



Title	Diffusion Imaging of the Human Brain : A New Pulse Sequence Application for a 1.5T standard MR System.
Author(s)	原田, 貢士
Citation	大阪大学, 1991, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/37758
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、 ＜a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed">https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed >大阪大学の博士論文についてをご参照ください。

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

The University of Osaka

氏 名	原 田 貢 士
博士の専攻分野 の 名 称	博 士 (医 学)
学 位 記 番 号	第 9 9 4 6 号
学位授与年月日	平 成 3 年 11 月 7 日
学位授与の要件	学位規則第 4 条第 2 項該当
学 位 論 文 名	Diffusion Imaging of the Human Brain: A New Pulse Sequence Application for a 1.5 T standard MR System. (人脳の拡散イメージング: 新しいパルスシーケンスの臨床用 1.5 テスラMRI 装置への応用)
論文審査委員	(主査) 教 授 小塚 隆弘 (副査) 教 授 早川 徹 教 授 井上 俊彦

論 文 内 容 の 要 旨

〔目 的〕

新しいパルスシーケンスを開発し, 特別なハードウェアオプションを用いない通常の 1.5 T 全身用 MRI 装置で, 生体人脳の異方性拡散を詳細に描出できるか否かを検討した。

〔方法ならびに成績〕

スピンエコーシーケンスを基に拡散にセンシティブなシーケンスと拡散にノンセンシティブなシーケンスを作成し, 両者の信号強度より各画像ピクセル毎の拡散係数を算出し拡散係数画像を作成した。両シーケンスの違いは拡散に対する感受性のみで, 緩和効果による信号強度の変化には両者とも等しく影響を受けるように設計した。

拡散にセンシティブなシーケンスでは, 3 次元全ての方向に同時に拡散効果検出用の傾斜磁場を 180° パルスの前後に印可した。3 方向同時に拡散効果検出用傾斜磁場を印可しているため, 拡散に対する感受性は 1 方向におけるときの 3 倍であり, 実効拡散効果検出用磁場の方向は 3 軸に等しく斜位となっている。傾斜磁場の強度は装置の過剰な振動を避けるために 8 mT/m とし, 印可時間は最終的に計算される拡散係数のエラーが最小になるように最適化し 30 msec とした。拡散に対する傾斜磁場因子 (b 値) は 600 s/mm² である。

拡散係数測定精度の評価するため水 (等方性拡散) の拡散係数を測定した。測定値は 2.28×10^{-3} mm²/s であり, 諸家の報告値と一致した。

拡散の異方性を確認するために, 1 軸の拡散検出用傾斜磁場の符号を互いに反転させ実効拡散効果

検出用傾斜磁場の方向を変化させた2種類の撮影をパイナップルを対象として行った。パイナップルの画像は実効拡散検出用傾斜磁場の方向の変化にともなって濃度パターンが変化し、われわれの開発したパルスシーケンスが異方性拡散の評価に有効であることが示された。

健康な志願者の脳は基底核レベルの横断面で撮影した。内包や脳梁および前頭葉の白質とともに深部灰白質も同時に評価できるためこの断面を採用した。拡散係数イメージ上では、左右の内包や脳梁の膝部および前頭葉白質の輝度（拡散係数）は明らかな左右差を示したが、大脳基底核や視床では左右差は認められなかった。白質に認められた左右差が異方性拡散に基づくものであることを証明するために、パイナップルを用いた実験と同様の手法を用いて実効拡散効果検出用磁場の方向を左右に反転させ再度同一断面を撮影した。この撮影で得られた画像では、先の画像で認められた大脳白質の輝度の左右差が左右逆転し、大脳白質の拡散係数画像上での輝度の傾斜磁場方向への依存すなわち異方性拡散が確認された。前頭葉白質内では微細な拡散パターンの変化が捉えられた。深部灰白質には拡散の異方性は認められなかった。

〔総括〕

拡散イメージングは近年最も注目を集めているMRIを用いた研究分野の一つである。拡散イメージングの有望な能力の一つとして異方性拡散を利用して脳の白質繊維の走行方向を視覚化できることがあげられる。Moseley等¹⁾は実験用装置を用いて猫の中樞神経系の異方性拡散を明瞭に画像化することに成功している。Chien等²⁾は全身用臨床装置を用いて人脳にも異方性拡散が存在することを証明した。しかしながら、生体人脳を対象とした拡散イメージの画質は満足できるには未だ遠いものであった。われわれの開発した拡散係数イメージングでは深部白質内の異方性に基ずく微細な拡散パターンまでも描出する事が可能になった。拡散の異方性はミエリンの規則的構造と深く関連するものと考えられており、われわれの手法を適用することにより、脳の発達診断や白質病変におけるミエリンの状態の解明などに多くの新たな情報を提供できるものと思われる。

論文審査の結果の要旨

生体内の分子拡散の画像化は近年注目を集めているが、人脳を対象とした拡散イメージの画質は満足できるものではない。本研究では、新しいパルスシーケンスを開発し、通常の1.5 T臨床用MRI装置で、人脳の拡散パターンを詳細に描出できるか否かを検討した。

独自に開発されたパルスシーケンスでは、直交3方向同時に拡散検出用傾斜磁場を印可し、拡散に対する感受性を高めている。また、拡散検出用傾斜磁場の印可時間を調整することにより、最終的に計算される拡散係数のエラーが最小になるようにパルスシーケンスの最適化がはかられている。

このパルスシーケンスによる拡散係数測定の精度および異方性拡散の検出能を確認の後、健康な志願者の脳を撮影し異方性拡散による大脳白質の微細な拡散パターンの変化を捉えることに成功した。

すなわち、本パルスシーケンスを用いることにより通常の1.5 T全身用MRI装置にても臨床応用可能な程度の画質の人脳の拡散イメージを得ることができることが示された。