

# ANGIOGRAFIA PELA RESSONÂNCIA MAGNÉTICA NOS ANEURISMAS INTRACRANIANOS

## Estudo comparativo com a angiografia cerebral

Antonio Ronaldo Spotti<sup>1</sup>, Édimo Garcia Lima<sup>2</sup>,  
Marcio Luís Tostes Santos<sup>1</sup>, Álvaro Cebrian de Almeida Magalhães<sup>3</sup>

**RESUMO** - Avaliamos por angiografia pela ressonância magnética e por angiografia cerebral 41 pacientes com 55 aneurismas intracranianos confirmados pela cirurgia. A angiorressonância detectou 52 aneurismas com sensibilidade de 94,5% e a angiografia cerebral detectou 53 aneurismas com sensibilidade de 96,3%. Pela não invasibilidade, rapidez e baixo custo a angiorressonância poderá substituir a angiografia cerebral no diagnóstico de aneurismas intracranianos e no prognóstico da hemorragia subaracnóide.

**PALAVRAS-CHAVE:** aneurismas intracranianos, angiografia pela ressonância magnética, angiografia cerebral, hemorragia subaracnóide.

### Magnetic resonance angiography of intracranial aneurysms: comparison study with cerebral angiography

**ABSTRACT** - We studied by magnetic resonance angiography and cerebral angiography 41 patients with 55 aneurysms confirmed by surgery. The MR angio detected 52 aneurysms with sensibility of 94.5% and the cerebral angiography detected 53 aneurysms with sensibility of 96.3%. For being non invasive, more quickly and less expensive MR angio may substitute vascular angiography in the diagnosis of intracranial aneurysms and prognosis of the subarachnoid hemorrhage

**KEY WORDS:** intracranial aneurysms, magnetic resonance angiography, cerebral angiography, subarachnoid hemorrhage.

Estudos de autópsia estimam a incidência de aneurismas intracranianos entre 1,3% e 7,9%<sup>1,2</sup>. Acredita-se que 8% da população possuam aneurismas intracranianos e que 20 000 aneurismas cerebrais se rompem por ano nos EUA. A ressonância magnética (RM) e a angiorressonância cerebral são consideradas exames de escolha para prevenção de indivíduos com suspeita de aneurismas intracranianos<sup>3</sup>. A análise de um grupo de 3081 indivíduos adultos com aneurismas únicos e hemorragia subaracnóide demonstrou a ocorrência de um pico em sua distribuição de frequências ao redor da quinta década de vida<sup>4</sup>. A incidência de hemorragia subaracnóide por aneurismas intracranianos é estimada em 10 por 100 000 habitantes/ano em várias séries na literatura<sup>5-7</sup>.

A angiografia cerebral é ainda considerada "padrão ouro" para o diagnóstico em pacientes com hemorragia subaracnóide não traumática. Sua fina-

lidade é identificar a presença de um ou mais aneurismas, delinear a relação entre um determinado aneurisma, seu vaso principal e ramos perfurantes adjacentes, definir o potencial de circulação colateral para o cérebro e avaliar a ocorrência de vasoespasmos.

A angiorressonância cerebral (angioRM), utilizada para estudo das estruturas vasculares intra e extracranianas, baseia-se no método de imagem descrito em 1977<sup>8</sup>. São realizadas sequências de eco-gradiente, nas quais o sangue circulante é o contraste e, através do fluxo sanguíneo, são obtidos sinais que se transformam em imagens. A forma de reconstrução tridimensional espacial da angioRM subtrai a imagem do tecido estacionário, possibilitando a visualização do território vascular.

O diagnóstico exato do número, local, morfologia, relações topográficas e dimensões dos aneurismas são fundamentais para o planejamento tera-

Hospital de Base da Faculdade de Medicina de São José do Rio Preto (FMSJRP), São José do Rio Preto SP, Brasil: <sup>1</sup>Professor Assistente Doutor de Ciências Neurológicas, FMSJRP; <sup>2</sup>Professor Titular Credenciado da FMSJRP; <sup>3</sup>Professor Associado de Psiquiatria e Livre-Docente de Radiologia da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo.

Recebido 5 Outubro 2000, recebido na forma final 2 Janeiro 2001. Aceito 8 Janeiro 2001.

Dr. Antonio R Spotti - Rua Penita 2965 - 15015-820 São José do Rio Preto SP - Brasil. Fone 17 233 7733. E-mail: cnn@terra.com.br

pêutico cirúrgico, pois o neurocirurgião necessita visualizar corretamente as anormalidades e, se possível, em mais de um plano dimensional. Tais fatores contribuem decisivamente para a escolha do tratamento cirúrgico, conservador ou endovascular.

O objetivo deste estudo é avaliar a sensibilidade da angioRM em comparação com a angiografia cerebral na detecção dos aneurismas intracranianos, considerando tamanho, topografia e multiplicidade dos aneurismas intracranianos.

## MÉTODO

Foram estudados 41 pacientes com hemorragia subaracnóide (HSA) recente por aneurismas intracranianos, atendidos no Serviço de Neurocirurgia do Hospital de Base da Faculdade de Medicina de São José do Rio Preto, no período de junho de 1997 a agosto de 1998. Destes pacientes, 13 (31,7%) eram do sexo masculino e 28 (68,3%) do feminino, com idade variando de 23 a 75 anos. Foram excluídos casos de HSA de etiologia não aneurismática, aneurismas traumáticos e pacientes nos quais ambos os exames neurorradiológicos mostraram-se normais. Foi utilizada a classificação clínica descrita por Hunt & Hess<sup>9</sup> de HSA por aneurismas intracranianos (Quadro 1)

Todos os pacientes classificaram-se em nível igual ou inferior ao Grau III da escala de Hunt & Hess. Nenhum paciente enquadrou-se em grau zero; 13 apresentaram-se em Grau I e 14 pacientes nos Grau II e Grau III. O estudo não incluiu casos de HSA cuja classificação clínica de Hunt & Hess<sup>9</sup> fosse maior ou igual a IV no momento da avaliação, devido a dificuldades e riscos no transporte do paciente. Foram excluídos também os casos de aneurismas assintomáticos.

Todos os pacientes receberam tratamento básico de suporte clínico-medicamentoso incluindo hidratação, uso de anticonvulsivantes e analgésicos. Todos foram orientados quanto à necessidade de repouso relativo, sendo, posteriormente, submetidos a avaliação neurorradiológica.

Os pacientes realizaram os exames de RM em aparelho Philips de 1.5 T. Os exames de angiografia cerebral, utilizando técnica digital por subtração de imagens, foram processados em aparelho Integris C 2000, Phillips. O número, o local, o tamanho, a morfologia e as relações

topográficas dos aneurismas usando a angiografia cerebral foram comparados com os achados da angioRM.

A angiografia cerebral foi realizada pela técnica de Seldinger<sup>10</sup>: sob controle radioscópico, inseriu-se o cateter na artéria femoral direita; em seguida, introduziu-se fio guia metálico e posicionou-se o cateter, passando pela aorta até o arco aórtico. A manipulação deste cateter selecionava as artérias carótidas e vertebrais bilateralmente, permitindo a injeção do meio de contraste. A exposição radiológica seriada de 1 a 10 segundos revelou a seqüência dos estados anátomo-fisiológicos das fases arterial, capilar e venosa. As imagens foram obtidas em projeções padrões ântero-posterior, perfil e oblíqua, usando um foco de 0,3 mm e tubo de intensificação de imagem de iodeto de céσιο. As imagens com matriz de 526 x 526 foram processadas pelo sistema de computador e, a seguir, selecionadas para a impressão em filme radiológico.

Para a angioRM foram utilizadas 2 técnicas: a tempo-de-vôo em 3 dimensões (3D-TOF), com o volume dos cortes orientados no plano transversal para cobrir todo o polígono de Willis<sup>11</sup>, tempo de relaxamento (TR) de 20 milissegundos (ms) e tempo echo (TE) de 6,9 ms, ângulo de excitação (*flip angle*) de 21°, matriz 256/256, campo de visão (FOV) de 180 mm, usando 100 cortes de 0,70 mm de espessura, aplicados em todos os pacientes. O tempo de aquisição foi de 6 minutos e 45 segundos. Em alguns casos em que havia aneurismas gigantes com fluxo arterial mais lento, foi utilizada a técnica contraste-defase em 3 dimensões (3D-PC) com velocidades abaixo de 30cm/s. O volume de corte foi orientado no plano transversal cobrindo o polígono de Willis<sup>11</sup>, sendo TR de 16 ms, TE de 8 ms, ângulo de excitação de 30°, matriz de 256/256 e FOV de 180 mm, com 90 cortes de 1 mm de espessura. O tempo de aquisição foi de 6m e 33s. Alguns pacientes necessitaram do uso de contraste endovenoso, tendo sido usado o gadolínio (Gd), agente paramagnético de efeitos colaterais raros. Para a reconstrução dos angiogramas foi usada a projeção com máxima intensidade e com processador ultra-rápido de imagens. Com o uso de uma estação de manipulação de imagens (*workstation*), foram feitas partições individuais das artérias carótidas direita, esquerda e tronco vértebro-basilar, para melhor visibilização dos aneurismas. A artéria comunicante anterior foi selecionada nas duas partições individuais, das ar-

Quadro 1. Classificação clínica das hemorragias subaracnóides por aneurisma intracraniano de acordo com a escala de Hunt & Hess (1968).

Grau 0	Assintomático (sem hemorragia subaracnóide)
Grau I	Assintomático ou moderada cefaléia, moderada rigidez na nuca
Grau II	Cefaléia moderada a severa, rigidez de nuca, sem déficit neurológico - (exceto paralisia de nervos cranianos)
Grau III	Sonolência, confusão ou déficit focal moderado
Grau IV	Coma vigil, déficit focal; e início de rigidez descerebração; distúrbios vegetativos
Grau V	Coma profundo, descerebração, moribundo

térias carótidas internas direita e esquerda. Estas partições individuais foram manipuladas na estação de trabalho para melhor visibilização do aneurisma e sua relação com os vasos normais. Foram avaliados: número, localização e tamanho dos aneurismas intracranianos, incluindo os valores de largura do colo do aneurisma e o comprimento maior do saco aneurismático.

Para análise das medidas de largura do colo e comprimento do fundo do saco dos aneurismas intracranianos foi utilizado o coeficiente de correlação de Pearson. Estudo comparativo entre os resultados ora apresentados e os de outros autores foi realizado pelo teste de significância. Para estimar as variáveis idade, sexo e tamanho dos aneurismas intracranianos foi utilizada a média aritmética.

## RESULTADOS

Pela angiografia cerebral feita nos 41 pacientes, foram visibilizados 53 aneurismas; não foram detectados dois aneurismas: um ao nível de artéria comunicante anterior e outro ao nível de artéria comunicante posterior esquerda.

A angioRM cerebral feita nos 41 pacientes permitiu visibilizar 52 aneurismas; não foram detectados 3 aneurismas: um ao nível de artéria comunicante posterior esquerda, outro ao nível de artéria carótida cavernosa direita e outro ao nível da artéria cerebelar póstero-inferior (PICA).

Tomando como referência a totalidade dos aneurismas encontrados no ato cirúrgico, a sensibilidade do exame de angioRM é de 94,54% e a da angiografia cerebral é de 96,36% (Figs 1 e 2).

Em 33 pacientes foi detectado aneurisma intracraniano único. Em oito pacientes observaram-se aneu-

rismas múltiplos, totalizando 22 aneurismas intracranianos. Os achados neurorradiológicos foram comprovados em 39 pacientes operados para o tratamento definitivo dos aneurismas. Em dois pacientes não foi realizada a cirurgia: num deles, ocorreu nova hemorragia seguida de óbito; em outro ocorreu infarto do miocárdio no período pré-operatório, contra-indicando a cirurgia. Foi utilizada a técnica de microcirurgia vascular com angioclípagem dos aneurismas.

## DISCUSSÃO

Os aneurismas mais frequentes são os aneurismas saculares intracranianos, que são lesões adquiridas decorrentes da degeneração arterial nas bifurcações de artérias cerebrais principais. A distribuição da hemorragia geralmente acompanha a distribuição do vaso roto. Considera-se que a ruptura do aneurisma é comum em pacientes quando em atividade e rara em repouso<sup>12</sup>. Em 55% dos pacientes ora estudados, a HSA ocorreu durante exercícios (*grande percentagem durante relações sexuais*), 37% durante atividades normais sem exercícios e 8% durante o sono.

Neste estudo, foram utilizadas em angioRM as técnicas de tempo-de-vôo, contraste-de-fase e uso de contraste. Estas técnicas têm como características principais a aquisição de imagem dos vasos por sensibilidade do fluxo com supressão do tecido estacionário, enfatizando a anatomia vascular e a produção de imagens com projeções em duas dimensões de captação de imagem em volume de três di-

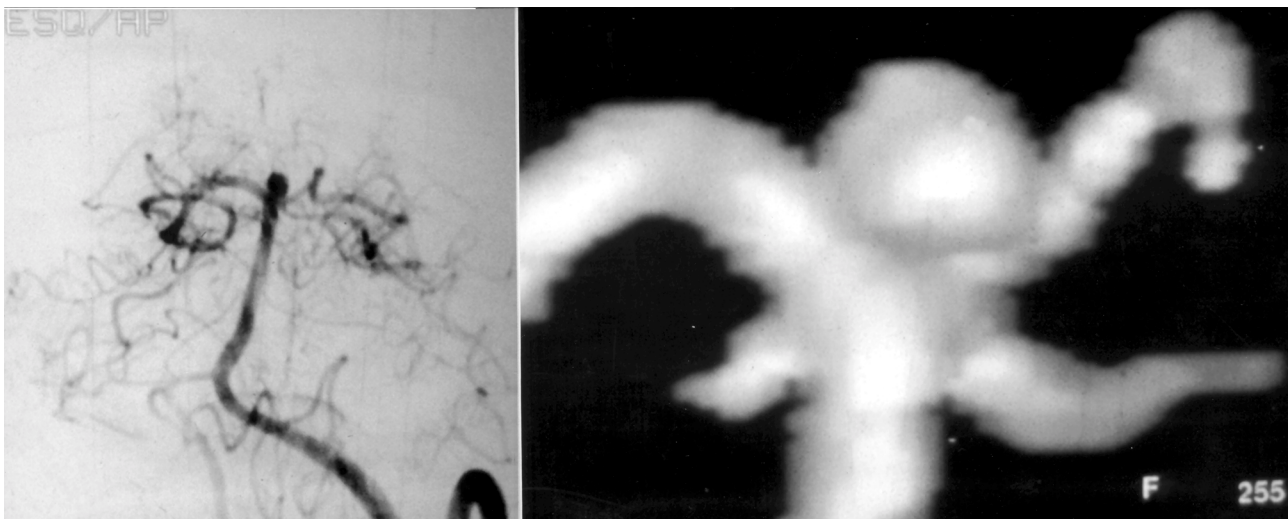


Fig 1. Paciente de 42 anos, feminino, com hemorragia subaracnóide, grau I na escala de Hunt & Hess. A- Angiografia digital seletiva da artéria vertebral esquerda evidencia aneurisma do topo da artéria basilar, medindo 4 mm de comprimento por 2mm ao nível do colo. B- Angiografia por ressonância magnética, técnica 3D-TOF, evidencia aneurisma do topo da artéria basilar, medindo 4 mm de comprimento por 2mm ao nível do colo.

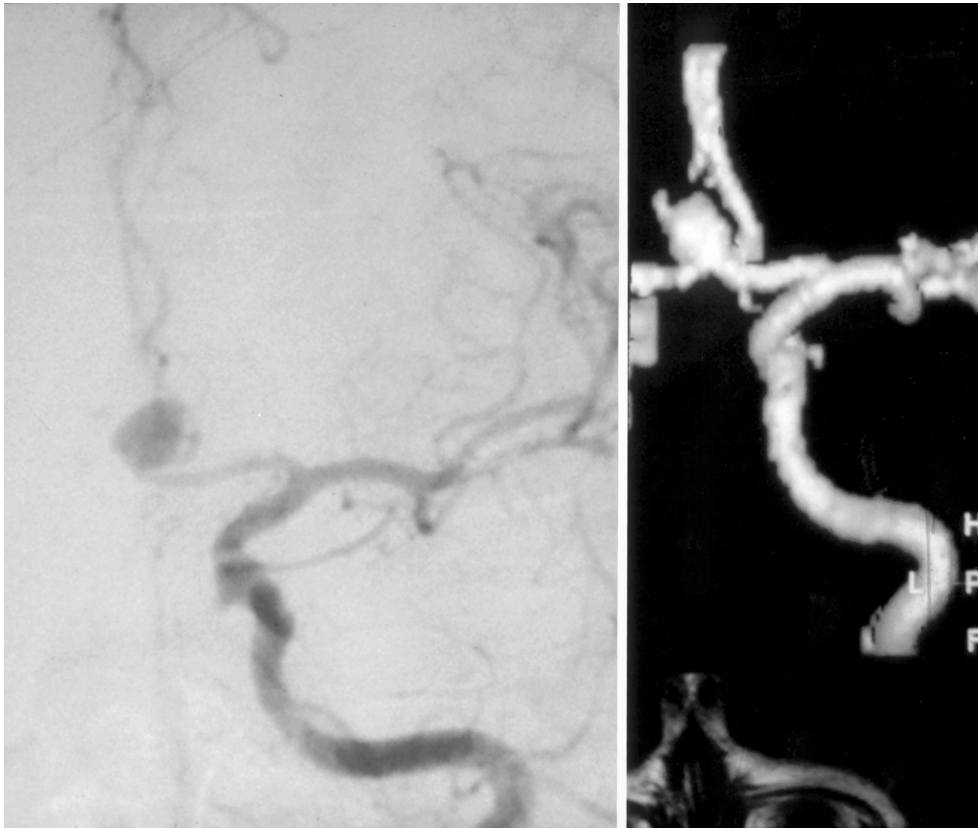


Fig 2. Paciente de 68 anos, masculino, com hemorragia subaracnóide, grau III na escala de Hunt & Hess. A- Angiografia digital seletiva da carótida E, mostra aneurisma do complexo da artéria comunicante anterior, medindo 8 mm de comprimento por 4 mm ao nível do colo. B- Angiografia por ressonância magnética, técnica 3D-TOF, evidencia aneurisma do complexo da artéria comunicante anterior, medindo 8 mm de comprimento por 5 mm ao nível do colo.

mensões para visualização dos vasos. A técnica tempo-de-vôo utiliza a seqüência gradiente eco que evidencia o "sinal do vaso" causado por movimento do sangue não saturado no pacote de tecido saturado por pulso de radiofrequência<sup>13</sup>. Na técnica 3 D-tempo-de-vôo é selecionado um pacote de  $\pm 3$  cm do parênquima cerebral contendo os vasos de interesse no estudo e é excitado por pulso de radiofrequência, sendo o sinal de todo este volume coletado. Os cortes são finos (0,5-1 mm) e são reconstruídos por fase ao longo da direção dos cortes selecionados. A imagem final angiográfica é obtida em volume 3 D, dentro de um plano em duas dimensões por imagem de intensidade máxima projetada. A projeção de imagem é calculada por penetração de vários raios paralelos, em volume 3D. Diferentes projeções podem ser geradas com vários ângulos. Pode ser analisado o volume inteiro e pode ser estudado cada vaso de interesse, separadamente, com partição individual. Para minimizar a saturação é usado um ângulo de excitação pequeno de 15° a 30°. Adicionalmente pode-se usar a técnica MOTSA (*multiple overlapping thin slab acquisition*) que são múltiplos e finos pacotes sobrepostos, sendo estes cortes sobrepostos eliminados por pós-processamento, para ficar um volume consistente de imagens. Esta técnica reduz o efeito de saturação e adquire pacotes

inteiros preservando a alta resolução de aquisição em 3D<sup>14</sup>. A saturação pode ser também minimizada por técnica de pulso de radiofrequência em "rampa" com aumento linear do ângulo de excitação aplicado em um volume de tecido em 3D. Esta seqüência é denominada TONE (*tilted optimized nonsaturation excitation*). O fluxo arterial da posição inferior para a superior acumula perda de sinal por saturação e com o aumento linear e progressivo do ângulo de excitação a supressão de sinal desaparece<sup>15</sup>. Para aumentar o contraste entre os vasos e o tecido estacionário pode ser usada a técnica de transferência de magnetização. Esta técnica resulta de saturação do tecido estacionário tornando os vasos visíveis<sup>16</sup>.

Na técnica contraste-de-fase é utilizada a seqüência gradiente eco que detecta os desvios de fase induzida por velocidade. A técnica 3D-contraste-de-fase é adquirida em volume com múltiplos e finos cortes e processadas em imagem com intensidade máxima projetada à qual pode-se também conjugar o uso da estação de trabalho fazendo imagens dos vasos em múltiplas projeções. Esta técnica, apesar do longo tempo de aquisição, possui a vantagem de permitir velocidades variadas, sendo possível estudar anormalidades vasculares, como aneurismas gigantes que possuem fluxos mais lentos.

A técnica angioRM com uso de contraste é usada rotineiramente para estudar o arco aórtico e circulação extracraniana<sup>17</sup>. No presente estudo foi utilizada para avaliação de aneurismas gigantes e quando existiam dúvidas no exame de rotina 3 D-tempo-de-vô. A angioRM com contraste em doses de 20-40 ml feita em bolo e acionada durante e após a injeção torna o vaso mais brilhante, mesmo encurtando T1 de todos os tecidos. Neste estudo, para a melhora do sinal, o tempo de relaxamento foi aumentado, permitindo assim um volume mais eficiente com um tempo de aquisição rápido. O agente paramagnético, o gadolínio, é restrito ao compartimento extracelular; isto significa que, logo após a sua injeção, a concentração sangüínea diminui rapidamente. Com injeções rápidas e progressivas, a sua concentração sangüínea é alta inicialmente, diminuindo sensivelmente após o primeiro minuto. O tempo que separa os sistemas vasculares arterial e venoso cerebrais é de 7 segundos, sendo necessárias seqüências especiais para avaliação das artérias e veias separadamente. Com tempo de aquisição curto, os artefatos de movimentos são minimizados e os vasos são visibilizados com excelente definição<sup>18</sup>.

Em estudo de aneurismas intracranianos, em 47 pacientes, sendo 28 do grupo controle e 19 com HSA, comparou-se a angiografia digital convencional com a angioRM cerebral associada com partições individuais dos vasos intracranianos e ressonância magnética cerebral. Obteve-se sensibilidade de 95%, tendo sido sugerido que a angioRM cerebral, um exame não invasivo e sem riscos para a parede arterial dos vasos e aneurismas, seria suficiente para detecção de aneurismas intracerebrais de até 3 a 4mm<sup>19</sup>.

Outro estudo comparativo entre a angioRM com angiografia digital foi feito em 18 pacientes com hemorragia subaracnóide. A angioRM revelou 19 (86,4%) dos 22 aneurismas detectados por angiografia cerebral convencional. Neste estudo, evidenciaram-se problemas com o fluxo lento e turbulento, concluindo-se que a angioRM é inferior à angiografia cerebral para a demonstração dos aneurismas, devido a baixa resolução e outras limitações<sup>20</sup>.

Em estudo com 26 pacientes com HSA foram encontrados 33 aneurismas intracranianos na angiografia cerebral, com tamanho médio de 9mm. Os resultados da angiorressonância cerebral comparado com a angiografia cerebral apresentou sensibilidade de 86,8%<sup>21</sup>.

Recentemente, foram avaliados aneurismas cerebrais com angioRM cerebral de alta resolução,

correlacionando com a angiografia cerebral digital com subtração de imagem. Foram estudados 30 pacientes com 39 aneurismas, sendo 21 aneurismas rôtos e 18 não rôtos. Na avaliação inicial, foram detectados 38 aneurismas por ambos os métodos, com sensibilidade de 97%. Concluem os autores que a angioRM deve ser o método inicial para avaliação de aneurismas intracranianos por ser um método não invasivo<sup>22</sup>.

Neste estudo, a angiografia cerebral apresenta sensibilidade de 96,36%; os dois aneurismas não visibilizados foram um de artéria comunicante anterior medindo 4x3 mm e o outro de artéria comunicante posterior esquerda medindo 2x2 mm. A angioRM cerebral apresenta sensibilidade de 94,54%; os 3 aneurismas não visibilizados foram: um de artéria carótida cavernosa direita medindo 2x2 mm, um de artéria comunicante posterior esquerda medindo 2x2 mm e um de artéria cerebelar postero inferior medindo 3x3 mm.

No presente estudo, em 41 pacientes foram diagnosticados 55 aneurismas, sendo 33 pacientes com aneurisma único e 8 com múltiplos aneurismas, o que corresponde a 19,5%. O tamanho médio dos aneurismas intracranianos na angiografia cerebral foi de 6,30 mm de comprimento do fundo do saco aneurismático por 3,95 mm de largura do colo. Na angiorressonância cerebral, o tamanho médio foi de 5,91 mm de comprimento do fundo do saco aneurismático, por 4,09 mm de largura do colo do aneurisma. Os cálculos estatísticos foram feitos utilizando o método de coeficiente de correlação Pearson, evidenciando grau de correlação estatisticamente significativa entre ambos os métodos diagnósticos.

### Conclusões

A angiografia cerebral apresentou-se com sensibilidade de 96,36%, levemente aumentada em relação a angioRM que foi de 94,54%. Os resultados na definição do número, topografia e tamanho médio dos aneurismas foram semelhantes. A angioRM, pela não invasibilidade, rapidez e baixo custo, poderá substituir a angiografia cerebral no diagnóstico e prognóstico dos pacientes com hemorragia subaracnóide por aneurismas intracranianos.

### REFERÊNCIAS

1. Housepian EM, Pool JL. A systematic analysis of intracranial aneurysms from the autopsy file of Presbyterian Hospital. *J Neuropathol Exp Neurol* 1958;17:409-423.
2. McCormick WF. Problems and pathogenesis of intracranial arterial aneurysms. In Toole JF, Moossy J, Janeway R (eds). *Cerebral vascular diseases*. New York: Grune & Stratton, 1991: 219-231.

3. Huston J, Nichols DA, Luetmer PH. Blinded prospective evaluation of sensitivity of MR. Angiography to known intracranial aneurysms: importance of aneurysms size. *AJNR* 1994;15:1607-1614.
4. Fox JL. Intracranial aneurysms. New York, Springer-Verlag, 1983: 110-123.
5. Sahs AL, Perret G, Locksley HB, Nishioka H, Skultety FM. Preliminary remarks on subarachnoid hemorrhage. *J Neurosurg* 1966;24:782-788.
6. Garraway WM, Whismant JP, Furlan AJ. The declining incidence of stroke. *N Engl J Med* 1979;300:449-452.
7. Kassel NF, Drake CE. Timing of aneurysms surgery. *Neurosurgery* 1982;10:514.
8. Damadian R, Goldsmith M, Minkoff L. NMR in cancer. FONAR image of the live human body. *Physiol Chem Phys* 1997;9:97-100.
9. Hunt WE, Hess RM. Surgical risk as related to time of intervention in the repair of intracranial aneurysms. *J Neurosurg* 1968;28:14-20.
10. Seldinger SI. Catheter replacement of the needle in percutaneous arteriography: a new technique. *Acta Radiol* 1953;39:368-376.
11. Epifanov NS. Thomas Willis and the arterial circle of Willis. *Arch Anat Histol Embryol* 1975;69:125-157.
12. Fisher CM. Clinical syndromes in cerebral thrombosis, hypertensive hemorrhage and ruptured saccular aneurysm. *Clin Neurosurg* 1975;22:117-147.
13. Nishimura DG. Time of flight angiography. *Magn Reson Med* 1990;14:194-202.
14. Blatter DD, Parker DL, Robinson RO. Cerebral MR angiography with multiple overlapping thin slab acquisition. *Radiology* 1991;179:805-811.
15. Purdy DE, Cadena G, LAUB G. The design variable tip angle slab selection (TONE) pulses for improved 3 D MR angiography. Berkeley: Book of abstracts; Society of Magnetic Resonance in Medicine, 1992.
16. Edelman RR, Ahn SS, Chien D, et al. Improved time of flight MR angiography of the brain with magnetization contrast. *Radiology* 1992;184:395-403.
17. Prince MR. Contrast enhanced MR angiography: theory and optimization. *Magn Reson Imag Clin N Am* 1998;6:257-267.
18. Korose FR, Frayne R, Grist TM. Time resolved contrast-enhanced 3D MR angiography. *Magn Reson Med* 1996;36:345-351.
19. Ross JS, Masaryk TJ, Modic MT, Ruggieri PM, Harcke EM, Selman WR. Intracranial aneurysms. Evaluation by MR angiography. *AJNR* 1990;11:449-445.
20. Schueirer G, Huk WJ, Laub G. Magnetic resonance angiography of intracranial aneurysms: comparison with intra-arterial digital subtraction angiography. *Neuroradiology* 1992;35:50-54.
21. Falk A, Schmieder K, Hentsch A, Harders A, Henser L. 3-D tone magnetic resonance angiography in the detection of intracranial aneurysm compared with digital angiography: a prospective study. *Bildgeb Verfahr* 1996;164:31-37.
22. Chung TS, Joo JY, Lee SK, Chien D, Laub G. Evaluation of cerebral aneurysms with high resolution MR angiography using a section interpolation technique: correlation with digital subtraction angiography. *AJNR* 1999;20: 229-235.