

拡散テンソル tractography による損傷末梢神経の描出 —組織変化と拡散異方性— [大会長賞記録]

高木 岳彦¹, 中村 雅也¹, 山田 雅之², 疋島 啓吾³,
藤吉 兼浩¹, 向野 雅彦⁴, 岡野 James 洋尚⁵, 百島 祐貴⁶,
戸山 芳昭¹, 岡野 栄之⁵

¹慶應義塾大学医学部整形外科 ⁴同リハビリテーション医学 ⁵同生理学 ⁶同放射線診断科
²藤田保健衛生大学衛生学部診療放射線技術科 ³慶應義塾大学総合医学研究センター

目 的

MRI は広く用いられる画像検査法であるが、末梢神経系の診断ではその描出が困難であるため、理学所見、電気生理学的所見等による補助診断に頼るところが大きい。損傷末梢神経の画像評価として様々な試みがなされているが、軸索そのものの可視化は困難な問題が山積している。そこで本研究では、拡散テンソル法を用いて、末梢神経線維の tractography を行い、組織像と比較することで、新たな末梢神経画像検査法としての可能性を検討した。

方 法

8 週齢ラットの坐骨神経に対し、把持力 150 g のクリップを 5 分間装着し圧挫損傷を作成した。損傷直後～12 週の坐骨神経 (各 n=8～10) を取り出し、拡散テンソル MRI を撮像した。画像解析ソフトは VolumeOne と dTVIISR (Masutani Y et al. Eur J Radiol, 2003) を使用し、関心領域を損傷近位部に設定し tractography を試みた。Fractional anisotropy (FA) 値を圧挫部、圧挫遠位部について測定し、経時の変化を評価した。組織学的検討はトルイジンブルー染色、ウラニルアセテート染色を行い光学顕微鏡、透過型電子顕微鏡で測定し、軸索面積、髓鞘面積、軸索総線維比、髓鞘厚と FA 値

の相関関係を調べた。

結 果

圧挫部の FA 値は損傷直後より低下し、その後徐々に回復した。圧挫遠位部の FA 値は損傷 4～14 日後に低下し、その後徐々に回復し、6 週間には損傷前と同様の状態にまで回復した。また、FA 値に適切な閾値を設定することで、これらの変化を tractography として視覚化することが可能であった。これらの FA 値の変化は軸索面積、髓鞘面積、軸索総線維比とは正の相関を、髓鞘厚とは負の相関を示し、脱髄、Waller 変性などの組織学的な変化とよく対応していた。

考 察

拡散テンソル法は、水分子の拡散の異方性を利用し拡散係数の最大方向を追跡することで神経線維を可視化し得る画期的な画像解析手法である。末梢神経損傷後遠位部は Waller 変性に陥り、経過を追って回復するが、これらの組織の変化は拡散異方性の変化と相関を示し、我々はこの事実を tractography として描出させることに成功した。拡散テンソル法が末梢神経損傷軸索、再生軸索を評価する上で新たな画像診断のツールとなる可能性が示唆された。