

平成 21 年 5 月 28 日現在

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2007～2008

課題番号：19591426

研究課題名(和文) 磁場強度が異なる MR 装置での血管撮像の測定精度の研究

研究課題名(英文) The research of the measurement accuracy of the vascular imaging in the different magnetic field strength MR Units

研究代表者

肥合 康弘(HIAI YASUHIRO)

熊本大学・医学部保健学科・助教

研究者番号：40404339

研究成果の概要：

3T という強い磁場強度を持つ MR 装置が臨床に用いられる様になり、MR 血管撮像の画質が大きく変化した。本研究は、それにより動脈瘤及び狭窄性病変の描出能がどのように変化したかを比較検討した。それと同時に、高磁場における撮像条件の最適化を行った。高い磁場により増加した SNR を、マトリックス数を増加させることによる高分解化に利用する事で、評価を向上させる事ができる。また、最適化した撮像条件において視覚評価及び定量評価両面において、画質が向上している事が確認出来た。

交付額

(金額単位：円)

| | 直接経費 | 間接経費 | 合計 |
|---------|-----------|---------|-----------|
| 2007 年度 | 2,300,000 | 690,000 | 2,990,000 |
| 2008 年度 | 1,000,000 | 300,000 | 1,300,000 |
| 年度 | | | |
| 年度 | | | |
| 年度 | | | |
| 総計 | 3,300,000 | 990,000 | 4,290,000 |

研究分野：医歯薬学

科研費の分科・細目：内科系臨床医学・放射線科学

キーワード：MRI, MRA, 動脈瘤, 血管狭窄, 3Tesla

1. 研究開始当初の背景

3Tesla(T)の磁場強度を持つ MRI 装置が臨床に使用されるようになり画質が大きく変化したことが報告されている。特に MR 血管撮像における画質の向上は大きく診断能に大きく影響を与えていると考えられ、定量的な評価を行った報告は少なかった。また、3T での撮像条件の最適化などは、臨床に供されるようになってからの期間が短い事もあり、不十分であり、その性能を生かす事が出

来ていないと考えた。

2. 研究の目的

本研究は、2006 年度に若手研究(スタートアップ)の予算により研究をスタートした。その1年目が終了した時点で今回の予算である基盤(C)に切り替わりその後2年間にわたっての研究となった。

本研究の目的は、3T と 1.5T の磁場強度の違いによる血管描出能の違いを撮像条件を最適化した上で比較検討を行うことである。

このことにより磁場強度異なる事による血管撮像での画質特性について理解し、3Tの性能を生かす事が出来る。

若手研究(スタートアップ)の結果をふまえて、1年目は頭部動脈瘤について、2年目は躯幹部の狭窄性病変について、視覚的、定量的に評価を行う。

3. 研究の方法

血管ファントムを用いて行う。以下の2種類のファントムを用いて、様々な撮像条件で撮像を行い、撮像条件の最適化を行う。その撮像条件において視覚的、定量的な評価を行う。両ファントムとも、拍動流ポンプと接続し、T1、T2値が血液と近いシェリーメディカルイメージングテクノロジー社製の擬似血液を使用して、人体内の血流と近い流れでの撮像を行った。

使用したMRI装置はSiemens社製MAGNETOM Symphony 1.5TおよびMAGNETOM Trio A Tim 3.0Tである。

(1) 1mm~5mmの直径を持つ動脈瘤を有する血管ファントムを用い、頭部血管撮像に用いる3D TOF法での画質を評価する。撮像パラメータとしては、マトリックス数、撮像時間およびTEを変化させた。得られた画像をMIP処理し以下の5段階で視覚評価を行った。
 評価5=完全な半円状として描出されている
 評価4=十分に半円状として描出されている
 評価3=崩れた半円状として描出されている
 評価2=半円状ではないが描出が確認できる
 評価1=全く描出できていない

(2) 狭窄率10%~90%の狭窄を持つ血管を有するファントムを用い、躯幹部MRAに用いる造影MRAおよびNATIVE法における画質を評価する。撮像パラメータとしては、マトリックス数及びスライス厚を変化させた。得られた画像の視覚評価および、狭窄率を計測しファントムの実際の狭窄率との比較を行う定量的評価を行った。

4. 研究成果

(1) 動脈瘤ファントムにおける結果

視覚評価比較的大きい5mmの径を持つ動脈瘤(図1)と比較的小さい2mmの径を持つ動脈瘤(図2)の視覚評価の結果を示す。縦軸が評価点でマトリックス数を変化させて評価を行っている。*は有意差(p<0.05)が有ることを示している。

図1に示す比較的大きい5mmの径を持つ動脈瘤では、若干3Tの評価が1.5Tを上回っているものの、大きな差は無い。また、マトリックス数による変化も少ない。図2の比較的小さい2mm径の動脈瘤では、有意差を持って3Tの評価が高い事がわかる。しかも1.5Tで

は、マトリックス数が多いほど評価が下がっているのに比較して、3Tでは逆にマトリックス数が多いほど評価が高くなりその差が大きくなった。

なお、今回の視覚評価の結果で3mmおよび4mmの結果は、紙面の都合上省略しているが、

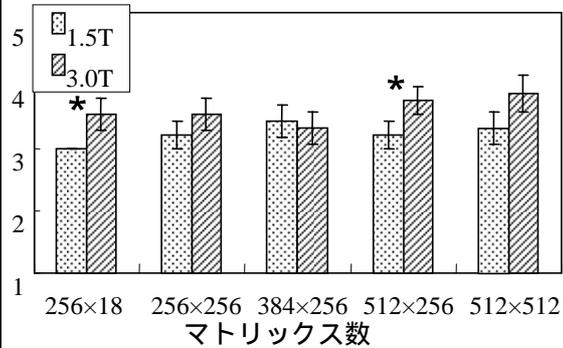


図1 動脈瘤の径2mmの評価比較

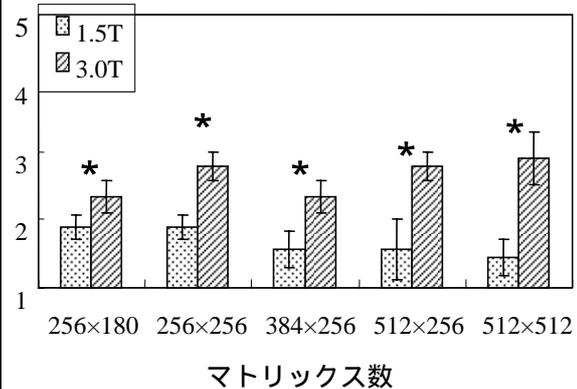


図2 動脈瘤の径2mmの評価比較

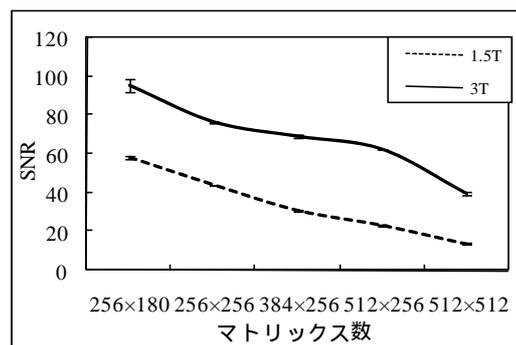


図3 擬似血液のSNR

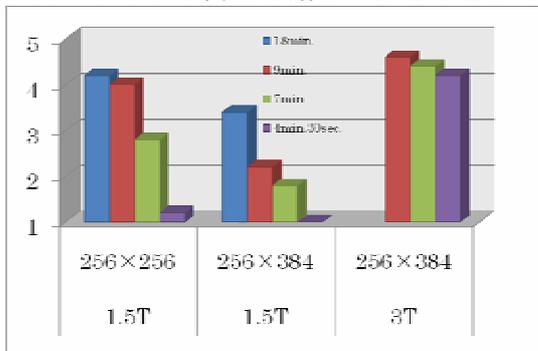
1mmの最も小さい動脈瘤は、両磁場強度とも描出する事が出来ず、評価を行っていない。

図3に画像上での擬似血液のSignal to Noise Ratio(SNR)を示す。マトリックス数を変化させている。マトリックス数を増加させると、両磁場強度ともSNRは減少するが、もともと3Tという高い磁場強度によりSNRが

高いため、1.5T で 256×180 マトリックスの SNR が 3T では、512×256 とほぼ同等であり、このことも視覚評価を裏付けていると考える。また、磁場強度が高くなると、T1 値が延長することにより組織の信号が低下し、インフロー効果に依存する血流信号はほとんど変化しないためにコントラストが向上すると言われている。これらの要素がマトリックス数の増加による SNR の劣化を補ったためだと考えられる。

高磁場での頭部 3D TOF 法での撮像を行う場合は、マトリックス数を増やした高分解能撮像により、その効果を生かす事が出来、特に小さい動脈瘤の描出能を向上させる事ができる。

また、撮像条件の最適化に関し、撮像時間及び、TE についての検討も行っている。撮像時間についての結果を図 4 に示す。縦軸が視覚評価の評価点である。撮像時間を 4.5 分から 1.5T は 18 分まで、3T は 9 分まで変化させている。1.5T では、撮像時間の延長に伴って評価点も増加している。特にマトリックス数の多い 256×384 での変化が大きい。それに対し、3T ではほとんど変化していない。これは、1.5T では SNR が不足しているため、撮像時間を延長する事により SNR を向上させる事が評価の向上に結びついたが、3T はもともと SNR が十分に高いため、撮像の延長が必要なかったと考えられる。このことは、近年使用され始めた Parallel imaging 等を活用して撮像時間の短縮を行い、患者負担の軽減及びスループットの向上に結びつけることがで



きる事を示している。

TE についての検討では、3T によって増加する磁化率効果によるアーチファクトを懸念して、塞栓用のプラチナコイルを動脈瘤ファントムの動脈瘤部につめて、残存動脈瘤についての評価を行った。TE を 1.4msec から 6.5msec まで変化させた。3T では短くするほど評価が高くなったが、3.3msec 以下では大きな変化は無かった。今回の、ファントムでは評価出来なかったが、実際の臨床において

図 4 撮像時間の動脈瘤描出能への影響

そのため、1.5T では、6.5msec 程度の out-of-phase で撮像される事が多いが、3T では共鳴周波数が異なるため、3msec 程度が out-of-phase となる。これらのことをふまえ、3T での TE は 1.5T より短い 3msec 程度で撮像することを推奨する。

(2) 血管狭窄ファントムによる結果

狭窄ファントムによる結果は、現在論文執筆中であるので結果の概要を記載する。狭窄ファントムは、方法のところで述べた様に駆幹部を対象とした撮像法での評価を行った。

駆幹部を対象とした撮像法としては、造影 MRA および NATIVE 法がある。両方法とも、3T の方が若干評価が高いが、(1)の頭部動脈瘤の評価ほどの差が見られなかった。また、マトリックス数による評価の差も小さかった。これは、駆幹部を対象としており元々 FOV が大きいのでマトリックス数を変化させてもそれほど空間分解能に影響を与えなかった事と、特に NATIVE 法の場合、マトリックス数を増加させる事により、データサンプリング時間が延長し、心電図同期による拡張期と収縮期のタイミングをうまく捕らえる事出来なくなったことが大きく影響しているのでは無いかと考える。

また、造影 MRA と非造影の NATIVE を、それぞれの磁場強度で比較したが、いずれも造影 MRA の評価が高かった。しかし、NSF 等の造影剤の副作用が問題とされており、今後非造影シーケンスの開発が望まれていると言う背景がある。今回評価を行った、NATIVE 法は、シーメンス社が開発しあまり期間が経っていない非造影のシーケンスであり開発途中である。他社の同様の非造影である FBI というシーケンスは、かなり開発期間が長くそれだけ画質に関する検討が多く加えられているため評価が変わる可能性がある。今後、そこまで含め、メーカーによらない評価を行って行く予定である。

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 2 件)

Kakeda S, Korogi Y, Hiai Y, Sato T, Ohnari N, Moriya J, Kamada K, MRA of intracranial aneurysms embolized with platinum coils: a vascular phantom study at 1.5T and 3T. J Magn Reson Imaging; 28(1): 13-20.2008. 査読有

Hiai Y, Kakeda S, Sato T, Ohnari N, Moriya J, Kitajima M, Hirai T, Yamashita Y, Korogi Y, 3D TOF MRA of intracranial

aneurysms at 1.5 T and 3 T: influence of matrix, parallel imaging, and acquisition time on image quality - a vascular phantom study. Acad Radiol; 15(5): 635-40. 2008. 査読有

〔学会発表〕(計4件)

中戸研吾、幹部 MRA における 3T と 1.5T の比較、第 3 回九州放射線医療技術学術大会、2008/11/1、宮崎県

桑野真由美、幹部 MRA における造影と非造影の比較、第 3 回九州放射線医療技術学術大会、2008/11/1、宮崎県

Yasuhiro Hiai, Three-dimensional TOF MRA of Intracranial Aneurysms at 1.5T and 3T: Influence of Matrix, Parallel Imaging, and Acquisition Time on Image Quality- A Vascular Phantom Study 北米放射線学会 米国シカゴ 2007/11/26

今村聡、MRA における脳動脈瘤描出能の 1.5T と 3T の比較、第 2 回九州放射線医療技術学術大会、2007/11/24、大分県

6. 研究組織

(1)研究代表者

肥合 康弘(HIAI YASUHIRO)

熊本大学・医学部保健学科・助教

研究者番号：40404339

(2)研究分担者

(3)連携研究者

山下 康行(YAMASHITA YASUYUKI) (2007 年度は研究分担者)

熊本大学・医学薬学研究部・教授

研究者番号：60220349

平井 俊範(HIRAI TOSHINORI) (2007 年度は研究分担者)

熊本大学・医学薬学研究部・准教授

研究者番号：40274724