

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 29 年 6 月 19 日現在

機関番号：32661

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2014～2016

課題番号：26461837

研究課題名(和文) 拡散テンソル画像を用いた末梢神経障害における新たな画像診断法の確立

研究課題名(英文) Evaluation of peripheral nerve impairment by diffusion tensor imaging

研究代表者

稲岡 努 (INAOKA, Tsutomu)

東邦大学・医学部・准教授

研究者番号：00322892

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,300,000円

研究成果の概要(和文)：末梢神経障害に対してMRIでの拡散テンソル画像が有用な評価法か否かについての研究を行った。末梢神経ファントムを作成し、撮像条件を変化されることにより拡散テンソル画像からの測定値に影響が出ることを確認した。撮像条件を一定にし、健常ボランティアの手関節レベル正中神経を撮像し、神経伝導速度測定と比較した。拡散テンソル画像と神経伝導速度測定には相関関係があることを確認した。正中神経障害患者での拡散テンソル画像の撮像を行い、正常正中神経とは測定値に差が認められた。この結果は、MRIによる画像評価のみならず、拡散テンソル画像からの測定値によっても末梢神経障害を評価することが可能であると結論となった。

研究成果の概要(英文)：The purpose of this study was whether diffusion tensor imaging was useful for the assessment of peripheral nerve impairment or not. By the experimental study using a peripheral nerve phantom, it was elucidated that changes of parameters of diffusion tensor imaging could influence the values from diffusion tensor imaging. Under fixed parameters of diffusion tensor imaging, diffusion tensor imaging for normal and abnormal median nerves was assessed. It was elucidated that the values from diffusion tensor imaging had a good correlation with those from the nerve conduction studies. In addition, there was a significant difference of the values from diffusion tensor imaging between normal and abnormal median nerves. Therefore, diffusion tensor imaging may be a useful tool for the assessment of peripheral nerve impairment.

研究分野：放射線診断学

キーワード：末梢神経 正中神経 MRI 神経伝導速度測定

1. 研究開始当初の背景

末梢神経障害患者は糖尿病、アルコール飲酒、化学療法施行などにより、単なる外傷、感染のみならず、増加していく傾向にあると思われる。末梢神経障害では自覚症状に乏しいこともあるが、末梢神経障害に関する評価は診察所見、生理機能検査での神経伝導速度測定によることが一般的である。しかしながら、診察所見のみでは客観性に欠け、生理機能検査での神経伝導速度測定は、やや侵襲性がある。これらの検査での最大の問題点は末梢神経、その異常を直接、視覚的に観察することができないことである。近年、超音波検査、磁気共鳴装置（以下、MRI）の進歩が目覚ましく、画像検査による“見える化”、直接的な末梢神経の評価に期待が集まっている。しかし、これまでのところ画像検査の役割は占拠性病変などによる二次的な末梢神経障害を否定する目的が主である。しかし、それにとどまらず、近年では、同時に末梢神経自体の異常を捉える、直接的に観察できる可能性への期待がある。今のところ画像検査では超音波検査が普及している。超音波検査は簡便で、検査時間も短く、誰にでも、どこでも使用可能であり、外来診察室でも使用されている。しかし、手技者依存性が強く、空間分解能が低く、客観性に乏しいという欠点がある。さらに、表在性のもは観察できるが、深部病変の観察には適さない。一方、同じ画像検査でもMRIは空間分解能が比較的高く、客観性に比較優れる。現在、3Tといった比較的高磁場のMRIが臨床応用され始め、末梢神経のような細かな構造体に対しても撮像条件を最適化することにより、観察が可能となる可能性があり、末梢神経に対するMRIによる新たな画像診断の評価に対する期待が高まっている。現在のところ、MRIでは、とくに末梢神経炎、絞扼性末梢神経障害に対して臨床応用が進み、T2強調画像、拡散強調画像を中心とする画像診断法の研究報告が行われてきている。さらには、中枢神経領域を主体に研究が行われてきた拡散テンソル画像は、神経線維の異方性、さらには神経連絡を観察するのに適しているとの推察されるに至り、末梢神経領域への臨床応用の期待が高まり、末梢神経自体の描出、末梢神経障害の診断、末梢神経障害の予後予測に対する拡散テンソル画像の有用性に関する研究が始まっている。

2. 研究の目的

神経組織は極めて細く、長く連続性のある構造体であり、神経同士が連絡性を保っている。これまでのところ中枢神経領域を主体に拡散テンソル画像の有用性が報告されており、末梢神経においても中枢神経領域と同様に拡散テンソル画像が末梢神経の描出、末梢神経障害の画像評価に適しているか否かを評価する必要がある。末梢神経は中枢神経領域と異なり、四肢末梢に存在していることが多く、MRIでの撮像自体が難しい面がある。

MRIのなかでも拡散テンソル画像は撮像条件の自由度が非常に高いため、末梢神経を撮像する際の拡散テンソル画像の撮像パラメータを変化させ、撮像条件が拡散テンソル画像より得られる測定値に影響を及ぼすか否かについて検討を行う。さらに、末梢神経は四肢では筋肉に囲まれている構造体であり、線維の方向性としては、末梢神経、筋肉の線維の方向性が類似している点が拡散テンソル画像を利用していくうえで障壁となる可能性がある。また、MRIによる末梢神経の評価ではT2強調画像、拡散強調画像によるものが主体であったが、個体差による影響も臨床的には問題とされてきた。ここで拡散テンソル画像を用いることで、拡散テンソル画像での撮像パラメータ、撮像コイルなどを末梢神経の観察に最適化したうえで性別、年齢などの個体側の要素に拡散テンソル画像への影響について検討する。まずは、健常ボランティアを用いて正常な末梢神経での拡散テンソル画像の撮像を行い、生理機能検査での神経伝導速度測定との比較検討を行う。さらに、末梢神経障害に対して拡散テンソル画像を撮像し、末梢神経障害に対して拡散テンソル画像を用いた評価法が有用か否か、生理機能検査での神経伝導速度測定と比較検討を検討する。また、トラクトグラフィでは撮像条件、表示条件について評価検討する。

3. 研究の方法

使用装置は3T臨床用MRIを用いる。植物を用いて末梢神経ファントムを自主的に作成し、拡散テンソル画像での印加軸数、加算回数などの撮像パラメータ、撮像コイルなどを変化させ、こうした撮像条件の設定が拡散テンソル画像からの測定値に影響を及ぼすか否かについて評価検討し、影響を及ぼす重要な因子について検討する。続いて、健常ボランティア40名程度（20～69歳）に対して両側手関節レベルでの正中神経に対して、上記の評価検討より得られた結果より、撮像条件を末梢神経に対して最適化、固定化したうえで拡散テンソル画像の撮像を行い、拡散テンソル画像での末梢神経の測定値を得る。同時に簡単な問診、生理機能検査から神経伝導速度測定を行う。さらに拡散テンソル画像からはトラクトグラフィの描出も行う。撮像条件、表示条件からの描出に違いがどうかについて評価検討する。拡散テンソル画像からの測定値と生理機能検査での神経伝導速度測定とで相関関係があるかについて評価する。また、正中神経障害の患者に対しても同様の撮像条件で拡散テンソル画像の撮像を行い、健常ボランティアの正中神経、正中神経障害患者での拡散テンソル画像の測定値、トラクトグラフィの描出の比較検討を行う。

4. 研究成果

自主作成の末梢神経ファントムでの拡散テンソル画像での評価からは、印加軸数、加算

回数などの撮像パラメーター、撮像コイルの違いによって拡散テンソル画像から得られる測定値に違いが生じることが確認された。また、トラクトグラフィーの描出にも違いが生じることが確認された。以上の結果を踏まえて、印加軸数、加算回数などの撮像パラメーター、撮像コイルの設定を実際の手関節レベルでの末梢神経、とくには正中神経を標的として最適化し、固定化したうえで健常ボランティア40名程度に対して両側手関節レベルでの拡散テンソル画像の撮像を行い、同時に行われた生理機能検査での神経伝導速度測定との比較検討を行った。年齢、性別といった個体側の要素による評価も行った。結果として、年齢、性別によって測定値に違いが生じることが確認された。年齢、性別に関係なく、拡散テンソル画像からのADC値と生理機能検査である神経伝導速度測定に相関関係はみられなかった。拡散テンソル画像からのFA値と生理機能検査である神経伝導速度測定には良好な相関関係が確認された。撮像条件、表示条件の設定によって末梢神経のトラクトグラフィーの描出に違いがでることが確認され、末梢神経に対して最適化することで末梢神経に対してトラクトグラフィーの描出が可能であることが確認された。さらに、正中神経障害患者では拡散テンソル画像からのFA値の低下がみられ、健常ボランティアでの正常な正中神経からの測定値と正中神経障害における測定値とは違いが確認された。トラクトグラフィーでも正常な正中神経、正中神経障害では描出に違いがでることが示唆された。この結果からは、これまでのMRIによる末梢神経障害の評価ではT2強調画像、拡散強調画像が主体で行われてきたが、拡散テンソル画像での末梢神経の評価を行うことで、さらに付加的な情報が得られることが示唆され、MRIでの画像検査による新たな画像検査の有用性が確認された。MRIでの拡散テンソル画像による末梢神経の評価が末梢神経障害の新たな指標の一つになる可能性があることが推察され、今後の末梢神経障害の評価方法として拡散テンソル画像を加えることが標準化されることが期待される。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文](計0件)

[学会発表](計10件)

稲岡努。基礎から最新撮像技術を絡めた骨軟部画像診断～MRIを中心に～。第70回千葉撮像技術研究会、2017年1月7日、千葉大学(千葉県千葉市)。

酒井亮介、曾川将宏、中澤博行、戸澤光行、稲岡努、寺田一志、高橋修。正中神経における拡散テンソルと神経伝導速度との相関性の検討。第44回日本磁気共鳴医学会、2016年9月9日、大宮ソニックシティ(埼玉県さいたま市)。

Yumi Koizumi, Masaru Sonoda, Tsutomu Inaoka, Hitoshi Terada, Hideki Nagatomo. Comparison of 3D FSE Cube and 3D fiesta-c sequences for image contrasts of the tissues on T2-weighted images in cervical spine MR imaging at 3T. 2016年5月12日、Suntec Singapore Convention & Exhibition Centre、(Singapore, Singapore)。

Tsutomu Inaoka, Masayuki Odashima, Mitsuyuki Tozawa, Hiroyuki Nakazawa, Masahiro Sogawa, Tomoya Nakatsuka, Rumiko Kasai, Hitoshi Terada. Value of 3D FSE STIR images with blood-suppression pulse technique for the brachial plexus at 3T. ISMRM 23rd annual meeting and exhibition, 2015年6月1日、Metro Toronto Convention Centre (Toronto, Canada)。

小泉百未、園田優、稲岡努、永友秀樹。頸部脊髄神経における variable refocus flip angle 3D FSE の有用性。第43回日本磁気共鳴医学会、2015年9月11日、東京ドームホテル(東京都文京区)。

Tsutomu Inaoka, Masayuki Odashima, Shusuke Kasuya, Rumiko Ishikawa, Tomoya Nakatsuka, Noriko Kitamura, Hitoshi Terada. MR neurography. 42nd annual meeting and musculoskeletal imaging course: fundamentals to advanced concepts, 2015年9月29日、Grand Wailea Resort Hotel & Spa (Maui, Hawaii, USA)。

Tsutomu Inaoka. MR neurography. Imaging in Hawaii, 2015年3月24日、Grand Hyatt Kauai (Kauai, Hawaii, USA)。

酒井亮介、曾川将宏、中澤博行、戸澤光行、稲岡努、寺田一志、岸雅彦、榊原隆次。拡散テンソル画像を用いた正中神経描出についての検討。第43回千葉MR研究会、2015年2月28日、京葉銀行文化プラザ(千葉県千葉市)。

曾川将弘、戸澤光行、中澤博行、稲岡努、寺田一志。正中神経を標的とした拡散テンソル画像撮像条件についての基礎的検討二報。第42回日本磁気共鳴医学会、2014年9月19日、ホテルグランヴィア京都(京都府京都市)。

曾川将宏、戸澤光行、中澤博行、稲岡努、寺田一志。正中神経を標的とした拡散テンソル画像撮像条件についての基礎的検討一報。第42回日本磁気共鳴医学会、2014年9月19日、ホテルグランヴィア京都(京都府京都市)。

[図書](計0件)

[産業財産権]

出願状況(計0件)

名称:

発明者:

権利者:

種類：
番号：
出願年月日：
国内外の別：
取得状況（計0件）

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
取得年月日：
国内外の別：
〔その他〕
ホームページ等

6. 研究組織

(1) 研究代表者

稲岡 努 (INAOKA, Tsutomu)

東邦大学・医学部・准教授

研究者番号：00322892

(2) 研究分担者

寺田 一志 (TERADA, Hitoshi)

東邦大学・医学部・教授

研究者番号：90227520

(3) 連携研究者

()

研究者番号：

(4) 研究協力者

()