

Novidades em radiologia – Arterial spin labeling, a perfusão por RM sem contraste

Novelties in radiology – Arterial spin labeling, the gadolinium-free MR perfusion

Fabrcio Guimarães Gonçalves¹, Joseph A. Maldjian²

Arterial spin labeling (ASL) é uma técnica de ressonância magnética (RM) recentemente desenvolvida que avalia o fluxo sanguíneo cerebral (FSC)^(1,2). Poucos centros têm utilizado a ASL clinicamente ou como ferramenta investigativa, apesar de ser uma técnica já validada e útil na avaliação de um número crescente de doenças e condições⁽³⁾. Como qualquer técnica recém-estabelecida, a ASL apresenta algumas limitações que necessitam ser superadas a fim de ser mais amplamente utilizada e tornar-se parte da rotina diária do especialista em neuroimagem.

O pós-processamento *off-line* é provavelmente o fator limitante mais importante. A baixa relação sinal/ruído (RSR) é outro problema inerente à técnica. O tempo de trânsito (*mean transit time*) ainda não pode ser avaliado empregando-se as técnicas de ASL clinicamente disponíveis. Artefatos de suscetibilidade magnética gerados por produtos da degradação da hemoglobina, deposição de metais ou cálcio e por materiais cirúrgicos, assim como os que ocorrem nas áreas de interface com as cavidades aéreas (seios paranasais e células da mastoide), podem potencialmente degradar a qualidade das imagens de ASL.

Além da ASL, atualmente existem múltiplas maneiras de se estudar o FSC, incluindo tomografia por emissão de pósitrons (PET), perfusão por tomografia computadorizada (TC), perfusão por RM (*susceptibility weighted*

imaging ou *bolus tracking*), SPECT cerebral e TC com xenônio. A principal vantagem da técnica ASL é a não necessidade de injeção intravenosa de agente de contraste. A ASL é um método independente de gadolínio, dispensando desta maneira um aparato de injeção de contraste. Além disso, a ASL fornece a medida do fluxo sanguíneo absoluto (diferentemente do volume relativo de fluxo sanguíneo fornecido pelos métodos de RM baseados em gadolínio) (ver Figura 1). Uma outra grande vantagem é que a ASL pode ser repetida múltiplas vezes sem risco de fibrose sistêmica nefrogênica, particularmente em pacientes com insuficiência renal importante⁽⁴⁾.

Atualmente, existem quatro principais técnicas de aquisição de imagens por ASL: ASL pulsada (PASL), ASL contínua (CASL), ASL pseudocontínua (PCASL) e ASL de velocidade seletiva (VSASL)⁽⁵⁾. Na aquisição de imagens de ASL, os prótons (*spins*) do sangue arterial são marcados (ou rotulados) antes de entrar na região a ser investigada. A extensão do parênquima a ser estudado e o local onde os *spins* são marcados podem variar com os diferentes métodos. As imagens são adquiridas em duas fases: a fase inicial pré-marcação (controle) e a fase pós-marcação, com o espaço de tempo que se segue à marcação, conhecido como “retardo pós-marcação”. O sinal é obtido subtraindo-se a imagem controle da imagem pós-marcação. A diferença no sinal resultante é pequena e dependente do débito cardíaco, do tempo de percurso dos *spins* marcados até chegarem à área a ser investigada, e da velocidade do fluxo. Para compensar a baixa RSR, múltiplos conjuntos de imagens pré- e pós-marcação são normalmente adquiridos para se assegurar um sinal de perfusão suficiente⁽⁵⁾.

Na PASL, os pulsos de radiofrequência (RF) utilizados para marcar os *spins* são únicos e curtos (2 a 5 milissegundos) com uma área de marcação mais ampla, próxima ao plano de imagem. A técnica PASL apresenta a vantagem de ter maior eficiência na marcação, menor

1. Radiologista, Visiting Fellow, Advanced Neuroscience Imaging Research Core (Núcleo de Pesquisas Avançadas em Imagem na Área de Neurociência) – Wake Forest University School of Medicine, Winston-Salem, NC, USA, Clinical Fellow em Neurorradiologia – McGill University Health Center, Montreal, Quebec, Canadá.

2. Neurorradiologista, Professor e Chefe do Departamento de Neurorradiologia – Wake Forest University School of Medicine, Winston-Salem, NC, USA.

Endereço para correspondência: Dr. Fabrcio Guimarães Gonçalves. Wake Forest University Baptist Medical Center. Medical Center Boulevard, Winston-Salem, NC, USA 27157. E-mail: goncalves.neuroradio@gmail.com

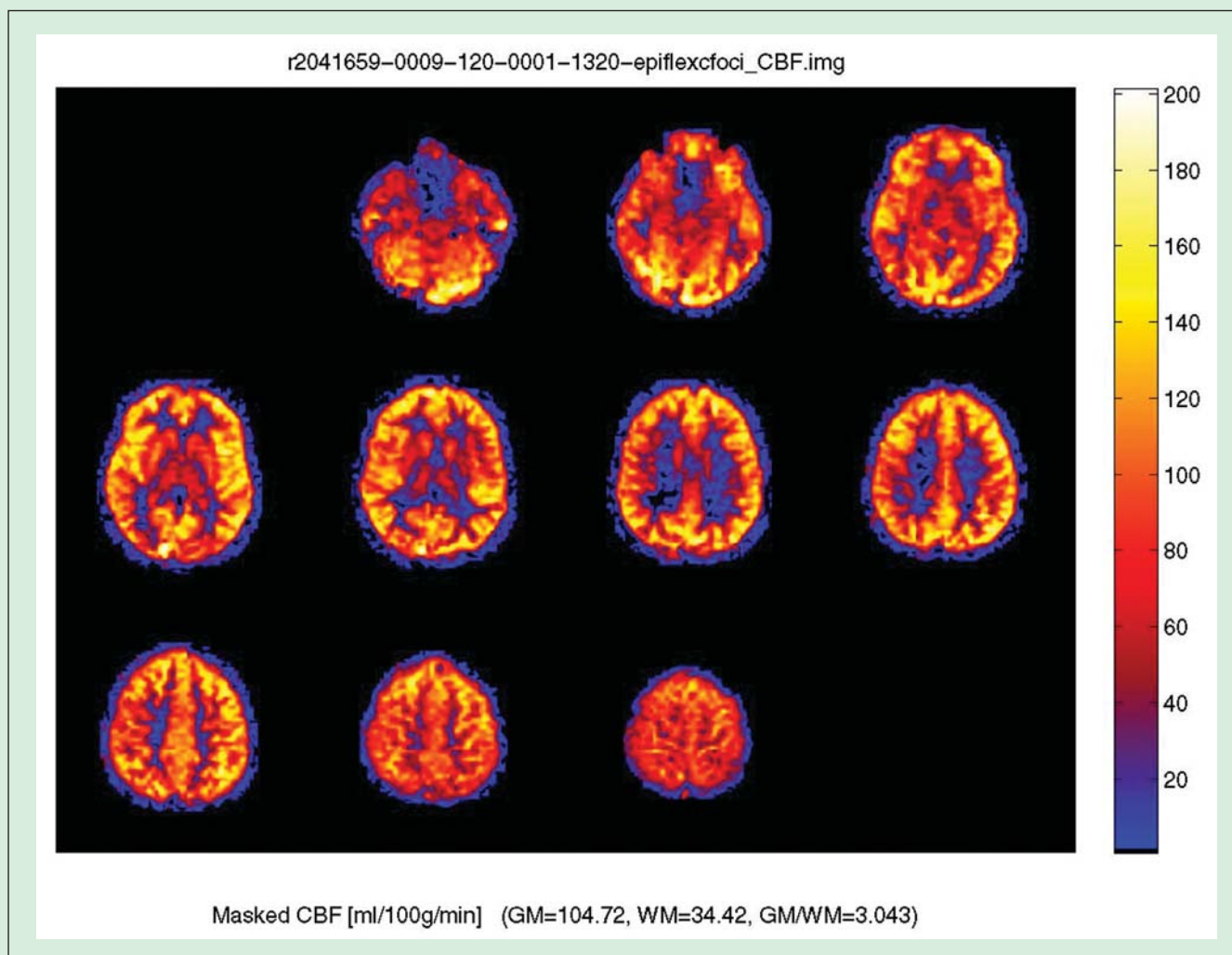


Figura 1. Mapa JPEG de um estudo por *arterial spin labeling* normal em um paciente de 30 anos de idade, com gráfico de cores representando unidades de ml/100 g de tecido/min. *Arterial spin labeling* é um método não invasivo e sem contraste (gadolínio) que mede quantitativamente o fluxo sanguíneo cerebral. A diferença no fluxo cerebral entre as substâncias cinzenta e branca é prontamente visualizada.

deposição de potência e melhor tempo de trânsito dos *spins* marcados no percurso da área de marcação ao plano de imagem. As principais dificuldades da técnica PASL são a baixa RSR e a maior demora no trânsito.

Na técnica CASL, os pulsos de RF são mais longos (1 a 2 segundos) e a área de marcação é mais estreita, com localização adjacente ao plano de imagem. Nessa técnica, os *spins* são continuamente marcados enquanto passam pela área de marcação. Isto resulta em maior RSR do que na técnica PASL, mas com maior deposição de potência de RF. Menor eficiência de marcação e necessidade de um *hardware* para transmissão contínua de RF são os principais pontos fracos da técnica CASL.

A PCASL foi desenvolvida para apresentar alta eficiência de marcação, como a CASL, mas com menor deposição de potência de RF. Em comparação com a CASL,

essa técnica apresenta um bom *trade-off* entre deposição de potência e RSR. A PCASL apresenta maior RSR que a PASL, maior potência de marcação que a CASL, mas atualmente apresenta a desvantagem de ser clinicamente menos disponível.

A técnica VSASL tem a capacidade de medir o baixo fluxo. Em comparação com as técnicas PASL, CASL e PCASL, que marcam os *spins* em um local específico, essa técnica marca todos os *spins* que estão entrando mais rápido do que um limiar específico. As desvantagens são menor RSR e dificuldades na determinação da velocidade específica de codificação⁽⁶⁾.

Muitos processos patológicos têm sido estudados com ASL. Basicamente, dois padrões de perfusão podem ser observados: hipo e hiperperfusão, que podem ser focais ou difusos. Processos que demonstram perfusão

focalmente reduzida são: áreas de isquemia (*core* isquêmico) e zona de penumbra, doença cerebrovascular oclusiva crônica, doença microvascular isquêmica crônica, encefalomalácia, hematoma, infecção, malformação arteriovenosa cerebral (fenômeno do roubo), encefalopatia posterior reversível (na fase tardia) e estados pós-ictais. Redução difusa de perfusão pode ser observada em casos de morte cerebral, baixo débito cardíaco, atrofia cerebral senil, vasculite, vasoespasma cerebral assim como na presença de agentes exógenos (caféina)⁽⁶⁾.

Hiperperfusão focal pode ser observada em condições tais como perfusão luxuriante, encefalopatia posterior reversível (na fase aguda), reperfusão em áreas isquêmicas, *status epilepticus* e em alguns casos de malformações vasculares (incluindo anomalias venosas de desenvolvimento). Estados de aumento perfusional difuso podem ser vistos em indivíduos jovens saudáveis, hiperperfusão cerebral global complicando acidente vascular cerebral embólico, pós-endarterectomia de carótida associada a síndrome de hiperperfusão, trauma cerebral e na presença de hipercapnia. Tumores cerebrais podem demonstrar tanto padrões de hipoperfusão como de hiperperfusão⁽⁷⁾.

Em resumo, a ASL é uma técnica promissora e em evolução que pode ser usada para medir o FSC. Este

método de perfusão por RM livre de gadolínio apresenta diversas vantagens, incluindo a não necessidade de injeção de contraste e a capacidade de medir o FSC absoluto. A ausência de risco de FSN, a não invasividade do método e a possibilidade de se repetir o estudo múltiplas vezes se necessário, certamente exercerão um papel importante na popularização dessa técnica.

REFERÊNCIAS

1. Chalela JA, Alsop DC, Gonzalez-Atavales JB, et al. Magnetic resonance perfusion imaging in acute ischemic stroke using continuous arterial spin labeling. *Stroke*. 2000;31:680-7.
2. Brown GG, Clark C, Liu TT. Measurement of cerebral perfusion with arterial spin labeling: Part 2. Applications. *J Int Neuropsychol Soc*. 2007;13:526-38.
3. Wintermark M, Sesay M, Barbier E, et al. Comparative overview of brain perfusion imaging techniques. *J Neuroradiol*. 2005;32:294-314.
4. Deibler AR, Pollock JM, Kraft RA, et al. Arterial spin-labeling in routine clinical practice, part 1: technique and artifacts. *AJNR Am J Neuroradiol*. 2008;29:1228-34.
5. Pollock JM, Tan H, Kraft RA, et al. Arterial spin-labeled MR perfusion imaging: clinical applications. *Magn Reson Imaging Clin N Am*. 2009;17:315-38.
6. Deibler AR, Pollock JM, Kraft RA, et al. Arterial spin-labeling in routine clinical practice, part 2: hypoperfusion patterns. *AJNR Am J Neuroradiol*. 2008;29:1235-41.
7. Deibler AR, Pollock JM, Kraft RA, et al. Arterial spin-labeling in routine clinical practice, part 3: hyperperfusion patterns. *AJNR Am J Neuroradiol*. 2008;29:1428-35.