

第36回東京支部秋期学術大会

一般研究発表抄録

日時：令和元年11月2日(土)

場所：首都大学東京 荒川キャンパス、

「第1会場(講堂)」

9:00~10:20 一般研究発表「MR-1」

座長：上山 毅 (MR 撮像技術研究班)

座長：北川 久 (MR 撮像技術研究班)

1. 多断面同時励起技術を用いた Diffusion Tensor Imaging の高速化および SSIM による比較法の検討

○新川翔太,鈴木雄一,井野賢司,白木尚,阿部修
東京大学医学部附属病院 放射線部

【目的】脳神経領域において、安定した DTI(Diffusion Tensor Imaging)を得るために MPG 数は 30 軸必要であると言われている。しかし、DTI は MPG 数に比例して撮像時間が延長するという欠点がある。そこで、多断面同時励起技術である SMS(Simultaneous MultiSlice)を使用し、DTI の撮像時間短縮が可能か検討を行った。また、SSIM(Structure Similarity) index および map を用いて構造類似度評価を行い、その有用性を検討した。【方法】対象は健康人男性ボランティア 10 名、使用装置はシーメンス社製 3.0T MRI MAGNETOM Skyra VE11 および 20 チャンネルヘッドネックコイル、解析は GE 社製 Advanced Workstation を使用した。撮像シーケンスは b value=1000(s/mm²)、MPG=30 軸とし、SMS を使用しない DTI を従来法とした。従来法を元に SMS factor を 2、3、4 (TR は一定) と変化させて撮像を行った。それぞれの元画像から FA および ADC を作成し、錐体路に ROI を置き定量値比較、視覚評価および SSIM index および map による評価を行った。加えて、TR を最大限短縮した場合も検討し結果を比較した。【結果・考察】TR を一定にした場合、従来法に比べて SMS factor (同時励起枚数)が増加するほど FA 値は低下した。一方で ADC 値は上昇する傾向にあった。視覚評価においても、SMS factor が増加するほど画質の劣化を認めた。TR を最短にした場合は、定量値の変動および視覚的な画質の劣化がより大きくなり、従来法と比較して有意差が見られた。SSIM index の結果は視覚評価と同様の傾向を示した。定量値の変動や画質の劣化は、SMS factor 増加に伴うスライスの展開エラー (leakage factor) が増加したことが原因と考えられる。TR を最短にした場合は、縦磁化の回復不足による信号劣化が考えられるため、過度な TR 短縮は注意が必要である。SSIM は定量値を算出できるだけでなく map を生成でき

るため、具体的に画質の劣化箇所を認識するのが容易であり、有用性が示唆された。【結論】SMS による高速化の臨床利用は十分可能であるが、TR 設定には注意が必要である。今回の検討では、DTI における SMS factor は 2 が適切であった。

2. 歪み低減・補正アプリケーションを用いた拡散強調画像において MPG が幾何学的歪みに及ぼす影響に関する検討

○坂田健太郎¹⁾,鈴木雄一¹⁾,上山毅¹⁾,井野賢司¹⁾,白木尚¹⁾,阿部 修²⁾

1)東京大学医学部附属病院放射線部 2)東京大学医学部附属病院放射線科

【目的】本研究の目的は MS-EPI シーケンスである Multiplexed Sensitivity Encoding technique (MUSE) および、異なる極性でエンコーディングした画像データで歪み補正を行う PROGRES を使用した場合の各拡散強調画像の幾何学的歪みを複数の b 値でデータを取得し歪みの評価を行い、b 値間でどのような挙動を示すかを検討することである。【方法】本検討には GE 社製 SIGNA Premier 3.0T、コイルは 30ch Air Coil および Spine Coil を使用した。歪み測定用ファントムを SS-EPI (パラレルイメージングファクター: 2,3,4)、SS-EPI+PROGRES、MUSE(shot 数 :2,3,4)、MUSE+PROGRES の計 12 のシーケンスにおいて拡散強調画像を複数の MPG で撮像し (b 値: 0, 400, 600, 800, 1000, 1500, 2000 sec/mm²) それぞれの拡散強調画像に対して NEMA の測定方法を参考に歪み率を算出した。【結果】歪み率を測定した結果は SS-EPI パラレルイメージングファクター 2 で最大 16.8 % となり、MUSE 4shot+PROGRES で最小 4.0 % となった。いずれのシーケンスにおいても b 値間で歪み率はほぼ変わらず、SS-EPI の場合も MUSE の場合も同様の挙動を示した。MUSE の shot 数が増えるほどファントム全体の形状は円形に近づき、歪み率は低減したが、PROGRES の画像は部分的に再構成のエラーを生じ、歪みの計測に影響を及ぼした。【結論】本検討において MPG が幾何学的歪みに及ぼす影響は少なく、また MUSE および PROGRES は拡散強調画像において幾何学的歪みの低減に有用である。

3. 3D-MRCP における呼吸停止撮像と呼吸同期撮像の比較

○草野大希,福澤圭,鈴木秀郷,田野政勝,吉原千治,阿部凌那

国家公務員共済組合連合会虎の門病院

【目的】3D-MRCP では胆管、膵管の走行や病変との位置関係を立体的に把握することができるため臨床上重要な撮像法である。近年、装置の進歩

により 3D-MRCP を呼吸停止下にて撮像することが可能となっており検査時間の短縮などが期待されるが、従来の呼吸同期法との画質の違いなどを詳細に比較した報告は少ない。今回、3D-MRCP の呼吸停止下撮像 (BH 法) と呼吸同期撮像 (Navi 法) において、胆管・膵管の描出能の指標として描出径等のプロファイルに注目し、比較検討した。

【方法】 使用装置は Siemens 社製 1.5T Sempra、Aera、Siemens 社製 3.0T Vida、PHILIPS 社製 3.0T Ingenia。胆管、膵管を想定した内径 0.8mm ~ 5mm の点滴チューブを使用して模擬ファントムを作成し、臨床で使用している BH 法と Navi 法にてファントムを撮像した。得られた画像からチューブに直行する断面のラインプロファイルを測定し、半値幅、sharpness 等を測定した。CT 画像によって測定された径を真値として、それぞれの撮像法によって測定されたチューブ径との差を比較した。また、これらの結果を 4 台の MRI 装置で定量的に比較した。なお、本研究はファントムのみを使用した研究であり、視覚評価等の観察者実験を含まないため当院における倫理委員会の承認は不要である。【結果】 BH 法ではモーションアーチファクトのない条件下であっても、1mm 以下のチューブ径を描出するのは困難であった。実臨床では患者の体動や消化管の信号により、胆管、膵管の描出はさらに困難となると考えられる。一方で Navi 法では最小径のチューブも描出できていた。【結論】 BH 法と Navi 法の sharpness を比較すると、径の細いチューブを BH 法で描出できない原因として SNR 不足や分解能不足が考えられた。臨床では 3D 撮像以外の画像から膵管径などを判断し、どちらの方法が適しているかを考えながら使い分ける必要がある。

4. 新生児 MRI 検査における真空固定具の有用性の検討

○白沢駿汰,伊藤裕介,大津元春,原田桐靖,島田豊
東邦大学医療センター大森病院中央放射線部

【目的】 従来、当院では鎮静下で新生児の MRI 検査を行っていた。しかし、『MRI 検査時の鎮静に関する共同提言』に示されているとおり、鎮静剤使用による MRI 検査には、傾眠や無呼吸など様々なリスクが伴う。そこで、当院に新規導入された真空固定具を使用することにより無鎮静下での MRI 検査が有用であるか検討した。【方法】 使用機器：SIEMENS MAGNETOM Skyra 3T, SIEMENS MAGNETOM Avanto 1.5T 真空固定具は MedVac を使用した。患児の体と耳をタオルで保護してから真空固定具で固定し、鎮静薬を使用せずに頭部単純 MRI 検査を実施した (以下固定

群)。鎮静剤を使用した撮像 (以下鎮静群) と比較し、読影レポートを基に十分な画像が得られたかを検討した。また、看護記録などから検査時間を算出し比較した。【結果】 固定群では鎮静群と比較し、体動による影響も少なく同等以上の画像を得ることができた。また、検査時間に有意差はみられなかった。授乳後、真空固定具を装着して出棟する際、固定具によって抱介されているような状態となり安心感を与えているため、検査室到着時に入眠していることが多かった。指定した時刻に検査を開始できる事例が多く、鎮静薬使用時と比較して入眠までの待機時間がないため検査開始時刻が大幅に遅れる事例が減少した。この結果、検査の予定が立てやすく、検査室を効率的に使用することが可能となった。【結論】 真空固定具の使用により、鎮静の副作用のリスクを考慮せず MRI 検査の実施が可能であった。新生児の MRI 検査における固定具の有用性が示唆された。今後、他のモダリティにおける検査での効果も期待ができる。

5. 大血管におけるマルチスライス心電図同期 FSE-T2 強調画像の基礎的検討

○石田奨,小笹雅也,糸一矢
東京都健康長寿医療センター

【目的】 MRI において大血管の動脈炎の評価は壁肥厚や T2 強調画像での高信号化、および造影後の増強効果の有用性が知られている。また、Black Blood を目的とした撮像では従来、Double IR 法が用いられている。この方法を用いると当院では 1 スライスずつしか撮像できないため、撮影時間が 6 分程度かかっていた。今回、Double IR 法を用いず、マルチスライスで撮像を行い、Double IR 法の画質を担保しつつ、撮像時間の短縮が可能か検討を行った。なお、撮像は心電図同期で行い、脂肪抑制は CHESSE 法を用いた。【方法】 5 人の健常ボランティアに対し、パラメーターは同一にし、Double IR 法とマルチスライス CHESSE 法との比較を行った。評価方法は腎動脈下レベルにて、腹部大動脈を対象にスライスプロファイルを作成し、評価を行った。また、視覚評価を行い有意差の検討を行った。装置は 3.0T-(Discovery750w/GE)、Body Array Coil を使用した。【結果】 スライスプロファイルでの評価は、血管壁と内腔の信号のコントラスト比が増加し、増加率でおよそ 200% 増加した。また、視覚評価では、動きによるモーションアーチファクトはマルチスライス CHESSE 法の方が影響は少なく、血管の内腔の見え方に大差はなかった。撮影時間は 5 症例の平均で Double IR 法は 6:01、マルチスライス CHESSE 法では 1:52 となり、7 割近く撮像時間の短縮が可能となった。【考察】 呼吸によるモーションアーチファクト

がマルチスライス CHESSE 法で影響が少なかったのは 1 枚当たりにかかるスキャン時間が短くなったためだと考えられる。また、Double IR 法では TR を長くすると検査時間が 10 分以上超えてしまうため、TR に制限がかかり、TR2000 前後で撮影を行っていた。マルチスライス CHESSE 法では TR を長く設定し、T2 コントラストの影響をより多く受けることができ、血管壁と内腔の信号のコントラスト比が増加したと考えられる。

6. 頸動脈 plaque imaging における balanced SSFP シーケンスの検討

○ 荘司 学¹, 本寺哲一², 中島潤也^{3,4}, 崔 昌五², 安田光慶^{1,4}, 渡邊裕之^{1,4}, 佐藤久弥^{1,4}, 加藤京一^{4,5}

¹昭和大学病院 放射線技術部

²昭和大学藤が丘病院 放射線技術部

³昭和大学江東豊洲病院 放射線技術部

⁴昭和大学大学院 保健医療学研究科

⁵学校法人昭和大学 統括放射線技術部

【背景】MRI 検査における頸動脈 plaque imaging は、頸動脈狭窄症に対して行われる頸動脈ステント留置術や頸動脈内膜剥離術の術前画像診断として有効である。現在、頸動脈 plaque imaging を得る場合、主として用いられる撮像シーケンスは、脂肪抑制併用 3D T1 強調画像の black blood image であり、プラークが高信号に描出される。しかし、同シーケンスは、静脈、胸鎖乳突筋、石灰化等の周囲組織の情報を得ることが難しいという問題点がある。【目的】本研究は水や筋肉の信号強度の高い balanced SSFP シーケンスである three dimensional coherent oscillatory state acquisition for the manipulation of image contrast (3D-COSMIC) を用いて、頸動脈プラークと周囲組織の描出について検討したので報告する。

【方法】Gd 溶液を希釈してプラーク、脂肪、筋肉、石灰化を模擬したファントムをそれぞれ作成した。MRI の撮像条件 TR を 5.7 ms, TE を 2.7 ms, Bandwidth を 62.5kHz として作成したファントム毎に TI を 7, 20, 40, 60, 80, 100 ms と変化させて撮像した。撮像した各ファントムの画像について、信号強度(SI)を 3 回計測して、平均値を算出した。プラーク、脂肪、筋肉、石灰化の SI を各々分母と分子を入れ替えて除した信号強度比(SIR)を比較検討した。【結果】脂肪および石灰化の SI は、TI の増加とともに減少傾向を示した。また、脂肪および石灰化と関係する「プラークと脂肪」「筋肉と脂肪」「プラークと石灰化」「筋肉と石灰化」の SIR は、TI:100ms で高値を示した。【考察】脂肪および石灰化の SI が TI の増加とともに減少傾向を示し原因は、3D-COSMIC は縦磁化を安定

させ、定常状態になるのを抑え、移行期のデータを収集する。プラークと筋肉に比べ、脂肪と石灰化は定常状態移行期における信号変動が早くなるため、TI 値の増加に伴い、SI 値が低下したと考えられる。【結語】3D-COSMIC における撮像条件の TI 値を 100ms にすることで、頸動脈 plaque はもとより、black blood image で描出不良であった静脈、胸鎖乳突筋、石灰化等の周囲組織も描出が可能となった。

7. 3T 乳房 MRI 検査における脂肪抑制に有用な Sat pad の基礎検討

○ 秋葉保奈美, 山崎雅史, 楠野敬太, 荒川裕貴, 黒川琴代, 上田優史, 田村龍平, 矢作康市
東京都立駒込病院放射線診療科

【目的】乳房は、主に乳腺組織と脂肪組織から構成されているため MRI 検査では脂肪抑制が必須である。しかし 3T MRI は磁化率の変化に弱く、形状が複雑な乳房では脂肪抑制不良が起りやすい。磁化率の影響を軽減する手段の一つとして Sat pad を使用する方法がある。現在まで様々な pad 素材の報告があるが、本研究ではより効果的な pad 素材の基礎検討を行った。【方法】MRI 装置は MAGNETOM Skyra VE11 (Siemens Healthcare Japan), Breast 18 ch coil, 自作ファントム, 画像解析は Image J を用いた。自作ファントムは食用油を固め、脂肪抑制不良を顕著にするために術後乳房を模擬した不整形なもの (ファントム A), 健常乳房を模擬したもの (ファントム B) を作成した。Breast coil の片側にファントム A, もう片側にファントム B を設置し、両ファントムの上に水ファントムを設置した。撮像は 3D spoiled gradient echo 法を使用し、脂肪抑制法には SPAIR を用いた。術後欠損部には pad 素材として精米, BB 弾, ガラスビーズ, バリウムを充填した。各 pad 素材を充填した画像において、術後欠損部領域に ROI を設定して標準偏差を算出し、有意差検定を行った。【結果】Sat pad なしの画像と比較して、ありの画像すべてにおいて有意に標準偏差は小さくなった。また、pad 素材間の比較としては、バリウムの標準偏差の中央値が最も小さく、精米および BB 弾と比較して有意に低い数値を示した。しかしガラスビーズと比較すると有意差は認められなかった。ガラスビーズは BB 弾と比較して有意に標準偏差は小さくなったが、精米との有意差は認められなかった。【結論】本研究において、脂肪抑制画像に有用である pad 素材は粒子径が小さいバリウムおよびガラスビーズであった。ただし乳房 MRI 検査において両者の使い勝手の良さを考慮すると、ガラスビーズが最適であることが示唆された。

8. 乳腺 MRI 検査における Dynamic curve 作成精度に関する初期検討

○鈴木敏司,小林隆幸

学校法人北里大学北里研究所病院中央放射線科

【背景・目的】乳癌の診断における造影 MRI 検査の役割は高く, 血流を評価する時間信号曲線(Time intensity curve : TIC)は, 腫瘍の評価に有用である。一方で検査中に乳腺の形状が変化すると TIC の作成は困難となり, 腫瘍の正確な血流評価を行う事はできなくなる。この問題を解決する手法として非剛体補正がある。本研究では, 非剛体補正が操作者間の TIC 作成精度に与える影響を検討したので報告する。【方法】2018 年 4 月から 2019 年 4 月に乳腺 MRI 検査を実施し, Dynamic 検査中に乳腺の動きが認められた症例を対象とした。画像解析ソフトは, GE 社製 FuncTool (非剛体補正無, 以下 GE) およびテラリコン社製 QSI (非剛体補正有, 以下 QSI) を用いた。MRI 検査従事者 6 名が腫瘍に ROI を設定し, 信号強度(SI)を測定した。SI は造影剤注入前, 注入後 80 s, 220 s, 360 s を各 3 回測定した。各 SI について, paired t-test にて検討した。統計解析には「R」を使用し, 有意水準はそれぞれ 5%未満とした。【結果・考察】造影剤投与前の SI は, GE と QSI で有意差は認められなかった(GE 556.5 ± 99.2 , QSI 600.2 ± 22.8)。一方, 造影剤投与後は 80 s(GE 1174.1 ± 64.1 , QSI 1257 ± 39.6), 220 s(GE 1073.7 ± 64.1 , QSI 1135.4 ± 35.9), 360 s(GE 1016.0 ± 50.7 , QSI 1055.7 ± 21.5)の各時相で有意差が認められた($p < 0.05$)。【結論】動きが生じた症例において, 非剛体補正を用いることで TIC は操作者間での差が少なくなり, 腫瘍の血流を高精度で評価できること示唆された。