

靶血管为前降支的急性ST段抬高型心肌梗死后 HEpEF 患者左心室整体纵向应变研究

王鹏 马英杰 李彬 王建 田静 王强 苏国海

【摘要】 目的：研究靶血管为前降支（LAD）的急性 ST 段抬高型心肌梗死（STEMI）后射血分数保留的心力衰竭（HFpEF）患者的左心室整体纵向应变（GLS）与分节段纵向应变之间的关系。**方法：**选取山东第一医科大学附属中心医院 2019 年至 2022 年接受经皮冠状动脉介入治疗（PCI）的 21 例急性 STEMI，且靶血管为 LAD 的 HFpEF 患者（超声心动图显示左室射血分数 $\geq 50\%$ ），设为 STEMI 组。对照组为 21 名同期接受心脏磁共振（CMR）检查的健康人群。比较 2 组间 CMR 特征、左心室 GLS 与分节段纵向应变之间的相关性。**结果：**与对照组相比，STEMI 组患者各节段纵向应变均增加，2 组间比较差异有统计学意义（ $P < 0.05$ ）；STEMI 组心尖部纵向应变与 GLS 关系最为密切（ $\beta = 0.498$ ， $t = 7.673$ ， $P < 0.01$ ）。**结论：**靶血管为 LAD 的急性 STEMI 后 HFpEF 患者心尖部纵向应变的改变可能与左心室整体 GLS 变化关系最为密切，应用 CMR 评估心尖部纵向应变可为评估心功能及疾病进展提供帮助。

【关键词】 ST 段抬高心肌梗死；射血分数保留的心力衰竭；心脏磁共振；左心室整体纵向应变

doi: 10.3969/j.issn.1673-6583.2023.04.012

Left ventricular global longitudinal strain in HFpEF patients after STEMI with left anterior descending artery occlusion WANG Peng¹, MA Yingjie¹, LI Bin¹, WANG Jian², TIAN Jing¹, WANG Qiang¹, SU Guohai¹. 1. Department of Cardiology, Central Hospital Affiliated to Shandong First Medical University, Jinan 250118; 2. Department of Radiology, Central Hospital Affiliated to Shandong First Medical University, Jinan 250118, China

【Abstract】 Objective: To investigate the relationship between global longitudinal strain (GLS) of the left ventricle and segmental longitudinal strain (SLS) in ST-segment elevation myocardial infarction (STEMI) patients with preserved ejection fraction and left anterior descending artery occlusion. **Methods:** A total of 21 patients with acute STEMI undergoing primary percutaneous coronary intervention (PCI) received cardiac magnetic resonance (CMR) imaging at the Central Hospital of Shandong First Medical University from 2019 to 2022, and all had preserved left ventricular ejection fraction (LVEF $\geq 50\%$) at echocardiography. In addition, 21 normal subjects who underwent CMR examination during the same period served a control group. CMR characteristics and correlation between left ventricular GLS and SLS were compared between the two groups. **Results:** Compared with control group, SLS became significantly abnormal for all segments in patients with STEMI ($P < 0.05$). Apical longitudinal strain was most closely related to the GLS in STEMI group ($\beta = 0.399$ ， $t = 7.673$ ， $P < 0.01$). **Conclusion:** In STEMI patients with heart failure with preserved LVEF caused by LAD occlusion, the change of apical longitudinal strain is closely related to left ventricular GLS alterations. The finding suggests

基金项目：中国博士后科学基金（2020M682119）；山东省自然科学基金（ZR2020MH026，ZR2021MG019）；山东省博士后创新项目（202102041）；济南市临床医学科技创新计划（202019045）

作者单位：250118 济南，山东第一医科大学附属中心医院心血管内科（王鹏，马英杰，田静，王强，李彬，苏国海），放射科（王建）

通信作者：苏国海，E-mail:gttstg@163.com

that assessment of apical longitudinal strain may be helpful for evaluating the treatment effect and disease progression.

【Key words】 ST-elevation myocardial infarction; Heart failure with preserved ejection fraction; Cardiac magnetic resonance; Left ventricular global longitudinal strain

全球每年急性心肌梗死发病人数超 700 万^[1], 其中急性 ST 抬高心肌梗死 (STEMI) 的死亡率较高, 且预后较差, 是心内科危急重症^[2-3]。与右冠状动脉以及回旋支病变相比, 前降支 (LAD) 病变的 STEMI 患者死亡率最高。对于左室射血分数 (LVEF) 正常的 STEMI 患者, LVEF 对心功能及预后的评估具有一定局限性。心脏磁共振 (CMR) 的心肌应变是精准评估以及量化心肌力学的有利工具, 包括左心室整体周向应变 (GCS)、整体纵向应变 (GLS)、整体径向应变 (GRS)^[4-5]。1 项纳入 16 项不同心脏疾病研究 5 721 例受试者的荟萃分析证实, GLS 比 LVEF 更能预测全因死亡率及心源性死亡、心力衰竭住院和恶性心律失常复合终点的发生^[6-9]。

1 对象与方法

1.1 研究对象

选取 2019 年至 2022 年在山东第一医科大学中心医院因急性 STEMI 住院且靶血管为 LAD, 接受急诊经皮冠状动脉介入治疗 (PCI) 的 21 例心力衰竭患者为 STEMI 组。所有患者 PCI 后 14 d 内接受 CMR 检查且超声心动图结果显示 LVEF \geq 50%。所有患者仅在该次住院期间对靶血管进行了血运重建, 靶血管在 PCI 后均恢复了心肌梗死溶栓试验 (TIMI) 3 级血流。对照组为 21 名同期接受 CMR 检查的健康人群。

STEMI (J 点测量) 的诊断标准: (1) 符合心肌缺血的体征和症状 (即超过 30 min 的持续性胸痛); (2) 心电图检查结果 (J 点测量 ST 段抬高) 提示正在发生的冠状动脉急性闭塞。至少 2 个连续导联的 ST 段抬高 (没有左心室肥大或左束支传导阻滞时 40 岁以下男性抬高 2.5 mm, 40 岁以上的男性抬高 2 mm, 女性 V₂~V₃ 导联抬高 1.5 mm 或其他导联 1 mm) 或 18 导联心电图上出现新的左束支传导阻滞和肌钙蛋白 I 水平升高^[10]。排除标准: (1) 主动脉瓣疾病、浸润性疾病 (心脏淀粉样变性) 或全身性疾病者; (2) 有 CMR 禁忌证

(如植入式起搏器、金属颅内植入物、幽闭恐惧症) 和肾功能不全者。

1.2 仪器和方法

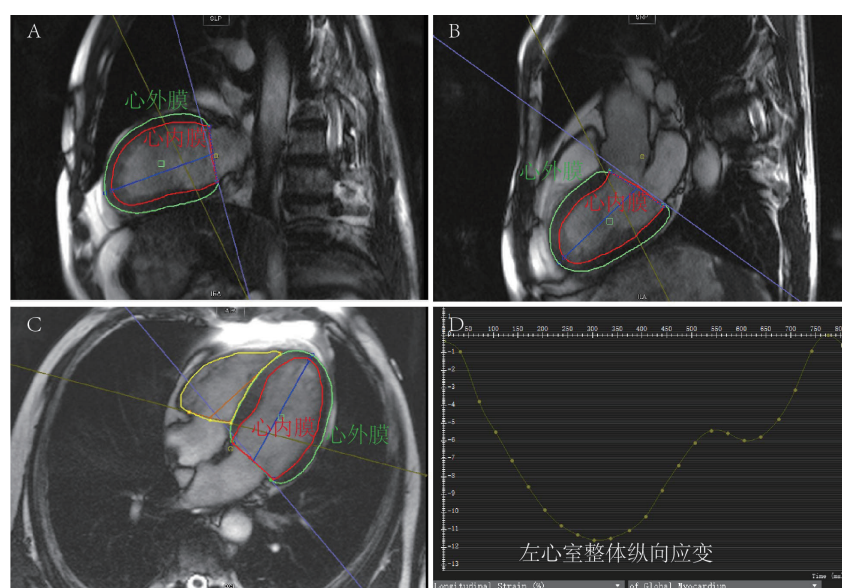
所有受试者均采用荷兰飞利浦 3.0T 超导型磁共振扫描仪采集用于分析的电影成像和晚期钆增强 (LGE) 成像。使用 32 通道腹部相控阵线圈, 同时使用心电门控与呼吸门控。在呼气末屏气时使用稳态自由进动 (SSFP) 序列获取标准电影图像。然后, 使用相位敏感反转恢复 (PSIR) 序列完成晚期钆增强成像, SSFP、PSIR 序列图像采集是在两腔心、三腔心和四腔心图像长轴平面以及连续的短轴切片中进行的, 这些切片涵盖房室环到左心室心尖部分。SSFP 序列电影图像用于心脏形态学和功能分析, 扫描参数为: 重复时间 (TR) / 回波时间 (TE) = 2.8~3.0/1.4~1.5 ms, 视场 (FOV) = 300 mm²×300 mm², 体素 = 2 mm×2 mm×6 mm, 翻转角 = 45°, 层厚为 6~8 mm。

1.3 图像处理

由 2 名拥有 5 年以上经验的研究人员使用 CVI 42 软件 (Circle Cardiovascular Imaging, 加拿大) 进行所有分析。应用 CVI 42 软件自动识别图像心内膜、心外膜轮廓, 随后进行轮廓的自动勾画。根据轮廓勾画情况, 进行手动修正。心功能相关参数由软件自动计算。对标准长轴 (二腔心、三腔心和四腔心) 和短轴观进行特征跟踪, 以计算左心室应变参数, 包括 GCS、GLS、GRS、分段周向应变、分段纵向应变和分段径向应变。见图 1、图 2。

1.4 统计学分析

应用 SPSS 25.0 软件进行统计分析。计量资料若符合正态分布且方差齐则以均数 ± 标准差表示, 非正态分布时用中位数 (四分位数间距) 表示。2 组计量资料间比较, 若符合正态分布且方差齐者则采用独立样本 *t* 检验, 非正态分布使用秩和检验; 4 组计量资料间比较, 相关性分析采用多因素线性回归分析。计数资料用例 (%) 表示, 组间比较采用卡方检验。P<0.05 为差异有统计学意义。



注：A为左心室收缩末期2腔内外膜轮廓；B为左心室收缩末期3腔内外膜轮廓；C为左心室收缩末期2腔内外膜轮廓；D为左心室GLS应变率曲线

图1 左室GLS应变及应变率曲线

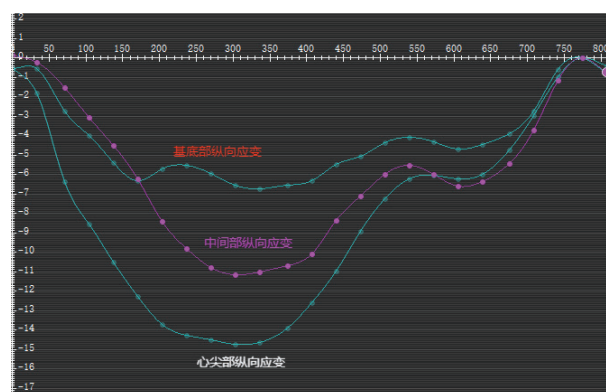


图2 左心室分节段纵向应变率曲线

2 结果

2.1 2组临床资料的比较

2组间年龄、性别、体质指数(BMI)比较,差异均无统计学意义($P>0.05$),但在糖尿病、高血压、吸烟史方面,2组间差异有统计学意义($P<0.05$)。见表1。

2.2 常规CMR参数值之间的比较

与对照组相比,STEMI组左心室GLS、GCS、GRS、LVEF均受损。根据美国心脏协会模型将左心室分为心尖部、中部和基底部^[1]。与对照组相比,STEMI患者的心尖部纵向应变、中间部纵向应变和基底部纵向应变均增加($P<0.05$)。见表2。

表1 2组临床资料比较

项目	STEMI组($n=21$)	对照组($n=21$)	P
年龄/岁	54.05 \pm 12.42	57.00 (46.00, 61.00)	0.910
男性/例(%)	15 (71.4)	13 (61.9)	0.513
BMI/kg \cdot m ⁻²	27.16 \pm 4.11	24.91 (23.63, 26.97)	0.263
糖尿病/例(%)	7 (33.3)	2 (9.5)	0.06
高血压/例(%)	13 (61.9)	9 (42.9)	0.217
吸烟/例(%)	13 (61.9)	8 (38.1)	0.123

2.3 各节段纵向应变与左心室整体GLS比较

与对照组相比,STEMI组各节段纵向应变均增加($P<0.05$),纳入STEMI组基底部纵向应变、中间部纵向应变、心尖部纵向应变构建多因素线

性回归方程。结果发现,基底部纵向应变对左心室GLS的影响有统计学意义($\beta=0.353$, $t=7.096$, $P<0.01$),中间段纵向应变对左心室GLS的影响有统计学意义($\beta=0.412$, $t=7.673$, $P<0.01$),心

尖段纵向应变对左心室 GLS 的影响有统计学意义 ($\beta=0.498$, $t=7.673$, $P<0.01$), 其中心尖部纵向应变与整体 GLS 关系最为密切。见表 3。

表2 2组常规CMR参数比较/%

参数	STEMI组 ($n=21$)	对照组 ($n=21$)	P
GLS	-8.27 ± 1.89	-13.46 ± 2.63	<0.001
GRS	23.73 ± 10.07	$39.56 (29.15, 45.84)$	<0.001
GCS	-14.50 ± 3.57	-19.17 ± 2.10	<0.001
LVEF	54.93 ± 3.85	62.88 ± 6.96	<0.001
心尖部纵向应变	-10.91 ± 2.36	-17.08 ± 2.28	<0.001
中间部纵向应变	-7.68 ± 2.70	-13.52 ± 2.78	<0.001
基底部纵向应变	$-6.84 (-8.16, -4.20)$	$-9.89 (-12.03, -7.5)$	0.020

表3 STEMI组左心室GLS分节段纵向应变多因素线性回归分析

项目	非标准化系数		标准化系数 β	t	P
	B	标准误			
常量	0.184	0.490	-	0.376	0.711
基底部纵向应变	0.291	0.050	0.353	5.763	<0.001
中间部纵向应变	0.289	0.041	0.412	7.096	<0.001
心尖部纵向应变	0.399	0.052	0.498	7.673	<0.001

3 讨论

CMR 已成为评估心脏结构、功能以及预后的“金标准”, 其中 GLS 更是被广泛关注。射血分数保留的心力衰竭患者预后欠佳, 有研究表明, 中度和重度舒张功能不全的射血分数保留的心力衰竭患者 5 年死亡率约为 23%^[12]。通过对靶血管为 LAD, 急性 STEMI 后射血分数保留的心力衰竭 (HFpEF) 患者 CMR 参数进行研究, 发现与对照组相比, STEMI 组患者的左心室 GLS、分节段纵向应变均增加, 其中左心室 GLS 与心尖部纵向应变之间的关系最为密切, 这可能为评估心力衰竭患者心脏功能提供帮助。

部分急性心肌梗死患者会发展为 HFpEF, 超声心动图提示患者 LVEF 没有明显降低, 或降低程度不严重, 但 CMR 检查发现患者心脏的空间结构及几何形状已经发生改变。左心室中部与基底部受多重血液供应, 心尖部主要以 LAD 供血为主, 且 4~8 个节段由 LAD 单独供血。多项研究通过耦合 CMR 图像和无创计算机断层扫描冠状动脉的结果,

研究心肌 17 节段模型与冠状动脉解剖学之间的对应关系, 表明冠状动脉分布变异最常发生在由 LAD 供血的心尖部 (第 15、16、17 段), 说明当 LAD 发生狭窄以及闭塞时, 相较于基底部以及中间部, 心尖部可能更早且更明显地发生病理改变^[13-15]。微循环障碍已被证实是心肌梗死后不良预后结果的独立预测因子, 且有研究表明, 心尖部以及较偏远区域的心肌更容易发生微循环障碍, 这可能与全身以及局部神经-体液反射有关。实验研究证实, 急性心肌梗死时, α -肾上腺素能神经活性被激活, 血管收缩增强, 导致心尖部及偏远区域发生微循环功能障碍^[16-17]。在冠状动脉闭塞期间, 患者侧支循环形成, 提供相当于开通血管的 1/5 到 1/4 的血流, 改善了心肌供血。良好的侧支循环形成可以减少心肌梗死面积、改善患者预后。但相较于回旋支病变, LAD 相关病变所形成的侧支供血相对较少^[18-19], 从而导致靶血管为 LAD 的急性 STEMI 患者心肌损伤更严重, 这可能导致心尖部纵向应变较其他区域纵向应变受缺血影响更大。

综上所述,与其他节段相比,心尖部纵向应变与左心室 GLS 关系更为密切,这提示临床工作中,在给予患者个性化治疗的同时,应该关注心尖部纵向应变的变化,可能会为评估心肌梗死治疗效果以及疾病进展提供帮助。

参 考 文 献

- [1] Reed GW, Rossi JE, Cannon CP. Acute myocardial infarction[J]. *Lancet*, 2017, 389(10065):197-210.
- [2] Frank M, Sanders C, Berry BP. Evaluation and management of ST-segment elevation myocardial infarction in the emergency department[J]. *Emerg Med Pract*, 2021, 23(1):1-28.
- [3] 《中国心血管健康与疾病报告》编写组,王增武,胡盛寿.《中国心血管健康与疾病报告2021》要点解读[J].*中国心血管杂志*, 2022, 27(4):305-318.
- [4] Curtis JP, Sokol SI, Wang YF, et al. The association of left ventricular ejection fraction, mortality, and cause of death in stable outpatients with heart failure[J]. *J Am Coll Cardiol*, 2003, 42(4):736-742.
- [5] Wang Q, Wang J, Ma YJ, et al. Predictive value of myocardial strain on myocardial infarction size by cardiac magnetic resonance imaging in ST-segment elevation myocardial infarction with preserved left ventricular ejection fraction[J]. *Front Pharmacol*, 2022, 13:1015390.
- [6] Kalam K, Otahal P, Marwick TH. Prognostic implications of global LV dysfunction: a systematic review and meta-analysis of global longitudinal strain and ejection fraction[J]. *Heart*, 2014, 100(21):1673-1680.
- [7] Aikawa T, Kariya T, Yamada KP, et al. Impaired left ventricular global longitudinal strain is associated with elevated left ventricular filling pressure after myocardial infarction[J]. *Am J Physiol Heart Circ Physiol*, 2020, 319(6): H1474-H1481.
- [8] Badano LP, Muraru D, Ciambellotti F, et al. Assessment of left ventricular diastolic function by three-dimensional transthoracic echocardiography[J]. *Echocardiography*, 2020, 37(11):1951-1956.
- [9] Stanton T, Leano R, Marwick TH. Prediction of all-cause mortality from global longitudinal speckle strain: comparison with ejection fraction and wall motion scoring[J]. *Circ Cardiovasc Imaging*, 2009, 2(5):356-364.
- [10] Ibanez B, James S, Agewall S, et al. 2017 ESC guidelines for the management of acute myocardial infarction in patients presenting with ST-segment elevation: the task force for the management of acute myocardial infarction in patients presenting with ST-segment elevation of the European Society of Cardiology (ESC)[J]. *Eur Heart J*, 2018, 39(2):119-177.
- [11] Cerqueira MD, Weissman NJ, Dilsizian V, et al. Standardized myocardial segmentation and nomenclature for tomographic imaging of the heart. A statement for healthcare professionals from the Cardiac Imaging Committee of the Council on Clinical Cardiology of the American Heart Association[J]. *Circulation*, 2002, 105(4):539-542.
- [12] Naing P, Forrester D, Kangaharan N, et al. Heart failure with preserved ejection fraction: a growing global epidemic[J]. *Aust J Gen Pract*, 2019, 48(7):465-471.
- [13] Ortiz-Pérez JT, Rodríguez J, Meyers SN, et al. Correspondence between the 17-segment model and coronary arterial anatomy using contrast-enhanced cardiac magnetic resonance imaging[J]. *JACC Cardiovasc Imaging*, 2008, 1(3):282-293.
- [14] Setser RM, O'Donnell TP, Smedira NG, et al. Coregistered MR imaging myocardial viability maps and multi-detector row CT coronary angiography displays for surgical revascularization planning: initial experience[J]. *Radiology*, 2005, 237(2): 465-473.
- [15] Backhaus SJ, Kowallick JT, Stiermaier T, et al. Culprit vessel-related myocardial mechanics and prognostic implications following acute myocardial infarction[J]. *Clin Res Cardiol*, 2020, 109(3):339-349.
- [16] Park SM, Hong SJ, Kim YH, et al. Predicting myocardial functional recovery after acute myocardial infarction: relationship between myocardial strain and coronary flow reserve[J]. *Korean Circ J*, 2010, 40(12):639-644.
- [17] Rongchao C, Guoqian W, Longhao Y, et al. GW25-e0278 coronary flow reserve in the remote myocardium predict left ventricular remodeling following acute myocardial infarction[J]. *J Am Coll Cardiol*, 2014, 64(16):C138.
- [18] Figueras J, Otaegui I, Martí G, et al. Area at risk and collateral circulation in a first acute myocardial infarction with occluded culprit artery. STEMI vs non-STEMI patients[J]. *Int J Cardiol*, 2018, 259:14-19.
- [19] Seiler C, Stoller M, Pitt B, et al. The human coronary collateral circulation: development and clinical importance[J]. *Eur Heart J*, 2013, 34(34):2674-2682.

(收稿:2022-12-28 修回:2023-03-22)

(本文编辑:洪玮)