

## 学位論文審査結果の要旨

氏名	吉田 和 樹
審査委員	主査 泉谷 裕則 副査 檜垣 高史 副査 高田 康德 副査 青戸 守 副査 下川 哲哉

論文名 左室心機能正常患者における、心臓 CT から算出した左室心筋  
3D maximum principal strain の検討

審査結果の要旨 (2,000 字以内)

【研究内容のまとめ】 (背景) 心筋ストレインは心臓の局所運動を定量評価する指標で、心筋障害の早期発見に有用であり、予後の層別化を行うことができると報告されている。従来は、心筋ストレインの評価を心臓エコーや心臓 MRI で行ってきたが、心臓エコーは再現性の問題があること、心臓 MRI は心臓 CT のように広くは普及していないことなど、心筋ストレインの臨床応用には課題があった。一方、心臓 CT を用いた非侵襲的な冠動脈評価は広く臨床に普及しており、虚血性心疾患のゲートキーパーとして広く用いられている。

近年、心臓 CT でも 2D 心筋ストレイン評価が可能となり、心臓エコーや心臓 MRI の 2D 心筋ストレインと高い相関があることが示されている。さらに、心筋運動のより詳細な評価が可能となる 3D left ventricular maximum principal strain (以下、LV-MPS) が開発され、心臓 CT で心筋運動を 3 次元的に評価可能となった。心臓 CT から算出した 3D LV-MPS は、心筋梗塞領域の診断や、経カテーテル大動脈弁置換術の治療効果評価に有用であると報告されているが、正常患者における心臓 CT ストレインの傾向や正常値についての検討は十分にはなされていない。心臓 CT から算出した 3D LV-MPS の正常値やその特性を明らかにすることにより、疾患によるストレイン値や特性の変化を認識することができるようになり、最終的には心臓 CT ストレインの臨床応用につながると考えた。

(目的) 本研究の目的は左室機能正常患者における、心臓 CT から算出した左室心筋 3D maximum principal strain の正常値とその生理的特性について明らかにすることである。

(方法) 本研究は当院での後ろ向き研究として計画された。2016年4月から2018年12月までの期間に、第3世代のデュアルソースCTで、 $\beta$ 遮断薬を使用せずに retrospective ECG gating 撮影で心臓CTを撮影された患者973名(20歳以上)の中から、1) 冠動脈狭窄や心臓病変がなく、2) 心エコー検査でLVEFが55%以上に保たれていた31人を対象とした。CT画像は、RR5%(0~95%)ごとに再構成を行い、3D LV-MPSは専用のワークステーション(Ziostation2, Zio-soft Inc)を用いて解析を行った。3D LV-MPS及びtime to peak(心筋ストレインの値がピークとなるタイミング)はAHA-16セグメントモデル毎に算出し、心基部、心中部、心尖部のレベル毎、前壁、中隔、下壁、側壁の領域毎にSteel-Dwass testを用いて比較した。また、3D LV-MPSは心臓エコーから算出したLVEF及びregional %systolic wall thickening(%SWT:(収縮期末期LV壁厚-拡張期末期LV壁厚)/拡張期末期LV壁厚 $\times$ 100)との相関は、Spearman rank correlation testを用いて行った。検者内及び検者間の一致率はintraclass correlation coefficients (ICC)を用いて比較した。なお、本研究は愛媛大学医学部附属病院の倫理委員会によって承認されている。

(結果) 検者内及び検者間のICCはそれぞれ0.96(0.94-0.97)、0.94(0.92-0.96)と、心臓CT画像を用いたLV-MPS解析の再現性は高かった。全体のLV-MPSの中央値(正常値)は0.59(0.55-0.72)であった。心筋レベルごとのLV-MPSは、心尖部0.69(0.60-0.84)で、心中部0.57(0.53-0.56)及び心基部0.54(0.49-0.59)よりも有意に高かった( $p < 0.05$ )。心筋領域ごとのLV-MPSは、中隔0.47(0.44-0.54)で有意に低く、側壁0.66(0.60-0.77)は有意に高かった( $p < 0.05$ )。TTPにレベル及び領域で有意差はなかった。全体のLV-MPS値は心臓エコーのLVEFと有意に相関しており、( $r = 0.45, < 0.05$ )。セグメント毎のピークLV-MPSも心臓エコーの%SWTと有意に相関していた( $r = 0.53, < 0.05$ )。

(結論) CTから算出したLV-MPSは高い再現性を持つ定量的パラメータであり、基準値は0.59(0.55-0.72)であった。正常な左室機能を有する患者ではLV-MPSは生理学的な不均一な収縮特性を反映していた。

#### 【審査会のまとめ】

公開審査会は、令和4年1月28日に開催された。申請者は、研究発表を英語で行い、本研究の背景や意義、limitationや今後の展望などについても述べた。心臓CTから算出した心筋ストレインの正常値とその生理的特性を明らかにし、今後の心筋ストレインの臨床応用を目指す研究であり、方法論や結果、考察内容は高く評価される論文である。経カテーテル大動脈弁留置術施行患者や心不全患者のデータ収集も行い、心筋ストレインの臨床応用に向けて解析を開始している。発表後に審査委員らから以下の質疑があった。1) 左室心尖部や側壁でLV-MPSが高くなる理由、2) 性差、年齢、冠危険因子の有無、左室容積でのLV-MPSの相違や変化、3) LV-MPSの臨床的意義として、発達や老化の影響について、4) 単心室や右室体心室などの先天奇形症例への応用の可能性、5) 他のモダリティーとの比較や心臓CTの優位性について、6) 今後の研究の課題や展望、具体的な臨床応用などについての質問がなされ、申請者はこれらに対する的確に回答した。

審査委員は、申請者が本論文関連領域に対して学位授与に値する十分な見識と能力を有することを全員一致で確認し、本論文が学位授与に値すると判定した。