

# ANGIORRESSONÂNCIA MAGNÉTICA DO CRÂNIO: REVISÃO DE 100 CASOS\*

Leonardo Portugal Guimarães Amaral<sup>1</sup>, Alair Augusto S.M.D. dos Santos<sup>2</sup>, Edson Marchiori<sup>3</sup>

**Resumo** Neste trabalho foram analisados, retrospectivamente, os exames de 100 pacientes que se submeteram a angiografia por ressonância magnética (angio-RM) do crânio com diferentes indicações clínicas. Os objetivos deste trabalho foram discutir as vantagens e desvantagens da técnica 3D TOF em exames de angio-RM cerebral e verificar as principais indicações de angio-RM na avaliação das lesões vasculares intracranianas e a frequência dos principais achados nestes exames. As principais indicações para a realização de angio-RM neste trabalho foram cefaléia (n = 29), acidente vascular encefálico (n = 14) e ataque isquêmico transitório (n = 11). Em 11 casos não havia indicação clínica e os demais tiveram indicações diversas. Cinquenta e dois por cento dos exames apresentaram alguma alteração. Os principais achados foram estenose vascular (n = 30), aneurisma (n = 10), variações anatômicas (n = 6), malformações vasculares (n = 4) e trombose dos seios durais (n = 2). A técnica 3D TOF, única utilizada neste trabalho, mostrou-se eficiente na maioria dos casos, com um tempo relativamente curto para sua aquisição. Como desvantagem, não se mostra eficaz para cobrir grandes volumes.

*Unitermos:* Angiografia por ressonância magnética; Crânio; Transtornos cerebrovasculares.

**Abstract** *Magnetic resonance angiography of the brain: review of 100 cases.*

In this study we reviewed the scans of 100 patients submitted to magnetic resonance angiography (MR angiography) of the brain for different clinical indications. The objectives of the study were to discuss the advantages and disadvantages of the 3D TOF in cerebral MR angiography, to review the main indications of MR angiography in the evaluation of intracranial vascular lesions, and to assess the frequency of the most important findings. The main indications for MR angiography were headache (n = 29), stroke (n = 14), transient ischemic attack (n = 11) and other causes (n = 35). In 11 patients the clinical indication could not be recovered from the patients records. Fifty two percent of the exams showed abnormalities. The main findings were vascular stenosis (n = 30), aneurysm (n = 10), anatomical variants (n = 6), vascular malformations (n = 4) and dural sinuses thrombosis (n = 2). The 3D TOF technique, the only technique applied in this study, proved to be efficient in most of the cases, requiring a relatively short acquisition time. One of the disadvantages was the lack of efficiency in covering large volume areas.

*Key words:* Magnetic resonance angiography; Brain; Cerebrovascular diseases.

## INTRODUÇÃO

O estudo das anormalidades vasculares encefálicas tem sido feito há vários anos por meio da angiografia e, mais recentemente, pela angiografia com subtração digital. Por se tratar de método invasivo, sen-

do passível de complicações, outros métodos de diagnóstico por imagem têm sido desenvolvidos, entre eles a angiografia por tomografia computadorizada (angio-TC), a ultra-sonografia com Doppler e a angiorressonância magnética (angio-RM)<sup>(1)</sup>.

Há mais de uma década percebeu-se que a RM poderia fornecer imagens do fluxo sanguíneo. O próprio movimento rotacional macroscópico do fluxo sanguíneo seria o "contraste" necessário, através do qual seriam obtidos sinais que se transformariam em imagens que, juntamente com a supressão do tecido estacionário de fundo, poderiam ser usados para criar imagens da vascularização cerebral<sup>(2-5)</sup>.

As imagens podem ser evidenciadas como cortes finos individuais (imagem fonte) ou reprojetaadas na forma de mapas de fluxo bidimensional e tridimensional da angio-RM<sup>(6)</sup>.

A partir de 1988, quando foram inicialmente adquiridas as primeiras imagens de fluxo vascular, novas técnicas de aquisição foram criadas e aperfeiçoadas, dando origem a uma modalidade de exame denominada angio-RM<sup>(4)</sup>.

A angio-RM é, sem dúvida, um exame importantíssimo para a avaliação do sistema arteriovenoso do sistema nervoso central (SNC), bem como das anormalidades a ele relacionadas. Apresenta diversas vantagens em relação a outros métodos, como, por exemplo, a angiografia por subtração digital e a angio-TC, pois permite a obtenção de imagens sem o uso de meio de contraste venoso iodado, em múltiplos planos e sem usar radiações ionizantes.

Neste trabalho foi realizada análise retrospectiva dos exames de angio-RM feitos, de julho de 1997 a setembro de 2000, na Clínica de Ressonância Magnética de

\* Trabalho realizado Serviço de Ressonância Magnética do Scan Diagnósticos por Imagem do Hospital da Beneficência Portuguesa de Niterói, Niterói, RJ.

1. Médico Estagiário do Scan Diagnósticos por Imagem, Mestre em Radiologia pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ).

2. Professor Adjunto de Radiologia da Universidade Federal Fluminense (UFF), Coordenador do Curso de Especialização em Radiologia do Instituto de Pós-Graduação Médica Carlos Chagas (IPGMCC), Médico Radiologista do Scan Diagnósticos por Imagem.

3. Professor Titular de Radiologia da UFF, Coordenador Adjunto do Curso de Pós-Graduação em Radiologia da UFRJ.

Endereço para correspondência: Dr. Leonardo Portugal G. Amaral, Avenida Antônio Gil Veloso, 3300/1001, Praia da Costa, Vila Velha, ES, 29101-010. E-mail: lpgamaral@yahoo.com.br

Recebido para publicação em 22/5/2003. Aceito, após revisão, em 11/9/2003.

Niterói, filial do Scan Diagnósticos por Imagem da Beneficência Portuguesa de Niterói, no estado do Rio de Janeiro.

**MATERIAIS E MÉTODOS**

Estudo retrospectivo de 100 exames de angio-RM do crânio, selecionados a partir de 300 exames realizados entre julho de 1997 e dezembro de 2000, na Clínica de Ressonância Magnética de Niterói.

Os exames foram realizados em equipamento de 1,0 Tesla, modelo Signa, da General Electric, sendo usada bobina de crânio, com as técnicas 3D TOF e gradiente-eco, segundo o seguinte protocolo, após a aquisição dos dados brutos: TR (tempo de repetição): 53 ms; TE (tempo de eco): 4,5 ms; FOV (“field of view” – campo de visão): 20 x 20 cm; matrix: 256 x 190 / com 1 NEX (número de excitações).

Para se obter o maior êxito possível, antes da realização do exame era explicado ao paciente o procedimento ao qual ele iria ser submetido, quando a sua compreensão e colaboração seriam muito importantes.

O exame era realizado com o paciente em decúbito dorsal, em posição estática, instruído para que mantivesse respiração suave, sem executar grandes amplitudes respiratórias, e que não engolisse saliva e não executasse, por menor que fosse, nenhum movimento com a cabeça durante as aquisições das imagens.

Todos os exames foram revisados por pelo menos dois radiologistas, sendo as imagens e laudos arquivados em sistema digitalizado.

Em nenhum exame foi utilizado o meio de contraste paramagnético.

Foram revisados os principais dados clínicos, as indicações dos exames e os achados de imagem, além das vantagens e desvantagens do uso da técnica 3D TOF.

**RESULTADOS**

**Considerações clínicas**

Dos 100 pacientes selecionados, 53 eram do sexo masculino e 47 do sexo feminino, sendo que a faixa etária variou de 10 a 80 anos, com idade média de 45 anos.

As indicações para a realização dos exames foram bastante amplas, sendo as principais os ataques isquêmicos transitórios,

pesquisa de cefaléia intensa e persistente, alterações visuais e de audição, controle de acidentes vasculares encefálicos, pesquisa de causas de hemorragias subaracnóideas, crise convulsiva, suspeita de malformações vasculares e aneurismas (Tabela 1).

Em relação às indicações clínicas, cefaléia foi o principal motivo de solicitação para a realização da angio-RM, correspondendo a 29% das solicitações médicas.

Dos 29 pacientes com cefaléia, nove (31%) apresentaram algum tipo de alteração, como pequenas irregularidades parietais em ramos das artérias cerebrais, sem repercussão hemodinâmica, e os demais exames (69%) foram considerados normais. Os achados de angio-RM que prevaleceram foram os de alterações anatômicas (n = 4), ectasias vasculares (n = 3) e, por último, trombose dos seios durais (n = 2).

A segunda indicação mais freqüente foi para controle de acidentes vasculares encefálicos, perfazendo um total de 14 pacientes (14%). Destes, dez (71,4%) apresentaram alterações na angio-RM e em quatro (28,6%) os exames foram normais. Na grande maioria dos exames alterados (80%) foi observada doença vascular oclusiva de grau moderado a acentuado, e em 20% observou-se presença de aneurismas.

Exames que não apresentavam nenhuma indicação clínica preenchida na ficha de solicitação e em pacientes que sofreram ataque isquêmico transitório foram realizados em 11 pacientes cada. Dos exames realizados sem a indicação clínica, apenas três (27,2%) apresentaram pequenas alterações, que consistiam de discretas irregula-

ridades parietais, sem comprometimento do fluxo distal. Em contrapartida, 72,7% dos pacientes que tinham ataque isquêmico transitório como indicação apresentaram alterações diversas, desde irregularidades vasculares parietais até aneurismas.

Dentre os 100 pacientes selecionados, oito tiveram como indicação alterações do sistema vertebrobasilar, consistindo em alterações do equilíbrio, tonteiras e dificuldades na marcha. Cinco destes pacientes apresentaram alterações na angio-RM, que consistiam em irregularidades parietais em ramos das artérias cerebrais posteriores.

Cinco pacientes tiveram como indicação alterações cognitivas (esquecimento, desorientação), sendo que dois deles apresentaram exames alterados (hipoplasia de P1 e irregularidades parietais nas artérias cerebrais médias e posteriores).

Três pacientes apresentaram algum grau de obstrução dos vasos cervicais, evidenciada pelo “color” Doppler, e foram submetidos a estudo dos vasos intracranianos por meio da angio-RM, para verificar se existia comprometimento dos vasos intracranianos, sendo que em dois deles foram encontradas alterações.

As outras indicações para a realização do exame foram paresia de par craniano, crise convulsiva, alteração visual, alteração na audição, dormência facial, paciente com endocardite e instabilidade, pesquisa de aneurisma e paciente com alteração do comportamento. Em todas estas situações não houve nenhuma alteração nos exames de angio-RM. Em contrapartida, todos os pacientes que realizaram angio-RM para con-

**Tabela 1** Principais indicações para a realização de angio-RM.

| Indicações                           | Número de casos | Alterados | Porcentual dos alterados | Porcentual do total de exames |
|--------------------------------------|-----------------|-----------|--------------------------|-------------------------------|
| Cefaléia                             | 29              | 9         | 31,0%                    | 29%                           |
| Acidente vascular encefálico         | 14              | 10        | 71,4%                    | 14%                           |
| Sem indicação                        | 11              | 3         | 27,2%                    | 11%                           |
| Ataque isquêmico transitório         | 11              | 8         | 72,7%                    | 11%                           |
| Síndrome vertebrobasilar             | 8               | 5         | 62,5%                    | 8%                            |
| Alterações cognitivas                | 5               | 2         | 40,0%                    | 5%                            |
| Pós-operatório                       | 4               | 4         | 100,0%                   | 4%                            |
| Hematoma, sangramento                | 3               | 3         | 100,0%                   | 3%                            |
| Alteração ao exame ultra-som/Doppler | 3               | 2         | 66,6%                    | 3%                            |
| Malformação arteriovenosa            | 2               | 2         | 100,0%                   | 2%                            |
| Pesquisa de aneurisma                | 2               | —         | —                        | 2%                            |
| Outras causas                        | 9               | 1         | 11,1%                    | 9%                            |

Obs.: Um paciente apresentou, como indicação clínica, cefaléia e suspeita de aneurisma.

firmar os achados obtidos pela TC tiveram melhor esclarecimento de suas doenças. Por último, quatro pacientes no pós-operatório e um que havia sofrido traumatismo craniano realizaram angio-RM e tiveram alterações detectadas pelo método.

### Considerações radiológicas

Dos 100 exames, 48 não mostraram nenhuma alteração. Nos demais, observaram-se 30 casos de estenose vascular, dez de aneurismas, seis de variações anatômicas (sem significado clínico) e dois casos de trombose de seios venosos. Houve quatro casos de malformações vasculares, sendo uma anormalidade do desenvolvimento venoso, um angioma cavernoso, um paciente

com malformação arteriovenosa e um com fístula carótido-cavernosa.

Foram observados 30 casos de estenose vascular, sendo oito na artéria cerebral posterior (Figura 1), sete na artéria carótida intracraniana (Figura 2), sete na artéria cerebral anterior (Figura 3), quatro na artéria basilar, três na artéria cerebral média (Figura 4) e uma na artéria vertebral (Figura 5).

Em relação aos dez casos de aneurismas intracranianos, observaram-se quatro aneurismas na artéria cerebral média (Figura 6), dois na artéria cerebral anterior, um na artéria carótida intracraniana (Figura 7), um na artéria vertebral direita e um no topo da artéria basilar (Figura 8). Um paciente apresentou aneurismas múltiplos, sendo

um na carótida intracraniana direita, outro junto ao joelho da cerebral média deste lado, além de áreas de dilatação fusiforme nos segmentos horizontais das artérias cerebrais médias e anteriores. Foi constatado, ainda, fluxo lentificado no sistema vertebrobasilar.

Em relação aos seis casos de variações anatômicas sem significado clínico, três correspondiam a hipoplasia do segmento A1, um do segmento A2 da artéria cerebral anterior, um das artérias comunicantes posteriores e um do segmento P1 da artéria cerebral posterior.

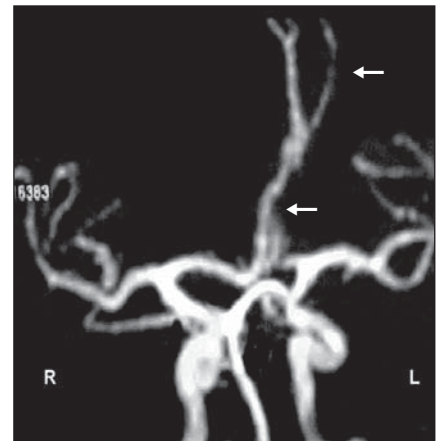
Quanto aos quatro casos de malformações vasculares, um era de anomalia do desenvolvimento venoso localizado na região



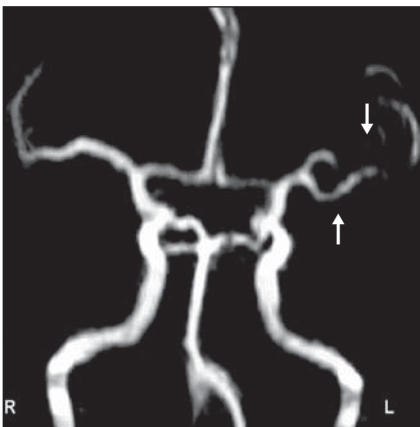
**Figura 1.** Angio-RM com técnica 3D TOF, em que se observam irregularidades parietais nos ramos distais da artéria cerebral posterior direita (setas).



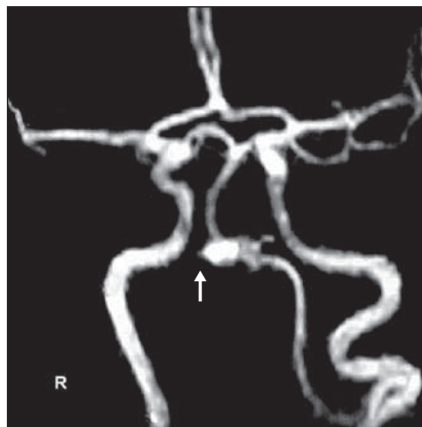
**Figura 2.** Angio-RM com técnica 3D TOF, em que se observa ausência de fluxo na artéria carótida intracraniana esquerda (seta).



**Figura 3.** Angio-RM com técnica 3D TOF, em que se observam irregularidades parietais no segmento A1 à esquerda (setas), que se apresenta de menor calibre que a contralateral.



**Figura 4.** Angio-RM com técnica 3D TOF, em que se observam redução do calibre no segmento M1 à esquerda com irregularidades parietais e calibre menor que o segmento contralateral correspondente (setas). Observa-se ainda redução do fluxo distal a jusante.



**Figura 5.** Angio-RM com a técnica 3D TOF, em que se observa oclusão da artéria vertebral direita (seta).



**Figura 6.** Angio-RM com a técnica 3D TOF, em que se observa pequena dilatação aneurismática localizada na topografia do ramo temporal anterior da artéria cerebral média esquerda (seta).

frontoparietal direita, outro era um angioma cavernoso localizado na região temporal direita (Figura 9). A malformação arteriovenosa era nutrida por ramos das artérias cerebrais posterior e média direitas, com enchimento da veia de drenagem em topografia posterior (Figura 10). O caso de fístula carótido-cavernosa demonstrava uma carótida cavernosa esquerda com dilatação sacular e enchimento da veia oftálmica superior homolateral, de forma simultânea ao fluxo arterial (Figura 11).

## DISCUSSÃO

A angio-RM é um exame capaz de fornecer informações tanto do ponto de vista

morfológico como no que concerne ao plano funcional das estruturas que formam a circulação cerebral intracraniana, sendo indicada tanto em pacientes nos quais já se desconfia de uma doença vascular acometendo o SNC como naquelas situações em que já é sabida a sua existência<sup>(7-9)</sup>.

Não foi finalidade deste trabalho fazer o estudo por angio-RM de uma doença específica que acometesse o sistema vascular cerebral, ou de comparar a angio-RM com outros métodos de diagnóstico por imagem, como se propuseram alguns autores, como Jader *et al.*<sup>(10)</sup>, que compararam os achados de hemorragia subaracnóidea aguda através da angio-RM *versus* angiografia por subtração digital, ou Kominami

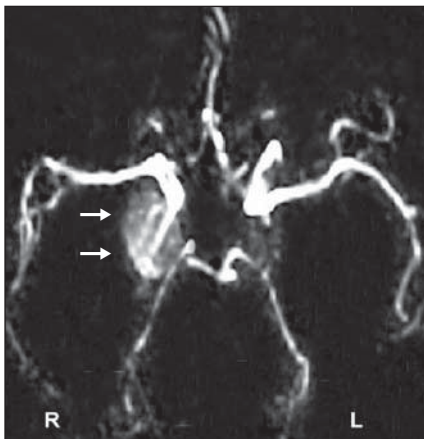
*et al.*<sup>(11)</sup>, que compararam os achados de doenças vasculares oclusivas intracranianas entre a angio-RM e a arteriografia por subtração digital. Schwartz *et al.*<sup>(12)</sup> correlacionaram os achados de aneurismas intracranianos pela angio-TC, angiografia digital e angio-RM, e Seibert *et al.*<sup>(8)</sup> compararam os achados da angio-RM com o Doppler transcraniano em doenças cerebrovasculares.

O objetivo maior foi demonstrar as diferentes doenças do SNC que podem ser avaliadas pela angio-RM.

Dos 100 casos selecionados, 48 (48%) foram considerados normais e 52 (52%), alterados. Observou-se que a cefaléia foi a principal indicação clínica para a realização da angio-RM. Sabendo-se que mais da metade dos pacientes com cefaléia teve resultados normais, questiona-se se cefaléia isoladamente seria uma boa indicação para a realização deste exame, visto ter sido a indicação responsável pelo maior número de resultados normais dentre os exames deste estudo.

Em contrapartida, indicações como ataque isquêmico transitório e acidente vascular encefálico tiveram alto índice de diagnósticos positivos (72,7 e 71,4%, respectivamente), o que torna a angio-RM um método diagnóstico de grande valia para estes casos<sup>(13,14)</sup>.

Entre os exames alterados, detectaram-se 30 casos de estenose vascular (30%), dez de aneurismas intracranianos (10%),



**Figura 7.** Angio-RM com técnica 3D TOF demonstrando aneurisma gigante da artéria carótida direita (setas).



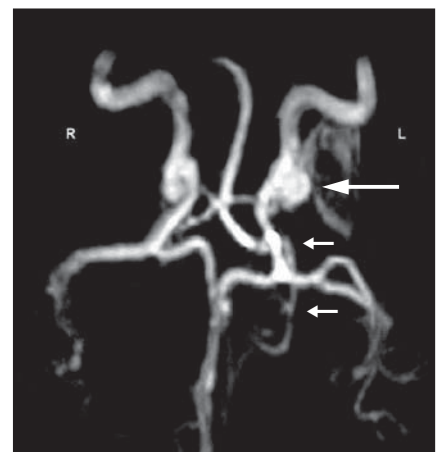
**Figura 8.** Angio-RM com a técnica 3D TOF evidenciando aneurisma sacular do topo da artéria basilar (seta).



**Figura 9.** Angio-RM com a técnica 3D TOF, em que se observa presença de angioma cavernoso localizado na região temporal direita (seta).



**Figura 10.** Angio-RM com a técnica 3D TOF, em que se observa malformação arteriovenosa nutrida por ramos das artérias cerebrais posterior e média direitas.



**Figura 11.** Angio-RM com a técnica 3D TOF, em que se observam carótida cavernosa esquerda com dilatação sacular (seta maior) e sinal de fluxo simultaneamente em estrutura vascular (setas menores) correspondendo à veia oftálmica (fístula carótido-cavernosa esquerda).

seis variações anatômicas (6%), quatro malformações vasculares (4%) e duas trombozes de seios durais (2%). Todos estes diagnósticos foram feitos com a técnica TOF e sem a utilização do gadolínio. Segundo a literatura consultada, a pesquisa de doenças vaso-oclusivas por meio de angio-RM deve ser feita inicialmente com a técnica 3D TOF e complementada com seqüências turbo spin-eco ponderada em T2 ou FLAIR no plano transversal. Com isso, conseguem-se imagens com alta resolução dos principais ramos que compõem o polígono de Willis, e pode-se correlacionar com as imagens no plano transversal. Todavia, ramos distais poderiam sofrer efeito de saturação devido ao seu menor calibre e fluxo lentificado, mimetizando certo grau de estenose. Nestes casos, o uso do gadolínio ou da técnica MOTSA (“multiple overlapping thin slab acquisition”) se impõe, por conseguir diminuir o efeito de saturação e dos resultados falso-positivos<sup>(15-18)</sup>.

No que se refere aos locais de acometimento de estenose vascular, notamos discordância com os achados da literatura em relação ao acometimento da artéria basilar, visto que este seria um dos principais locais de acometimento, e na nossa casuística isto foi observado em apenas 13% do total, permanecendo como um dos sítios menos comuns de localização. Os três locais de acometimento mais freqüentes foram, em ordem decrescente: artéria cerebral posterior (26%), artéria carótida intracraniana (23%) e artéria cerebral anterior (23%). Observou-se que somente a localização da artéria carótida intracraniana respeitou as freqüências relatadas na bibliografia consultada<sup>(11,13)</sup>.

Dos dez casos diagnosticados de aneurismas intracranianos, quatro estavam presentes na artéria cerebral média, dois na artéria cerebral anterior, apenas um na artéria carótida intracraniana, não sendo encontrado nenhum aneurisma na artéria cerebral posterior. Estes números são muito diferentes dos percentuais citados na literatura consultada, que são, respectivamente, de 20%, 30-35% e 30-35%<sup>(19)</sup>. Levando-se em consideração o pequeno número de pacientes diagnosticados com aneurisma intracraniano (n = 10), não se pode afirmar que os percentuais aqui encontrados sejam representativos.

Como se trata de um método relativamente novo, com pouco mais de uma década de existência, pode-se observar que a grande maioria dos artigos referentes à angio-RM está voltada para a melhoria das técnicas que vêm sendo utilizadas para as aquisições das imagens. Hoje há diferentes técnicas que podem ser empregadas para a realização de angio-RM na investigação de doenças vasculares que acometem o SNC, mostrando altos percentuais de acurácia quando comparadas com a realização de arteriografias por subtração digital<sup>(10,12)</sup>.

Pelo menos uma mínima familiarização com as técnicas hoje disponíveis, assim como os princípios hemodinâmicos e físicos da RM, são fundamentais para que se possa ter sucesso na interpretação das doenças neurológicas através da angio-RM. É também importante salientar que a escolha da técnica a ser realizada é de extrema importância no resultado final, necessitando que o operador saiba reconhecer as vantagens e desvantagens de cada uma delas no estudo de uma determinada doença, bem como o uso dos recursos que possam vir a ajudar a melhorar a qualidade das aquisições das imagens, como é o caso do uso do gadolínio<sup>(20-25)</sup>.

Todos os exames deste estudo foram realizados usando a técnica 3D TOF e em nenhum deles foi utilizado o gadolínio.

Ao realizarmos a técnica 3D TOF para investigação de pacientes com suspeita de aneurismas intracranianos, conseguimos, segundo Atlas *et al.*<sup>(19)</sup>, uma alta sensibilidade na detecção de aneurismas de pequeno diâmetro (2-3 mm) e com fluxos rápidos; já para aneurismas gigantes, a melhor técnica a ser empregada seria a contraste de fase (PC – “phase-contrast”), devido à sua alta sensibilidade para fluxos lentos e paralelos ao plano de estudo<sup>(20)</sup>. Torna-se evidente que os aneurismas gigantes podem ser subavaliados quando não se realiza essa última técnica.

Em relação aos casos de malformação arteriovenosa e de trombose, embora com um quantitativo pequeno, pode-se afirmar que a técnica utilizada nos exames foi considerada inadequada pela maioria dos autores estudados, pois estes são enfáticos em afirmar a necessidade de utilização de meio de contraste paramagnético com o objetivo de se obter maiores informações, particu-

larmente sobre os vasos de menor calibre<sup>(26-29)</sup>. A técnica PC está indicada nos casos de trombose venosa, pois tem maior acuidade diagnóstica, segundo a literatura consultada<sup>(29-33)</sup>.

Recentemente foi desenvolvida uma nova técnica, denominada de angiografia por subtração digital tridimensional por RM (3D MR DAS), em que se teria a aquisição das imagens durante a injeção do contraste. Esta técnica está disponível nos equipamentos mais modernos de RM e seria mais uma opção, que tenderia a suprimir o uso da angiografia por cateterismo, futuramente<sup>(8)</sup>.

Também o conhecimento das limitações das técnicas utilizadas não deve ser menosprezado e as correlações com outras formas de diagnóstico devem ser reconhecidas e utilizadas quando necessário<sup>(11,34,35)</sup>.

Pode-se constatar que, além da técnica TOF, única utilizada neste estudo por ser a rotina empregada no serviço, a técnica PC e o emprego do gadolínio têm aplicações precisas no estudo de determinadas doenças. Atualmente, o uso do meio de contraste paramagnético (gadolínio) é feito com o objetivo de se ter uma melhoria da resolução das imagens obtidas, principalmente aquelas que apresentam fluxo lento, como é o caso das estruturas venosas e dos seios durais<sup>(18,29,32,36,37)</sup>.

Embora não se tenha feito uso do gadolínio na angio-RM nos casos analisados neste trabalho, o meio de contraste paramagnético é vantajoso principalmente nos estudos de pequenos vasos, melhorando a resolução do exame, sendo, portanto, uma proposta a sua implementação em determinados casos de angio-RM do crânio.

Nos dias atuais, a angio-RM tem papel importante no estudo inicial de pacientes com doenças vasculares encefálicas, na investigação de aneurismas, malformações arteriovenosas e das doenças vasculares oclusivas. Juntamente com a correlação dos achados da RM convencional, aumentam consideravelmente a sensibilidade e especificidade diagnóstica. Assim, a angio-RM vem-se constituindo, gradativamente, uma nova opção diagnóstica para muitas doenças que acometem o SNC<sup>(2,5,7,9)</sup>.

Outra vantagem da angio-RM, além de proporcionar achados morfológicos e funcionais da vascularização intracraniana, é

que se trata de um exame não-invasivo, com baixíssimos índices de morbi-mortalidade e de contra-indicações absolutas.

A incansável procura pelo aperfeiçoamento é traduzida pelas inúmeras técnicas que são desenvolvidas a cada dia, melhorando o tempo de aquisição das imagens e diminuindo os artefatos que podem gerar dúvidas, aumentando assim a sua resolução. Hoje, de acordo com a localização do estudo de interesse, existem diferentes técnicas para serem empregadas, tendo vantagens e desvantagens de acordo com o tipo de lesão (1,4,8,21,26,30,38).

Espera-se que, num futuro bem próximo, o desenvolvimento tecnológico consiga eliminar os artefatos de fluxo lento e turbulento, permitindo demonstrar estruturas cada vez menores, de forma a se tornar a angio-RM o exame de escolha para o diagnóstico de todas as alterações vasculares, deixando-se a angiografia por cateterismo com subtração digital apenas para os casos que necessitem de intervenção.

#### REFERÊNCIAS

- Shigematsu Y, Korogi Y, Hirai T, *et al.* 3D TOF turbo MR angiography for intracranial arteries: phantom and clinical studies. *J Magn Reson Imaging* 1999;10:939-44.
- Dumoulin CL, Hart HR Jr. Magnetic resonance angiography. *Radiology* 1986;161:717-20.
- D'Urso PS, Thompson RG, Atkinson RL, *et al.* Cerebrovascular biomodeling: a technical note. *Surg Neurol* 1999;52:490-500.
- Ruggieri PM, Laub GA, Masaryk TJ, Modic MT. Intracranial circulation: pulse-sequence considerations in three-dimensional (volume) MR angiography. *Radiology* 1989;171:785-91.
- Westbrook C, Kaut C. Imagens vasculares e cardíacas. Ressonância magnética prática. São Paulo, SP: Atheneu, 1993;8:141-62.
- Blatter DD, Parker DL, Ahn SS, *et al.* Cerebral MR angiography with multiple overlapping thin slab acquisition. Part II. Early clinical experience. *Radiology* 1992;183:379-89.
- Knopp EA. The role of magnetic resonance angiography in the assessment of intracranial vascular disease. *Neuroimaging Clin N Am* 1996;6:769-80.
- Seibert JJ, Miller SF, Kirby RS, *et al.* Cerebrovascular disease in symptomatic and asymptomatic patients with sickle cell anemia: screening with duplex transcranial Doppler US - correlation with MR imaging and MR angiography. *Radiology* 1993;189:457-66.
- Staut C. Angiografia por ressonância magnética. *In:* Magalhães ACA. Ressonância magnética do sistema nervoso central. São Paulo, SP: Atheneu, 1999; 22:267-82.
- Jader HR, Mansmann U, Hausmann O, Partzsch U, Moseley IF, Taylor WJ. MRA versus digital subtraction angiography in acute subarachnoid haemorrhage: a blinded multireader study of prospectively recruited patients. *Neuroradiology* 2000;42:313-26.
- Kominami M, Yamada N, Imakita S, *et al.* MR angiography of steno-occlusive lesions of intracranial arteries: a comparative study between turbo MRA and conventional MRA. *Nippon Igaku Hoshasen Gakkai Zasshi* 1999;59:504-9.
- Schwartz RB, Tice HM, Hooten SM, Hsu L, Stieg PE. Evaluation of cerebral aneurysms with helical CT: correlation with conventional angiography and MR angiography. *Radiology* 1994;192:717-22.
- Yasaka M, Yamaguchi T, Shichiri M. Distribution of atherosclerosis and risk factors in atherothrombotic occlusion. *Stroke* 1993;24:206-11.
- Warach S, Li W, Ronthal M, Edelman RR. Acute cerebral ischemia: evaluation with dynamic contrast-enhanced MR imaging and MR angiography. *Radiology* 1992;182:41-7.
- Evans AJ, Richardson DB, Tien R, *et al.* Poststenotic signal loss in MR angiography: effects of echo time, flow compensation, and fractional echo. *AJNR* 1993;14:721-9.
- Heiserman JE, Drayer BP, Keller PJ, Fram EK. Intracranial vascular stenosis and occlusion: evaluation with three-dimensional time-of-flight MR angiography. *Radiology* 1992;185:667-73.
- Masaryk TJ, Modic MT, Ross JS, *et al.* Intracranial circulation: preliminary clinical results with three-dimensional (volume) MR angiography. *Radiology* 1989;171:793-9.
- Uehara K, Staut C. Angiografia por ressonância magnética em neuroradiologia e o uso de contraste paramagnético. São Paulo, SP: Atheneu, 1995;28: 79-86.
- Atlas SW, Sheppard L, Goldberg HI, Hurst RW, Listerud J, Flamm E. Intracranial aneurysms: detection and characterization with MR angiography with use of advanced postprocessing technique in a blinded-reader study. *Radiology* 1997;203:807-14.
- Blatter DD, Parker DL, Robison RO. Cerebral MR angiography with multiple overlapping thin slab acquisition. Part I. Quantitative analysis of vessel visibility. *Radiology* 1991;179:805-11.
- Edelman RR, Ahn SS, Chien D, *et al.* Improved time-of-flight MR angiography of the brain with magnetization transfer contrast. *Radiology* 1992; 184:395-9.
- Edelman RR, Chien D, Atkinson DJ, Sandstrom J. Fast time-of-flight MR angiography with improved background suppression. *Radiology* 1991;179: 867-70.
- Keller PJ, Drayer BP, Fram EK, Williams KD, Dumoulin CL, Souza SP. MR angiography with two-dimensional acquisition and three-dimensional display. *Radiology* 1989;173:527-32.
- Marchal G, Bosmans H, Van Fraeyenhoven L, *et al.* Intracranial vascular lesions: optimization and clinical evaluation of three-dimensional time-of-flight MR angiography. *Radiology* 1990;175:443-8.
- Mattle HP, Edelman RR, Wentz KU, Reis MA, Atkinson DJ, Ellert T. Middle cerebral artery: determination of flow velocities with MR angiography. *Radiology* 1991;181:527-30.
- Edelman RR, Wentz KU, Mattle HP, *et al.* Intracerebral arteriovenous malformations: evaluation with selective MR angiography and venography. *Radiology* 1989;173:831-7.
- Marks MP, Pelc NJ, Ross MP, Enzmann DR. Determination of cerebral blood flow with a phase-contrast cine MR imaging technique: evaluation of normal subjects and patients with arteriovenous malformations. *Radiology* 1992;182:467-76.
- Salzman M, Scholtz H, Numaguchi Y. Multiple cerebral arteriovenous malformations: report of three cases and review of the literature. *Surg Neurol* 1992;38:121-8.
- Wasserman BA, Lin W, Tarr RW, Haacke EM, Müller E. Cerebral arteriovenous malformations: flow quantitation by means of two-dimensional cardiac-gate phase-contrast MR imaging. *Radiology* 1995;194:681-6.
- Chakeres DW, Schmalbrock P, Brogan M, Yuan C, Cohen L. Normal venous anatomy of the brain: demonstration with gadopentetate dimeglumine in enhanced 3-D MR angiography. *AJR* 1991;156: 161-72.
- Huston J III, Ehrman RL. Comparison of time-of-flight and phase-contrast MR neuroangiographic techniques. *RadioGraphics* 1993;13:5-19.
- Mattle HP, Wentz KU, Edelman RR, *et al.* Cerebral venography with MR. *Radiology* 1991;178:453-8.
- Takano K, Utsunomiya H, Ono H, Okazaki M, Tanaka A. Dynamic contrast-enhanced subtraction MR angiography in intracranial vascular abnormalities. *Radiology* 1999;9:1909-12.
- Tsuruda JS, Shimakawa A, Pelc JN, Saloner D. Dural sinus occlusion: evaluation with phase-sensitive gradient-echo MR imaging. *AJNR* 1991; 12:481-8.
- Katz DA, Marks MP, Napel SA, Bracci PM, Roberts SL. Circle of Willis: evaluation with spiral CT angiography, MR angiography, and conventional angiography. *Radiology* 1995;195:445-9.
- Stock KW, Radue EW, Jacob AL, Bao XS, Steinbrich W. Intracranial arteries: prospective blinded comparative study of MR angiography and DSA in 50 patients. *Radiology* 1995;195:451-6.
- Buijs PC, Krabbe-Hartkamp MJ, Bakker CJ, *et al.* Effect of age on cerebral blood flow: measurement with ungated two-dimensional phase-contrast MR angiography in 250 adults. *Radiology* 1998;209: 667-74.
- Foo TK, Saranathan M, Prince MR, Chenevert TL. Automated detection of bolus arrival and initiation of data acquisition in fast, three-dimensional, gadolinium-enhanced MR angiography. *Radiology* 1997;203:275-80.