

审稿意见：整个研究设计简单，思路清晰，统计学处理简单，有几个小问题如下：
1、该研究是横断面研究吗？请在题目、摘要和正文方法中明确研究类型。（已明确类型并修改）
2、样本量的估算依据？既然是性别和年龄均匹配的健康对照，为什么不是和患者组相同的 39 例呢？（已核对，组间基线特征均衡，样本量不相等也合理）
3、受试者基线信息描述应放入结果第一部分，包括两组比较的年龄、性别 BMI 等结果，并以表格的形式呈现。（已补充表格，见结果 2.1）
4、统计学 处理的描述中，“计量资料采用 χ^2 检验”应该是计数资料吧。（已修改为“计数资料”）
5、请删除文章最前面的修改说明。（已删除修改说明）
6、请参照以下格式，完善中文标题下方的作者、机构信息（具体至二级科室或学院）。中文示例：1.新疆医科大学研究生学院，新疆乌鲁木齐 830000；2.新疆维吾尔自治区人民医院急救中心，新疆乌鲁木齐 830000（已核对，信息同示例）
7、请按照以下编辑规范修改文中名词术语。稿件中的外文应于文中第一次出现时写明中文全称，在圆括号内写明外文全称及其缩略语。例如：白细胞介素（interleukin, IL）。（已修改全称）
8、P 使用大写斜体，t、r、n 等使用小写斜体。（已修改为斜体）
9、请再次确认参考文献与正文内容是否一一对应，不存在参考文献重复标引等问题；且参考文献的标引为原始出处，不得标引二次文献。（已核对文献与正文，替换文献 1，11）
10、参考文献著录格式不规范，请按照本刊要求逐条核对修改。（已修改格式，见参考文献处）

编辑部意见
本刊参考文献规范格式示例：
[1] 刘浪, 王海存, 高欣, 等. CircRNA 锌指 RNA 结合蛋白在恶性肿瘤中作用研究进展[J]. 基础医学与临床, 2022, 42(10): 1585-1590.
[2] 李伟. 放射科语音识别系统中环境自适应技术的研究与实现[D]. 杭州: 浙江大学, 2013.
[3] 谈勇. 中医妇科学[M]. 2 版. 北京: 中国中医药出版社, 2019: 1-3.
[4] WANG P, WANG S, MA Y, et al. Sarcopenic obesity and therapeutic outcomes in gastrointestinal surgical oncology: A Meta-analysis[J]. Front Nutr, 2022, 9: 921817.
[5] World Health Organization. Global status report on alcohol and health 2018[EB/OL]. (2018-09-27) [2023-05-18]. <https://www.who.int/publications/i/item/9789241565639>.
[6] ABAD-CORONEL C, VILLACÍS MANOSALVAS J, PALACIO SARMIENTO C, et al. Clinical outcomes of the biologically oriented preparation technique (BOPT) in fixed dental prostheses: A systematic review[J/OL]. J Prosthet Dent, 2022. (2022-09-30)[2023-06-10]. [https://www.thejpd.org/article/S0022-3913\(22\)00488-7/pdf](https://www.thejpd.org/article/S0022-3913(22)00488-7/pdf).

肥厚型心肌病左心室收缩后缩短的横断面超声研究

万娟、刘招友*

江西中医药大学附属医院超声科，江西南昌，330000

[摘要]：目的：应用实时三维超声心动图自动定量（real time three-dimensional echocardiography, RT-3DE）技术分析肥厚型梗阻性心肌病（hypertrophic obstructive cardiomyopathy, HOCM）患者左心室心肌收缩后缩短（post-systolic shortening, PSS）的变化规律。方法：本研究采用横断面研究设计，在 2021 年 1 月-2023 年 5 月期间，选取于江西中医药大学附属医院超声科的 39 例 HOCM 患者为 HOCM 组，收集同期 41 例性别、年龄相匹配的健康志愿者为对照组。两组患者进行 RT-3DE 技术检查，比较两组患者超声心动图常规参数、左心室舒张功能参数、左心室壁各节段心肌收缩后缩短（PSS）的分布情况和左心室壁平均收缩后应变指数（post-systolic index, PSI）。结果：HOCM 组与对照组相比，左心房内径、左心室舒张末期后壁厚度、左心室射血分数、左心室流出道最大峰值压差、二尖瓣反流和室间隔厚度显著增大，左心室舒张末期内径、左心室收缩末期内径显

课题来源：江西省卫生健康委科技计划项目（项目编号：20204441）*通讯作者：刘招友，江西中医药大学附属医院
第一作者：万娟（汉族，女，出生于 1983-12），本科学历，研究方向：超声医学，15870630930，E-mail: Wwanjuanwn@163.com。

著减小 ($P<0.05$)；两组患者的 E/A、E/e' 无明显差异，HOCM 组的 DT 较对照组升高，a' 较对照组降低，差异具有统计学意义 ($P<0.05$)；HOCM 组的室间隔基底段、中间段和心尖段发生 PSS 的概率比对照组明显增高，差异具有统计学意义 ($P<0.05$)；HOCM 组总平均 PSI 比对照组明显增大 ($P<0.05$)。结论：HOCM 患者疾病可出现左心室舒张早期心肌缩短现象，应用 RT-3DE 技术行定量分析可反应左心室各个节段发生 PSS 情况，为临床评估及干预提供一种检测手段。

[关键词]：实时三维超声心动图自动定量技术；肥厚型梗阻性心肌病；左心室心肌收缩后缩短

[图中分类号] R542.2；R540.4

Ultrasonographic study of postsystolic shortening of the left ventricle in hypertrophic cardiomyopathy

Wan Juan, Liu Zhaoyou

Department of Ultrasound, Affiliated Hospital of Jiangxi University of Traditional Chinese Medicine, Nanchang 330000, China

[Abstract]:Objective: This study aimed to assess the changes in post-systolic shortening (PSS) of the left ventricular myocardium in patients with hypertrophic obstructive cardiomyopathy (HOCM) using real-time three-dimensional echocardiographic automatic quantification (RT-3DE) technology. Methods: A total of 39 HOCM patients from the Department of Ultrasound at Jiangxi University of Traditional Chinese Medicine Affiliated Hospital were included as the HOCM group, and 41 healthy individuals of similar age and gender who underwent physical examinations during the same period were selected as the control group. RT-3DE examinations were performed on all participants to compare conventional echocardiographic parameters, left ventricular diastolic function parameters, the distribution of PSS in different segments of the left ventricular wall, and the average post-systolic strain index (PSI) of the left ventricular wall. Results: The HOCM group exhibited significant elevations in left atrial diameter, diastolic left ventricular posterior wall thickness, left ventricular ejection fraction, left ventricular outflow tract peak pressure gradient, mitral regurgitation, and interventricular septum thickness compared to the control group ($P<0.05$). In contrast, left ventricular end-diastolic diameter and left ventricular end-systolic diameter were significantly decreased in the HOCM group ($P<0.05$). There were no significant differences in the E/A ratio and E/e' ratio between the two groups. However, the deceleration time (DT) of the E wave in diastole was higher and the late diastolic tissue velocity peak (a') was lower in the HOCM group compared to the control group ($P<0.05$). The probability of PSS occurring in the basal, mid, and apical segments of the interventricular septum was significantly higher in the HOCM group compared to the control group ($P<0.05$). The average PSI in the HOCM group was significantly increased compared to the control group ($P<0.05$). Conclusion: Patients with HOCM may exhibit early myocardial shortening in the left ventricle. The application of RT-3DE technology for quantitative analysis can detect the occurrence of PSS in different segments of the left ventricle, which may have implications for clinical evaluation and intervention.

[Keywords]: real-time three-dimensional echocardiographic automatic quantification

technology;hypertrophic obstructive cardiomyopathy;post-systolic shortening.

前言：肥厚型梗阻性心肌病（hypertrophic obstructive cardiomyopathy, HOCM）属于肥厚型心肌病的一种，由编码肌节或肌节相关蛋白的基因突变导致，可能涉及遗传因素或内分泌失调，以心室非对称性肥厚为解剖特征，可表现为劳力性呼吸困难、乏力和胸痛等症状^[1]。HOCM在一定程度上影响着心脏的舒张功能：心肌在主动脉瓣关闭后，在左心室舒张早期出现的心肌缩短现象被称为心肌收缩后缩短（Postsystolic Shortening, PSS）。PSS即使在一些人正常人可观察到，但仍被认为是心肌功能障碍的标志。有研究提示 HOCM 患者的左心室舒张功能与 PSS 有一定联系^[2]。但疾病早期 HOCM 患者常规超声心动图参数对心功能改变的发现并不敏感^[3]。实时三维超声心动图自动定量技术（real time three-dimensional echocardiography-RT-3DE）快速成像、图像清晰，能以逼真的方式展示心脏各个结构的立体方位和活动规律，准确测量左心室容积和功能，包括那些有节段性室壁运动异常的患者，发现 PSS 征象可以敏感反映左室缺血心肌功能的变化^[4]。故本研究拟采用 RT-3DE 技术探讨 HOCM 患者发生 PSS 的变化规律，以期为 RT-3DE 技术在临床中的运用提供依据。

1. 资料和方法

1.1 临床资料

1.1.1 一般资料 本研究采用横断面研究，在 2021 年 1 月-2023 年 5 月期间，选取于江西中医药大学附属医院超声科的 39 例 HOCM 患者为 HOCM 组。男 21 例，女 18 例；年龄 30-57 岁，平均（42.95±7.62）岁；身体质量指数（body mass index, BMI）：21-23kg/m²，平均 BMI（21.95±0.83）kg/m²。收集同期 41 例性别、年龄相匹配的健康志愿者为对照组。男性 21 例，女性 20 例；年龄 29-60 岁，平均（41.88±7.73）岁；BMI:20-24kg/m²，平均 BMI（22.02±1.49）kg/m²。

1.1.2 病例纳排标准：纳入标准：①年龄 ≥ 18 岁。②经临床症状、胸超声心动图（transthoracic echocardiography, TTE）及心脏 MRI 确诊为 HOCM^[5]。③左心室流出道与主动脉峰压力阶差（left ventricular outflow tract gradient, LVOTG）≥30mmHg（1mmHg=0.133kPa）。④心室不对称肥厚而无心室腔增大。⑤左心室心肌的任何节段或多个节段的室壁厚度达到 15 毫米或以上，或者具有明确的家族史，室壁厚度达到 13 毫米或以上，同时排除其他增加左心负荷疾病，如高血压性心脏病。排除标准：①合并急性脑血管疾病、先天性心脏病等。②存在瓣膜疾病或有心脏手术史。③严重的的心、肺、肝、肾多脏器功能障碍者。④获得的超声心动图质量差。

1.1.3 伦理知情：①江西中医药大学附属医院内医学伦理委员会下批准该研究。②严格遵循了患者自愿参加的原则，同时获得患者或患者家属签名的知情同意书。

1.2 方法及观察指标

患者常规左侧卧位，记录心电图，待其呼吸稳定后。采用 PHILIPS EPIQ7 超声诊断仪，使用频率为 1.0-5.0MHz 的 S5-1 探头，测量患者的左心房内径（left atrial diameter, LAD）、左心室舒张末期后壁厚度（left ventricular diastolic posterior wall thickness, LVPWD）、左心室射血分数（left ventricular ejection fraction, LVEF）、左心室流出道最大峰值压差（peak pressure gradient across the left ventricular outflow tract, LVOTPG）、二尖瓣反流和室间隔厚度（interventricular septal thickness, IVSD），左心室舒张末期内径（left

ventricular end-diastolic diameter，LVEDD）、左心室收缩末期内径（left ventricular end-systolic diameter，LVESD），舒张早期二尖瓣血流速度峰值（E）、舒张晚期二尖瓣血流速度峰值（A）、二尖瓣舒张期血流 E 峰减速时间（[deceleration time of mitral early diastolic inflow velocity](#)，DT），二尖瓣侧壁瓣环舒张期早期组织运动速度峰值（[peak early diastolic tissue velocity at mitral lateral annulus](#)，e'）和舒张期晚期组织运动速度峰值（[peak late diastolic tissue velocity at mitral lateral annulus](#)，a'），并计算 E/A、E/e'。RT-3DE 检查采用 X5-1 探头，频率 1-5MHz，启动三维程序采用 QLab 9.1 软件 3DQ dvance 插件分析储存到移动硬盘的连续 4 个心动周期的动态三维图像。对于 HOCM 组的左心室壁的 702 个节段和对照组的 738 个节段（包括前壁、侧壁等的基底段、中间段和心尖段），进行了分析其分布情况。某个心肌节段的舒张期进一步缩短判定为 PSS。据[收缩后应变指数](#)（[post-systolic index, PSI](#)）=（全心动周期的负向峰值应变-收缩期的负向峰值应变）/全心动周期的负向峰值应变×100%。公式计算单个心肌节段的 PSI。PSS 阳性：PSI≥20%^[6]。

1.3 统计学处理

运用 SPSS19.0 统计软件对 Excel 整理的数据进行处理。[计量资料](#)均符合正态分布时以（ $\bar{x} \pm s$ ）差表示，[组间比较](#)计量资料两组间比较采用独立样本 t 检验；[计数资料](#)以例数（百分率）[n(%)]表示，采用 χ^2 检验。以显著性小于 0.05 具有统计学意义。

2. 结果

2.1 一般资料对比

两组患者一般资料比较，性别、年龄、BMI 均无统计学意义（均 $P>0.05$ ），见表 1

表 1 两组患者一般资料对比

组别	例数	性别（男/女）	年龄	BMI
HOCM 组	39	21/18	42.95±7.62	21.95±0.83
对照组	41	21/20	41.88±7.73	22.02±1.49
统计值		$\chi^2=0.164$	$t=0.629$	$t=-0.237$
P 值		0.686	0.531	0.813

2.2 对两组患者超声心动图常规参数进行比较

HOCM 组与对照组对比，LAD、LVPWD、LVEF、LVOTPG、二尖瓣反流和 IVSD 显著增大，LVEDD、LVESD 较显著减小（ $P<0.05$ ），见表 2

表 2 对两组患者超声心动图常规参数进行比较（ $\bar{x} \pm s$ ）

组别	例数	左 心 房 内 径 (mm)	左心室舒张末期后壁厚度 (mm)	左心室射血分数 (%)	左心室流出道最大峰值压差 (mmHg)
对照组	41	35.35±4.28	10.21±1.52	65.74±7.24	13.32±6.35
HOCM 组	39	41.13±6.04	11.75±2.98	75.23±5.63	76.26±6.21
t 值		4.958	2.933	6.522	44.792

bmr.202507.00065V1

P 值		<0.001	0.004	<0.001	<0.001
组别	例数	二尖瓣反流(级)	二尖瓣反流和室间隔厚度(mm)	左心室舒张末期径(mm)	左心室收缩末期径(mm)
对照组	41	0.52±0.03	20.76±4.24	43.37±4.76	27.73±1.51
HOCM 组	39	1.57±0.73	23.45±5.12	40.71±5.34	24.02±4.96
t 值		9.205	2.565	2.355	4.573
P 值		<0.001	<0.012	0.021	<0.001

2.3 两组患者左心室舒张功能参数比较

两组患者的 E/A、E/e' 无明显差异，HOCM 组的 DT 较对照组升高，a' 较对照组降低 P<0.05，见表 3

表 3 两组患者左心室舒张功能参数比较 ($\bar{x} \pm s$)

组别	例数	舒张早期二尖瓣血流速度峰值/舒张晚期二尖瓣血流速度峰值	二尖瓣舒张期血流 E 峰减速时间 (ms)	舒张期晚期组织运动速度峰值 (cm/s)
对照组	41	1.01±0.28	201.03±86.43	9.24±2.64
HOCM 组	39	1.17±0.48	253.47±116.75	8.02±2.45
t 值		1.832	2.291	2.140
P 值		0.070	0.025	0.036

组别	例数	二尖瓣侧壁瓣环舒张期早期组织运动速度峰值 (cm/s)	舒张早期二尖瓣血流速度峰值/二尖瓣侧壁瓣环舒张期早期组织运动速度峰值
对照组	41	5.95±1.89	14.56±6.76
HOCM 组	39	5.11±1.67	12.92±5.04
t 值		2.103	1.225
P 值		<0.039	0.224

2.4 两组患者左心室各节段 PSS 分布情况

HOCM 组的室间隔基底段、中间段和心尖段发生 PSS 的概率比对照组明显增高，差异具有统计学意义 (P<0.05)，见表 4

表 4 两组患者左心室各节段 PSS 分布情况[(n)，%]

组别	总节段	室间隔基底段	中间段	心尖段
对照组	738	5 (1.54)	1 (0.43)	1 (0.43)
HOCM 组	702	31 (13.25)	10 (4.27)	8 (3.42)
χ ² 值		20.343	7.541	4.078
P 值		<0.001	0.006	0.043

2.5 两组患者左心室壁平均 PSI 比较

HOCM 组总平均 PSI 比对照组明显增大，差异具有统计学意义 (P<0.05)，见表 5

表 5 两组患者左心室壁平均 PSI 比较 ($\bar{x} \pm s$)

组别	例数	收缩后应变指数(%)
		基底段中间段心尖段

对照组	41	2.31±4.01	0.43±0.67	0.38±0.62
HOCM	39	7.25±6.81	2.77±2.15	2.42±2.04
组				
t 值		3.977	6.640	6.115
P 值		<0.001	<0.001	<0.001

3.讨论

左心室舒张早期主动脉瓣关闭后仍收缩的现象称为 PSS，表现为长轴缩短和短轴增厚。研究表明，PSS 可能与心肌缺血相关，而 HOCM 患者 PSS 发生率增高，或与心肌纤维化及症状相关^[7-8]。掌握 HOCM 患者 PSS 的变化规律对诊疗及预后评估具有重要意义。超声心动图是重要的诊断工具，可直观评估心肌形态、结构及功能^[9]。相比二维超声，RT-3DE 技术通过三维动态成像更精准检测心室功能，具有高重复性^[10]。本研究采用 RT-3DE 技术对比 HOCM 患者与健康人群的 PSS 特征，为临床实践提供依据。

本研究结果表明：HOCM 组与对照组相比，LAD、LVPWD、LVEF、LVOTPG、二尖瓣反流和 IVSD 显著增大，而 LVEDD、LVESD 显著减小；两组患者的 E/A、E/e'无明显差异，HOCM 组的 DT 较对照组升高，a'较对照组降低，差异具有统计学意义（P<0.05），表明 HOCM 患者左心室结构功能异常，HOCM 患者左心室舒张功能受损。LAD 明显增大，其原因与某些原因导致的左心房负荷重，有无房颤引起左房结构重构有关。LVEF 是指左心室的每搏输出量占左心室舒张末期容积的比例，可以衡量心室收缩期的射血能力，是衡量患者心脏有无收缩功能障碍的重要指标。而 HOCM 疾病的 LVEF 与健康者有差异，但可能并不会表现出异常。心脏超声提示的心脏左室流出道狭窄的诊断标准通常是 LVOTPG≥30mmHg，本研究表明 HOCM 患者的 LVOTPG 明显高于健康者。HOCM 患者 IVSD 增大可能与梗阻性相关，心脏向外泵血不顺畅，长期阻力使得心肌变肥厚，室间隔也变厚^[11]。

本研究指出 HOCM 患者的 PSS 的发生率和程度均较正常对照组高，其可能是与左心室整体舒张功能的 E/e'值有一定的关系，提示 PSS 的发生一定程度上反映了 HOCM 患者左心室舒张功能的情况。这与既往研究提出 PSS 发生的节段数，与等容舒张时间息息相关^[12]。本研究得出 HOCM 患者 PSS 发生率和对应的 PSI 平均值均较高，室间隔基底段的增厚表现最为显著。与此前研究发现心肌梗死后，局部心肌的主动舒张功能受损，导致该区域的 PSS 的阳性率明显高于正常心肌相似^[13-14]。PSS 是一种敏感指标，可以指示心肌缺血或存活心肌的存在。无论是心肌缺血还是存活心肌，PSS 都表示患者的心肌存在较大范围的危险性。故研究局部心肌的 PSS 现象对于临床具有重要意义，可以为血运重建和积极干预提供指导^[15-16]。而 RT-3DE 技术可以实时显示整个心脏收缩和舒张过程中左心室的全局和各个心肌节段的容积变化情况，并进行定量分析以评估各个节段的收缩功能。通过这种技术，可以更全面地了解左心室壁不同节段心肌运动的差异，为评估 HOCM 提供科学依据^[17]。

HOCM 患者的左心房功能下降对左心室的充盈至关重要。RT-3DE 技术可以对左心房功能和应变在不同时间段内进行评估，可能其临床应用受限于二维图像质量和患者透声条件的影响。然而，随着超声诊断仪成像质量的不断提高，RT-3DE 技术可能会被广泛应用于评价心功能的检测技术。本研究的样本量尚小，仍需要进一步增加样本量以加强研究结果的可靠性。

参考文献

- [1] Playford D, Strange GA, Atherton JJ, et al. Clinical to Population Prevalence of Hypertrophic Cardiomyopathy Phenotype: Insights From the National Echo Database Australia.[J] *Heart Lung Circ*, 2024, 33(2):212-221.
- [2] 冯德喜,秦林金,王金锐等.多普勒超声心动图应变技术对收缩后缩短现象的实验研究[J].*内蒙古医学院学报*, 2003, (04):231-233.
- [3] LIU W, ZHANG Y, LIU Y, et al. Assessment of left ventricular systolic function in hypertrophic cardiomyopathy patients with myocardial injury: a study based on layer-specific speckle tracking echocardiography[J].*Int J Cardiovasc Imaging*, 2020, 36(11):2129-2137.
- [4] 王江涛,吕秀章,蔡绮哲,等. 三维超声心动图自动定量节段性室壁运动异常患者左心功能的临床研究[J]. *中国超声医学杂志*, 2018, 34(10):895-898.
- [5] 中华医学会心血管病学分会中国成人肥厚型心肌病诊断与治疗指南编写组, 中华心血管病杂志编辑委员会. 中国成人肥厚型心肌病诊断与治疗指南[J]. *中华心血管病杂志*, 2017, 45(12):1015-1032.
- [6] BRAININ P, HOFFMANN S, FRITZ-HANSEN T, et al. Usefulness of postsystolic shortening to diagnose coronary artery disease and predict future cardiovascular events in stable angina pectoris[J].*J Am Soc Echocardiogr*, 2018, 31(8):870-879.
- [7] 宋光,李方方,任卫东等.实时三维超声心动图评价早期心尖肥厚型心肌病的左心室心肌节段收缩功能[J].*中国医学影像学杂志*, 2016, 24(10):758-761+765.
- [8] 王江涛,吕秀章,蔡绮哲,等.三维超声心动图自动定量节段性室壁运动异常患者左心功能的临床研究[J].*中国超声医学杂志*, 2018, 34(10):895-898.
- [9] 刘毕君. 超声心动图筛查慢性肾病合并心血管疾病的价值[J]. *山西医药杂志*, 2021, 50(3):458-459.
- [10] 滕花, 任建丽, 方正, 等.三维超声心动图自动定量技术在评价左心腔容积及功能中的应用价值[J]. *中华超声影像学杂志*, 2019, 28(3):192-184.
- [11] 孟祥彬,唐熠达.经导管二尖瓣钳夹系统解除左心室流出道梗阻治疗肥厚型梗阻性心肌病的应用现状及前景[J].*中国循环杂志*, 2022, 37(03):298-301.
- [12] 唐亚捷,宋云虎,邓隆,等.扩大心肌切除术对消除肥厚型梗阻性心肌病二尖瓣反流的效果分析[J].*中国循环杂志*, 2018, 33(6):585-590.
- [13] 冯程,熊奕,陈立新,等.应变成像评价冠心病局部心肌收缩后缩短[J].*中国老年学杂志*, 2012, 32(16):3386-3387.
- [14] 王伟.三维超声心动图自动定量技术在冠心病患者 PCI 术后的应用价值[J].*航空航天医学杂志*, 2021, 32(09):1077-1078.
- [15] 段福建,高一鸣,李慧,等.肥厚型梗阻性心肌病扩大室间隔切除术后左心室心肌收缩后缩短的变化规律[J].*中国循环杂志*, 2020, 35(10):1006-1010.
- [16] 汪雨珊,张丽,李玉曼,等.三维超声心动图自动定量技术评估冠心病患者经皮冠状动脉介入术后左心室容积及收缩功能[J].*中国医学影像技术*, 2020, 36(01):6-10.
- [17] 孟庆国,尹立雪,张红梅,等.实时三维超声评价肥厚型心肌病患者左室心肌节段容积与收缩功能的变化.临床超声医学杂志, 2015, 17(5):308-311.

