

非侵襲的な手法である 1.5-T MR IVIM イメージングの脳疾患への応用

(公財)厚生協会泉病院 放射線室

○前谷津 文雄 (Maeyatsu Fumio)

山口 さや香

(公財)厚生協会泉病院脳神経科/神経内科

浅利 まみ 長谷部 誠

東北大学大学院医学系研究科医用物理学分野

田村 元

【目的】

Le Bihanらによりdiffusionとpseudo-diffusionを包含する非侵襲的灌流画像取得方法MR-IVIMイメージング(Le Bihan D, et al. 1988 Radiology;168:497)が提唱されたが脳における報告は少ない。今回、拡散値の大きい脳脊髄液CSFの部分容積効果を制するためにFluid attenuated inversion recovery (FLAIR)法を用いたIVIM解析方法による灌流情報の脳疾患での臨床応用の可能性を報告する。

【方法】

対象は同意の得られた、脳梗塞、もやもや病、髄鞘腫、くも膜嚢胞の診断経過でMR検査を実施した10症例。うち6症例で造影剤を用いたMR灌流画像Dynamic Susceptibility Contrast :DSC (CBV) 画像をregistrationしピクセル毎に左右半球で相関性について比較した。装置はSiemens Symphony Tim up grade1.5 T 装置(32-ch head coil)、撮像シーケンス: IR-prepared DWI (IRDWI);スライス厚5.5mm; $b = 0, 50, 100, 200, 600, 1000 \text{ s/mm}^2$; NEX 3; Matrix 64×64 ; FOV 24 cm; 撮像時間 5分8秒。

【脳血液量 インデックスCBV算出方法】

IVIM perfusion fraction: $IVIM(CBV^{\wedge})$ 信号強度 $\propto fe^{-bD^*} + (1-f)e^{-bD(1-bDK/6)}$; $f \propto CBV^{\wedge}$ として求めた。MR灌流画像Dynamic Susceptibility Contrast :DSC (CBV) 解析はPMA(ASIST-JAPAN)を使用、Dynamic curve曲線下面積relative regional CBVとし半卵円中心の白質の値が0.01になるよう補正した。

【結果】

DSC (CBV) とIVIM (CBV \wedge) 6症例の左右12半球ピクセル毎の比較では、症例やスライス間でばらつきはあるものの良好な相関性が得られた $y = (1.242 \pm 0.31)x + (0.012 \pm 0.004)$; $R^2: 0.717 \pm 0.061$ (図1)。実臨床では、左中大脳動脈M1閉塞による急性期脳梗塞例では、患側虚血部の拡散高信号領域および周囲で対側に比べ増加を示した(図2矢印)。また、左内頸動脈の閉塞による脳梗塞がみられていない慢性閉塞性病変での経過観察例では、患側でIVIM (CBV \wedge) が低下した部位がみられ、同部の脳萎縮も指摘された。慢性的な脳虚血による脳萎縮により、代謝要求低下=血流低下とのカップリングした所見が示唆されたものと考えられる。もやもや病では健常者との比較においてIVIM (CBV \wedge) 増加を示す部位がみられた。もやもや血管における虚血病態をダイナミックに反映しているものと考えられた。

【考察】

IVIM解析では、真の拡散係数(D)、灌流を拡散とみなした拡散係数(D*)、拡散尖度(K)マップが得られるが、D*は安定しないとされる。よって組織全体に占める灌流割合(perfusion fraction)を算出し、さらに脳ではCSF(脳脊髄液)の巨大水プールや脳組織(主な細胞膜)構造による拡散尖度Kの影響が考えられることから、FLAIRによる水抑制やhigh b values $b = 1000 \text{ s/mm}^2$ から求めた非ガウス拡散モデル適用によるフィッティングによる解析法を用いることで、精度・信頼性に影響し相関性に関与したと考察される。

【結論】

1.5TMR装置IVIM (Intravoxel incoherent motion) イメージングによるPerfusion Fraction: IVIM (CBV \wedge) 画像はよく知られるCBVの病態を反映した画像が得られた。撮影の最適化に余地が残るが、簡易な脳循環指標測定法となる可能性がある。

【参考文献・図書】

- 1) Tamura H, et al.; 2015 Proc. ISMRM; 23:2990
- 2) 田村元、麦倉俊治、永坂竜男、et al.; 脳脊髄液の部分容積効果を除去したIVIMイメージング法による脳血液量の推定とDSC MRIで得られたCBVとの比較: 第43回日本磁気共鳴医学会大会 2015-P3-026
- 3) MRI応用自在第3版2014; 高原太郎監修 メディカルビュー p136-139
- 4) M, Lima, et al.; Computer aided IVIM/kurtosis Diffusion MRI for breast lesion: comparison with BI-RADS MRI categoris: ECR2014, C1494
- 5) Le Bihan D, Breton E, Laval-Jeantet M, et al.; separation of diffusion and perfusion in intravoxel incoherent motion MR imaging. Radiology. 168:497-505. 1988

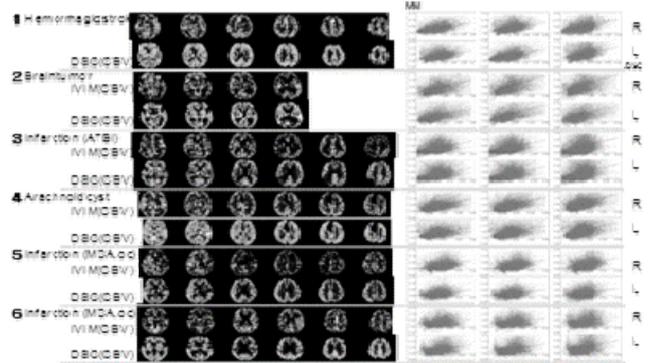


Fig.1 DSCとIVIM 6症例 12左右半球間ピクセル毎CBV比較

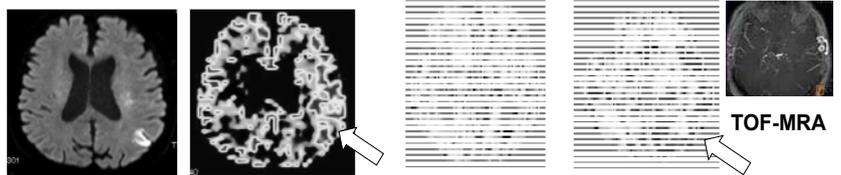


Fig.2 急性期脳梗塞IVIM (CBV \wedge)



Fig.3 健常者ともやもや病のIVIM (CBV \wedge)