

## 学位論文審査結果の要旨

氏名	小川 遼
審査委員	主査 高田 清式 副査 大蔵 隆文 副査 古川 慎哉 副査 土手健太郎 副査 森谷 友造

論文名 心筋梗塞の検出におけるシネストレインの診断能：  
タギング、壁厚変化率との比較

### 審査結果の要旨

#### 【背景・目的】

心筋の局所壁運動の評価方法には、wall thickening (WT) 解析や、strain 解析がある。WT は cine magnetic resonance imaging (MRI) を用いて、心周期に伴う心筋の壁厚変化を測定する。strain 解析はより詳細に、心周期に伴う心筋の歪みを解析する手法である。tagged MR がゴールドスタンダードとされているが、追加の撮影が必要である。Feature-tracking cardiovascular magnetic resonance (FT-CMR) は心筋のボクセルを追跡することで心筋 strain 解析を行う。そのため通常の cine MRI を用いて解析でき、tagged MR のような追加撮影を必要としない。strain 解析は radial 方向、circumferential 方向、longitudinal 方向があるが、FT-CMR による strain 解析は circumferential 方向で再現性に優れている報告がある。ただし FT-CMR の陳旧性心筋梗塞症例における梗塞心筋の検出能は十分に検討されていない。そこで、陳旧性心筋梗塞症例において FT-CMR における circumferential strain を用いた梗塞心筋に対する検出能を tagged MR、WT と比較検討してみた。

#### 【方法】

2011年4月から2012年10月にCMRを受けた心筋梗塞患者33症例を対象とした。そのうち急性期心筋梗塞や心筋症を合併している症例を除外し、20症例の陳旧性心筋梗塞患者を対象とした。心基部、心中部、心尖部の三断面(1症例につき、16 segment)において、合計320 segmentで検討した。各 segment は、late gadolinium enhancement (LGE) の結果により、transmural extent >50%をtransmural myocardial infarction (MI)、1-50%をsubendocardial MI、LGE

を認めない segment を no MI と定義した。内膜側の peak circumferential strain 値はワークステーション (Ziostation2, Ziosoft Inc., Tokyo, Japan) を用いて計測した。%WT はワークステーション (Extended Workspace, Philips Healthcare) を用いて (収縮末期壁厚-拡張末期壁厚) x 100/拡張末期壁厚より計算した。FT-CMR、tagged MR、%WT の各々の方法における transmural MI、subendocardial MI、no MI の各 segment の値を比較した。また、梗塞心筋検出におけるカットオフ値を ROC 解析により求め、診断能をそれぞれ検証した。

#### 【結果】

transmural MI は合計 62 segment、subendocardial MI は 50 segment、no MI は 208 segment であった。内膜側の peak circumferential strain 値 (絶対値) は FT-CMR において、transmural MI では subendocardial MI と no MI よりも有意に低下していた (-8.0% [-10.0 - -3.1%], -10.1% [-14.1 - -6.3%], -14.5% [-19.2 - -10.2%],  $p < 0.05$  or  $p < 0.001$ )。tagged MR においても FT-CMR と同様に transmural MI では subendocardial MI と no MI よりも有意に低下していた (-7.6% [-10.3 - -4.3%], -10.2% [-12.0 - -6.3%], and -13.0% [-15.6 - -10.8%],  $p < 0.05$  or  $p < 0.001$ )。%WT では、subendocardial MI (22.1% [9.7 - 55.0%];  $p < 0.05$ ) と transmural MI (22.9% [2.6 - 43.5%];  $p < 0.001$ ) において no MI (37.8% [16.0 - 70.8%]) よりも有意に低下していたが、subendocardial MI と transmural MI ( $p = 0.81$ ) の間には有意差を認めなかった。梗塞巣の診断能は cut-off 値を FT-CMR で -11.2%, tagged MR で -10.9%, %WT で 23.8% とした場合、それぞれ、sensitivity 72%, 71%, 56%; specificity 71%, 75%, 67%; accuracy 72%, 73%, 63%; positive predictive value 57%, 60%, 48%; negative predictive value 83%, 83%, 74%; area-under-the-curve 0.77, 0.79, 0.64 であった。

#### 【考察】

LGE が壁厚の 50% 以上の segment (transmural MI) は、血行再建術による局所壁運動の改善 (バイアビリティ) がほぼ期待できないと報告されている。FT-CMR による peak circumferential strain 値を用いることで、transmural MI と subendocardial MI を区別できたことは、造影剤を使用することなく、バイアビリティ評価ができる可能性がある。tagged MR、FT-CMR による strain 解析は通常 cine MRI による %WT 解析よりも梗塞巣の診断能が高く、strain 解析を行う有用性が示唆された。

#### 【結論・意義】

FT-CMR による strain 解析は %WT 解析よりも梗塞巣の検出に有用であった。また FT-CMR は内膜下梗塞と貫壁性梗塞を区別することが可能であった。

本研究による公開審査は、平成29年12月11日に開催され、申請者は研究内容を英語で口頭発表した。各審査委員からは、①解析者間における判定差の有無、②tagged MRと比較して短縮できる具体的時間、③低年齢での応用の可能性、④透析患者など各臓器障害の影響の有無、⑤急性期梗塞での応用の可能性、⑥陈旧性例で適切に検査が行える時期、⑦CTとの利点の比較、⑧内膜下病変でのバイアビリティの程度、⑨他施設での検査や解析応用の可能性、⑩梗塞部位での差異、等について質問がなされた。これらについて申請者は、質問の意図を十分に理解し明快に答え、本研究に関する領域について学位授与に値する十分な知識と見識を有することを示した。審査委員は全員一致で、本研究を高く評価し、博士 (医学) に相応しいと結論した。