

Consenso SOCESP-SBC sobre Ressonância Magnética em Cardiologia

Ibraim Masciarelli Pinto (coordenador técnico), Protásio L. da Luz (coordenador clínico), Hélio M. Magalhães, Ricardo Pavanello, Alexandre Abizaid, Antônio M. Kambara, Colandy Nunes, Luiz Alberto Christiani, Roberto Kalil Fº, Augusto César Neno
São Paulo. SP

O notável avanço tecnológico, associado aos expressivos progressos da ciência médica, promoveram importante desenvolvimento aos métodos diagnósticos. Particularmente relevante foram as modificações observadas na propedêutica armada, não invasiva. Contudo, a grande quantidade de novas técnicas disponíveis pode dificultar o posicionamento do clínico quanto à escolha mais apropriada para cada caso. Esta situação é particularmente notória no caso das novas tecnologias, como a ressonância magnética (RM) e a tomografia computadorizada helicoidal^{1,2}. Portanto, este consenso é uma tentativa de analisar a contribuição que estas técnicas podem trazer para o manuseio das diferentes cardiopatias. A compreensão da necessidade de interação das tecnologias, conhecendo-se as limitações e utilidades de cada uma delas, certamente, levará ao uso mais racional de todos estes métodos, o que resultará num balanço custo/efetividade cada vez mais positivo.

Características peculiares da ressonância magnética

Alguns pontos devem ser lembrados para fortalecer as peculiaridades de indicações e contra-indicações do método. Trata-se de técnica de exame não invasivo cuja imagem é formada a partir da interação de alguns prótons com um magneto potente, o que é possível graças a certos prótons sensíveis ao magnetismo e capazes de entrar em ressonância. Ao serem posicionados em um campo magnético muito potente, uma parcela destes elementos alinha-se na direção do campo, assumindo um movimento com direção e velocidade conhecidas. Portanto, é possível saber a frequência de oscilação destes nucleotídeos e, assim, emitir ondas eletromagnéticas (um segundo campo magnético) de frequência igual a destes prótons. Como a frequência e intensidade deste segundo campo magnético é igual àquela dos prótons em estudo, estes últimos absorvem a energia aplicada, isto é, entram em ressonância com as ondas de radiofrequência. A absorção acontece de maneira uniforme para átomos de qualquer molécula e tecido. Da mesma forma, todos irão liberar esta energia acumulada, no momento em que se desligar este segundo campo magnético (as ondas de radiofrequências). Contudo, o tempo necessário para que os prótons retornem ao repouso é peculiar e característico para os prótons de cada estrutura e tecido.

Este tempo de relaxamento é medido através de dois parâmetros T1 e T2. Isto permite a fácil diferenciação entre eles, dando ao método uma alta resolução espontânea de contraste. Assim, como T1 e T2 são particulares para cada tecido, não há necessidade de se utilizar infusão de meios de contraste para promover diferenciação entre órgãos e tecidos distintos¹.

Em contrapartida, o nível de energia em que se trabalha é muito reduzido e há a necessidade de se repetir várias vezes o estímulo de todo o conjunto para se conseguir uma imagem satisfatória, com baixa quantidade de ruído. Isto provoca um prolongamento do tempo do exame nos equipamentos, comercialmente disponíveis no momento, o que limita o uso do método em determinadas situações. É bem verdade, também, que já estão sendo desenvolvidas técnicas de aquisição ultrarrápida que poderão superar este óbice num futuro próximo².

Depreende-se desta breve explicação que meios de contraste não são usados em ressonância para aprimorar as diferenças teciduais. Contraste, em RM, são compostos de metais paramagnéticos, isto é, metais não sensíveis ao magnetismo, cuja utilidade, na clínica, é provocar uma alteração do tempo de relaxamento de certas estruturas; possibilitando a detecção de algumas circunstâncias como a presença de processo inflamatório, estimativa da qualidade do fluxo sanguíneo e diferenciação de massas císticas e sólidas.

A obtenção de imagens do tipo angiografia por RM pode e deve ser realizada sem o uso de contrastes paramagnéticos, porque a ressonância é sensível à presença de tecidos não magnetizados, no caso o sangue presente no local estudado, que funciona como um contraste paramagnético. O uso destes materiais, portanto, gera artefatos que irão prejudicar a análise final da imagem. O fato do próprio sangue fornecer o contraste necessário para a identificação dos vasos torna a imagem final mais sensível a artefatos conseqüentes ao turbilhonamento sanguíneo. Estes são tipicamente encontrados nas lesões arteriais, particularmente quando se trata de obstruções que reduzem a luz em mais de 50% do diâmetro do vaso. Tal fato deve ser lembrado quando da interpretação do exame e as medidas necessárias devem ser tomadas para o aprimoramento do resultado.

A despeito de suas limitações, a RM fornece imagens de alta definição anatômica e com grande quantidade de dados funcionais que permitem uma fácil interpretação, mesmo por indivíduos não muito familiarizados com ela. Esta objetividade é sempre um fator positivo e certamente vem contribuindo para o efetivo crescimento que a aplicação deste exame vem experimentando nos últimos anos.

Finalmente, uma consideração sobre as contra-indicações do teste. Formalmente, apenas três situações impedem totalmente sua realização: presença de marcapasso transitório ou definitivo, presença de cliques intracerebrais e próteses metálicas de quadril. A presença de fios de aço no tórax, cliques metálicos que marcam a posição de pontes de safena ou de artérias mamárias não impedem a realização do exame. Quanto às próteses metálicas cardíacas, recomenda-se que o exame não seja conduzido em pacientes com prótese Starr-Edwards, fabricadas antes de 1979.

O desenvolvimento de ventiladores mecânicos e equipamento de reanimação compatíveis com o ambiente da RM, ampliou o espectro do método, abrangendo inclusive pacientes de maior gravidade clínica.

Custos

Um tema de relevância particular no mundo atual é o aspecto econômico. A RM no Brasil apresenta um preço final mais baixo que em qualquer outro país. Além disto, a maior parte dos convênios e seguros saúde permite a execução do exame. Neste item, a aceitação por estas empresas tem sido maior conforme diferentes centros ganham experiência e mostram maior qualidade. Comparativamente a RM em nosso meio tem custo menor que o da medicina nuclear, semelhante ao do Doppler - ecocardiograma transesofágico, pouco superior ao da tomografia, superior ao do Doppler - ecocardiograma transtorácico e muito inferior ao dos exames invasivos.

Aplicações clínicas

Cardiopatias congênitas - A alta resolução anatômica e especial da RM a fazem uma alternativa atraente para o estudo das malformações cardíacas congênitas. Todavia, existem algumas limitações para a realização do exame. Devido à sua duração (30 a 90min, dependendo da doença) há a necessidade de sedação quando se estudam crianças. Embora esta seja realizada a maior parte das vezes com o uso de hidrato de cloral por via oral, esta alternativa pode não ser efetiva e por vezes é preciso o recurso da anestesia, o que eleva o grau de invasibilidade do teste e o custo do procedimento, devendo, portanto, ser limitado aos casos em que seja realmente necessário.

Dentre as cardiopatias congênitas, existem algumas situações nas quais a contribuição da RM é bem definida. Uma destas é a má janela acústica, que limita o desempenho da Doppler-ecocardiografia transtorácica. Hoje em dia deve-se também considerar a alternativa da Doppler-ecocardiografia transesofágica, mas esta é algo invasiva, também exige sedação e, em algumas circunstâncias, tem resultados inferiores ao da RM. Entre estas situações incluem-se: o acompanhamento pós-operatório (PO) de condutos artificiais, valvados ou não (p.ex, cirurgias de Fontan e Rastelli); na exploração de pacientes com coarctação da aorta. Nestes casos a RM identifica o defeito, quantifica os diâmetros no local estenosado e nos pontos de referência, estuda o istmo aórtico, e define com exatidão a presença e a intensidade de circulação colateral. O desempenho de excelência do método mantém-se no acompanhamento PO e diferentes relatos já comprovaram a suficiência do exame neste tipo de doença; no diagnóstico de anel vascular, em qualquer um dos grandes vasos; na avaliação dos isomerismos e heterotaxias, pois além de explorar plenamente a anatomia dos órgãos torácicos, permite que no mesmo procedimento seja avaliada a localização e a situação de todas as vísceras abdominais. Como se sabe a observação cuidadosa do fígado e do baço é importante nestes pacientes; na quantificação dos desvios de sangue (shunts) intracavitários, e nas doenças em que existe comunicação entre as estruturas cardiovasculares. Nestas doenças a definição do volume de sangue desviado em cada ciclo cardíaco reflete a relação entre a resistência enfrentada pelo ventrículo direito (VD) e pelo ventrículo esquerdo (VE) e é um elemento importante na decisão terapêutica de muitos pacientes, oferecendo a possibilidade da medida não invasiva deste parâmetro; no estudo da circulação pulmonar, particularmente na definição da presença de estenoses e na medida do diâmetro dos vasos. Este último permite o cálculo preciso de índices, como o índice de Nakata, importantes na estimativa do risco operatório e na escolha do melhor tipo de abordagem para cada paciente. A associação da Doppler-ecocardiografia com a RM pode reduzir drasticamente a necessidade de realização de estudos invasivos em portadores de defeitos da circulação pulmonar³. Deve ser lembrado porém que o estudo de canais arteriais prévios constitui uma limitação da RM; no seguimento PO de várias cirurgias de anastomose vascular, como a cirurgia de Jatene, situação na qual a RM pode definir a anatomia, o diâmetro e a qualidade do fluxo nos diferentes vasos envolvidos⁴; na diferenciação entre aumento isolado da área cardíaca e aumento do timo associado e na exploração de tumores mediastinais e cardíacos. Nesta última situação a RM é capaz de sugerir com precisão muito razoável o tipo histológico de um grande número de doenças^{5,6}.

Existem algumas publicações isoladas, mas que provocaram grande interesse, relatando a realização de

angiografia coronária não invasiva. Tal técnica, embora apresente potencial para o uso clínico, constitui ainda método experimental, não consagrado pela prática diária e que não deve ser considerado uma alternativa válida, no momento, para o estudo de malformações congênicas que envolvam as artérias coronárias.

Valvopatias - Nas doenças da valva mitral a RM permanece como um método em investigação, cujo papel é incerto. Não parece provável, todavia, que o método venha a ocupar um lugar de destaque no estudo destas doenças a curto ou médio prazo. Nos casos em que mostra maior desempenho, a RM tem resultados no máximo superponíveis aos da Doppler-ecocardiografia, que tem menor custo. Uma exceção dentre as valvopatias pode ser as doenças da valva aórtica⁷. Como o método permite uma visualização ampla e total da valva aórtica e da raiz da aorta, é tangível a medida direta da área valvar aórtica por planimetria direta, aperfeiçoando a estimativa da gravidade do defeito valvar. Mais que isso o exame pode identificar pseudo-aneurismas de aorta e abscessos peri valvares e pode servir como complemento nos casos em que a Doppler-ecocardiografia é insuficiente para o esclarecimento⁷.

Na identificação de refluxos peri-protéticos no PO de qualquer tipo de troca valvar, é possível que a RM possa de alguma forma contribuir na prática clínica^{8,9}. O método é sensível à presença de turbilhonamento sanguíneo e, portanto, identifica com facilidade a existência do jato conseqüente ao refluxo e assim identifica se o mesmo tem origem central ou na periferia da prótese. Trabalhos iniciais comparando diferentes formas diagnósticas não invasivas sugerem fortemente que a RM possa contribuir nesta área¹⁰.

Pericardiopatias - A tomografia computadorizada pode auxiliar no diagnóstico de alguns tipos de pericardiopatias. Por apresentar uma resolução espacial < 1mm ela identifica espessamentos significativos¹¹. Por outro lado, detecta cálcio com extrema facilidade, calcificação de qualquer estrutura, e o pericárdio não é uma exceção. Com certa facilidade ela determina a presença e o grau de derrame pericárdico. Suas limitações residem na incapacidade de estadiar o processo inflamatório e de realizar a avaliação funcional diastólica do coração. Ela pode servir porém como método de triagem^{12,13}.

A elevada resolução espacial inerente à RM, permite uma ampla exploração do pericárdio do ponto de vista anatômico e funcional^{12,13}. A alta sensibilidade a processos inflamatórios dá grande capacidade de identificar pericardites e de classificá-las como agudas, subagudas ou crônicas. Imagens sensíveis a alterações na composição dos tecidos permitem inferir os principais componentes de derrames pericárdicos. A quantificação destes e dos volumes ventriculares é facilmente conseguida com as séries

cine-ressonância¹⁴. Imagens com contrastes paramagnéticos viabilizam a identificação de tumores. Vários trabalhos no nosso meio e na literatura internacional já comprovaram a superioridade deste exame quando comparado a outras formas de imagem na exploração das pericardiopatias. Estas características fazem da RM o método de escolha para a exploração e acompanhamento de pericardiopatias^{13,14}.

Função ventricular - Esta é uma área na qual a RM apresenta grandes resultados, desde seus períodos iniciais de aplicação¹⁵⁻¹⁷. Utilizando uma abordagem adaptada do método de Simpson, a quantificação exata dos volumes ventriculares é facilmente obtida. Trabalhos recentes confirmaram a excelência desta técnica, mostrando sua ótima correlação com a angiografia contrastada para o cálculo da função ventricular esquerda e com o cateterismo invasivo através do cateter de Swan-Ganz para a medida do débito cardíaco. Esta correlação se mantém mesmo na presença de deformidades segmentares do VE.

A confirmação da RM como elemento de quantificação da função ventricular direita sofre a dificuldade de não existir um exame padrão ouro para comparação. Testes realizados com cadáveres e em animais procederam a validação *in vitro*. Comparações clínicas com pacientes apresentando quadro de insuficiência ventricular direita ou com quadros de hipertensão pulmonar sugeriram que a técnica identifica as situações de depressão da contratilidade deste ventrículo. O mesmo ocorreu com a aplicação desta técnica para o exame de indivíduos com infarto inferior com extensão para o VD. Nestes também a RM identificou redução da contratilidade desta câmara. Em todas as situações, existiram casos em que outros exames realizados não identificaram os defeitos contráteis. Estas características fazem da RM o exame de eleição para o diagnóstico não invasivo da contratilidade ventricular global¹⁸.

O estudo da contratilidade regional pelos diferentes métodos diagnósticos sofre de várias limitações. A RM apresenta uma possibilidade de elevar em muito a precisão deste cálculo através de uma técnica de marcação magnética (*tagging*) do miocárdio. Por este processo, seqüências específicas de ondas eletromagnéticas marcam segmentos do miocárdio ao final de diástole. Isto se traduz visualmente como faixas negras ao longo do miocárdio^{16,17}. As séries de aquisição dinâmica possibilitam acompanhar e quantificar a deformidade provocada em cada segmento do coração durante o período de sístole. A dificuldade que retarda o uso desta metodologia na investigação clínica da contratilidade segmentar reside na interpretação quantitativa dos resultados assim conseguidos. Todavia tão logo os fabricantes tornem acessíveis programas que agilizem esta interpretação a RM passará a ser uma alternativa importante para este tipo de estudo.

Miocardopatias - A RM pode explorar plenamente a anatomia e informar sobre a natureza de tecidos cardíacos e intracardíacos¹⁸. A cine-ressonância permite, da maneira descrita, avaliar a contratilidade ventricular, prestando-se, sobremaneira, ao diagnóstico e avaliação das miocardopatias¹⁹⁻²³.

Kalil e col mostraram a sensibilidade da metodologia em diferenciar tecidos distintos no interior do coração, ao diagnosticar corretamente endomiocardiofibrose em 16 pacientes 18. Em outro experimento prospectivo esses autores identificaram padrões de comprometimento inflamatório em diferentes estágios da doença de Chagas. Abizaid e col determinaram que além de esclarecer precisamente as alterações teciduais, o exame avalia as alterações de volume e função dos ventrículos em casos de miocardopatias restritivas, dilatadas e isquêmica¹⁹. Estes grupos nacionais já demonstraram que a completa exploração diagnóstica é também factível para casos de miocardopatia hipertrófica^{24,25}.

Por outro lado, há grande sensibilidade em definir a presença de processos inflamatórios, o que pode ser aprimorado pelo uso de metais paramagnéticos. Isto categoriza o exame como uma forma de avaliar pacientes com miocardite²³. Da mesma forma que acontece com as miocardopatias, é possível identificar as regiões de hipersinal que caracterizam a inflamação e estimar os danos à contratilidade ventricular²⁶. Trabalhos preliminares sugerem que é até possível traçar um prognóstico a partir dos resultados do exame¹⁶. Também simples e preciso é o acompanhamento destes pacientes e a avaliação da resposta ao tratamento, não apenas pela medida sequencial da fração de ejeção, mas também pela observação do comportamento das áreas de hipersinal ao longo do tratamento.

Em pacientes submetidos a transplante cardíaco pode-se identificar também a presença de processos inflamatórios, que podem sugerir rejeição^{22,26}. Naturalmente esta tarefa é melhor atingida pela espectroscopia por RM, mas as imagens têm demonstrado resultados satisfatórios, servindo ao menos como forma de triagem efetiva e de menor custo que a medicina nuclear. Deve-se levar em consideração, porém, que as imagens definem a presença de miocardite e não especificamente a rejeição²⁶.

Isquemia e viabilidade miocárdica - A importância epidemiológica que a cardiopatia isquêmica tem, atualmente, direciona grandes esforços para desenvolver métodos não invasivos, que diagnostiquem com segurança o comprometimento das coronárias. Os melhores resultados são conseguidos através da medicina nuclear. A RM ainda não se mostrou competitiva neste campo. Experiências iniciais, usando estímulo farmacológico com dobutamina ou dipiridamol, lograram resultados, no máximo, superponíveis aos da medicina nuclear. Linhas de pesquisa mais recente usando contrastes paramagnéticos

e técnicas de angio-ressonância das artérias coronárias, relatam conquistas importantes²⁷. Todavia, tratam-se de trabalhos iniciais, isolados, cujos resultados não podem ser extrapolados para a atividade clínica diária²⁸.

Por outro lado, a pesquisa da presença de viabilidade miocárdica é um dos temas de maior importância da cardiologia atual²⁷⁻²⁹. A despeito desta relevância, e dos esforços para a determinação clínica desta entidade, a maioria dos exames mostra resultados conflitantes. Daí a RM ter crescente participação neste campo.

É necessário que se diferenciem duas situações: pacientes que sofreram um importante evento isquêmico recente, e os casos de insuficiência coronária crônica, com manifestação de insuficiência cardíaca. Em relação ao esclarecimento da condição miocárdica precocemente após um evento isquêmico já foi demonstrado que o exame consegue apontar zonas de necrose com segurança. Recentemente foi observado que era possível detectar necrose e diferenciá-la de partes que sofrem isquemia, por mais intensa que esta seja. Kalil e col e Pinto e col, em nosso meio, demonstraram que a RM pode identificar a permeabilidade da artéria relacionada ao infarto²⁹. Trabalhos revelaram que a análise combinada da intensidade do sinal e o tipo de alteração do mesmo após a injeção de metal paramagnético distingue regiões normais, isquêmicas e necróticas. O acompanhamento tardio dos pacientes submetidos a este tipo de análise revelou que as áreas definidas como isquêmicas, mas viáveis pela RM, melhoram a contratilidade ao cabo de 6-8 semanas. Comportamento oposto tem as regiões que a RM definiu como necróticas³⁰. Estas não mostram qualquer alteração significativa da contratilidade ao término do período de seguimento. Dados semelhantes ainda não são disponíveis para a espectroscopia, mas a análise deste material sugere que a imagem por RM parece ter o potencial de identificar miocárdio viável após eventos isquêmicos agudos.

Nos casos de isquemia crônica, em que há hipocinesia acompanhada de hipofluxo coronário, a RM vem se mostrando uma forma de avaliação elegante e precisa. A avaliação do comportamento do sinal em imagens adquiridas antes e depois da infusão de dobutamina, parece esclarecer a situação do músculo cardíaco. Séries bem documentadas já revelaram que quando a RM mostra viabilidade, há recuperação da contratilidade global e regional do ventrículo após a revascularização miocárdica. O contrário acontece quando as imagens demonstram existir somente necrose. Estes casos têm maior mortalidade per-operatória e não revelam benefício do procedimento para a contratilidade global e regional do VE. A espectroscopia ainda está no início de sua aplicação clínica e requer maiores análises. A imagem por sua vez é segura, efetiva e permite a avaliação concomitante da função ventricular global e regional. Parece lícito concluir, portanto, que na identificação de

miocárdio viável a espectroscopia e a imagem por RM são métodos úteis, que fornecem dados importantes. O uso destes, isoladamente ou em associação, entre si ou com outros métodos, deve ser considerado uma etapa importante neste tipo de pesquisa.

No estudo dos aneurismas ventriculares a RM contribui determinando as modificações estruturais do ventrículo que caracterizam o remodelamento ventricular. Ela revela ainda a qualidade do músculo residual, indicando sofrimento do mesmo quando presente. Estes dados têm importância na condução dos pacientes e são plenamente esclarecidos pela RM.

Doenças da aorta - Tanto a RM como a tomografia computadorizada promovem uma exploração ampla e satisfatória das aortopatias. Um avanço tecnológico notável foi conseguido com o advento da tomografia computadorizada helicoidal. Este método permite realizar reconstruções tridimensionais satisfatórias da aorta, a partir da aquisição de imagens transversais, realizadas num rápido intervalo de tempo. Seu único inconveniente reside na necessidade de injetar contraste iodado, num volume de 80 a 120ml, o que aumenta o risco do exame. Contudo a experiência adquirida com este exame ainda é inicial e há a necessidade de se realizar trabalhos comparativos para determinar a sua real utilidade.

Seria importante porém vislumbrar o papel da RM comparado ao da tomografia helicoidal e ao da Doppler-ecocardiografia transesofágica. A revisão da literatura disponível demonstra que as vantagens da RM em relação a Doppler-ecocardiografia transesofágica residem na melhor exploração da croça da aorta, da aorta abdominal e dos ramos da aorta. Estudos que compararam ambas modalidades em pacientes com dissecação da aorta confirmam estas afirmações³¹. Contudo, o exame transesofágico é realizado em período mais curto de tempo e pode ser realizado à beira do leito. Comparações com a tomografia helicoidal ainda constituem relatos esporádicos. A RM mostra a vantagem de dispensar o uso de contraste iodado e de avaliar a função ventricular e a valva aórtica com maior exatidão. Já o exame tomográfico requer o uso de contraste iodado, mas tem menor tempo de realização³¹.

Portanto, todos estes métodos exploram totalmente os pacientes com doenças da aorta³²⁻³⁴. A escolha final deve recair sobre a experiência de cada grupo e as características próprias de cada paciente. As últimas podem impedir o uso de contraste, ou exigir que o paciente permaneça imóvel no leito. Contudo, é inegável que a RM constitui uma forma capaz de explorar plenamente estes pacientes.

Uma estratégia interessante de diagnóstico parece ser a associação da Doppler-ecocardiografia transesofágica e da RM em pacientes com dissecações da aorta. A primeira poderia ser vista como o exame a ser inicialmente realizado, em pacientes que chegam precocemente ao

hospital. A RM então complementar a investigação, sempre que necessário, particularmente em pacientes mais estáveis, e seria excelente alternativa para o acompanhamento dos pacientes mantidos em tratamento clínico (tipo B).

Outras indicações para a realização da mesma seriam: dúvidas quanto ao comprometimento dos vasos da base ou das artérias renais, situação em que a RM mostra excelentes resultados; exploração mais detalhada da aorta abdominal; incerteza quanto ao comprometimento da aorta ascendente (Doppler-ecocardiografia transesofágica tem 10% de falso positivos para comprometimento deste segmento aórtico); instabilização de pacientes com dissecações do tipo B.

Outros tipos de exames podem ser realizados. O ultra-som, por exemplo, pode ser útil no acompanhamento ambulatorial de pacientes com aneurismas localizados na aorta abdominal. Já a angiografia invasiva pode ser realizada, mas deve ser vista fundamentalmente, como um método de investigação das coronárias.

Ramos da aorta - A RM permite realizar angiografias dos principais ramos aórticos (carótidas, ilíacas, renais), há cerca de 3 anos. Tradicionalmente, é descrito que o exame identifica corretamente a existência de estenoses, mas que tende a superestimar a gravidade das mesmas. Trabalhos mais recentes demonstraram que a associação destas imagens angiográficas, com aquisições perpendiculares aos vasos, aprimoram a estimativa da importância destas lesões^{35,36}. Assim, o método vem ganhando espaço na investigação não invasiva dos ramos da aorta e tem lugar definido como forma de triagem. Em casos selecionados, todavia, esta pode ser a única forma de exploração destes pacientes, suficiente para a tomada de decisão quanto à conduta a ser tomada em cada caso^{37,38}. Desta forma parece correto propor uma linha de investigação associando o uso do duplex com a RM. O primeiro seria uma ótima forma de rastreamento populacional. Em casos de dúvida ou se há indicação de estenoses obstruindo mais que 50% da luz do vaso, esta indicaria a realização da RM.

A grande resolução anatômica da RM vem tornando-a uma arma potente no acompanhamento da progressão e regressão de placas de ateroma. Seu uso neste campo também pode assumir relevância clínica.

Perspectivas futuras

A RM representa, no momento, um dos mais recentes e interessantes frutos da associação entre a tecnologia física e a medicina. Seu uso ganhou aceitação e ela difundiu-se mais rapidamente do que aconteceu com a maioria dos métodos diagnósticos e, hoje, embora ainda se desenvolvendo, é disponível em quase todos os grandes centros.

As contribuições que a RM trouxe à pesquisa e prática clínica já se fazem sentir em todas as especialidades médicas. Naturalmente, limitações existem, tendo muitas delas sido ressaltadas acima.

É em relação a estas limitações que este último tópico se dirige. Rapidamente novas técnicas vêm se desenvolvendo. A associação de técnicas de subtração digital vai tornar ainda mais claro o exame de artérias e veias. Técnicas usando TE curto vão potencializar a identificação de trombos nas artérias pulmonares e o exame do parênquima pulmonar. A aquisição de seqüências acopladas a velocidade e direção do fluxo pulmonar permitirá em breve, o cálculo preciso de gradientes e pressões intracavitários.

Mais importante que estes aspectos, porém, é o desenvolvimento de modalidades ultra-rápidas de aquisição e as mudanças na estrutura dos magnetos usados para a realização do exame. A técnica conhecida como eco-planar já vem mostrando resultados práticos aceitáveis. Quando estiver totalmente desenvolvida ela possibilitará a aquisição e projeção, em tempo real, de diferentes imagens, em diversas fases do ciclo cardíaco. Esta técnica, associada ao aperfeiçoamento da angioressonância, poderá tornar realidade a realização da coronariografia por RM. Trabalhos iniciais relatam a realização completa de um

exame avaliando perfusão, função e viabilidade miocárdica em 5min. Outros citam a avaliação completa da anatomia e do fluxo pela aorta em 2,5min.

Já estão em operação experimental magnetos abertos que aumentam o conforto do paciente e alguns fabricantes já desenvolveram a escopia por RM. Esta associação permitirá a realização de intervenções percutâneas em ambiente magnético, livre de radiação ionizante e, graças às técnicas de angio-ressonância, sem a necessidade de injetar meios de contraste. Tais técnicas se refletirão também na maior rapidez e facilidade de execução da espectroscopia, o que poderá tornar as informações metabólicas que este exame fornece, parte da atividade clínica diária.

A perspectiva futura da RM poderá incluir, portanto, num futuro não muito distante, a possibilidade da investigação clínica, do diagnóstico anatômico e metabólico e, em certas situações, até o tratamento do paciente num mesmo procedimento.

Todas estas possibilidades terão de passar por trabalhos de comprovação e de validação, e enquanto não se tornam realidade, as conclusões deste consenso devem servir para orientar os cardiologistas na indicação da RM na prática clínica diária.

Referências

- Mansfield P - Multi-planar imaging formation using NMR spin echoes. *J Phys C Solid State Phys* 1977; 10: 255-8.
- Mansfield P, Morris PG - *NMR Imaging in Biomedicine*. ed. New York: Academic Press 1982.
- Sieverding L, Jung WI, Klose U, Apitz J - Non invasive blood flow measurement and quantification of shunt volume by cine MR in congenital heart disease: preliminary results. *Pediatr Radiol* 1992; 22:48-58.
- Mirowitz SA, Lee JK, Gutierrez FR, Brown JJ - Magnetic resonance imaging of congenital heart disease. *Topics Magn Reson Imaging* 1990; 2: 49-60.
- Christiani LA - Ressonância magnética em cardiologia pediátrica. *Rev Soc Cardiol RJ*, 1994; 7: 8-13.
- Hirsch L, Kilmer PJ, Connely MS, Redington AN, Sutton MGSJ, Somerville J - Diagnosis in adolescents and adults with congenital heart disease. *Circulation* 1994; 90: 2037-51.
- Sechter U, Pflugfelder PN, Cassidy MM et al - Mitral and aortic regurgitation quantification of regurgitant volumes with cine MR imaging. *Radiology* 1988; 167: 425-430.
- Souler R, Higgins CB, Budinger TF - Magnetic resonance imaging of prosthetic heart valve. *Radiology* 1985;154: 705-7.
- Pinto I, Pavanello R, Egito E et al - Avaliação da ressonância nuclear magnética como método de exploração de valvopatias. *Arq Bras Cardiol* 1993; 61 (supl II): 145.
- Kilner PJ, Firmin D, Rees RS et al - Valve and great vessel stenosis: assessment with MR jet velocity mapping in mitral and aortic valve stenosis. *Circulation* 1993; 87:1239-48.
- Sechten V, Tscholakoff D, Higgins CB - MRI of abnormal pericardium. *Am J Roentgenol*. 1986;147: 245-50.
- Stark DD, Higgins CB, Lanzer P - MRI of the pericardium: normal and pathologic findings. *Radiology* 1984;150: 469-74.
- Pinto I, Pontes SC, Pavanello R - Diagnóstico e acompanhamento de pericardite aguda pela RNM. *Rev Soc Cardiol ESP* 1992; 2(B): 348.
- Bluencke DA, Lund JJ, Lipton MJ - Nuclear Magnetic Resonance Assessment of Pericardial Disease. In: Marcus M - *Cardiac Imaging*. New York: WB Saunders 1991.
- Markiewicz W, Sechem V, Higgins CB - Measurement of ventricular volumes measured by magnetic resonance imaging. *Eur Heart J* 1986; 7: 1016-21.
- Van Rosseum AC, Visser FC, Roos JP et al - Evaluation of magnetic resonance imaging for determination of left ventricular ejection fraction and comparison with angiography. *Am J Cardiol* 1988; 62: 628-33.
- Buckwalter KA, Mancini GBJ, Buda AJ - Gated cardiac MRI: ejection fraction determination using the right anterior oblique view. *Am J Roentgenol* 1986; 147: 33-7.
- Kalil R, Barretto ACP, Mady C et al - Ressonância nuclear magnética. Novo método na avaliação da endomiocardiopatia. *Rev Cardiol ESP* 1992; 2: 87.
- Abizaid A, Pinto I, Pavanello R et al - Diagnóstico e avaliação funcional das miocardiopatias pela ressonância nuclear magnética. *Arq Bras Cardiol* 1992; 61(II): II-127.
- Gomes AS, Lois JF, Child JJ et al - Cardiac tumors and thrombus: evaluation with MR imaging. *Radiology* 1987;165: 117-22.
- Winkler M, Higgins CB - Suspected intracardiac masses: evaluation with magnetic resonance imaging. *Radiology* 1987; 166: 127-30.
- Wisenberg G, Wostrek WJ - Diagnostic applicability of magnetic resonance imaging in assessing human allograft rejection. *Am J Cardiol* 1987; 60: 130-6.
- Bocchi EA, Kalil R, Rosemberg L - Magnetic resonance imaging in Chagas disease: Correlation with endo myocardial biopsy. *Circulation* 1992; 86:1-166.
- Sechten V, Higgins CB, Sommertroff BA et al - Magnetic resonance imaging of restrictive cardiomyopathy. *Am J Cardiol* 1985; 55:1121-8.
- Maddahi J, Crue J, Berman D et al - Non invasive quantification of left ventricular myocardial mass by gated proton nuclear magnetic resonance imaging. *Radiology* 1988; 169: 495-9.
- Riedy K, Fischer MR, Belia N et al - Magnetic resonance imaging and histopathological findings in patients with inflammatory heart disease and with cardiomyopathies. *Eur Heart J* 1988; 9: 1250-6.
- Hundley WG, Clarke GD, Landau C et al - Non invasive determination of infarct artery patency by cine magnetic resonance angiography. *Circulation* 1995; 91: 1347-53.
- van Ruge FP, van der Wall EE, Spandenberg JJ, de Roos A - Magnetic resonance imaging during dobutamine stress for detection and localization of coronary artery disease. *Circulation* 1994; 90:127-38.
- Pinto I, Pavanello R, Piegas L et al - Detection of hibernating myocardium by dobutamine magnetic resonance imaging. *J Am Coll Cardiol* 1995; 24(II): 122.
- Bauer FM, Voth E, Schneider CA et al - Comparison of low dose dobutamine gradient echo magnetic resonance imaging and positron emission tomography with (18F) fluoro deoxyglucose in patients with chronic coronary artery disease. *Circulation* 1995; 91:1006-15.

-
31. Cigarroa JE, Isselbach EM, De Sanctis RW et al - Diagnostic imaging in the evaluation of suspected aortic dissection. Old standards and new directions. *N Engl J Med* 1993; 328: 35-43.
 32. White RD, Ulliyot DT, Higgins CB - Magnetic resonance imaging after surgery for aortic dissection. *Am J Roentgenol* 1988;150; 87-92.
 33. Pavanello R, Pinto I, Jatene A et al - Diagnóstico de aneurisma da aorta pela cine ressonância magnética. *Rev Soc Cardiol ESP* 1994; 4: 48-53.
 34. Neubauer CA, Spielmann RP, von Rodolish Y et al - Diagnosis of thoracic aortic dissection: Magnetic resonance imaging versus transesophageal echocardiography. *Circulation* 1992; 85: 434-47.
 35. Kent C, Edelman RR, Kini D et al - Magnetic resonance imaging for the evaluation of the proximal atherosclerotic renal arterial stenosis. *J Vasc Surg* 1991; 178: 94-104.
 36. Alfid RJ, Haacke EM, Lenz GW et al - Magnetic resonance angiography of peripheral, carotid and coronary arteries. *Am J Roentgenol* 1987; 149: 1097-109.
 37. Pinto I, Pavanello R, Magalhães HM et al - Optimized evaluation of carotid arteries stenosis by magnetic resonance imaging with spin echo images. *Eur H J* 1994; 15:474.
 38. Firmin D - Magnetic resonance angiography. In: Underwood SR - *Magnetic Resonance of the Cardiovascular System*. London: Blackwell 1991; 102-106.
-