

＜シンポジウム 10—3＞臨床と研究に役立つ最新の MRI 学

拡散 MRI の臨床応用

青木 茂樹¹⁾ 堀 正明¹⁾ 増谷 佳孝²⁾
阿部 修³⁾ 鎌形 康司¹⁾ 服部 高明⁴⁾

(臨床神経 2011;51:955)

Key words : 拡散MRI, 拡散テンソル, 神経放射線, Q space imaging, 拡散テンソルtractography

拡散 MRI の臨床応用は、拡散強調像が超急性期脳梗塞を従来の MRI の撮像法や CT より敏感に描出できることから、90年代後半に急速に進んだ。高性能傾斜磁場を備えた MR 装置が開発され、撮像法として single shot の EPI 法がおこなえるようになったことも寄与した。

拡散 MRI は、水分子の拡散現象の、ちょうど数ミクロンから数十ミクロン程度大きさの変化に敏感であることから、細胞内小器官の変化や膜の状態、細胞密度などを反映して、脳梗塞のみならず、脳炎・脳症、けいれん後、代謝異常の一部(とくに OTC 欠損症などの尿素回路異常症)、CJD、悪性リンパ腫などにおいて、高頻度で拡散強調像の高信号が観察される。

白質の方向にしたがって、その部分の水の拡散にも方向性があるため、拡散テンソルなどの拡散 MRI の撮像・解析手法により方向性の強さの度合い (FA などの定量値あり) と方向が解析可能である。拡散テンソル解析は、白質の密度や病的変化に関連した示標 (FA など) の定量化と、カラーマップや拡散テンソル tractography などにより白質路の可視化が可能

なユニークな手法である。2000 年には 10 編程度であった論文が 10 年後の 2009 年には 1,000 編を越えるようになり、脳画像解析の 1 つのツールとして定着している。ただし、通常の拡散テンソルは 1 つの画素に 1 つの ellipsoid を仮定するため、線維の交叉部で方向の追跡が不正確となり、定量値の解釈にも注意が必要となる。

拡散テンソル解析の交叉部での欠点を補い、さらに、詳細に拡散の状態を解明し、細胞内の微細構造の変化が観察できる可能性のあるものとして、Q space imaging (QSI) が注目されている。Q space imaging は、当初、細孔構造の構造解析において水分子の制限拡散を観察する手法として提唱された。QSI は理論的には MRI の空間分解能よりはるかに小さな構造を計測することが可能とされている。拡散の非正規分布を解析する手法としては、狭義の Q space imaging の他、diffusional Kurtosis imaging (DKI) などもあり、今後水の拡散をもちいて細胞の微細構造を知る方法として注目されている。

Abstract

Clinical application of diffusion MR imaging of the brain

Shigeki Aoki, M.D.¹⁾, Masaaki Hori, M.D.¹⁾, Yoshitaka Masutani, M.D.²⁾,
Osamu Abe, M.D.³⁾, Koji Kamagata, M.D.¹⁾ and Takaaki Hattori, M.D.⁴⁾

¹⁾Department of Radiology, Juntendo University

²⁾Department of Radiology, University of Tokyo

³⁾Department of Radiology, Nihon University

⁴⁾Department of Neurology, Kanto Central Hospital

(Clin Neurol 2011;51:955)

Key words: diffusion MRI, diffusion tensor imaging, neuroradiology, Q space imaging, diffusion tensor tractography

¹⁾順天堂大学放射線医学講座 [〒113-8421 東京都文京区本郷 2—1—1]

²⁾東京大学大学院医学系研究科放射線医学

³⁾日本大学医学部放射線医学

⁴⁾関東中央病院神経内科

(受付日: 2011 年 5 月 19 日)