

# AVALIAÇÃO DAS CARDIOPATIAS CONGÊNITAS NO ADULTO: ECOCARDIOGRAFIA, RESSONÂNCIA E TOMOGRAFIA

## *EVALUATION OF GROWN-UP CONGENITAL HEART DISEASE: ECHOCARDIOGRAPHY, MRI AND COMPUTED TOMOGRAPHY*

### RESUMO

Avanços recentes na cardiologia pediátrica permitem que uma população crescente com cardiopatias congênitas chegue à idade adulta, muitos deles necessitando de seguimento por toda a vida. Um elemento chave desse seguimento é a avaliação seriada com métodos diagnósticos por imagem. O cardiologista pediátrico moderno dispõe atualmente de um vasto leque de opções não invasivas para a investigação desses pacientes, das quais se destaca como método principal a ecocardiografia e, como duas técnicas complementares, a ressonância magnética e a tomografia computadorizada. Neste artigo, faremos uma breve revisão dos princípios, indicações, vantagens e desvantagens de cada um destes métodos, em especial na investigação de indivíduos adultos com cardiopatias congênitas.

**Descritores:** Cardiopatia congênita; Ecocardiografia; Ressonância magnética; Tomografia computadorizada.

### ABSTRACT

*Recent advances in pediatric cardiology allow an increasing population with congenital heart defects to reach adulthood, many of them requiring lifelong follow-up. A key element of this follow-up is serial evaluation by diagnostic imaging methods. The modern pediatric cardiologist currently has a wide range of noninvasive options for the investigation of these patients, the Echocardiogram stands out as the main tool, and as two complementary techniques, Magnetic Resonance and Computed Tomography. In this article we will briefly review the principles, indications, advantages and disadvantages of each of these methods, especially in the investigation of adult individuals with congenital heart diseases.*

**Descriptors:** Grown-up congenital heart disease; Echocardiography; Magnetic resonance; Computed tomography.

Walther Yoshiharu Ishikawa<sup>1</sup>  
Ieda Biscegli Jatene<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Instituto do Coração da Universidade de São Paulo, SP, Brasil.

<sup>2</sup> Setor de Cardiopatias Congênitas e Cardiologia Pediátrica do Hospital do Coração, São Paulo, SP, Brasil.

Correspondência:

InCor - Setor de Ressonância Magnética e Tomografia Computadorizada Cardiovascular  
Av. Dr. Enéas de Carvalho Aguiar, 44  
05403-000 - São Paulo, SP.  
w.ishikawa@hc.fm.usp.br

## INTRODUÇÃO

### Cardiopatias Congênitas no Adulto e Multimodalidade

Avanços na cardiologia pediátrica nas últimas décadas permitem que uma crescente população portadora de cardiopatias congênitas (CC) chegue à idade adulta, mesmo aqueles com os defeitos mais complexos.<sup>1,2</sup> A maioria destes indivíduos foram submetidos a procedimentos paliativos ou curativos, muitas vezes com múltiplas intervenções, e raramente as operações para as CC mais complexas são curativas.<sup>3</sup> Desta forma, estes pacientes necessitam seguimento por toda a vida.<sup>4</sup> Estes indivíduos têm maior risco de algumas complicações (como arritmias e endocardites), e também podem desenvolver cardiopatias adquiridas, da mesma forma que o restante da população.<sup>1,3</sup>

Assim, estes indivíduos necessitam de atendimento muito especializado, com profissionais não somente com

conhecimento de CC, mas também de doenças cardíacas da vida adulta.<sup>1,5</sup> O manejo destes pacientes tem-se modificado, de simplesmente permitir a sobrevivência destas crianças durante a infância, para um seguimento em longo prazo, com objetivos não somente de melhora da expectativa de vida, mas também da sua qualidade.

Um elemento-chave deste seguimento é a avaliação seriada por métodos de imagem diagnósticos. Além da avaliação invasiva por Angiografia Diagnóstica, em algumas situações insubstituível, o cardiologista pediátrico moderno dispõe atualmente de um vasto arsenal não-invasivo para a investigação destes pacientes, onde claramente se destaca como método principal e imprescindível o Ecocardiograma (Eco). Duas outras técnicas que têm ganhado cada vez mais importância são a Ressonância Magnética (RM) e a Tomografia Computadorizada (TC).<sup>6-10</sup>

Cada método pode contribuir com informações relevantes, e cada um apresenta vantagens e desvantagens,

seja em questões envolvendo potenciais efeitos deletérios (invasibilidade, radiação ionizante, contrastes venosos com potencial alérgico e nefrotóxico, tempo de sedação), seja quanto a preço, disponibilidade e portabilidade.<sup>6-10</sup>

## ECOCARDIOGRAFIA

Toda avaliação por imagem de portadores de CC deve ser iniciada através do Eco, uma ferramenta com claras vantagens técnicas e práticas sobre as demais modalidades, onde se destaca sua biossegurança, portabilidade e disponibilidade. O método tem também elevada precisão no estudo da morfologia e função cardíaca, e muitas vezes a avaliação somente pelo Eco é suficiente para o diagnóstico e definição de manuseio clínico.

O Eco é um exame completamente não-invasivo e inócuo, que pode ser feito em qualquer paciente, inclusive estudos fetais, e repetido com a frequência e intervalo que forem necessários. É realizado em equipamentos portáteis, permitindo exames à beira do leito, mesmo em pacientes graves e instáveis. Pode ser levado a UTIs e realizar exames durante procedimentos cirúrgicos e intervencionistas. Além da via transtorácica habitual, pode ser feita através de outros acessos, como o transesofágico. Adquire imagens em tempo real, que podem ser analisadas instantaneamente, sem interferência de arritmias, e é menos dependente da colaboração do paciente do que os outros métodos. Fornece informações anatômicas e funcionais precisas, incluindo parâmetros hemodinâmicos contribuindo para a decisão clínica e o planejamento cirúrgico. Outras vantagens são sua disponibilidade e custo relativamente baixo.

A imagem do Eco é baseada na reflexão de ondas sonoras de alta frequência, e sua ampla aplicação no sistema cardiovascular é fruto do excelente contraste natural ecográfico que existe entre o sangue (fluido em cavidades cardíacas e luz vascular) e as demais estruturas. Diversas técnicas de aquisição de imagem e análise são disponíveis nos modernos equipamentos de Eco, são ferramentas complementares que permitem uma análise integral da morfologia e função cardíaca. A principal técnica é o Eco bidimensional, que gera imagens seccionais anatômicas em tempo real, proporcionando uma análise espacial das estruturas cardíacas, e sua movimentação ao longo do ciclo cardíaco. Técnicas harmônicas e o uso do meio de contraste intravascular permitem melhorar ainda mais a qualidade de imagem. O modo M fornece uma avaliação temporal da variação da espessura das paredes e tamanho das cavidades, e também o movimento das valvas.

Além da avaliação morfológica e cinética, o Eco agrega técnicas derivadas do Doppler que permitem uma análise qualitativa e quantitativa de fluxo, como o Mapeamento de Fluxo em Cores, Doppler pulsado e de onda contínua. Equipamentos mais modernos contam com a possibilidade de realizar imagens tridimensionais, ou mesmo imagens cinéticas tridimensionais em tempo real (RT3D, 4D). Outros recursos são o Doppler tecidual, que aplica os mesmos princípios do Doppler para estudar a movimentação de segmentos miocárdicos possibilitando uma fina avaliação das funções regionais sistólica e diastólica dos ventrículos.

Via de regra, o Eco fornece uma adequada avaliação da anatomia cardiovascular básica, incluindo orientação e

posição do coração, retornos venosos, conexões atrioventriculares, e ventrículo-arteriais. Permite avaliar a dimensão e morfologia das câmaras cardíacas, função ventricular, hipertrofias, detecção e avaliação de *shunts*, além da morfologia e função valvar. Com o Doppler, uma série de dados hemodinâmicos são fornecidos, como gradientes pressóricos através de obstruções, relações pressóricas entre o ventrículo direito e artéria pulmonar, etc. Porém, há a necessidade de um alinhamento adequado do ângulo de insonação, sendo assim, também dependente de janelas acústicas. Em geral, quando há acesso ecográfico adequado, a avaliação de estruturas intracardíacas é excelente pelo Eco. Por exemplo, defeitos septais, valvares e vegetações podem ser estudados de forma completa, sem necessidade de exames adicionais.

Porém, existem circunstâncias onde a investigação pelo Eco pode ser incompleta e inconclusiva, relacionadas a janelas acústicas inadequadas, o que é ainda mais comum em pacientes adultos, em especial naqueles já submetidos a múltiplos procedimentos operatórios. É um método mais operador-dependente do que os demais exames, necessitando ecografistas especializados, ainda mais tratando-se de adultos com CC. Também podem haver limitações inerentes ao método, quantificação precisa de volumetria, massa miocárdica e função ventricular pode ser dificultada em geometrias complexas, especialmente no ventrículo direito (VD) e ventrículos únicos. Pode haver imprecisão na quantificação de gradientes pressóricos, como na obstrução de via de saída de VD, e estenoses sequenciais em vasos. Vasos mediastinais de localização mais periférica também podem ser difíceis de avaliar.<sup>11-13</sup>

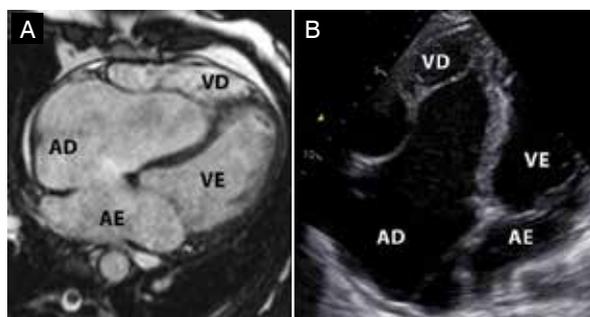


Figura. Paciente de 45 anos, Anomalia de Ebstein, imagens de RM (A) e Eco (B) do mesmo paciente, cortes em quatro câmaras demonstrando a inserção apical do folheto septal tricúspide, com atrialização parcial da cavidade ventricular direita. Há também uma ampla CIA.

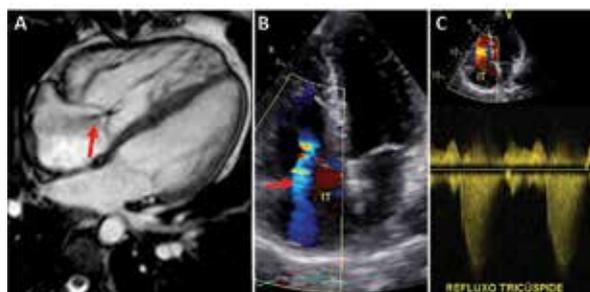


Figura. Paciente de 20 anos, Anomalia de Ebstein e estenose valvar pulmonar após correção cirúrgica, imagens de RM e Eco do mesmo paciente, demonstrando plastia valvar e regurgitação tricúspide. RM em A, Eco em B e C. A regurgitação está demonstrada com setas.

Desta forma, o grande desafio é identificar as situações onde o Eco não é suficiente, e integrar de forma inteligente o Eco com outras modalidades. Não há regra absoluta de quando o Eco será insuficiente para a avaliação completa destes pacientes, e cada caso deve ser julgado de forma individual, baseado nas dúvidas a serem respondidas pelo estudo, e por um conjunto de fatores relacionados ao paciente, à modalidade de exame e às circunstâncias clínicas.<sup>14,15</sup>

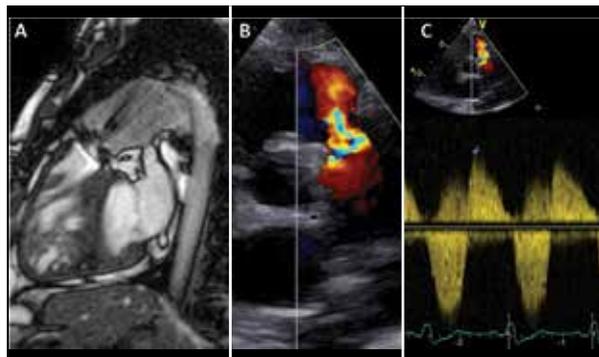


Figura. O mesmo paciente das imagens anteriores (Anomalia de Ebstein e estenose valvar corrigidas), RM (A) e Eco (B e C) demonstrando prótese valvar pulmonar com sinais de estenose.

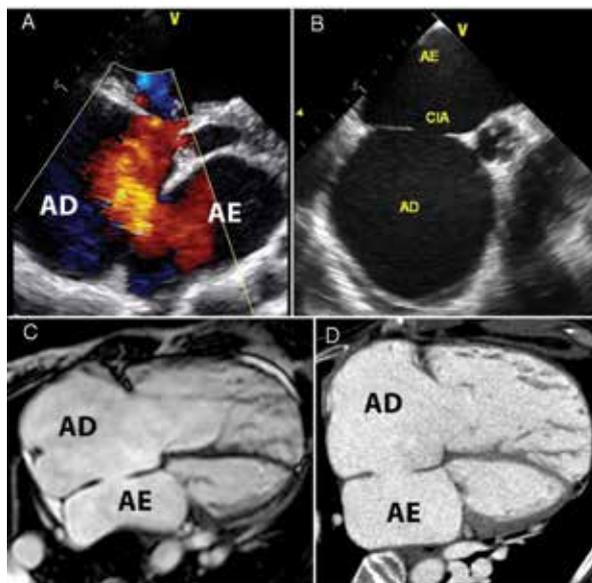


Figura. Paciente de 59 anos, ampla comunicação interatrial (CIA) septum secundum e drenagem venosa anômala pulmonar parcial, evolução tardia com acentuada dilatação de câmaras cardíacas. Imagens da CIA, comparação entre Eco transtorácico (A, mapeamento Doppler em cores), Eco transesofágico (B), RM (C) e TC (D).

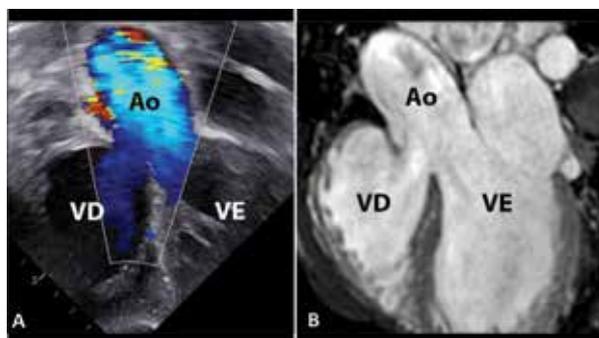


Figura. Paciente de 33 anos, Tetralogia de Fallot, evolução tardia sem abordagem cirúrgica. Dextroposição da raiz da aorta e comunicação interventricular por mau alinhamento, comparação entre Eco com mapeamento Doppler em cores (A) e RM (B).

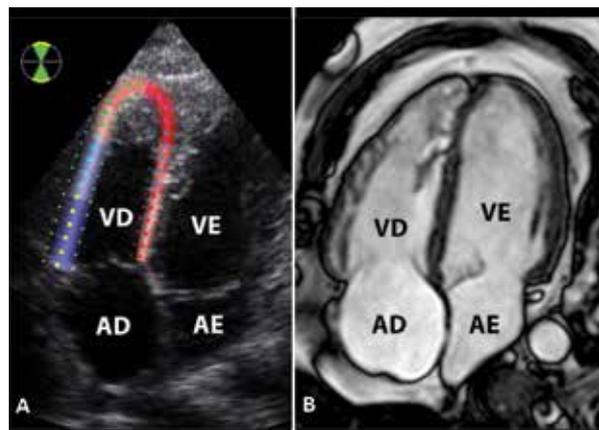


Figura. Paciente de 35 anos, controle pós-operatório de Tetralogia de Fallot, imagens em quatro câmaras através de Eco em A, e RM em B. Embora a dilatação e disfunção sejam discretas, a análise de *strain* sistólico de pico longitudinal demonstrou alteração (-12,1%), sugerindo uma pior evolução.

## RESSONÂNCIA MAGNÉTICA

A RM já é um método bem estabelecido na investigação de CC, e vem sendo cada vez mais utilizada também na população adulta. Vantagens da RM incluem seu grande campo de visão, com acesso irrestrito à anatomia cardiovascular, com total liberdade na escolha do plano de aquisição de imagem, inclusive em estruturas localizadas mais periféricamente. Permite imagens tridimensionais de alta qualidade, sem depender de janelas acústicas ou biotipo.

Seu princípio físico é baseado na forma como os prótons de hidrogênio reagem a potentes campos magnéticos, desta forma, não envolvem a utilização de radiação ionizante. Assim, é um método seguro para exames seriados, podendo ser repetido em seguimentos ambulatoriais. Pode ser feito em mulheres grávidas, desde que não se utilize o meio de contraste.

É uma ferramenta com grande versatilidade, onde é possível a aquisição de uma grande variedade de informações complementares, permitindo uma avaliação bastante completa da CC. Nestes pacientes, a sequência mais importante é a Cine-RM em gradiente-eco (precessão livre no estado estacionário), que permite uma análise cinética da contratilidade ventricular e movimentação das diversas estruturas cardíacas, vistas na forma de animações ao longo do ciclo cardíaco, muito similar ao Eco bidimensional. São úteis para avaliação qualitativa e quantitativa dos volumes cavitários e função contrátil ventricular, análise qualitativa da função valvar, e distensibilidade vascular. Nestas sequências, há um contraste vascular espontâneo ("sangue claro"), cavidades preenchidas por sangue aparecem com alto sinal, mesmo sem o uso do contraste venoso. Diferente do Eco, não são imagens cinéticas em tempo real, mas reconstruções baseadas no pareamento de dados com o traçado eletrocardiográfico. Desta forma, arritmias podem comprometer a qualidade destas

imagens. Permite medidas precisas de volumetria e função biventricular, sem interferência da sua geometria, mesmo em anatomias bizarras.<sup>16-18</sup> Por causa desta sequência de pulso, a RM é considerada o método padrão-ouro para a medida de massa, volume e função ventricular, tendo um papel fundamental quando for necessária uma volumetria precisa de cavidades, como no seguimento de pacientes com ventrículos únicos, VD sistêmicos e Tetralogia de Fallot, neste último sendo fundamental na decisão do momento de reintervenção cirúrgica.<sup>19-22</sup>

Existem também sequências para mensuração do sentido e velocidade de fluxo sanguíneo, de forma bastante análoga ao recurso Doppler do Eco. São chamadas de Contraste de Fase (também uma forma de gradiente-eco), onde são possíveis medidas de fluxo, com cálculo do débito cardíaco, de gradientes pressóricos em obstruções, frações de regurgitação valvar e mensuração de shunts (Qp:Qs).<sup>23</sup> É considerada inferior ao Eco para quantificar velocidades (e, por consequência, gradientes pressóricos), mas superior na quantificação de volumes de fluxo (por exemplo, na avaliação de regurgitação pulmonar, onde é considerado o método padrão-ouro).<sup>19,24</sup>

A RM permite ainda a realização de imagens angiográficas de forma semelhante à angiografia invasiva. Estas imagens são possíveis sem o contraste venoso, mas em baixa resolução. Idealmente, deve-se utilizar um contraste metálico paramagnético (Gadolinio) injetado numa veia periférica. Este contraste é considerado seguro, associado a menos complicações se comparado ao contraste iodado utilizado na angiografia invasiva ou TC. Entretanto, seu uso é contraindicado em pacientes com insuficiência renal, devido ao risco de desenvolvimento de Fibrose Nefrogênica Sistêmica, uma doença rara, mas de alta morbi-mortalidade.<sup>25</sup>

A RM é um estudo extremamente versátil, muitas outras sequências de pulso existem, e podem ser utilizadas em casos específicos. Temos como exemplo imagens anatômicas spin-eco em "sangue escuro", onde o sangue em movimento se mostra como ausência de sinal, com aspecto escuro nas imagens. São usadas para avaliar estenoses vasculares, ou ainda para caracterização tecidual (T1 para pesquisa de gordura, ou T2 para edema miocárdico). Também há aquelas desenhadas para a avaliação dinâmica de perfusão miocárdica (inclusive com estresse farmacológico), realce tardio para pesquisa de fibrose miocárdica, e outras sequências para estudo de composição tecidual (supressão de gordura, multi-eco T2\* para quantificação férrica, mapeamento T1, dentre outros). Destaca-se uma clara vantagem da RM sobre o Eco e TC em situações onde é necessária caracterização tecidual (como análise de viabilidade miocárdica, cardiomiopatias e tumores cardíacos). A detecção de fibrose miocárdica pela técnica do realce tardio é relacionada a um pior prognóstico em diversas CC.<sup>26-28</sup> Fica claro também que o exame de RM é realizado de forma bastante individualizada, com protocolos e sequências sendo escolhidas de forma específica para responder dúvidas pontuais do médico solicitante.

Outras desvantagens da RM incluem seu maior preço e menor disponibilidade, além do tempo de exame extremamente longo (pelo menos 20 minutos, mas em geral excedendo uma hora), limitando bastante o seu uso em pacientes graves e em condições hemodinâmicas limítrofes. É necessária a

colaboração do paciente, com múltiplas apneias. Este fato limita seu uso em crianças pequenas, onde geralmente há a necessidade de sedação ou anestesia, mas tem menor peso na decisão em pacientes adultos. Historicamente considerou-se contraindicação à realização de RM a presença de marca-passos e desfibriladores, mas este fato tem sido revisto, em geral o exame pode ser feito com segurança, respeitando-se algumas condições.<sup>29</sup> Algumas outras situações contraindicam a realização da RM, como a presença de implantes cocleares, grampos vasculares intracranianos e corpo estranho metálico intraocular.

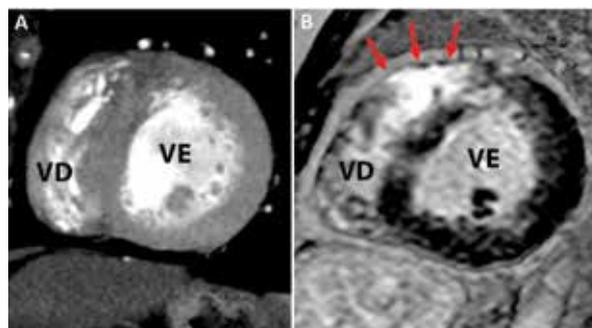


Figura. Procedimento de Damus-Kaye-Stansel, comparação das imagens de TC (A) e RM (B). A RM mostra uma imagem de realce tardio após o uso intravenoso de Gadolínio, demonstrando extensa fibrose (infarto) no ventrículo direito (setas). Também há hipertrofia ventricular esquerda.

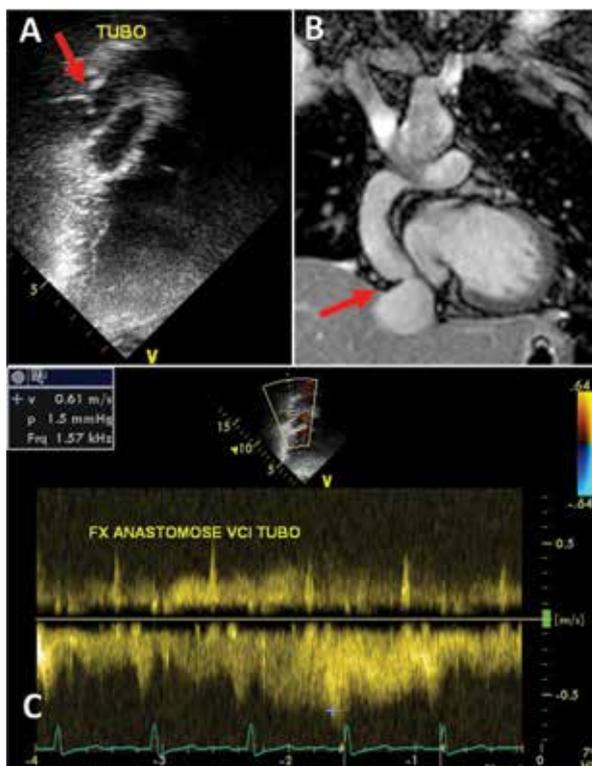


Figura. Paciente de 30 anos, após cirurgia de Fontan, estenose na anastomose caudal do tubo extra-cardíaco. Em A, Eco biplanar demonstrando o local da estenose (seta). Em B, imagem de RM também mostrando a lesão (seta). Em C, Doppler espectral mostrando aceleração e turbulência de fluxo no local da estenose.

Outras estruturas metálicas não contraindicam o estudo, não representando risco à realização do exame. Aqui estão incluídos outros grampos cirúrgicos (revascularização miocárdica, colecistectomia, etc.), fios de esternotomia, a maioria das próteses ortopédicas, e a maioria das próteses valvares. Endopróteses metálicas também são seguras, exceto as de maiores dimensões (aórticas e carotídeas), que devem ser evitadas durante o primeiro mês após implante. Mesmo não representando risco à realização da RM, vale lembrar que todas aquelas que forem ferromagnéticas irão gerar artefatos que degradam o sinal local, impossibilitando uma análise adequada na região adjacente ao metal. Por exemplo, impossibilitando a avaliação da patência de endopróteses aórticas.<sup>16-18</sup>

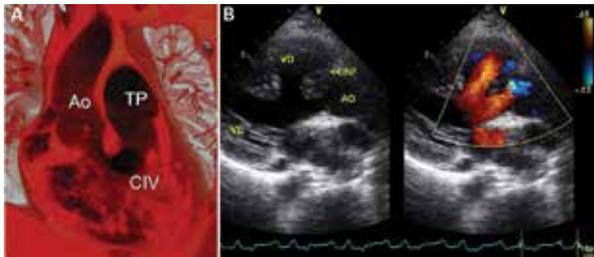


Figura. Paciente de 17 anos, dupla via de saída de ventrículo direito, com comunicação interventricular (CIV) duplamente relacionada. Comparação da avaliação por TC (A) e Eco (B). As CIVs supracristais são uma das poucas exceções onde a TC pode acrescentar informações relevantes em relação ao Eco, com melhor definição da anatomia. Note a relação topográfica entre as margens da CIV e o septo infundibular.

## TOMOGRAFIA COMPUTADORIZADA

A TC é um método excelente para a avaliação de grandes vasos mediastinais, equivalente ou discretamente superior à RM, e deve ser cogitada especialmente quando for necessária a avaliação de vasos de menor calibre, como artérias coronárias (cirurgias com reimplante como Jatene e Ross, ou proximidade a condutas que serão dilatadas) e colaterais sistêmico-pulmonares. É superior na avaliação de calcificações, vias aéreas e parênquima pulmonar (compressões de vias aéreas, anéis vasculares, etc), com informações que são obtidas simultaneamente ao estudo angiográfico, sem necessidade de uma segunda aquisição. Tem a grande vantagem de ser um estudo extremamente rápido, possível de ser feito até em indivíduos graves e em condições hemodinâmicas limítrofes, minimizando a necessidade de sedação, inclusive em crianças.

Porém, dificuldades em quantificar de forma precisa a função cardíaca (por exemplo, devido à frequência cardíaca elevada), a incapacidade de quantificar fluxo e pior caracterização tecidual são claras desvantagens da TC sobre a RM, especialmente porque muitas vezes são estas as informações mais importantes que são necessárias para o seguimento destes indivíduos em longo prazo.

O princípio físico da TC é baseado na atenuação tecidual aos raios-X, ou seja, é um método que envolve radiação ionizante, com potenciais riscos carcinogênicos em longo prazo. Este fato certamente deve ser levado em consideração, especialmente ao lembrarmos que este risco é dose-dependente, e idade dependente, pacientes pediátricos são mais susceptíveis aos seus efeitos deletérios pela maior radio-sensibilidade dos seus tecidos, e também pelo maior tempo de vida onde podem surgir estes efeitos. Vale lembrar também que muitas vezes

estes indivíduos necessitam de exames seriados, tornando mais crítico o uso de métodos de imagem que envolvem radiação. Aquisições rápidas com doses cada vez mais baixas são possíveis nos novos tomógrafos multidetectores, além de recursos adicionais como sincronização eletrocardiográfica prospectiva, protocolos de modulação de dose e reconstruções iterativas, mas sempre que possível, deve-se priorizar métodos que não envolvam radiação ionizante.

Ao contrário da RM, a TC é essencialmente um estudo angiográfico. Para adequada análise vascular, sempre deve ser utilizado um contraste iodado injetado num acesso venoso periférico, o mesmo meio de contraste utilizado em angiografias invasivas. A aquisição das informações é feita durante o pico de opacificação vascular, em tempos diferentes dependendo da estrutura a ser analisada (artérias pulmonares, aorta, veia sistêmica, etc.). Desta forma, seu uso é limitado em indivíduos com contraindicações para o uso de contrastes iodados, como pacientes com insuficiência renal, alergia a iodo, asmáticos graves, etc.

Por outro lado, justamente pelo seguimento pós-tratamento destes indivíduos, não é incomum que tenham sido

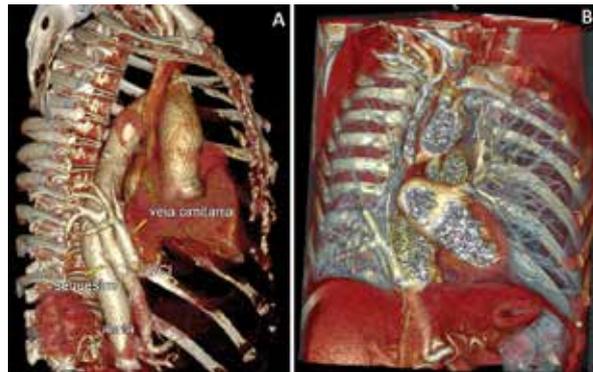


Figura. Paciente de 67 anos, síndrome venolobar congênita (Cimitarra), avaliada por TC. Em A, a drenagem venosa anômala pulmonar para veia cava inferior, e a calibrosa artéria sistêmica irrigando parte do pulmão direito, com origem no tronco celiaco. Em B, imagem coronal dos mesmos achados, e também mostrando a hipoplasia pulmonar direita com desvio das estruturas mediastinais.

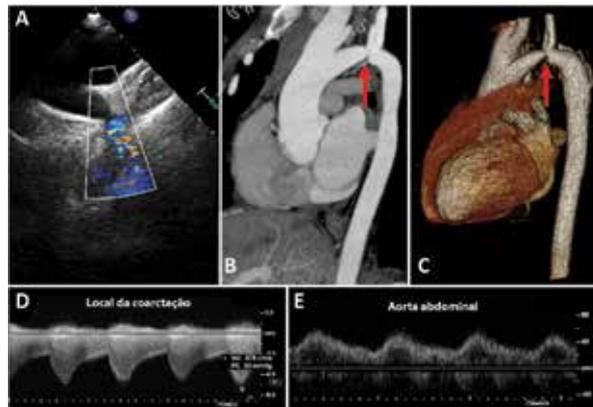


Figura. Paciente de 21 anos, estenose acentuada ("coarctação") de arco aórtico, imediatamente antes da origem da artéria subclávia esquerda. Em A, mapeamento em cores de Eco demonstrando o local da lesão, com aceleração e turbulência de fluxo. Em B e C, angioTC demonstrando a estenose (setas). Em D e E, análise espectral de velocidades, no local da coarctação e na aorta abdominal.

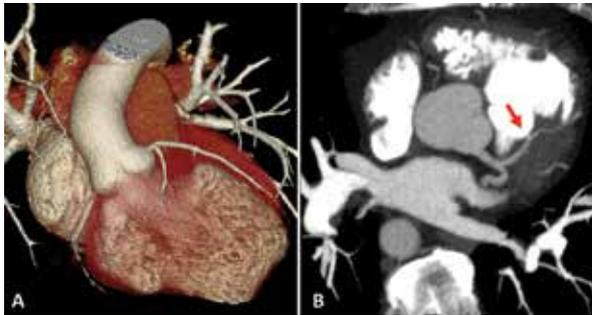


Figura. Angiotomografia de artérias coronárias, dois pacientes em pós-operatório de cardiopatias congênitas, rastreamento devido a antecedente familiar importante. Em A, paciente de 30 anos, Transposição de Grandes Artérias, cirurgia de Senning, exame normal. Em B, paciente de 44 anos, após correção de Tetralogia de Fallot, placa calcificada não-obstrutiva proximal na artéria descendente anterior (seta), escore de cálcio de 15 (percentil 75).

utilizados endopróteses metálicas e outros dispositivos ferromagnéticos no tratamento. Diferente da RM, a avaliação por TC é muito menos prejudicada pela presença destes artefatos, permitindo inclusive a avaliação da patência de *stents*. Outra conduta relativamente comum é o implante de marca-passos e desfibriladores, o que pode contraindicar a realização de RM, tornando a TC uma alternativa atrativa.<sup>30-33</sup>

## O QUE MUDA EM RELAÇÃO À POPULAÇÃO PEDIÁTRICA?

Os adultos com CC possuem algumas peculiaridades que devem ser levadas em consideração ao planejar uma estratégia de investigação por imagem.

Assim como na população pediátrica, a avaliação sempre deve ser iniciada com o Eco, por todos os motivos já discutidos. Porém, em adultos, a chance de acesso ecográfico inadequado é maior, devido às características morfológicas do tórax, especialmente em pacientes submetidos a cirurgias. Desta forma, a possibilidade de se necessitar de um método complementar é maior do que em crianças. Pacientes adultos oferecem algumas outras vantagens em relação às crianças, com maior colaboração e menor necessidade de sedação.

Embora a preocupação com radiação ionizante e seus potenciais efeitos maléficos deva estar sempre presente ao elaborarmos estratégias de investigação por métodos de imagem, é certo que quanto menor a idade, maior deve ser esta preocupação. Desta forma, evitar métodos que envolvam radiação ionizante (como a TC) deve ser uma prioridade maior em crianças, e menos crítico em adultos com CC. Porém, é interessante recordar que uma das grandes vantagens práticas da TC em relação à RM em crianças com CC é a grande velocidade de aquisição de imagem, sendo útil em

CC complexas e graves, que poderiam não suportar um exame longo como a RM. Desta forma, em adultos, já investigados, muitas vezes já tratados, estáveis e colaborativos, a necessidade de se realizar TC em detrimento à RM é menor.

Há duas últimas peculiaridades em relação à TC em adultos com CC. A indicação primordial de TC em adultos é a investigação de doença arterial coronária (DAC). Assim, com o crescimento destes pacientes com CC, há a necessidade de avaliação destas doenças adultas não-relacionadas à CC. Há maior incidência de sedentarismo e sobrepeso em adultos com CC, e algumas doenças podem cursar com outros fatores de risco, como hipertensão arterial sistêmica.<sup>1</sup> Porém, ainda não é claro se existe maior risco de DAC em adultos com CC.<sup>34,35</sup>

Adultos com CC necessitam seguimento por imagem a longo prazo, geralmente por toda a vida. Via de regra são colaborativos, suportando um exame de longa duração como a RM. Desta forma, a RM é um excelente método para o acompanhamento destes indivíduos. Porém, não raro, adultos com CC possuem dispositivos que podem contraindicar a RM, ou limitar sua análise, como marca-passos e desfibriladores implantáveis (como já mencionado, atualmente uma contraindicação relativa), e estruturas ferromagnéticas como *stents* e molas de embolização. Nestes casos selecionados, a TC pode ser cogitada como alternativa. Em aparelhos multidetectores, a TC pode ser adquirida com dados ao longo de todo o ciclo cardíaco, permitindo uma análise de volumes cavitários e função contrátil, de forma similar à RM, porém, à custa de uma maior dose de radiação.<sup>36</sup> Em crianças pequenas e com frequência cardíaca elevada, esta análise é limitada pela pior resolução temporal da TC, o que não ocorre nos adultos com CC.

## CONCLUSÕES

Adultos com CC formam uma crescente população com necessidades bastante específicas, e particularidades também na estratégia de investigação por imagem. O Eco permanece a modalidade de estudo de primeira linha, a escolha dos demais métodos depende de questões clínicas que permanecerem sem elucidação. Como principais métodos complementares destaca-se a RM e TC, que, assim como o Eco, possuem indicações específicas, vantagens e desvantagens. Para um adequado seguimento destes indivíduos, há a necessidade de associar de forma racional estas técnicas de exame não-invasivas.

## CONFLITOS DE INTERESSE

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

## REFERÊNCIAS

- Jatene IB. Cardiopatias congênitas em adultos: um problema em ascensão. *Rev Soc Cardiol Estado de São Paulo*. 2015;25(3):156-9.
- Warnes CA. The adult with congenital heart disease: Born to be bad? *J Am Coll Cardiol*. 2005;46:1-8.
- Atik E, Atik FA. Congenital heart disease in adults. Considerations about evolution, natural and in operated patients. *Arq Bras Cardiol*. 2001;76(5):430-6.
- Mackie AS, Ionescu-Iltu R, Therrien J, Pilote L, Abrahamowicz M, Marelli AJ. Children and adults with congenital heart disease lost to follow-up: who and when? *Circulation*. 2009;120(4):302-9.
- Grown-up congenital heart (GUCH) disease: current needs and provision of service for adolescents and adults with congenital heart disease in the UK. Report of the British Cardiac Society Working Party. *Heart*. 2002;88:i1-i14.

6. Sara L, Szarf G, Tachibana A, Shiozaki AA, Villa AV, 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.
7. Baumgartner H, Bonhoeffer P, De Groot NM, de Haan F, Deanfield JE, Galie N, et al. ESC Guidelines for the management of grown-up congenital heart disease (new version 2010): The Task Force on the Management of Grown-up Congenital Heart Disease of the European Society of Cardiology (ESC). *Eur Heart J.* 2010;31 (23): 2915-57.
8. Warnes CA, Williams RG, Bashore TM, Child JS, Connolly HM, Dearani JA, et al. ACC/AHA 2008 Guidelines for the Management of Adults with Congenital Heart Disease: Executive Summary: a report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines (writing committee to develop guidelines for the management of adults with congenital heart disease). *Circulation.* 2008;118(23):2395-451.
9. Orwat S, Diller GP, Baumgartner H. Imaging of congenital heart disease in adults: choice of modalities. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging.* 2014;15(1):6-17.
10. Kilner PJ. Imaging congenital heart disease in adults. *Br J Radiol.* 2011;84 Spec No 3:S258-68.
11. Martins TC, Ishikawa WY. Diagnóstico por imagem nas cardiopatias congênitas no adulto. In: Moreira SM, Paola AV; Sociedade Brasileira de Cardiologia. Livro Texto da Sociedade Brasileira de Cardiologia. 2ª. ed. São Paulo: Manole; 2015.p.1527-43.
12. Houston A, Hillis S, Lilley S, Richens T, Swan L. Echocardiography in adult congenital heart disease. *Heart.* 1998;80(Suppl 1):S12-S26.
13. Lai WW, Geva T, Shirali GS, Frommelt PC, Humes RA, Brook MM, et al. Guidelines and standards for performance of a pediatric echocardiogram: a report from the Task Force of the Pediatric Council of the American Society of Echocardiography. *J Am Soc Echocardiogr.* 2006;19(12):1413-30.
14. Truong UT, Kutty S, Broberg CS, Sahn DJ. Multimodality Imaging in Congenital Heart Disease: an Update. *Curr Cardiovasc Imaging Rep.* 2012;5:481-90.
15. Kutty S, Danford DA. Pediatric and adult congenital heart disease imaging: choices and considerations. *J Ultrasound Med.* 2013;32(8):1351-2.
16. Kilner PJ, Geva T, Kaemmerer H, Trindade PT, Schwitter J, Webb GD. Recommendations for cardiovascular magnetic resonance in adults with congenital heart disease from the respective working groups of the European Society of Cardiology. *Eur Heart J.* 2010; 31(7):794-805.
17. Fratz S, Chung T, Greil GF, Samyn MM, Taylor AM, Valsangiacomo Buechel ER, et al. Guidelines and protocols for cardiovascular magnetic resonance in children and adults with congenital heart disease: SCMR expert consensus group on congenital heart disease. *J Cardiovasc Magn Reson.* 2013;15:51.
18. Partington SL, Valente AM. Cardiac Magnetic Resonance In Adults With Congenital Heart Disease. *Methodist DeBakey Cardiovasc J.* 2013;9(3):156-62.
19. Valente AM, Cook S, Festa P, Ko HH, Krishnamurthy R, Taylor AM, et al. Multimodality imaging guidelines for patients with repaired tetralogy of fallot: a report from the American Society of Echocardiography: developed in collaboration with the Society for Cardiovascular Magnetic Resonance and the Society for Pediatric Radiology. *J Am Soc Echocardiogr.* 2014;27(2):111-41.
20. Cohen MS, Eidem BW, Cetta F, Fogel MA, Frommelt PC, Ganame J, et al. Multimodality Imaging Guidelines of Patients with Transposition of the Great Arteries: A Report from the American Society of Echocardiography Developed in Collaboration with the Society for Cardiovascular Magnetic Resonance and the Society of Cardiovascular Computed Tomography. *J Am Soc Echocardiogr.* 2016;29(7):571-621.
21. Roos-Hesselink JW, Meijboom FJ, Spitaels SE, van Domburg R, van Rijen EH, Utens EM, et al. Decline in ventricular function and clinical condition after Mustard repair for transposition of the great arteries (a prospective study of 22-29 years). *Eur Heart J.* 2004;25:1264-70.
22. Rathod RH, Prakash A, Kim YY, Germanakis IE, Powell AJ, Gauvreau K, et al. Cardiac magnetic resonance parameters predict transplantation free survival in patients with fontan circulation. *Circ Cardiovasc Imaging.* 2014;7:502-9.
23. Goldberg A, Jha S. Phase-contrast MRI and applications in congenital heart disease. *Clin Radiol.* 2012;67:399-410.
24. Gabbour M, Schnell S, Jarvis K, Robinson JD, Markl M, Rigsby CK. 4-D flow magnetic resonance imaging: blood flow quantification compared to 2-D phase-contrast magnetic resonance imaging and Doppler echocardiography. *Pediatr Radiol.* 2015;45(6):804-13.
25. Thomsen HS. Nephrogenic systemic fibrosis: a serious adverse reaction to gadolinium - 1997-2006-2016. Part 1. *Acta Radiol.* 2016;57(5):515-20.
26. Babu-Narayan SV, Goktekin O, Moon JC, Broberg CS, Pantely GA, Pennell DJ, et al. Late gadolinium enhancement cardiovascular magnetic resonance of the systemic right ventricle in adults with previous atrial redirection surgery for transposition of the great arteries. *Circulation.* 2005;111:2091-8.
27. Babu-Narayan SV, Kilner PJ, Li W, Moon JC, Goktekin O, Davlourou PA, et al. Ventricular fibrosis suggested by cardiovascular magnetic resonance in adults with repaired tetralogy of fallot and its relationship to adverse markers of clinical outcome. *Circulation.* 2006;113:405-13.
28. Rathod RH, Prakash A, Powell AJ, Geva T. Myocardial fibrosis identified by cardiac magnetic resonance late gadolinium enhancement is associated with adverse ventricular mechanics and ventricular tachycardia late after Fontan operation. *J Am Coll Cardiol.* 2010;55:1721-8.
29. Nazarian S, Hansford R, Roguin A, Goldsher D, Zviman MM, Lardo AC, et al. A prospective evaluation of a protocol for magnetic resonance imaging of patients with implanted cardiac devices. *Ann Intern Med.* 2011;155:415-24.
30. Samyn MM. A review of the complementary information available with cardiac magnetic resonance imaging and multi-slice computed tomography (CT) during the study of congenital heart disease. *Int J Cardiovasc Imaging.* 2004;20(6):569-78.
31. Hughes D Jr, Siegel MJ. Computed tomography of adult congenital heart disease. *Radiol Clin North Am.* 2010 Jul;48(4):817-35.
32. Han BK, Rigsby CK, Hlavacek A, Leipsic J, Nicol ED, Siegel MJ, et al. Society of Cardiovascular Computed T, Society of Pediatric R and North American Society of Cardiac I. Computed Tomography Imaging in Patients with Congenital Heart Disease Part I: Rationale and Utility. An Expert Consensus Document of the Society of Cardiovascular Computed Tomography (SCCT): Endorsed by the Society of Pediatric Radiology (SPR) and the North American Society of Cardiac Imaging (NASCI). *J Cardiovasc Comput Tomogr.* 2015;9:475-92.
33. Han BK, Rigsby CK, Leipsic J, Bardo D, Abbara S, Ghoshhajra B, et al. Society of Cardiovascular Computed T, Society of Pediatric R and North American Society of Cardiac I. Computed Tomography Imaging in Patients with Congenital Heart Disease, Part 2: Technical Recommendations. An Expert Consensus Document of the Society of Cardiovascular Computed Tomography (SCCT): Endorsed by the Society of Pediatric Radiology (SPR) and the North American Society of Cardiac Imaging (NASCI). *J Cardiovasc Comput Tomogr.* 2015;9:493-513.
34. Yalonetsky S, Horlick EM, Osten MD, Benson LN, Oechslin EN, Silversides CK. Clinical characteristics of coronary artery disease in adults with congenital heart defects. *Int J Cardiol.* 2013;164(2):217-20.
35. Giannakoulas G, Dimopoulos K, Engel R, Goktekin O, Kucukdurmaz Z, Vatankulu MA, et al. Burden of coronary artery disease in adults with congenital heart disease and its relation to congenital and traditional heart risk factors. *Am J Cardiol.* 2009;103(10):1445-50.
36. Asferg C, Usinger L, Kristensen TS, Abdulla J. Accuracy of multi-slice computed tomography for measurement of left ventricular ejection fraction compared with cardiac magnetic resonance imaging and two-dimensional transthoracic echocardiography: a systematic review and meta-analysis. *Eur J Radiol.* 2012;81:e757-e762.