29-125

上肢における phased array coil を使用した dual coil の有用性

○伊藤 修、高越 浩一、光井 英樹、中田 和明
倉敷中央病院 放射線センター

【背景】当院では広範囲撮像可能な phased array coil を保有しているが、上肢に対する特定の coil はない。被検者は負担が少ない仰臥位で上肢を体側に下した場合、coil 感度、coil の自由性及び撮像範囲を考慮すると SENSE FLEX MEDIUM COIL（Flex-M）を使用した dual coil が選択肢として考えられる。

【目的】Flex-M dual coil を使用して上肢を広範囲で高分解能な画像を得るため、最良と思われる設置方法を検討した。

【使用機器、ソフト】PHILIPS 社製 Intera 1.5T、自作ファントム（10mM 塩化ニッケル水溶液）、Image J、PI-SNR 差分マップ法

【検討内容】①Flex-M の基礎検討、②Flex-M dual coil の設置方法による違い、③Flex-M dual coil と他 coil との比較、④ボランティアによる撮影

【検討方法】

SNR 測定

Image J で差分マップ法により SNR 評価を行った。

SNR（x, y）= SI（x, y）/（SD（x, y）/（2^0.5））

あるピクセル位置（x, y）における 7×7 近傍の平均値を SI（x, y）・標準偏差を SD（x, y）

全均一性測定

ファントムの中心からファントム総面積の約 80％エリア内のピクセル値に対し、最大値と最小値を測定した。AAPM では全均一性（U）は次式で表わされる。

U（%）= {1-（Smax-Smin）/（Smax+Smin）} ×100

最大ピクセル値（Smax）・最小ピクセル値（Smin）

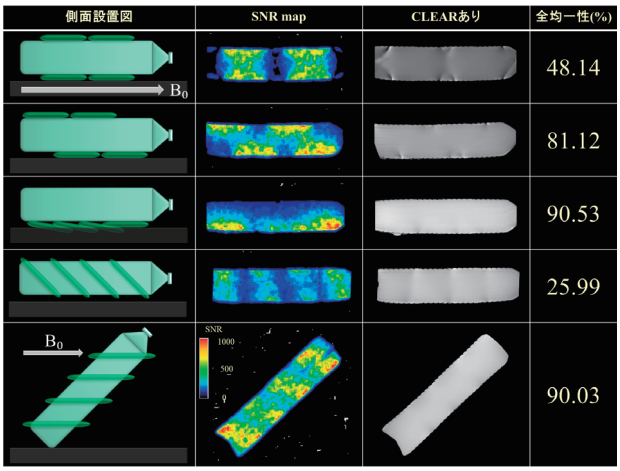
【結果、考察】結果表を下図に記す。（Fig.1）

①Flex-M dual coil の間隔は 10～14 ㎝とした。▶離すと coil 間の SNR が低下し、近すぎると互いに誘引起電力が発生し、それぞれが干渉し合うため信号の損失が生じたと思われる。

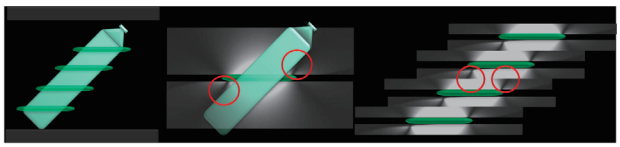
②-1　片面感度では広範囲における SNR と全均一性の両立は困難であった。▶ Flex-M dual coil の限られた感度域と無感度領域の影響と思われる。

②-2　Flex-M dual coil を B_0 方向に半分重ねるとアーチファクトは減少した。▶無感度領域と高感度領域が重なり合い極端な信号低下を防いだと思われる。

②-3　ファントムを傾け、Flex-M dual coil を通して水平にした時は広範囲に SNR が高く、全均一性も良かった。▶ファントム直立が最良だが coil 内径とガントリーの規格上 45° が限界であった。コイル中心と両面を使用でき、更に B_0 に平行なので広範囲で高感度である。ファントムを傾けると無感度領域を一部回避できた。B_0 方向に coil 半分ずれているため無感度領域の影響は減少したと考えられる。（Fig.2）



↑ Fig.1　結果（SNR map、CLEAR あり、全均一性）



↑ Fig.2　側面設定図と考察図

③他の coil に比べて SNR が高く、全均一性も良かった。▶1つのエレメントが小さいため感度が高い。コイル中心と両面の感度を使用できる。自由性があり、被写体に合わせて調節できるのも要因である。

④ボランティア撮影では整形外科用シーネを使用して上肢遠位側を挙上、固定と coil 端の接触を防いだ。等間隔の Flex-M dual coil を上肢に通し、およそ水平に設置した。（Fig.3）SNR の良い画像を取得でき、SENSE も使用可能であった。

↑ Fig.3　ボランティアの coil 設定画像

【結語】Flex-M dual coil の特性を理解した上での使用方法により上肢における有用性が示唆された。しかしポジショニングや coil 設置の時間など課題が残る。

29-126

1.5T 装置における8ch Head coil と12ch Head coil の SNR 検討

○中田 直[1)]、宮武 祐士[1)]、香川 福宏[1)]、高橋 優子[1)]、佐竹 徳彦[1)]、本城 尚美[2)]
1）おさか脳神経外科病院 放射線部、2）おさか脳神経外科病院 放射線科

【目的】当院では GE 社製 Signa HDxt 1.5T ver15.0 へのバージョンアップおよび12ch Head coil の導入を行った。

今回、導入された12ch Head coil と従来の8ch Head coil を使用し信号値、SNR、感度特性比について比較検討を行った。

【撮像条件】撮像シーケンスは spin echo 法（T1強調画像）を使用し TR 500ms、TE 10ms、Slice Thickness 5 ㎜、FA 90°、Matrix 256 × 256

【撮像方法】

1. 各コイルを用い、同一条件にてファントムを3方向でそれぞれ2回撮像を行った。
2. 各コイルの感度特性を比較するため、Axial は5点、Coronal・Sagittal は9点で信号値、SNR を求めた。
3. 差分法を用い Image J を用いて差分画像を作成し、SNR を求めた。
4. 感度補正処理（PURE）を用いた場合の比較も行った。
5. 同意を得た健常ボランティア1名に対し、同一条件下でマトリックスサイズのみ変化させて撮像を行った。

【結果】

1. 各 ROI と信号値の関係
   - Axial ではコイル中心部で信号が低下し、コイル中心部の両端で上昇した。
   - Coronal・Sagittal ではコイル上部で信号値は上昇、コイル下部で低下した。

2. 各 ROI と SNR の関係
   - Axial では信号値と同様コイル中心部、後面で SNR は低下し、コイル中心部の両端で上昇した。
   - Coronal・Sagittal では、コイル上部で SNR は上昇し、コイル下部で低下した。

3. 感度補正処理と信号値の関係
   - 信号値は12ch Head coil が8ch Head coil と比較して高い値を示した。
   - 補正前は場所による信号値のばらつきがみられたが、補正後は信号値が平均化された。

4. 感度補正処理と SNR の関係
   - 信号値と同様感度補正を行うと SNR は上昇し、12ch Head coil より高い値を示した。
   - 場所による SNR の平均化はされなかった。

5. 健常ボランティア画像
   - 感度補正を用いない撮像では画像中心部の信号が低下し、画像評価が困難であった。
   - 感度補正を用い、マトリックスを変化させた撮像では12ch Head coil が白質と灰白質のコントラスト差が高い画像が得られた。
   - マトリックス512高分解能撮像では、12ch Head coil による画像が8ch Head coil と比較して内包後脚の線維束の抽出、白質・灰白質のコントラスト差が優れていた。

【まとめ・考察】

- 12ch Head coil は8ch Head coil と比較して、コイルのエレメント数が大きいため高い信号値、SNR の画像が得られたと考える。
- コイルの形状や特性から、エレメントに近いコイル中心部の両端、コイル上部で信号が上昇し、中心部・下部で低下することが分かった。
- 感度補正を用いたファントム実験では、コイル中心部、下部の信号低下が補正され、測定場所による信号値のばらつきを減らすことができた。
- 健常ボランティア撮像においても、12ch Head coil を使用し感度補正を用いると、中心部の信号低下が補正され8ch Head coil よりも白質・灰白質のコントラスト差が高い画像が得られた。
- 臨床において頭部撮像をする場合より信号値、SNR の高い12ch Head coil が有用で感度補正処理が必要と考えられた。

【結語】

- 2ch Head coil の有用性が証明できた。
- 感度補正処理（PURE）は、臨床において撮像を行う場合には必要と考えられた。

29-127

Pseudo-CASL 法における異なるコイル間での CBF 測定精度の評価

○髙橋 佑治、穐山 雄次、横町 和志、岩角 至子、久米 伸治、山岡 秀寿、三好 泰輔、石風呂 実
広島大学病院 診療支援部

【背景】現在、うつ病に対する客観的評価法としての脳機能解析に MRI が期待されている。

うつ病群では健常群に比べ相対的に前頭葉の局所脳血流量が低下するとの報告があり、当院では Pseudo-Continuous Arterial Spin Labeling（p-CASL）法により Cerebral Blood Flow（CBF）を測定し、脳血流量変化の評価を試みている。

【目的】p-CASL（3D-ASL）法において、左右差がない精度の高い CBF 測定を行うために異なるコイル間で CBF を比較し、適切なコイルを検討する。

【使用装置・機器】MR 装置は Signa EXCITE HDxt 3.0T（GE）である。使用コイルは、8ch.Brain-coil（Brain），8ch.Neuro vascular-coil（NV），Quadrature-coil（QD）の3種類である。

【方法】対象は、本研究の目的に同意を得たボランティア8名（25～31歳）である。

3D-ASL は、ボランティアに対し3種類のコイルでそれぞれ2回撮像した。頭部ポジショニングは再現性を得るため Brain を用い頭部固定を行った際の角度を基準とした。

今回の検討では、3D-ASL の Post Labeling Delay は1525［msec］とした。

評価方法は、視覚評価と定量評価である。

視覚評価では3D-ASL より得た CBF-map に対し、測定領域の左右差について点数評価を行った。点数は右側低下から左側低下にかけて、-2点～＋2点とし、左右差なしは0点とした。測定者は放射線科医1名、MR 業務に携わる診療放射線技師5名である。

定量評価では、3D-ASL より得た CBF にて、各測定領域におけるコイル毎の左右差を検討した。また、左右測定領域におけるコイル間 CBF を比較した。評価は多重比較検定である Steel-Dwass 法を用いた t-test により行った。

測定領域は、基底核レベルにおける ACA 領域・MCA 領域・PCA 領域・レンズ核・半球である。

【結果】視覚評価は、Brain では左右差はなかった。NV では、ACA 領域に右側の低下がみられた、QD ではレンズ核を除いた他の領域に左側の低下があった。

定量評価は、各測定領域における CBF のコイル毎左右差の比較では、全領域にて QD の左側低下が得られ有意差があった（$p < 0.05$）。Brain, NV では差はなかった。コイル間 CBF 比較では、左側にて NV の低下がみられ Brain と NV, NV と QD にて有意差があった（$p < 0.01$）。右側では ACA, MCA 領域、半球にて QD の高値が認められ Brain と QD, NV と QD にて有意差があった（$p < 0.01$）。ACA 領域では、左側と同様 NV の低下がみられ、Brain と NV にて有意差が認められた（$p < 0.01$）。

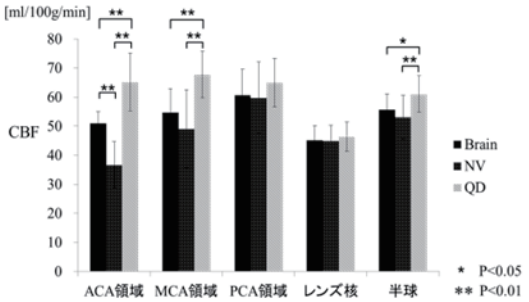


図1　右側測定領域におけるコイル間 CBF 比較

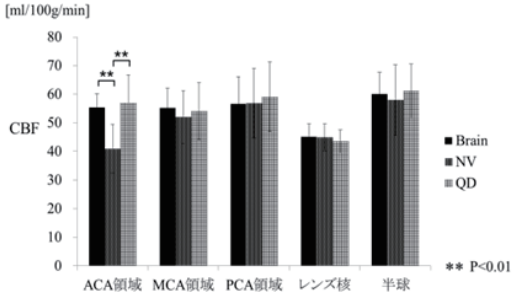


図2　右側測定領域におけるコイル間 CBF 比較

【考察】CBF の左右差について、RF 送信系では Brain 及び NV は受信コイルのため、RF 送信は Body-coil で行われる。Body-coil は B1均一性が良いため、定量評価にて有意差が出なかったと考えられる。視覚評価では、NV の CBF が低いため微小な差を左右差があると捉えたと考えられる。QD は送受信コイルのため B1均一性が悪い。これにより左右差がでたと考えられる。

受信系について、3D-ASL は感度補正がないため受信コイルの感度不均一性に依存する。

Brain と QD にて右側のみ有意差がみられたことについては、受信コイル均一性は両コイル共に高いが、QD は RF 送信による左右差があるため、右側で有意差が出たと考えられる。

【結語】3D-ASL 撮像時のコイルは、最も左右差がなく良好な CBF が得られた8ch.brain-coil を使用することが望ましい。

29-128

反磁性体金属の形状および配置によるMRI信号強度分布の変化

○高本 巌[1,2]、竹田 芳弘[1]、加藤 博和[1]、宮崎 英一[1,3]、鷲見 和幸[1,4]、大野 誠一郎[5]、藤原 広志[6]、水田 浩二[6]、大賀 尚子[6]、松尾 悠子[6]

1）岡山大学大学院保健学研究科、2）せいきょう玉野診療所、3）市立小野市民病院、4）倉敷成人病センター、5）岡山大学医学部附属病院、6）岡山協立病院

【目的】

反磁性で導電性の高い金箔を挟んだ筋肉等価ファントムを1.5 T MRI装置で撮像し、金箔の形状や静磁場に対する配置による信号強度分布への影響について検討した。

【方法】

縦横5㎝、厚み約0.1㎛の金箔の試料を、

① 未加工
② 短冊状に1㎜間隔で切込
③ 碁盤状に1㎜間隔で切込

とし、1/2の高さで切断した直径19㎝高さ6㎝の円柱型筋肉等価ファントムに挟んだ。金箔面が、

1）静磁場（B_0）に垂直
2）静磁場（B_0）に平行

となるようにセッティングし、2通りのエンコード方向でSE、FSE法で撮像した。

【結果】

信号強度分布を金箔なしのコントロールと比較した。

1. ①、②、③とも、磁化率アーチファクトによる影響が認められた。しかし、コントロールでも同程度の磁化率アーチファクトが認められたため、金箔による位相エンコード方向の影響はないものと考えられた。

2. ①、②、③とも、FSEではETL数の影響を受けなかった。しかし、SEとFSEでは①の場合にSEのほうがFSEよりも若干の信号低下が認められた。

3. ①、②、③を比較すると、1）では差異は見られず、2）では①のみ金箔面の信号が著明に低下した。

4. ②、③では、1）、2）とも差異はなく、②では切込方向がB_0と垂直・平行について比較すると、画像に差異は見られなかった。

【考察】

1. ①の2）における信号低下は、RFパルス磁場を打ち消す方向に渦電流が金箔に発生し、FAが90°より小さくなった為と考えられた。

2. ②、③は、切込のために渦電流のループを描く面積が小さくなることから打消し磁場強度が小さくなり、RFパルスへの影響が小さくなったと考えられた。

3. 1）では画像への影響はなかった。 これは渦電流が金箔の厚み方向で発生するため、非常に小さいものとなり、打消し磁場が殆ど誘導されないことによると考えられた。

4. FSEのETLでは画像に影響を与えなかった。180°パルスは位相のズレの補正はするが、FAの角度不足を補う働きはしないためと考えられた。

5. ①でSEがFSEより若干の信号低下が認められたのは以下の2点が考えられた。

   i. 180°パルスに用いるCPMG法の影響
   CPMG法では、偶数番目のパルスはRFパルスの精度が悪くても正確な180°になる。SEでは180°パルスが一つしかないために正確な180°エンコードがなく、その分信号低下が顕著になったと考えられた。

   ii. STE（stimulated echo）の影響
   90°、180°パルスとも、打ち消し磁場の影響で設定されたFAになっていないため、FSEの3回目以降のRFパルスの時に生じるSTE（stimulated echo）が信号として付与されたと考えられた。SEでは、3つ目のRFパルスがないためにSTEの影響もないと考えられた。

29-129

自作ファントムを用いた磁化率効果の定量評価

○村崎 晶洋、大野 誠一郎、大川 義弘、稲村 圭司
岡山大学病院 医療技術部 放射線部門

【背景】MRIにおけるT2*強調画像や磁化率強調画像（susceptibility-weighted imaging ： SWI）は、組織間の磁化率の差を強調して、コントラストを得る撮像法である。

【目的】本報告は、自作ファントムを撮影し、磁化率効果を異なる装置間で定量評価出来るか試みた。

【方法】使用装置は、PHLIPS社製のAchieva 1.5T、SIEMENS社製のVerio 3T、Skyra 3Tで、コイルはそれぞれ、8ch SENSE head coil、12ch matrix head coil、20ch matrix head coilを用いた。

ファントムは、直径：20㎝、高さ：6㎝の円柱状で、成分はカラギーナン、アガロース、塩化ガドリニウム、塩化ナトリウムで自作したものである（Fig.1、2）。

自作ファントムを全ての装置でT2強調画像、T2*強調画像を、3Tの装置ではそれに加えてSWIを撮影した。撮影条件は、スライス厚：4㎜、FOV：220×220㎜、Matrix：320×320、SWIのスラブ厚：80㎜とし、AchievaのT2ではTR：3169 msec、TE：100 msec、FA：90度、加算回数：2、VerioのT2ではTR：4000 msec、TE：98 msec、FA：145度、加算回数：2、SkyraのT2ではTR：5000 msec、TE：87 msec、FA：145度、加算回数：2、AchievaのT2*ではTR：377 msec、TE：18 msec、FA：20度、加算回数：2、VerioのT2*ではTR：600 msec、TE：20 msec、FA：20度、加算回数：2、SkyraのT2*ではTR：600 msec、TE：20 msec、FA：20度、加算回数：2、VerioのSWIではTR：28 msec、TE：20 msec、FA：15度、加算回数：1、のSkyraのSWIではTR：37 msec、TE：20 msec、FA：15度、加算回数：1とした。

ファントムの中心の1枚の画像を、Image Jを用いて解析した。Image Jでは、まずBrightnessとContrastを最少から最大の範囲にし、続けて画像を8-bit表示にしてから、閾値の最大値をT2*は185、SWIは170に設定し二値化した。二値化した画像の中心に、直径：10㎝の円のROIを置き、そのROIの中の低信号域の数、面積を測定した。

【結果】T2での低信号域の数、面積は、どの装置でも0であった。

T2*での低信号域の数はAchieva：32個、Verio：32個、Skyra：50個、面積はAchieva：23 ㎟、Verio：25 ㎟、Skyra：35㎟であった。

SWIでの低信号域の数はVerio：118個、Skyra：267個、面積はVerio：94㎟、Skyra：227㎟であった。

【考察】T2*の結果で1.5TのAchievaと3TのVerioが同等になったのは、3Tの画像のひずみと信号ムラで低信号域の検出能が落ちたためと考えられる。

Skyraの結果が他の2つの装置より多くなったのは、画像のノイズが減ったことによりコントラストが上がり、低信号域の検出能が上がったためと考えらえる。

本報告のように、T2*強調画像や磁化率強調画像を撮影し、低信号域の数や面積をImage Jを使用して解析することにより、磁化率効果を異なる装置間で定量評価し、比較できる事がわかった。

【参考文献】

1） 太田　綾子 『MR用簡易ファントムを用いた磁化率強調画像の基礎検討』 2007.9.20. 日本放射線技術学会雑誌

Fig.1　自作ファントム

Fig.2　自作ファントム