

平成 20 年 5 月 13 日現在

研究種目：基盤研究（C）
 研究期間：2006～2008
 課題番号：18591353
 研究課題名（和文） 心筋収縮能に関連する新たな磁気共鳴パラメータの開発
 研究課題名（英文） Development of novel MR parameters associated with left ventricular contraction
 研究代表者
 畠中正光（HATAKENAKA MASAMITSU）
 九州大学・大学病院・准教授
 研究者番号：40253413

研究成果の概要：

左室心筋は収縮時には血流が少なく、逆に拡張時に血流が多くなることが知られている。この性質を利用して、black blood 法によって血液の信号を抑制した状況下で、拡張期と収縮期の左室信号値を比較し、拡張期の信号値が低いことを示した。拡張期は組織の血液量が多いため block blood 法によって抑制される割合が大きく、信号が低下したものと推測される。左室虚血評価の新たなパラメータとしての発展が期待される。

交付額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2006 年度	1,500,000	0	1,500,000
2007 年度	1,000,000	300,000	1,300,000
2008 年度	1,000,000	300,000	1,300,000
年度			
年度			
総計	3,500,000	600,000	4,100,000

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：画像診断学

1. 研究開始当初の背景

動きに伴うアーチファクトのため、従来心筋では拡張期において、T2 緩和時間や T2* 緩和時間を測定し、疾患と関連させて、その値の変化を説明しようとする研究が行われてきた。収縮期にデータ収集を行う研究は、我々の知る限り報告されておらず、独創的研究であると考えられる。

骨格筋とは異なり、心筋の収縮力を直接的に測ることは困難である。Ejection fraction などが心筋収縮力の指標として知られてい

るが、この parameter は心室の解剖学的容積から計算されるものである。これに対し、black blood 法によって血液の信号を抑制した状況下での拡張期と収縮期での信号強度の差は、slice 面での収縮に伴う心筋間質の血液量の割合の変化を反映した parameter と考えられ全く性質を異にするものであり、心筋血液量と関連していると予想される。

この研究により、拡張期と収縮期での信号強度の差が心筋の血液量や収縮力と関連する新たな指標となりうることが示されればその臨床的意義は大きい。たとえば、梗塞部位

などの推定に応用可能であると考えられ、造影剤を使用できない症例などでは非常に有用となる可能性がある。心筋症・タコツボ心筋症やサルコイドシスの診断や病勢評価にも応用可能であると考えられる。

2. 研究の目的

造影剤を使用することなく、心筋の血液量を推定する方法の開発を目的としている。

3. 研究の方法

(対象)

心電図・心エコー等によって心機能が正常と考えられる volunteer.

(方法) MR 検査

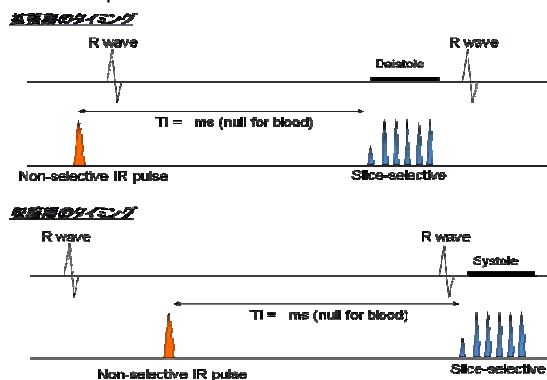
まず、通常のシネモード画像 (Balanced TFE) を撮像し、心筋機能に異常が無いことを確認した。

上記シネ画像から適切な R 波からの delay time を設定し、black blood 法によって心腔内の血液信号を抑制した状態で、収縮期および拡張期の静止心筋画像を撮像し、拡張期と収縮期との信号強度の比較を行った。装置の制約上、auto-shimming がかかってしまい直接信号値を比較できないので、骨格筋の信号値で除した値を用いて比較を行った。統計学的解析は paired t-test を用い、 $p < 0.05$ を有意と判断した。

4. 研究成果

MRI 撮像 sequence の模式図を示す。

図 1: Sequence 模式図



被験者の心機能には特に異常を認めなかった。

実際の MR 画像を示す。

図 2: 拡張期画像

信号強度比は中隔側で $7014/8910=0.787$ 、
下壁側で $8152/8910=0.915$ 。



図 3: 収縮期画像

信号強度比は中隔側で $7204/8626=0.835$ 、
下壁側で $8247/8626=0.956$ 。



図 4: 拡張期画像

左室全体に ROI を設定した場合
信号強度比 $5819/5691=1.022$

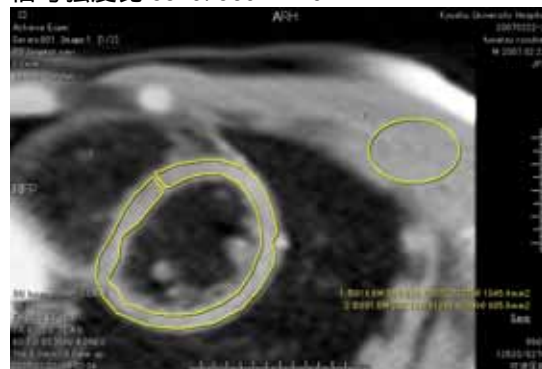
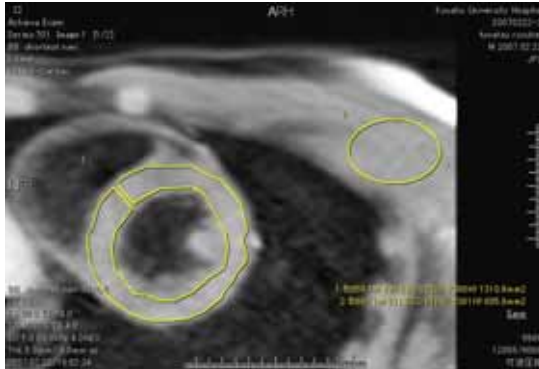


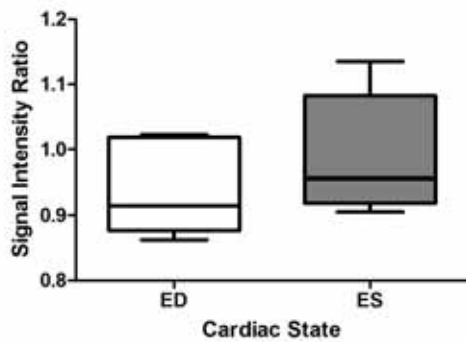
図 5 : 収縮期画像

左室全体に ROI を設定した場合
信号強度比 5859/5691=1.030



拡張期左室心筋相対信号強度=0.941 ± 0.073
に対し、収縮期左室心筋相対信号強度=0.992
± 0.093 と、収縮期と比較して拡張期の信号
強度比は数%程度低下していることが分かっ
た。しかし、paired t-test では p=0.054 と、
有意とは言えない程度の差であった。

図 6 : 拡張期と収縮期との信号強度比



肝臓や他の部位の骨格筋についても同様の
計算を行ったが収縮期と拡張期とでは明ら
かな信号強度比の違いはなかった。

今回の研究結果のメカニズムとして、拡張期
には、心筋内の血液の割合が増加する (black
blood法によって信号強度が null になった血
液成分の割合が高くなる) ので左室壁の信号
強度比低下が生じたと推定され、この方法は
心筋血液量推定の新たなパラメータとなり
うると考えられる。

しかし、心臓の動きに伴うアーチファクトが
心室に重なる場合や、拡張期では心室壁が薄
くなるので Region of interest (ROI) の設定
が難しいなどの問題点が残されており、これ
らを解決する必要がある。また、
auto-shimming がかかってしまうので、筋肉
等の信号強度を reference とした相対値での
比較を行わなければならないという問題も
ある。今回、差は認められたが統計学的に有
意とは言えなかったことには、信号強度の直

接比較を行うことができないことの影響が
大きいのではないかと推論している。筋肉自
体の信号強度には、拡張期・収縮期で差が無
いとの前提に立っている点に関しても、証明
されたわけではないので課題として残って
いる。

今回の研究を遂行していく中で、放射線治療
により心筋にある程度の線量が照射された
場合、cine MRI での機能評価において、左
室機能に低下が認められたので、以下に結果
を示す。

胸部食道癌に対する化学放射線治療を受け
た患者さんの治療前後での cine MRI による
左室機能の比較を行うと、治療終了後の心機
能、End diastolic volume, Stroke volume,
Ejection fraction, および Segment 7-10 の
wall motion の低下を認めた。

図 7 : End diastolic volume

104.0 ± 23.77 mL vs. 84.89 ± 20.73 mL

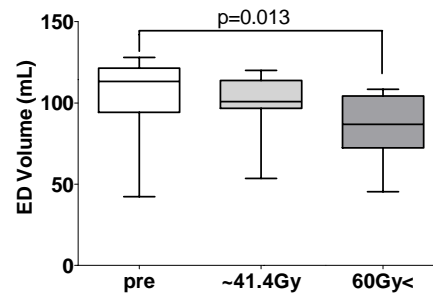


図 8 : Stroke volume

58.37 ± 12.20 mL vs. 44.31 ± 10.38 mL

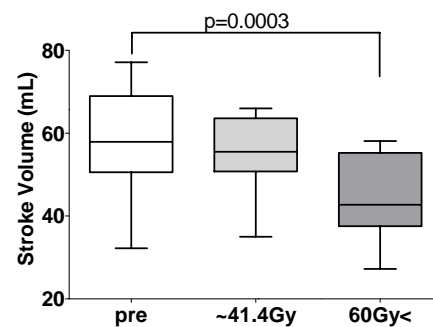


図 9 : Ejection fraction
 57.52 ± 9.66 % vs. 52.76 ± 5.53 %

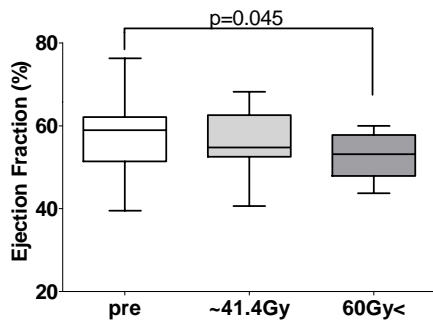


図 10 : Wall motion of segment 7
 8.63 ± 1.47 mm vs. 6.93 ± 1.82 mm

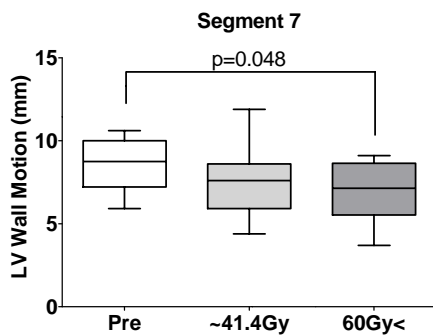


図 11 : Wall motion of segment 8
 7.47 ± 1.73 mm vs. 4.81 ± 2.07 mm

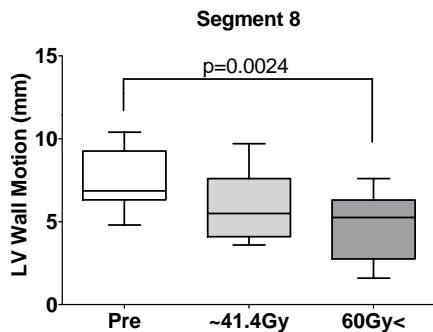


図 12 : Wall motion of segment 9
 7.30 ± 1.75 mm vs. 4.96 ± 1.62 mm

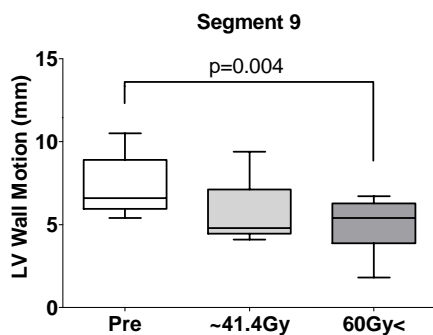
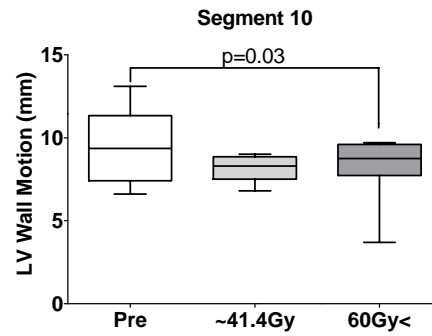


図 13 : Wall motion of segment 10
 9.53 ± 2.13 mm vs. 8.20 ± 2.01 mm



線量分布での 40Gy 程度の線量がかかった部位と wall motion 低下部位とは重なりが認められ、放射線治療に伴う心機能低下が疑われた。

図 14 : 線量分布-1

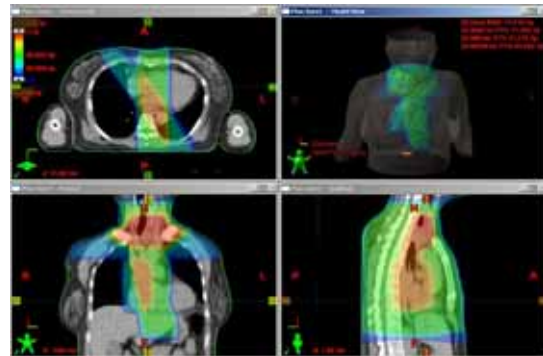
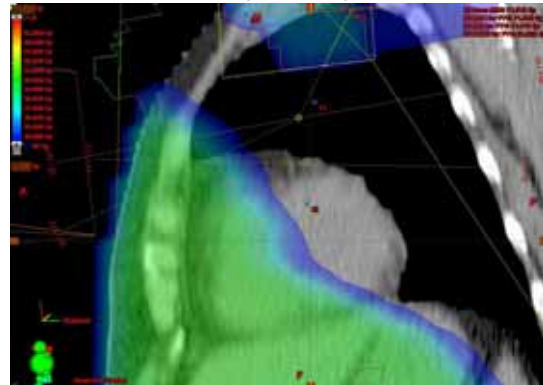


図 15 : 線量分布-2 (短軸像)



心臓は従来放射線抵抗性の臓器と考えられていたが、比較的急性期から心機能低下が認められるとの今回の結果は、臨床的には重要であり、放射線治療を行う場合には十分留意する必要があると考えられる。

5 . 主な発表論文等

〔学会発表〕(計 件)

2009 年度の北米放射線学会に投稿中である。

6 . 研究組織

(1)研究代表者

畠中正光 (HATAKENAKA MASAMITSU)

九州大学・大学病院・准教授

研究者番号：40253413

(2)研究分担者

藪内英剛 (YABUUCHI HIDETAKE)

九州大学・大学病院・講師

研究者番号：70380623

戸高浩司 (TODAKA KOUJI)

九州大学・大学病院・講師

研究者番号：40398061

(3)連携研究者

西川啓 (NISHIKAWA KEI)

九州大学・大学病院・診療放射線技師

研究者番：30380447