

DOI: 10.3969/j.issn.1005-8982.2026.17.003

文章编号: 1005-8982 (2026) 17-0014-07

冠心病专题·论著

## PCI对射血分数保留冠心病患者左心房-左心室功能耦联的早期影响\*

左冬梅<sup>1</sup>, 刘成成<sup>1</sup>, 汤代彬<sup>2</sup>

(安庆市立医院 1.超声科, 2.普外科, 安徽 安庆 246003)

**摘要:** **目的** 探讨经皮冠状动脉介入治疗(PCI)对左室射血分数(LVEF)保留冠心病患者左心房-左心室功能耦联的早期影响,为临床评估PCI疗效提供超声影像学依据。**方法** 选取2023年7月—2024年7月安庆市立医院拟行PCI且LVEF $\geq$ 50%的冠心病患者46例为病例组,另选取同期健康体检者45例为对照组。采用常规超声心动图检测两组研究对象的左心房储备期应变(LASr)、管道期应变(LAScd)、收缩期应变(LASct)、左房僵硬指数(LASI),以及左心室整体纵向应变(GLS)、整体做功指数(GWI)、整体有效做功(GCW)、整体无效做功(GWW)和整体做功效率(GWE)。比较病例组与对照组上述参数的差异,以及病例组术前、术后3 d、术后1个月的参数变化;采用Pearson法分析病例组术后1个月左心室心肌做功参数与左心房相关参数的相关性。**结果** 与对照组比较,病例组术前LASr低于对照组,LAScd、LASct、LASi均高于对照组( $P<0.05$ )。与术前及术后3 d比较,术后1个月病例组LASi均降低( $P<0.05$ )。病例组术前GWl、GCW、GWE均低于对照组,GLS、GWW均高于对照组( $P<0.05$ )。与术前比较,术后1个月病例组GWE升高( $P<0.05$ )。与术后3 d比较,术后1个月病例组GLS降低,GWl、GCW、GWE均升高( $P<0.05$ )。Pearson相关性分析结果显示,LASr与GLS、GWW均呈负相关( $P<0.05$ ),与GWl、GCW、GWE均呈正相关( $P<0.05$ );LAScd与GLS、GWW均呈正相关( $P<0.05$ ),与GWl、GCW、GWE均呈负相关( $P<0.05$ );LASct与GLS呈正相关( $P<0.05$ );LASi与GLS、GWW均呈正相关( $P<0.05$ ),与GWl、GCW、GWE均呈负相关( $P<0.05$ )。**结论** LVEF保留冠心病患者存在左心房-左心室功能耦联障碍,PCI术后1个月可早期改善其左心室整体做功效率、降低左心房僵硬,促进左心房-左心室功能耦联良性逆转,左心室整体做功效率可作为评估PCI术后早期心功能恢复的重要指标。

**关键词:** 冠心病; 经皮冠状动脉介入治疗; 射血分数保留; 左心房应变; 左心室心肌做功; 左心房-左心室功能耦联

中图分类号: R541.4

文献标识码: A

## Early impact of PCI on left atrial-ventricular functional coupling in coronary heart disease patients with preserved ejection fraction\*

Zuo Dong-mei<sup>1</sup>, Liu Cheng-cheng<sup>1</sup>, Tang Dai-bin<sup>2</sup>

(1. Department of Ultrasound, 2. Department of General Surgery, Anqing Municipal Hospital, Anqing, Anhui 246003, China)

**Abstract: Objective** To explore the early effects of percutaneous coronary intervention (PCI) on left atrial-left ventricular functional coupling in patients with coronary heart disease (CHD) and preserved left ventricular ejection fraction (LVEF), and to provide ultrasound imaging evidence for evaluating PCI efficacy. **Methods** Forty-six CHD patients scheduled for PCI with LVEF  $\geq$  50% (July 2023-July 2024) were enrolled as the case group, and

收稿日期: 2026-05-07

\* 基金项目: 安徽省卫生健康科研项目(AHWJ2023b107)

[通信作者] 左冬梅, E-mail: wawjtxthy@163.com

45 healthy subjects as the control group. Conventional echocardiography detected left atrial reservoir strain (LASr), conduit strain (LAScd), contractile strain (LASct), stiffness index (LASI), and left ventricular global longitudinal strain (GLS), global work index (GWI), constructive work (GCW), wasted work (GWW), work efficiency (GWE) in both groups. We compared parameter differences between groups and changes in the case group before PCI, 3 days and 1 month after PCI, and analyzed correlations between left ventricular myocardial work and left atrial parameters 1 month after PCI. **Results** Before PCI, the case group had lower LASr, higher LAScd, LASct and LASI than the control group (all  $P < 0.05$ ). LASI in the case group decreased significantly 1 month after PCI compared with before PCI and 3 days after PCI (all  $P < 0.05$ ). Before PCI, GWI, GCW and GWE were lower, while GLS and GWW were higher in the case group than in the control group (all  $P < 0.05$ ). GWE increased significantly 1 month after PCI compared with before PCI ( $P < 0.05$ ). Compared with 3 days after PCI, GLS decreased, and GWI, GCW and GWE increased significantly 1 month after PCI (all  $P < 0.05$ ). Correlation analysis showed that LASr was negatively correlated with GLS and GWW, and positively correlated with GWI, GCW and GWE. LAScd was positively correlated with GLS and GWW, and negatively correlated with GWI, GCW and GWE. LASct was only positively correlated with GLS. LASI was positively correlated with GLS and GWW, and negatively correlated with GWI, GCW and GWE (all  $P < 0.05$ ). **Conclusion** Coronary heart disease patients with preserved LVEF have left atrial-left ventricular functional coupling dysfunction. One month after PCI, the overall left ventricular work efficiency can be improved early, left atrial stiffness can be reduced, and the benign reversal of left atrium-left ventricular functional coupling can be promoted. The overall left ventricular work efficiency can serve as an important indicator to evaluate the early recovery of cardiac function after PCI.

**Keywords:** coronary heart disease; percutaneous coronary intervention; preserved ejection fraction; left atrial strain; left ventricular myocardial work; left atrial-left ventricular functional coupling

冠心病是由冠状动脉粥样硬化导致管腔狭窄或闭塞,引起心肌缺血缺氧的心血管疾病。随着人口老龄化加剧,其发病率逐年攀升,临床表现以胸闷、胸痛、心悸为主,严重者可进展为心力衰竭,显著降低患者生活质量并威胁生命安全<sup>[1-2]</sup>。经皮冠状动脉介入治疗(percutaneous coronary intervention, PCI)是目前冠心病血运重建的主要手段,可快速开通狭窄血管、恢复心肌灌注。然而,术后心脏功能的恢复过程较为复杂,尤其对于左室射血分数(left ventricular ejection fraction, LVEF)保留(LVEF>50%)的患者,其左心房-左心室功能耦联变化规律尚不清楚<sup>[3-5]</sup>。传统超声心动图多聚焦于单一心房或心室指标,难以全面揭示二者相互依赖、相互调控的耦联关系,限制了评估的准确性。左心房应变参数[左心房储备期应变(left atrial reservoir strain, LASr)、左心房管道期应变(left atrial conduit strain, LAScd)、左心房收缩期应变(left atrial contractile strain, LASct)]可精准反映心房储血、输送及收缩功能,左心室心肌做功参数[左心室整体纵向应变(global longitudinal strain, GLS)、整体做功指数(global work index, GWI)、整体有效做功(global constructive work, GCW)]可敏感评估心室力学状态。两者结合已在多种心血管疾病的心功能评估中显示出较高的准确

性与良好的无创性<sup>[6-8]</sup>。本研究以拟行 PCI 且 LVEF≥50% 的冠心病患者为研究对象,并以健康体检者作为对照,应用常规超声心动图检测左心房应变与左心室心肌做功参数,比较组间及病例组术前、术后不同时间点的变化,并分析二者的相关性,旨在明确 PCI 对该类患者左心房-左心室功能耦联的早期影响,为临床精准评估 PCI 疗效及优化术后随访策略提供可靠的超声影像学依据。

## 1 资料与方法

### 1.1 一般资料

选取 2023 年 7 月—2024 年 7 月在安庆市立医院心内科择期接受 PCI 的冠心病患者为病例组。样本量计算采用两独立样本均数比较公式:
$$n = \frac{2(Z_{1-\alpha/2} + Z_{1-\beta})^2 \sigma^2}{\delta^2}$$
,以核心观测指标 LASr 为测算依据。结合前期预实验数据,冠心病组 LASr 均值为 27.90,健康对照组 LASr 均值为 37.00,组间差异  $\delta = 9.10$ ,预实验合并标准差  $\sigma = 5.40$ ;设定双侧检验显著性水平  $\alpha = 0.05$ ,检验效能  $1 - \beta = 0.80$ 。代入公式计算得到每组基础样本量为 39 例。考虑研究存在超声图像不合格、随访脱落、临床资料缺失等情况,预设脱落率 15%,校正后每组所需样本量约 46 例。病例

组男性31例,女性15例;年龄32~79岁,平均 $(63.09 \pm 10.11)$ 岁。选取同期在本院进行健康体检的45例为对照组。其中,男性30例,女性15例;年龄45~76岁,平均 $(60.38 \pm 8.04)$ 岁。本研究通过医院医学伦理委员会批准[医学伦审(2022)第79号],所有研究对象签署知情同意书。

## 1.2 纳入、排除与剔除标准

**1.2.1 纳入标准** 病例组纳入标准:①符合《稳定性冠心病基层诊疗指南(2020年)》中冠心病诊断标准<sup>[9]</sup>,经冠状动脉造影证实至少一支主要冠状动脉管腔狭窄 $\geq 70\%$ ,且符合PCI治疗指征;②LVEF $\geq 50\%$ ,属于射血分数保留型;③心电图为窦性心律;④能够配合完成超声心动图检查,临床资料完整。对照组纳入标准:①健康体检结果正常,无心血管系统疾病病史,无冠心病、高血压、糖尿病等基础疾病;②超声心动图检查显示心脏结构及功能正常,LVEF $\geq 50\%$ 。

**1.2.2 排除标准** ①存在左室流出道梗阻、主动脉瓣狭窄及中度及以上心脏瓣膜病变;②患有先天性心脏病、心肌病、左心室肥厚等结构性心脏病;③合并严重肝、肾功能不全,恶性肿瘤,凝血功能障碍等全身性疾病;④超声心动图检查图像质量欠佳,无法准确测量与分析参数;⑤存在精神疾病、认知功能障碍,无法配合完成研究;⑥近3个月内发生急性心肌梗死或心力衰竭。

**1.2.3 剔除标准** 本研究最终研究对象为完成基线及术后各时间点超声检查、临床及随访资料完整者;因图像质量差或失访未完成随访者予以剔除。

## 1.3 方法

**1.3.1 仪器设备** 使用美国GE公司Vivid E95彩色多普勒超声诊断仪,配备M5SC探头(频率1.5~4.5 MHz)及EchoPAC超声图像分析工作站。检查全程同步标准心电图导联,确保图像采集与分析的准确性与规范性。

**1.3.2 图像采集** 所有研究对象检查前静坐休息5 min,保持情绪平稳,采用统一型号的电子袖带血压计测量肱动脉血压,连续测量3次,取平均值记录。受检者取左侧卧位,同步连接心电图,呼吸平稳状态下于呼气末短暂屏气,以减少呼吸运动伪影。常规二维超声心动图测定LVEF,记录二尖瓣口舒张早期峰值流速(E),以组织多普勒测定二尖瓣

环左室侧壁与间隔侧舒张早期运动速度( $e'$ ),计算平均 $E/e'$ 。连续采集至少3个完整心动周期的左室心尖四腔心、三腔心及两腔心切面,将帧频调整至50~80帧/s,待图像清晰后存储,供后续脱机分析使用。病例组分别在PCI术前2 d内、术后3 d、术后1个月进行超声心动图检查,采集上述相同切面图像;对照组在体检当日完成1次超声心动图检查,采集相关图像。所有图像采集工作统一由2名具备10年以上心血管超声诊断资质、接受统一规范化操作培训的高年资超声医师协同完成,检查前统一制订图像采集标准、切面规范及参数测量统一细则。

**1.3.3 图像分析** 将图像导入EchoPAC工作站,由不了解受检者临床资料与冠脉造影结果的超声医师独立完成脱机分析,以此规避主观偏倚。左心房应变参数分析:进入二维应变分析模式,在心尖四腔心及两腔心切面自动描记左心房心内膜轮廓,必要时手动修正,获取LASr、LAScd及LASct。根据公式计算左心房僵硬度指数(left atrial stiffness index, LASI), $LASI = (E/e')/LASr$ 。左心室心肌做功参数分析:选取清晰的心尖三腔心、四腔心、两腔心切面图像,软件自动识别左心室内膜与外膜边界,手动修正不满意节段,获取GLS。切换至心肌做功分析模块,于三腔心动态切面标记主动脉瓣及二尖瓣启闭时点,录入肱动脉平均血压,由软件自动构建左室压力-应变环,计算GWI、GCW、整体无效做功(global wasted work, GWW)及整体做功效率(global work efficiency, GWE), $GWE = GCW/(GCW + GWW)$ 。

## 1.4 统计学方法

数据分析采用SPSS 26.0统计软件。计量资料以均数 $\pm$ 标准差( $\bar{x} \pm s$ )表示,多组比较用单因素方差分析,组间两两比较用LSD- $t$ 检验;相关性分析用Pearson法。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

## 2 结果

### 2.1 两组左心房应变参数比较

对照组及病例组术前、术后3 d、术后1个月的LASr、LAScd、LASct、LASI比较,经单因素方差分析,差异均有统计学意义( $P < 0.05$ );与对照组比较,病例组术前LASr低于对照组,LAScd、LASct、LASI高于对照组( $P < 0.05$ )。与术前及术后3 d比较,病例组术后1个月LASI均降低( $P < 0.05$ )。见表1。

表 1 两组左心房应变参数比较 ( $\bar{x} \pm s$ )

| 组别         | <i>n</i> | LASr/%                    | LAScd/%                    | LASct/%                    | LASI                      |
|------------|----------|---------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------|
| 对照组        | 45       | 37.04 ± 5.15              | -18.27 ± 4.19              | -18.64 ± 3.87              | 0.22 ± 0.06               |
| 病例组        | 46       |                           |                            |                            |                           |
| 术前         |          | 27.89 ± 5.70 <sup>①</sup> | -12.07 ± 3.86 <sup>①</sup> | -15.93 ± 4.89 <sup>①</sup> | 0.41 ± 0.19 <sup>①</sup>  |
| 术后 3 d     |          | 28.98 ± 6.26              | -12.52 ± 3.86              | -16.52 ± 4.84              | 0.40 ± 0.20               |
| 术后 1 个月    |          | 29.37 ± 4.88              | -13.07 ± 3.60              | -16.28 ± 3.54              | 0.33 ± 0.10 <sup>②③</sup> |
| <i>F</i> 值 |          | 26.078                    | 25.048                     | 3.613                      | 15.439                    |
| <i>P</i> 值 |          | 0.000                     | 0.000                      | 0.014                      | 0.000                     |

注：①与对照组比较,  $P < 0.05$ ; ②与术前比较,  $P < 0.05$ ; ③与术后 3 d 比较,  $P < 0.05$ 。

2.2 两组左心室心肌做功参数比较

对照组及病例组术前、术后 3 d、术后 1 个月的 GLS、GWI、GCW、GWW、GWE 比较, 经方差分析, 差异均有统计学意义 ( $P < 0.05$ ); 病例组术前 GWI、GCW、GWE 均低于对照组, GLS、GWW 均高于对照

组 ( $P < 0.05$ )。进一步两两比较, 与术前比较, 病例组术后 1 个月 GWE 升高 ( $P < 0.05$ ); 与术后 3 d 比较, 病例组术后 1 个月 GLS 降低, GWI、GCW、GWE 均升高 ( $P < 0.05$ )。见表 2。

表 2 两组左心室心肌做功参数比较 ( $\bar{x} \pm s$ )

| 组别         | <i>n</i> | GLS/%                      | GWI/mmHg%                      | GCW/mmHg%                      | GWW/mmHg%                   | GWE                       |
|------------|----------|----------------------------|--------------------------------|--------------------------------|-----------------------------|---------------------------|
| 对照组        | 45       | -19.80 ± 1.85              | 1 972.40 ± 358.75              | 2 287.07 ± 368.48              | 73.98 ± 25.83               | 0.96 ± 0.01               |
| 病例组        | 46       |                            |                                |                                |                             |                           |
| 术前         |          | -16.21 ± 2.06 <sup>①</sup> | 1 490.91 ± 351.10 <sup>①</sup> | 1 935.17 ± 398.77 <sup>①</sup> | 190.02 ± 78.62 <sup>①</sup> | 0.90 ± 0.03 <sup>①</sup>  |
| 术后 3 d     |          | -16.02 ± 2.12              | 1 431.89 ± 355.66              | 1 844.78 ± 346.67              | 166.50 ± 84.02              | 0.90 ± 0.04               |
| 术后 1 个月    |          | -16.63 ± 1.89 <sup>③</sup> | 1 553.52 ± 235.15 <sup>③</sup> | 1 981.98 ± 265.87 <sup>③</sup> | 169.24 ± 72.80              | 0.92 ± 0.03 <sup>②③</sup> |
| <i>F</i> 值 |          | 36.233                     | 25.135                         | 13.747                         | 25.096                      | 41.240                    |
| <i>P</i> 值 |          | 0.000                      | 0.000                          | 0.000                          | 0.000                       | 0.000                     |

注：①与对照组比较,  $P < 0.05$ ; ②与术前比较,  $P < 0.05$ ; ③与术后 3 d 比较,  $P < 0.05$ 。

2.3 左心室心肌做功参数与左心房应变参数的相关性分析

LASr 水平与 GLS、GWW 均呈负相关 ( $P < 0.05$ ), 与 GWI、GCW、GWE 水平均呈正相关 ( $P < 0.05$ )。LAScd 与 GLS、GWW 水平均呈正相关 ( $P < 0.05$ ), 与 GWI、GCW、GWE 水平均呈负相关 ( $P < 0.05$ )。LASct

水平与 GLS 水平呈正相关 ( $P < 0.05$ ), 与 GWI、GCW、GWW、GWE 水平均无相关性 ( $P > 0.05$ )。LASI 水平与 GLS、GWW 水平均呈正相关 ( $P < 0.05$ ), 与 GWI、GCW、GWE 水平均呈负相关 ( $P < 0.05$ )。见表 3 和图 1。

表 3 左心室心肌做功参数与左心房应变参数的相关性分析

| 指标    | GLS        |            | GWI        |            | GCW        |            | GWW        |            | GWE        |            |
|-------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
|       | <i>r</i> 值 | <i>P</i> 值 | <i>r</i> 值 | <i>P</i> 值 | <i>r</i> 值 | <i>P</i> 值 | <i>r</i> 值 | <i>P</i> 值 | <i>r</i> 值 | <i>P</i> 值 |
| LASr  | -0.503     | 0.000      | 0.342      | 0.000      | 0.285      | 0.000      | -0.339     | 0.000      | 0.426      | 0.000      |
| LAScd | 0.516      | 0.000      | -0.375     | 0.000      | -0.324     | 0.000      | 0.433      | 0.000      | -0.523     | 0.000      |
| LASct | 0.233      | 0.002      | -0.138     | 0.062      | -0.124     | 0.094      | 0.032      | 0.668      | -0.086     | 0.249      |
| LASI  | 0.368      | 0.000      | -0.315     | 0.000      | -0.311     | 0.000      | 0.174      | 0.019      | -0.294     | 0.000      |

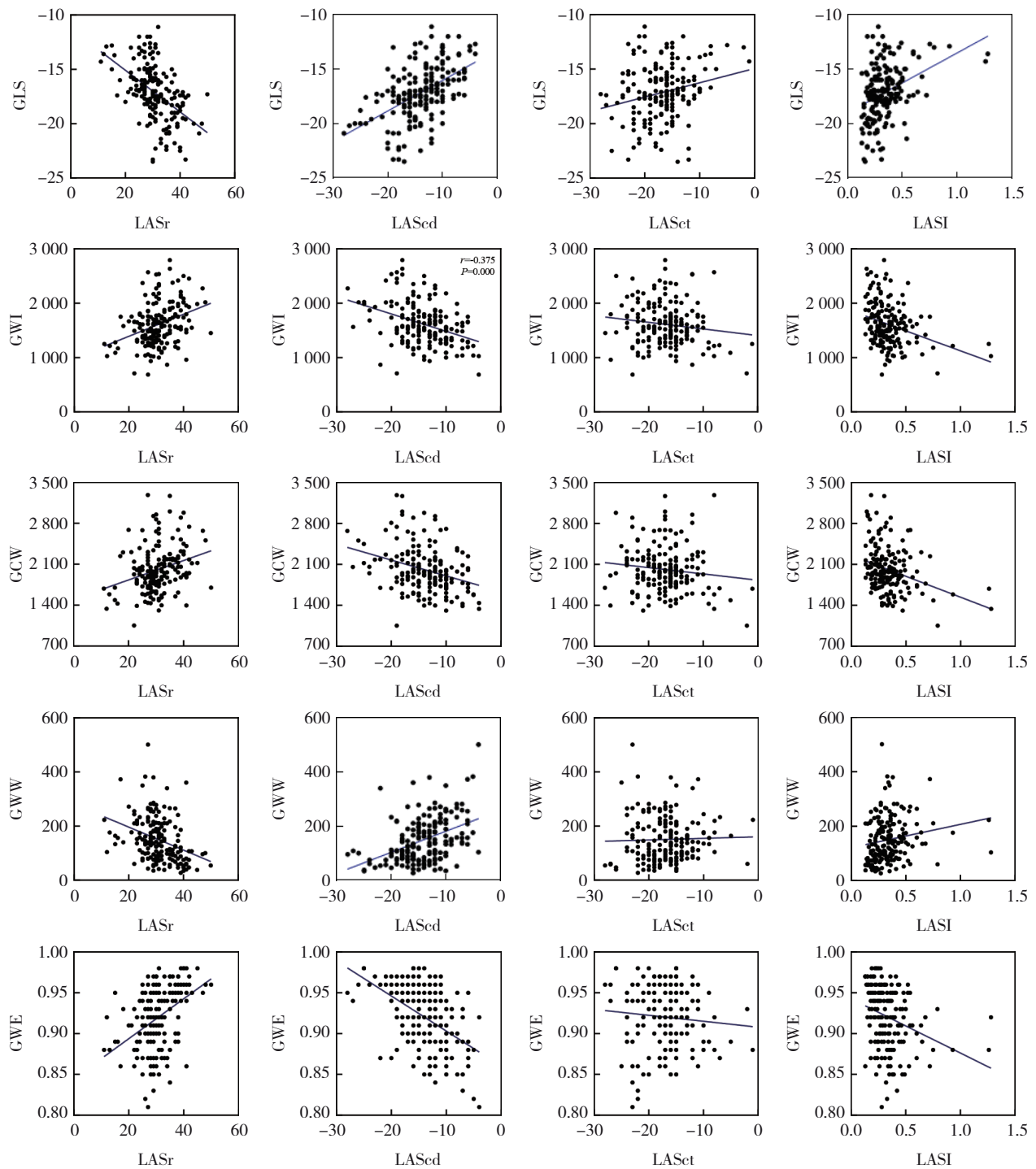


图1 左心室心肌做功参数与左心房应变参数的相关性散点图

### 3 讨论

冠心病是全球范围内导致心血管疾病死亡的首要原因,其中射血分数保留型冠心病占比逐年升高。我国射血分数保留的心力衰竭患者中,60.3%合并冠心病,缺血是此类患者住院的最常见诱发因素<sup>[10-11]</sup>。该类患者LVEF维持正常,但心肌缺血可引

发左心房-左心室功能耦联异常,早期无典型临床症状,易被临床忽视,延误干预时机<sup>[12]</sup>。目前临床用于评估该类患者心功能及PCI术后恢复的方式多样,传统超声心动图聚焦单一心腔指标,难以反映心房与心室相互依赖、相互调控的耦联关系;血清学指标虽可辅助评估心肌损伤,但缺乏特异性,无法精准捕捉心功能的细微变化。

近年来,超声应变及心肌做功技术取得显著进展。左心房应变指标可精准量化心房收缩、储备及管道功能,左心室心肌做功参数能有效反映心室力学状态及能量代谢水平,二者联合应用为左心房-左心室功能耦联的评估提供了新路径<sup>[13]</sup>。本研究采用左心房应变参数(LASr、LAScd、LASct、LASI)联合左心室心肌做功参数(GLS、GWI、GCW、GWW、GWE),通过动态监测PCI术前、术后不同时间点指标变化,结合相关性分析,全面揭示PCI对射血分数保留的冠心病患者左心房-左心室功能耦联的早期影响。该评估方式具有无创、精准、可重复的优势,可弥补传统评估方法的不足,为临床PCI疗效评估提供更可靠的影像学依据。

本研究发现,病例组术前左心房应变参数与对照组差异显著,这主要与心肌缺血引发的左心房结构及功能重构有关。冠状动脉狭窄引发心肌缺血时,左心室舒张功能率先受损,心室舒张末期压力升高,反向传导至左心房,导致左心房负荷增加、僵硬度升高,进而引发心房肌纤维化,影响心房收缩及储备功能<sup>[14-15]</sup>。LASr作为左心房储备期应变,反映心房舒张期储存血液的能力,心肌缺血导致心房肌弹性下降,储备功能受损<sup>[16]</sup>,故病例组术前LASr显著降低;LAScd、LASct分别反映心房管道期及收缩期功能,心房负荷增加可导致心房肌收缩不协调,管道期血液传输效率及收缩期射血功能异常,表现为LAScd、LASct显著升高<sup>[17]</sup>;LASI作为评估左心房僵硬度的核心指标,其升高直接提示心房僵硬增加,与心肌缺血引发的心房肌纤维化密切相关<sup>[18]</sup>。相关研究证实,射血分数保留的冠心病患者存在明显左心房功能异常,且左心房僵硬度升高是心功能进一步恶化的重要预测因子<sup>[19]</sup>。

左心室心肌做功参数的异常本质上是心肌缺血导致的心室能量代谢紊乱,也是左心房-左心室功能耦联障碍的重要体现。GWI、GCW反映左心室整体做功能力及有效做功水平,心肌缺血时,心肌细胞能量生成不足,心室收缩力学效率下降,导致有效做功减少<sup>[20]</sup>,故病例组术前GWI、GCW显著低于对照组;GWW反映心室无效做功,心肌缺血可导致心室收缩与舒张不协调,能量消耗增加,无效做功增多,表现为GWW显著升高;GWE作为综合评估心室做功效率的指标,其降低提示心室能量利用效率下降,是心肌缺血导致心室功能受损的直接反映;GLS反映左心室整体纵向收缩功能,心肌缺血导致心室肌收缩乏力,纵向应

变能力下降<sup>[21-22]</sup>。

PCI可快速开通狭窄冠状动脉,恢复心肌血供,改善心肌缺血状态,但其对左心室心肌做功参数的改善存在时间依赖性。术后3 d,心肌血供虽得到恢复,但心肌细胞损伤的修复及能量代谢的恢复需要一定时间,故左心室心肌做功参数无明显改善;术后1个月,心肌缺血状态得到有效缓解,心肌细胞能量生成及利用效率提升,心室收缩与舒张协调性改善,表现为GWE较术前显著升高,GLS、GWI、GCW较术后3 d显著升高,GWW无明显变化。以上结果证实,PCI可通过改善心肌缺血,逐步恢复左心室心肌做功功能,打破左心房-左心室功能耦联障碍的恶性循环<sup>[23]</sup>。左心室心肌做功参数与左心房功能指标的显著相关性,进一步证实射血分数保留的冠心病患者存在明显的左心房-左心室功能耦联障碍,且二者的功能状态密切相关。LASr与GWI、GCW、GWE呈正相关,与GLS、GWW呈负相关,提示左心房储备功能越好,左心室有效做功能力及做功效率越高,心室收缩功能及能量利用效率越佳,二者协同维持心脏泵血功能<sup>[24]</sup>。LAScd与GWI、GCW、GWE呈负相关,与GLS、GWW呈正相关,反映左心房管道期功能异常时,心室有效做功减少、无效做功增加,做功效率下降,进一步印证左心房管道期血液传输功能与左心室做功功能的耦联关系。LASct仅与GLS呈正相关,提示左心房收缩期功能主要与左心室纵向收缩功能相关,其异常可直接影响左心室收缩协调性,加重耦联障碍<sup>[25]</sup>。LASI与GWI、GCW、GWE呈负相关,与GLS、GWW呈正相关,表明左心房僵硬度高,左心室心肌做功功能越差,左心房僵硬度升高可通过增加心室舒张负荷,进一步恶化左心室功能,加剧左心房-左心室功能耦联障碍。

本研究证实,PCI术后1个月可有效改善病例组患者的左心房-左心室功能耦联状态,具体表现为LASI显著降低,GWE显著升高,GLS、GWI、GCW较术后3 d显著升高,LASr、LAScd、LASct虽无明显改善,但呈逐步恢复趋势。本研究的优势在于聚焦射血分数保留这一特殊人群,采用左心房应变指标与左心室心肌做功参数联合评估,动态监测PCI术后早期指标变化,结合相关性分析,全面揭示左心房-左心室功能耦联的演变规律,评估方式无创、精准,且严格控制纳入及排除标准,减少混杂因素干扰,研究结果具有较高的临床参考价值。本研究也存在一定局限性:样本量较小,且为

单中心研究,结果的普适性有待多中心、大样本研究进一步验证;随访时间较短,仅监测至术后1个月,未对PCI术后长期左心房-左心室功能耦联的变化进行追踪;未进一步探讨不同冠状动脉狭窄程度对左心房-左心室功能耦联的影响。后续研究可扩大样本量、延长随访时间,深入开展多因素分析及预后预测研究,为临床PCI疗效评估及术后管理提供更全面的依据。

#### 参 考 文 献 :

- [1] Shi H J, Xia Y H, Cheng Y R, et al. Global burden of ischaemic heart disease from 2022 to 2050: projections of incidence, prevalence, deaths, and disability-adjusted life years[J]. *Eur Heart J Qual Care Clin Outcomes*, 2025, 11(4): 355-366.
- [2] Liang S C, Wang C, Zhang J, et al. Triglyceride-glucose index and coronary artery disease: a systematic review and meta-analysis of risk, severity, and prognosis[J]. *Cardiovasc Diabetol*, 2023, 22(1): 170.
- [3] 杨竞博, 邹书斌, 王晶晶, 等. CT评估冠状动脉周围脂肪衰减指数对老年冠心病患者PCI术后再狭窄的预测价值[J]. *中国医学装备*, 2025, 22(7): 16-20.
- [4] 姚卫杰, 周庆娜, 宋洪娜, 等. 2型糖尿病合并冠心病患者PCI术后发生HFpEF的危险因素分析及预测模型构建[J]. *中华医学杂志*, 2026, 106(15): 1457-1464.
- [5] 汤莉莹, 王晶, 白玉芝, 等. 冠心病合并射血分数保留型心力衰竭患者不良预后的影响因素[J]. *中国医师杂志*, 2024, 26(2): 281-284.
- [6] 李梦梅, 宋弯弯. 三维斑点追踪超声心动图在评估老年冠心病患者左心房功能及预后中的应用[J]. *临床内科杂志*, 2024, 41(9): 618-622.
- [7] 耿戟, 傅群峰, 李晓青. 超声评价冠心病患者PCI后左心室功能与左心房压力和左心室心肌做功参数的关系[J]. *生物医学工程与临床*, 2024, 28(3): 354-359.
- [8] 李鲲鹏, 张楠. 非体外循环冠状动脉移植对冠心病患者左心房功能及心肌功能的影响[J]. *临床心血管病杂志*, 2025, 41(8): 622-628.
- [9] 中华医学会, 中华医学杂志社, 中华医学会全科医学分会, 等. 稳定性冠心病基层诊疗指南(2020年)[J]. *中华全科医师杂志*, 2021, 20(3): 265-273.
- [10] Mcelderry B, O'Neill T, Griffin B P, et al. Factors associated with maintenance of an improved ejection fraction: an echocardiogram-based registry study[J]. *J Am Heart Assoc*, 2023, 12(21): e031093.
- [11] Saleem S, Khandoker A H, Alkhodari M, et al. Investigating the effects of beta-blockers on circadian heart rhythm using heart rate variability in ischemic heart disease with preserved ejection fraction[J]. *Sci Rep*, 2023, 13(1): 5828.
- [12] 崔岩, 封杰, 许科鹏, 等. 动态心电图联合冠状动脉CT血管成像在诊断冠心病心肌缺血中的应用[J]. *医学影像学杂志*, 2024, 34(7): 160-161.
- [13] 王栋茗, 吴楠, 王莉莉, 等. 基于左心室压力-应变环评估功能正常的二叶式主动脉瓣畸形患者主动脉病变与左心室心肌做功的相关性[J]. *中国医学影像学杂志*, 2025, 33(2): 152-157.
- [14] Sharifov O F, Denney T S J, Girard A A, et al. Coronary artery disease is associated with impaired atrial function regardless of left ventricular filling pressure[J]. *Int J Cardiol*, 2023, 387: 131102.
- [15] Tu Y X, Liu X, Li X Q, et al. Left atrial stiffness index - an early marker of left ventricular diastolic dysfunction in patients with coronary heart disease[J]. *BMC Cardiovasc Disord*, 2024, 24(1): 371.
- [16] 林桐, 胡倩, 周瑜, 等. 超声心动图评估左心房功能与无节段性室壁运动异常冠心病严重程度的相关性[J]. *中国医学影像技术*, 2026, 42(1): 60-65.
- [17] 马佳琪, 刘轩昌, 金冬霞, 等. 基于二维斑点追踪超声心动图测定的左心房功能与HFpEF-ABA评分在高血压患者中的相关性研究[J]. *中国心血管杂志*, 2025, 30(2): 123-130.
- [18] Singh M, Singh S, Pandey M K, et al. Exploring the link between physical activity and cardiovascular disease among Indian elderly: evidence from the Longitudinal Aging Study in India(LASI)[J]. *Curr Probl Cardiol*, 2024, 49(11): 102778.
- [19] Lai J Z, Qin X H, Zhang D D, et al. The diagnostic value of left atrial stiffness for heart failure with preserved ejection fraction in patients with paroxysmal atrial fibrillation[J]. *Echo Res Pract*, 2026, 13(1): 6.
- [20] 张正婷, 潘璐, 路亚欣, 等. 应用压力-应变环评估OSAHS合并2级高血压患者左心室心肌功能的研究[J]. *中国超声医学杂志*, 2026, 42(1): 38-41.
- [21] 吴巧燕, 丁贞珍, 侯惠萍, 等. 冠状动脉慢血流患者的冠状动脉血流储备情况及心肌做功指标对慢血流的诊断价值[J]. *中国临床医学*, 2024, 31(5): 765-771.
- [22] Ran H, Yao Y J, Wan L L, et al. Characterizing stenosis severity of coronary heart disease by myocardial work measurement in patients with preserved ejection fraction[J]. *Quant Imaging Med Surg*, 2023, 13(8): 5022-5033.
- [23] Zhao Y J, He F R, Guo W F, et al. The clinical value of noninvasive left ventricular myocardial work in the diagnosis of myocardial ischemia in coronary heart disease: a comparative study with coronary flow reserve fraction[J]. *Int J Cardiovasc Imaging*, 2024, 40(10): 2167-2179.
- [24] 毛娟娟, 王荣荣. 左室压力-应变环评估冠心病患者PCI术后心肌做功的临床价值[J]. *临床超声医学杂志*, 2026, 28(2): 151-158.
- [25] 王歆赫, 叶创文, 童华生, 等. 无创左室压力-应变环评估急性心肌梗死患者经皮冠状动脉介入术前后左心功能及左室重构的价值[J]. *实用医学杂志*, 2024, 40(20): 2841-2847.

(张蕾 编辑)

本文引用格式: 左冬梅, 刘成成, 汤代彬. PCI对射血分数保留冠心病患者左心房-左心室功能耦联的早期影响[J]. *中国现代医学杂志*, 2026, 36(17): 14-20.

Cite this article as: Zuo D M, Liu C C, Tang D B. Early impact of PCI on left atrial-ventricular functional coupling in coronary heart disease patients with preserved ejection fraction[J]. *China Journal of Modern Medicine*, 2026, 36(17): 14-20.