

平成 30 年 6 月 26 日現在

機関番号：17102

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2016～2017

課題番号：16K19828

研究課題名(和文)血管抑制法を用いた高感度MRによる肺結節検出と悪性度評価及び間質性肺炎の病勢評価

研究課題名(英文)Black-blood magnetic resonance imaging for detection of nodular lung lesions and assessment of interstitial pneumonia

研究代表者

亀井 僚太郎(Kamei, Ryotaro)

九州大学・医学研究院・共同研究員

研究者番号：70772044

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,000,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では肺血管の信号を抑制した撮像方法を開発し、結節や肺炎像などの病変を明瞭に描出することができた。特に結節性病変については、CT検査との対比で良好な検出率が得られた。検査時間も比較的短時間に抑え、被曝なく施行できる有用な検査であると考えられる。得られた結果に基づいて、国内外の学会にて口演、ポスター発表を行った。論文は現在投稿中である。間質性肺炎の評価については、重力の影響によって生じる間質性陰影状の所見との鑑別が難しく、研究途上である。

研究成果の概要(英文)：Black-blood imaging is widely used in magnetic resonance imaging to suppress signals arising from blood flow. It could contribute to improving the conspicuity of lesions within the areas adjacent to blood vessels. The results of our volunteer study suggested that peripheral pulse gating is a feasible method for black-blood lung MR imaging. Systolic phase should be selected to obtain a strong and uniform black-blood effect. In the clinical study, black-blood lung MR imaging provided an acceptable detection rate for nodular lung lesions compared with CT examination. MR could be a feasible and promising imaging modality in detecting lung nodules.

研究分野：核磁気共鳴画像法

キーワード：核磁気共鳴画像法 MRI 肺結節 間質性肺炎

1. 研究開始当初の背景

肺野病変の詳細な評価に関しては、長く X 線コンピュータ断層撮像法(CT)が第一選択であった。磁気共鳴画像(MR)では従来肺野病変の評価は困難とされてきたが、近年の撮像法の発達により病変の形態学的情報のみならず細胞密度や構成物質等の内部情報も得られるようになってきた。

こうした内部情報のひとつに血流がある。MR では血流の評価について造影剤を用いず行うことが可能であり、胸部では主に循環器領域において血流信号を可視化・定量化する取り組みが行われてきた。肺野でも灌流画像などで応用されつつある。

一方で、MR では血流信号を抑制することも可能である。ときに多彩な信号を呈し、また偽所見(アーチファクト)の原因ともなりうる血流信号を低減することで、病変の観察・解釈を容易にする手法であり、一般に Black-blood 法と称される。適用対象は縦隔や心大血管領域が中心である。

Black-blood 法を肺野に積極的に応用した報告はこれまでにないが、その活用により既存の MR シークエンスの欠点を補うことができると考えられる。肺野の撮像では血流に対して特に修飾を行わない撮像法(以下、従来法)が広く行われてきた。従来法は簡便であるものの、低速の血流や、心大血管の拍動と内腔の血液が生むアーチファクトが肺野に重なり、肺病変の検出や範囲の評価を困難にする一因となっていた。これを抑制できれば肺病変の詳細評価に足る MR 検査法の開発に繋がると期待される。

2. 研究の目的

血管抑制法を適用した、短時間の肺 MR 検査法を確立する。これを実際の症例に用いて、肺結節の評価、間質性肺炎活動度の評価を行う。

3. 研究の方法

3 テスラ MR 装置を用い、下記の実験を行った。

(1) 基礎的検討

7 名の健常男性ボランティアを用い、条件を様々に変えて肺 MR の撮像を行った。血管抑制法としては、息止めでの高速撮像法(シングルショット・ハーフフーリエ法)と同時使用可能な可変フリップアングル法を採用した。脂肪組織からの余分な信号をも低下させ、病変コントラストをさらに向上させる目的で、脂肪抑制法も併用することとした。

血管抑制効果は心周期、すなわち肺血流速度に左右されると仮定した。収縮期から拡張期に至るまで信号収集のタイミングを変動させて、それによる血管信号抑制の効果の違いを検討した。心周期のモニタリングは、MR 室での心電図が使用困難であることを考慮し、末梢脈波の圧波形を用いて間接的に推定することで行った。

撮像時間は各種パラメータを調整することにより、20 秒程度の呼吸停止下で行うことを目標とした。

(2) 臨床的検討

肺結節性病変を有する 41 名の患者に対し、上記基礎的検討で至適化された検査法にて肺 MR 撮像を行った。患者群には原発性肺癌、転移性肺癌(主に消化管癌、肝癌、胸腺癌、頭頸部癌、婦人科癌)、その他非特異的結節を有するものが含まれた。

合計 4 名の医師による読影実験を行い、1 ヶ月以内に撮像された標準線量 CT を基準として MRI の病変検出率を検討した。これらの患者は低線量 CT も撮像されており(PET-CT として)その病変検出能とも比較を行った。

4. 研究成果

(1) 基礎的検討では、収縮期に信号収集を行った場合に肺血管信号の抑制効果が最大であった。同時に測定した流速情報では、肺血流は肺動脈・静脈ともに収縮期に最大となっており、可変フリップアングル法による血流抑制効果と、高速血流による信号損失が相乗効果を生んでいると考えられた。血流抑制法を用いない場合を基準にして、76.2%の血流信号を有効に抑制することが可能であった。ボランティアの心拍数は45~75bpmと比較的ばらつきがあったが、いずれも良好な抑制効果が得られ、安静時検査としては安定して適用可能と思われた。

(2) この方法を用いて撮像された臨床症例の画像では、微小なものも含め74.7%の肺結節病変を指摘可能であった。これは健診で用いられる低線量CT(75%)に匹敵する検出率である。特にすりガラス陰影の検出率は良好で、24個中20個を指摘することができた。過去の報告では充実性結節に比べてすりガラス病変のMRによる評価は困難とされてきた。本法を用いれば、充実性病変のみならず、通常すりガラス病変として現れる早期腺癌などの発見、経過観察に有用であると考えられた。近年はultra-short TE法など肺病変を詳細に薄層で観察できるシークエンスもあるが、短時間の撮像を行うことはできない。本研究で開発した検査法は20秒程度の撮像を2回行うことで終了し、MRIとしては十分に短時間である。

肺結節病変とともに当初の評価対象としていた間質性肺炎については、重力によって生じる間質様陰影との分離が困難であり、研究途上である。

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0件)

主論文は現在作成完了しており、投稿、査読中である。

[学会発表](計7件)

日本医学放射線学会総会 (JRS 2017)
2D-TSE Sequence with Incremental Trigger Delay Time for Monitoring Vascular Signal Suppression in PPU-gated Black-blood Lung MR imaging

Kamei R et al

国際磁気共鳴医学会総会 (ISMRM 2017)

2D-Turbo Spin-Echo Sequence with Incremental Trigger Delay Time for Monitoring Vascular Signal Suppression in Peripheral Pulse Gated Black-blood Lung MR Imaging
Kamei R et al.

日本医学放射線学会総会 (JRS 2016)
Investigating the Optimal Acquisition Time of Black-blood Lung MR with Peripheral Pulse Gating
Kamei R et al.

国際磁気共鳴医学会総会 (ISMRM 2016)

Breath-Hold Peripheral Pulse-Gated Black-Blood T2-Weighted Lung Magnetic Resonance Imaging with the Variable Refocusing Flip Angle Technique
Kamei R et al.

日本磁気共鳴医学会総会 (JSMRM 2016)

Black-blood 脂肪抑制 T2 強調像を用いた限局性肺すりガラス影検出能の検討

亀井僚太郎

北米放射線学会総会 (RSNA 2016)

Breath-Hold Black-Blood
T2-weighted Lung Magnetic
Resonance Imaging: Optimization of
Blood-Flow Signal Suppression using
Peripheral Pulse Unit Gating

Kamei R et al.

北米放射線学会総会 (RSNA 2016)

Detection of ground-glass opacity
lesions using breath-hold black-blood
magnetic resonance imaging of the
lungs

Kamei R et al.

〔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

亀井 僚太郎 (KAMEI, Ryotaro)

九州大学大学院医学研究院 共同研究者

研究者番号: 70772044

(2)研究分担者

()

研究者番号:

(3)連携研究者

()

研究者番号:

(4)研究協力者

()