

氏 名	おか だ つとむ 岡 田 務
学位(専攻分野)	博 士 (医 学)
学 位 記 番 号	医 博 第 3043 号
学位授与の日付	平 成 19 年 3 月 23 日
学位授与の要件	学 位 規 則 第 4 条 第 1 項 該 当
研 究 科 ・ 専 攻	医 学 研 究 科 内 科 系 専 攻
学 位 論 文 題 目	Diffusion tensor fiber tractography at 3.0-T MR imaging : Visualization of eloquent fiber tracts and application to the tractography-guided neurosurgery (3.0テスラ MRI 装置を用いた拡散テンソルトラクトグラフィー法：脳内白質線維束描出能の検討及び脳神経外科手術支援への応用)
論文調査委員	(主 査) 教 授 高 橋 良 輔 教 授 金 子 武 嗣 教 授 林 拓 二

論 文 内 容 の 要 旨

拡散テンソルトラクトグラフィーとは磁気共鳴画像（MRI）を用いる撮影法および画像構成法である。拡散テンソル画像は撮影対象ボクセル内の水分子ブラウン運動の強さ、方向を計測することができる。脳を撮影すると、ボクセル内の神経線維束が走行する主たる方向と計測される水分子の運動方向が一致する。これを用いて脳内の白質線維束を画像描出する方法がトラクトグラフィーである。本研究では(1)近年臨床使用が開始された3.0テスラ（T）の静磁場強度を持つ超高磁場MRI装置を用いて健常者のトラクトグラフィーを作成、1.5T装置との描出能比較を行った。次に、(2)作成された錐体路を脳神経外科手術支援に導入し、従来から錐体路推定に用いられている電気的な白質刺激法と併用してその臨床的有用性を評価した。3.0T装置と1.5T装置におけるトラクトグラフィーの比較、3.0T装置を用いた錐体路描出と術中白質刺激の併用はいずれも過去に報告が無い試みである。

(1)は神経学的異常所見のない健常ボランティア（男性15名、女性15名、平均28歳）を対象とし、3.0T装置と1.5T装置を用い、同じ撮影条件にて頭部拡散テンソル画像を撮影した。専用ソフトウェア（DtiStudio）を用いて4種類の線維束（錐体路、上縦束、脳梁、脳弓）を描出した。2名の放射線科医が合議制で描出能を視覚的評価した5段階スコア（優れている、診断的価値あり、普通、劣る、描出無し）と描出された線維束数の2項目、錐体路については更に線維束数の左右差の3項目について評価した。3.0T装置と1.5T装置の間で被験者各に対応した Wilcoxon signed rank test を用いて統計学的评价を行った。

結果、視覚的スコアは右錐体路（ $p<0.001$ ）、左錐体路（ $p<0.001$ ）、右上縦束（ $p=0.005$ ）、脳梁（ $p=0.01$ ）、右脳弓（ $p=0.04$ ）にて有意に3.0T装置が高かった。描出された線維束数は右錐体路（ $p=0.008$ ）、左錐体路（ $p<0.001$ ）、右上縦束（ $p=0.001$ ）、左上縦束（ $p=0.02$ ）、脳弓（ $p=0.02$ ）にて有意に3.0T装置が高かった。錐体路左右差は3.0T装置が有意に少なかった（ $p<0.001$ ）。3.0T装置は1.5T装置と比べて線維束描出が優れていると考えられた。

(2)はトラクトグラフィーの位置情報検証を試みた。脳占拠性病変症例において、錐体路と病変の位置関係が描出可能であるが、この描出された錐体路が真の錐体路とどの程度一致しているかを検証することが臨床応用上重要である。脳占拠性病変症例（男性4例、女性4例、平均41歳）の錐体路トラクトグラフィーを作成し、脳神経外科手術用のナビゲーションシステムに他の解剖学的画像と共に導入して術中に運動誘発電位と比較した。

結果、8例中4例でtractography近傍の術中白質刺激により運動誘発電位が観測された。観測されなかった4例中2例は切除範囲が錐体路から離れていたが、残り2例は錐体路近傍を刺激しても誘発電位は見られなかった。全例とも術後の運動麻痺増悪は無く、術後も錐体路トラクトグラフィーは描出可能であった。

以上の研究を通して、3.0T MRI装置を用いた拡散テンソルトラクトグラフィーは生体脳の様々な白質線維束を非侵襲的に描出可能であり、従来の1.5T装置と比較して描出能が優れていることが示された。3.0T装置を用いたトラクトグラ

フィーを電気生理学的な機能推定手法と併用することで、脳神経外科手術における機能温存に寄与する可能性が示唆された。

論文審査の結果の要旨

本研究は3.0テスラ(T) MRI 装置を用いた脳白質線維束の描出能を検討、ついで臨床応用を検討したものである。

まず最初に健常者30名を対象とし、3.0T 装置と1.5T 装置を用いて頭部拡散テンソル画像を撮影、ついで専用ソフトウェアを用いてトラクトグラフィーを作成、線維束（錐体路、上縦束、脳梁、脳弓）を描出能の比較を試みたものである。視覚的な描出スコアと描出された線維束数の2項目、錐体路については更に線維束数の左右差について比較評価した結果、3.0T 装置は1.5T 装置と比べて有意に線維束描出が優れているという結果を得た。この結果をふまえ、次の検討として3.0T 装置にて描出された錐体路と運動誘発電位にて推定される真の錐体路との比較検証を試みた。脳占拠性病変8症例を対象とし、錐体路トラクトグラフィーを作成し、脳神経外科手術用のナビゲーションシステムに導入し手術支援を試みるとともに、術中運動誘発電位との比較検討を行った。結果、4例においてトラクトグラフィー近傍白質刺激により誘発電位が観測され、8例全例において術後の運動麻痺増悪は無く、術後も錐体路は描出可能であった。これらの検討にて、3.0T MRI 装置を用いたトラクトグラフィーは1.5T 装置と比較して描出能が優れ、電気生理学的な機能推定と併用することで術後機能温存に寄与する可能性が示唆された。

以上の研究は3.0T MRI 装置を用いた拡散テンソルトラクトグラフィーが脳内線維束の非侵襲的可視化に優れ、脳占拠性病変の外科的治療においては電位生理学的な機能推定と併用することで術後機能温存に寄与する可能性を示唆し、脳機能の解明に貢献し、中枢神経疾患の臨床および研究に寄与するところが多い。

したがって、本論文は博士（医学）の学位論文として価値あるものと認める。

なお、本学位授与申請者は、平成18年12月26日実施の論文内容とそれに関した試問をうけ、合格と認められたものである。