

左心室四维心肌应变与冠心病 CABG 心功能改善的关系及预测价值分析

陈红, 罗福雪*

(重庆医科大学附属璧山医院超声医学科, 重庆 402760)

[摘要] 目的 分析左心室四维心肌应变与冠心病患者冠状动脉旁路移植术(coronary artery bypass grafting, CABG)术后心功能改善的关系及预测价值。方法 选取重庆医科大学附属璧山医院择期行 CABG 的冠心病患者 120 例,统计术后 6 个月心功能改善情况,据此分为改善组(心功能改善)和未改善组(心功能未改善)。比较 2 组术前左心功能指标[左心室射血分数(left ventricular ejection fraction, LVEF)、左心房面积(left atrial area, LAA)、舒张末期左心室内径(left ventricular end diastolic diameter, LVEDD)、左心室质量指数(left ventricular mass index, LVMI)、左心室四维心肌应变参数[整体长轴应变(global longitudinal strain, GLS)、整体圆周应变(global circumferential strain, GCS)、整体径向应变(global radial strain, GRS)、整体面积应变(global area strain, GAS)],分析术前左心室四维心肌应变参数与冠心病患者 CABG 术后心功能改善情况的关联性,并分析术前左心室四维心肌应变参数预测冠心病患者 CABG 术后心功能改善的价值。结果 冠心病患者 CABG 术后 6 个月心功能改善 84 例,心功能改善率为 70.00%;未改善组术前 LVEF、GRS 低于改善组, LVEDD、LVMI、GLS、GCS、GAS 高于改善组($P < 0.05$);术前 GLS(OR=1.330, 95%CI:1.123~1.576)、GCS(OR=1.195, 95%CI:1.075~1.328)、GRS(OR=0.879, 95%CI:0.815~0.947)、GAS(OR=1.221, 95%CI:1.102~1.352)与术后心功能改善存在显著关联性($P < 0.05$);术前 GLS、GCS、GRS、GAS 与 LVEF、LVEDD、LVMI 预测术后心功能改善的曲线下面积(area under the curve, AUC)分别为 0.761(95%CI:0.675~0.834)、0.757(95%CI:0.671~0.831)、0.758(95%CI:0.671~0.831)、0.755(95%CI:0.668~0.829)、0.759(95%CI:0.673~0.833)、0.757(95%CI:0.670~0.831)、0.751(95%CI:0.664~0.826),术前 GLS、GCS、GRS、GAS 与 LVEF、LVEDD、LVMI 预测术后心功能改善的 AUC 比较,差异无统计学意义($P > 0.05$);术前 GLS、GCS、GRS、GAS 联合预测冠心病患者 CABG 术后心功能改善的 AUC 为 0.896(95%CI:0.828~0.945),大于术前 GLS、GCS、GRS、GAS 单独预测的 AUC($P < 0.05$)。结论 冠心病患者 CABG 术前左心室四维心肌应变参数与术后心功能改善存在显著关联性,且能辅助预测心功能改善情况。

[关键词] 冠心病;冠状动脉旁路移植术;四维心肌应变 doi:10.3969/j.issn.1007-3205.2025.03.004

[中图分类号] R541.4

[文献标志码] A

[文章编号] 1007-3205(2025)03-0267-07

Relationship between left ventricular four-dimensional myocardial strain and improvement of cardiac function in patients with coronary heart disease after coronary artery bypass grafting and its predictive value

CHEN Hong, LUO Fu-xue*

(Department of Ultrasound Medicine, Bishan Hospital Affiliated to Chongqing Medical University, Chongqing 402760, China)

[Abstract] **Objective** To analyze the relationship between left ventricular four-dimensional myocardial strain and cardiac function improvement after coronary artery bypass grafting (CABG) in patients with coronary heart disease(CHD) and its predictive value. **Methods** A total

[收稿日期]2024-10-25

[基金项目]重庆市基础与前沿研究计划项目(Y20201210210)

[作者简介]陈红(1986-),女,重庆璧山人,重庆医科大学附属

璧山医院主治医师,医学学士,从事妇产超声诊断研究。

* 通信作者。E-mail:497459341@qq.com

of 120 patients with CHD who underwent elective CABG at Bishan Hospital Affiliated to Chongqing Medical University were selected. The improvement of cardiac function at 6 months after surgery was statistically analyzed, and the patients were divided into the improvement group (with improved cardiac function) and the non-improvement group (without improvement in cardiac function). The preoperative left ventricular function indicators [left ventricular ejection fraction (LVEF), left atrial area (LAA), left ventricular end-diastolic diameter (LVEDD), left ventricular mass index (LVMI)] and left ventricular four-dimensional myocardial strain parameters [global longitudinal strain (GLS), global circumferential strain (GCS), global radial strain (GRS), global area strain (GAS)] were compared between the two groups. The correlation between preoperative left ventricular four-dimensional myocardial strain parameters and postoperative cardiac function improvement in patients with CHD undergoing CABG was analyzed, and the value of preoperative left ventricular four-dimensional myocardial strain parameters in predicting postoperative cardiac function improvement in patients with CHD undergoing CABG was also analyzed. **Results** In patients with CHD who underwent CABG, 84 patients showed improvement in cardiac function at 6 months after surgery, with an improvement rate of 70.00%. The preoperative LVEF and GRS were lower in the non-improvement group than in the improvement group, while LVEDD, LVMI, GLS, GCS, and GAS were higher in the non-improvement group than in the improvement group ($P < 0.05$). Preoperative GLS (OR=1.330, 95%CI: 1.123-1.576), GCS (OR=1.195, 95%CI: 1.075-1.328), GRS (OR=0.879, 95%CI: 0.815-0.947), and GAS (OR=1.221, 95%CI: 1.102-1.352) were significantly associated with postoperative cardiac function improvement ($P < 0.05$). The area under the curve (AUC) values of preoperative GLS, GCS, GRS, GAS, LVEF, LVEDD, and LVMI for predicting postoperative cardiac function improvement were 0.761 (95%CI: 0.675-0.834), 0.757 (95%CI: 0.671-0.831), 0.758 (95%CI: 0.671-0.831), 0.755 (95%CI: 0.668-0.829), 0.759 (95%CI: 0.673-0.833), 0.757 (95%CI: 0.670-0.831), and 0.751 (95%CI: 0.664-0.826), respectively. No significant differences were observed in the AUC values of preoperative GLS, GCS, GRS, and GAS, as well as LVEF, LVEDD, and LVMI for predicting postoperative cardiac function improvement ($P > 0.05$). The AUC for predicting postoperative cardiac function improvement in patients with CHD after CABG, using a combination of preoperative GLS, GCS, GRS, and GAS, was 0.896 (95%CI: 0.828-0.945), which was higher than that predicted by preoperative GLS, GCS, GRS, and GAS alone ($P < 0.05$). **Conclusion** Left ventricular four-dimensional myocardial strain parameters before CABG are significantly correlated with postoperative cardiac function improvement in patients with CHD, and can help predict the improvement of cardiac function.

[Key words] coronary heart disease; coronary artery bypass grafting; four-dimensional myocardial strain

冠心病是全球死亡和残疾的主要原因之一,特别是中低收入国家和老年人群^[1-2]。冠心病的治疗方法包括药物、经皮冠状动脉介入和冠状动脉旁路移植术(coronary artery bypass grafting, CABG)等,其中CABG是治疗多支冠状动脉病变和严重冠心病的最有效方法,能明显改善患者心肌缺血缺氧状态,减轻心绞痛等临床症状^[3]。CABG术后心功能改善情况对患者生活质量及生存情况有着重要影

响,因此早期评估心功能改善情况具有重要临床意义^[4-5]。超声心动图是临床无创评估冠心病患者心功能的便捷可靠方法,其测量的参数左心室射血分数(left ventricular ejection fraction, LVEF),能直接反映左心室射血效率,间接反映左心室功能^[6]。但左心室收缩并非单一方向运动,而是复杂的三维运动过程,单纯依靠LVEF难以全面反映左心室心肌收缩功能^[7]。研究^[8]显示,左心室四维心肌应变

能观察左心室复杂的三维运动过程,更加准确评估左心室心肌在各个方向上的运动和功能。但左心室四维心肌应变与冠心病患者 CABG 术后心功能改善的关系尚未明确,本研究重点对此进行研究,并分析其对术后心功能改善的预测价值。

1 资料与方法

1.1 一般资料 选取 2022 年 3 月—2023 年 7 月重庆医科大学附属璧山医院择期行 CABG 的冠心病患者 120 例,其中男性 73 例,女性 47 例;年龄 45~78 岁,平均(61.06±7.21)岁;体重指数 19.0~27.8,平均 23.39±1.67。纳入标准:①经冠状动脉造影诊断为冠心病^[9];②符合 CABG 手术指征,且 CABG 成功完成^[10];③自主行为能力良好,无老年痴呆等精神疾病;④临床资料完整;⑤已签署知情同意书。排除标准:①急性心力衰竭、急性心肌梗死等需行急诊手术;②血液系统疾病;③其他重要脏器组织系统严重功能障碍;④超声心动图的图像质量差;⑤恶性肿瘤;⑥严重脑血管疾病;⑦图像质量较差或失访。统计术后 6 个月心功能改善情况,与术前比较,术后 6 个月超声测量 LVEF 提高 $\geq 5\%$ 判定为心功能改善, $< 5\%$ 判定为心功能未改善。据此分为改善组(心功能改善)和未改善组(心功能未改善)。

本研究经医院伦理委员会审批通过。

1.2 方法 所有患者均于术前完成超声心动图和四维心肌应变检查,仪器为彩色多普勒超声诊断仪(美国 GE),由 1 名经验丰富的超声医生完成。先行超声心动图检查,探头频率 2.5~3.5 MHz,患者取左侧卧位,同步连接心电导联,先行二维超声检查,观察左胸骨旁短轴及长轴切面、心腔四腔切面,观察心脏瓣膜形态、回声、厚度和活动度等。随后行 RT-3DE 检查,按照相关标准及规范^[11]测量并记录术前左心功能指标,包括 LVEF、左心房面积(left atrial area, LAA)、舒张末期左室内径(left ventricular end diastolic diameter, LVEDD)、左心室重量指数(left ventricular mass index, LVMI)。随后行四维心肌应变检查,采用四维全容积探头(频率 3.3~5.8 MHz),开启 Multi-D 键,采集并存储四维全容积图像,调整参数使图像包含全部左心室数据、清晰显示心内膜,系统自动识别并勾画左心室内膜面,手动校正心内膜位置后,记录左心室四维心肌应变参数,包括整体长轴应变(global longitudinal strain, GLS)、整体圆周应变(global circumferential

strain, GCS)、整体径向应变(global radial strain, GRS)、整体面积应变(global area strain, GAS)。并与术前检测血浆 N 末端 B 型利钠肽原(N-terminal pro-B-type natriuretic peptide, NT-proBNP)水平,采用时间分辨荧光免疫层析法检测,试剂盒购自苏州光景生物科技有限公司。术后 6 个月复查 LVEF。心功能检测质控:由同一名经验丰富的超声医生采用同一台超声诊断仪检测,并遵循标准化的检测流程,确保每次检测都在相同的条件下进行,以提高结果的一致性,检测指标均测量 3 次取平均值。

1.3 观察指标 ①2 组术前一般资料、左心功能指标(LVEF、LAA、LVEDD、LVMI)、左心室四维心肌应变参数(GLS、GCS、GRS、GAS)。②分析术前左心室四维心肌应变参数与冠心病患者 CABG 术后心功能改善情况的关联性。③分析术前左心室四维心肌应变参数、左心功能指标预测冠心病患者 CABG 术后心功能改善的价值。④分析术前左心室四维心肌应变参数联合预测冠心病患者 CABG 术后心功能改善的价值,并与单独预测比较。

1.4 统计学方法 应用 SPSS 27.0 统计软件分析数据。计数资料比较采用 χ^2 检验。计量资料比较采用 *t* 检验。关联性分析应用 Logistic 回归模型。预测价值评估应用受试者工作特征(receiver operating characteristic, ROC)曲线,曲线下面积(area under the curve, AUC) > 0.7 表示具有预测价值, ≥ 0.9 表示预测价值较高。联合预测实施 Logistic 二元回归拟合,AUC 比较采用 DeLong 检验。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 心功能改善情况及 2 组一般资料比较 本研究共纳入择期行 CABG 的冠心病患者 120 例,研究期间无病例脱落,均进入结果分析。术后 6 个月心功能改善 84 例,纳入改善组,未改善 36 例,纳入未改善组,心功能改善率为 70.00%。2 组术前一般资料比较差异无统计学意义($P > 0.05$)。见表 1。

2.2 2 组术前左心功能指标、左心室四维心肌应变参数比较 2 组术前 LAA 比较差异无统计学意义($P > 0.05$);未改善组术前 LVEF、GRS 低于改善组,LVEDD、LVMI、GLS、GCS、GAS 高于改善组,差异有统计学意义($P < 0.05$),见表 2。

表1 一般资料

Table 1 General information

组别	例数	性别(例数,%)		年龄($\bar{x} \pm s$,岁)	体重指数($\bar{x} \pm s$)	高血压(例数,%)	糖尿病(例数,%)
		男性	女性				
未改善组	36	20(55.56)	16(44.44)	62.05±8.24	23.71±1.76	17(47.22)	10(27.78)
改善组	84	53(63.10)	31(36.90)	60.63±7.85	23.25±1.62	30(35.71)	17(20.24)
χ^2/t 值		0.601		0.895	1.389	1.401	0.822
P 值		0.438		0.373	0.168	0.237	0.365

组别	例数	高脂血症(例数,%)	心肌梗死(例数,%)	术后用药(例数,%)		NT-proBNP($\bar{x} \pm s$,ng/L)
				单抗	双抗	
未改善组	36	8(22.22)	12(33.33)	3(8.33)	33(91.67)	2 781.25±539.64
改善组	84	13(15.48)	24(28.57)	4(4.76)	80(95.24)	2 643.25±471.64
χ^2/t 值		0.794	0.272		0.585	1.406
P 值		0.373	0.602		0.444	0.162

表2 2组术前左心功能指标、左心室四维心肌应变参数比较

Table 2 Comparison of preoperative left heart function indicators and left ventricular four-dimensional myocardial strain parameters between the two groups

组别	例数	LVEF(%)	LAA(cm ²)	LVEDD(mm)	LVMI(g/m ²)	GLS(%)	GCS(%)	GRS(%)	GAS(%)
未改善组	36	36.87±7.09	22.95±4.78	62.78±9.60	126.85±29.37	-5.41±1.67	-5.29±1.54	14.31±3.82	-9.82±2.79
改善组	84	41.25±8.26	21.63±4.51	58.46±8.57	108.72±25.69	-7.36±2.15	-7.18±1.96	17.54±5.06	-12.51±3.40
t 值		2.772	1.443	2.440	3.392	4.847	5.141	3.431	4.178
P 值		0.007	0.152	0.016	0.001	<0.001	<0.001	0.001	<0.001

2.3 术前左心室四维心肌应变参数与术后心功能改善情况的关联性 以术后心功能改善情况为自变量(未改善=0,改善=1),GLS、GCS、GRS、GAS为因变量(连续变量),通过 Logistic 回归模型分析显示,将其他因素调整后,术前 GLS(OR=1.330,

95%CI:1.123~1.576)、GCS(OR=1.195,95%CI:1.075~1.328)、GRS(OR=0.879,95%CI:0.815~0.947)、GAS(OR=1.221,95%CI:1.102~1.352)与术后心功能改善存在显著关联性(P<0.05)。见表3。

表3 术前左心室四维心肌应变参数与术后心功能改善情况的关联性

Table 3 Correlation between preoperative left ventricular four-dimensional myocardial strain parameters and postoperative cardiac function improvement

变量	回归系数	标准误	Wald χ^2 值	OR 值	P 值	95%CI
GLS	0.285	0.095	9.028	1.330	<0.001	1.123~1.576
GCS	0.178	0.074	5.786	1.195	0.006	1.075~1.328
GRS	-0.130	0.045	8.283	0.879	<0.001	0.815~0.947
GAS	0.199	0.079	6.368	1.221	0.001	1.102~1.352

2.4 术前左心室四维心肌应变参数、左心功能指标预测术后心功能改善的价值 绘制术前 GLS、GCS、GRS、GAS 及 LVEF、LVEDD、LVMI 预测冠心病患者 CABG 术后心功能改善的 ROC 曲线,见图1,由图可知,术前 GLS、GCS、GRS、GAS、LVEF、LVEDD、LVMI 预测术后心功能改善的 AUC 分别为 0.761(95%CI:0.675~0.834)、0.757(95%CI:0.671~0.831)、0.758(95%CI:0.671~0.831)、0.755(95%CI:0.668~0.829)、0.759(95%CI:0.673~0.833)、0.757(95%CI:0.670~0.831)、0.751(95%CI:0.664~0.826),见表4。术前 GLS、GCS、GRS、GAS 与 LVEF、LVEDD、LVMI 预测术

后心功能改善的 AUC 比较,差异无统计学意义(P>0.05)。

2.5 术前左心室四维心肌应变参数联合与单独预测术后心功能改善的价值比较 绘制术前 GLS、GCS、GRS、GAS 联合预测冠心病患者 CABG 术后心功能改善的 ROC 曲线,见图2,由图可知,各参数联合预测术后心功能改善的 AUC 为 0.896(95%CI:0.828~0.945),预测敏感度、特异度分别为 86.11%、82.14%,约登指数为 0.683。与术前 GLS、GCS、GRS、GAS 单独预测比较,联合预测的 AUC 明显增大,差异有统计学意义(P<0.05)。见表5。

表4 术前左心室四维心肌应变参数、左心功能指标预测术后心功能改善的价值

Table 4 The value of preoperative left ventricular four-dimensional myocardial strain parameters and left heart function indicators in predicting postoperative cardiac function improvement

指标	AUC	95%CI	截断值	敏感度(%)	特异度(%)	Youden 指数
GLS	0.761	0.675~0.834	-6.13%	66.67	79.76	0.464
GCS	0.757	0.671~0.831	-5.97%	75.04	73.81	0.489
GRS	0.758	0.671~0.831	15.22%	77.78	63.10	0.409
GAS	0.755	0.668~0.829	10.58%	72.20	69.05	0.413
LVEF	0.759	0.673~0.833	38.06%	72.22	79.76	0.520
LVEDD	0.757	0.670~0.831	60.54 mm	75.01	79.74	0.548
LVMI	0.751	0.664~0.826	120.19 g/m ²	61.11	83.32	0.444

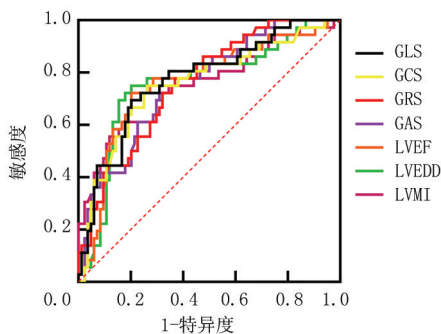


图1 术前左心室四维心肌应变参数、左心功能指标预测术后心功能改善的 ROC 曲线

Figure 1 ROC curve of preoperative left ventricular four-dimensional myocardial strain parameters and left heart function indicators for predicting postoperative cardiac function improvement

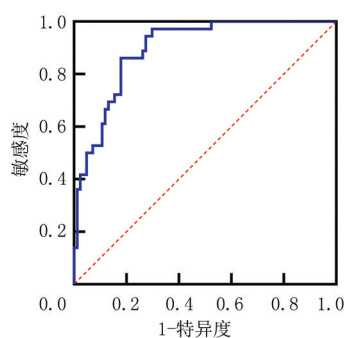


图2 术前 GLS、GCS、GRS、GAS 联合预测术后心功能改善的 ROC 曲线

Figure 2 ROC curve of preoperative GLS, GCS, GRS, and GAS in combination for predicting postoperative cardiac function improvement

表5 术前左心室四维心肌应变参数联合与单独预测术后心功能改善的价值比较

Table 5 Comparison of the value of preoperative left ventricular four-dimensional myocardial strain parameters alone or in combination for the prediction of postoperative cardiac function improvement

成对对比	AUC 差异	标准误	95%CI	Z 值	P 值
联合 vs. GLS	0.123	0.054	0.018~0.229	2.295	0.022
联合 vs. GCS	0.139	0.055	0.032~0.246	2.541	0.011
联合 vs. GRS	0.139	0.052	0.038~0.240	2.568	0.010
联合 vs. GAS	0.142	0.055	0.034~0.250	2.568	0.010

3 讨 论

CABG 能有效恢复心肌血液供应,减轻心肌缺血缺氧,缓解心绞痛症状,治疗效果已得到临床普遍认可^[12-13]。但部分患者 CABG 术后心功能改善并不明显,本研究结果显示,冠心病患者 CABG 术后 6 个月心功能改善率为 70.00%,虽能获得一定治疗效果,但仍有部分患者获益不佳,从而影响预后。这是因为约 50% 的缺血性左心室功能不全患者存在冬眠心肌,而冬眠心肌是 CABG 术后心功能改善的重要决定性因素,可导致左心室心肌运动功能降低,心肌做功减少,不利于心功能改善^[14-16]。

近年来,心肌应变成像技术逐渐应用于心功能

评估中,该技术能可视化评估心肌运动,能更精准地识别缺血性心肌病变^[17-18]。本研究结果显示,未改善组术前 GRS 低于改善组,GLS、GCS、GAS 高于改善组,进一步通过 Logistic 回归分析发现,将 LVEF 等其他因素调整后,术前 GLS、GCS、GRS、GAS 与术后心功能改善存在显著关联性。说明冠心病患者 CABG 术前 GLS、GCS、GRS、GAS 与术后心功能改善情况密切相关。其原因在于,左心室四维心肌应变技术能追踪左心室复杂三维运动过程,测定实时四维心肌应变,从心肌运动的多个方向评价心肌功能,能够更加精准地评价左心室在各个方向上的功能。术前 GLS、GCS、GAS 越大、GRS 越小,说明患者左心室心肌应变能力越差,左心室心

肌应变能力降低由冠状动脉低灌注导致,患者左心功能越差,从而影响术后心功能改善情况^[19-20]。研究显示,左心室心肌应变能从纵向、径向、周向3个方向定量评估局部或整体心肌运动状态、功能,与常规LVEF相比较,其评估左心室心肌运动障碍的敏感性更高^[21]。相关研究显示,冠心病患者GLS、GCS与LVEF呈负相关,GRS与LVEF呈正相关^[22]。本研究结果显示,术前GLS、GCS、GRS、GAS预测术后心功能改善的AUC分别为0.761、0.757、0.758、0.755,均在0.7以上,且与LVEF、LVEDD、LVMI预测的AUC相近。说明术前GLS、GCS、GRS、GAS可作为预测冠心病患者CABG术后心功能改善情况的指标。李丹等^[23]研究显示,左心室四维心肌应变参数可能成为评价患者预后情况的指标,本研究结果与其一致。但各指标单独应用的价值有限,而术前GLS、GCS、GRS、GAS联合预测术后心功能改善的AUC提高至0.896,明显大于术前GLS、GCS、GRS、GAS单独预测的AUC,预测效能有明显提高。考虑原因为GLS、GCS、GRS分别反映左心室心肌在纵向、周向、径向3个正交方向的应变,GAS能反映室壁面积在收缩期和舒张末室壁的应变^[24-26]。各指标单独应用仅能单方面反映左心室心肌运动功能,联合应用能全面显示左心室心肌整体运动功能,能更全面提供左心室心肌运动功能信息,从而改善预测效能。

综上所述,冠心病患者CABG术前左心室四维心肌应变参数GLS、GCS、GRS、GAS是术后心功能改善情况的影响因素,可作为预测冠心病患者CABG术后心功能改善情况的指标,联合应用能明显提高预测价值。但本研究仍存在一定不足,如未测量冠心病患者CABG术后左心室四维心肌应变参数,手术治疗前后左心室四维心肌应变参数的变化情况尚未明确,且未明确术后左心室四维心肌应变参数是否与心功能改善有关,后续研究将进一步完善和深入探究。

[参考文献]

- [1] Shaya GE, Leucker TM, Jones SR, et al. Coronary heart disease risk: Low-density lipoprotein and beyond[J]. *Trends Cardiovasc Med*, 2022, 32(4): 181-194.
- [2] Guo J, Wang H, Li Y, et al. Nanotechnology in coronary heart disease[J]. *Acta Biomater*, 2023, 171: 37-67.
- [3] Duggan JP, Peters AS, Trachiotis GD, et al. Epidemiology of coronary artery disease[J]. *Surg Clin North Am*, 2022, 102(3): 499-516.
- [4] Labus J, Winata J, Schmidt T, et al. Perioperative two-

dimensional left ventricular global longitudinal strain in coronary artery bypass surgery: a prospective observational pilot study[J]. *J Cardiothorac Vasc Anesth*, 2022, 36(1): 166-174.

- [5] Komanek T, Rabis M, Omer S, et al. Quantification of left ventricular ejection fraction and cardiac output using a novel semi-automated echocardiographic method: a prospective observational study in coronary artery bypass patients[J]. *BMC Anesthesiol*, 2023, 23(1): 65.
- [6] Esenboğa K, Kiliçkap M, Peker E, et al. Agreement between visually estimated left ventricular ejection fraction on echocardiography and quantitative measurements using cardiac magnetic resonance[J]. *Anatol J Cardiol*, 2022, 26(2): 127-132.
- [7] 麦兴盛, 王娟利, 李亚峰, 等. 老年冠心病患者超声三维空间运动指标及其与左心室收缩功能的关系[J]. *海南医学*, 2019, 30(14): 1841-1843.
- [8] Bhore A, Shah P, Hardas S, et al. Myocardial strain analysis by 4D-speckle tracking echocardiography for prediction of coronary artery disease severity in patients with stable angina pectoris[J]. *Indian Heart J*, 2023, 75(3): 177-184.
- [9] 中华医学会, 中华医学会杂志社, 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] 中国心脏内外科冠心病血运重建专家共识组, 中国心血管病相关专家小组, 中国心脏内、外科冠心病血运重建专家共识[J]. *中华胸心血管外科杂志*, 2016, 32(12): 707-716.
- [11] 唐红.《超声增强剂在超声心动图中的应用:2018美国超声心动图指南更新》及《心脏超声增强剂临床应用规范专家共识》解读[J]. *西部医学*, 2020, 32(4): 492-495.
- [12] Caldonazo T, Kirov H, Riedel LL, et al. Comparing CABG and PCI across the globe based on current regional registry evidence[J]. *Sci Rep*, 2022, 12(1): 22164.
- [13] 付文, 吕向妮, 张雷, 等. 70岁以上患者冠状动脉旁路移植术后发生谵妄的影响因素研究[J]. *中国临床保健杂志*, 2021, 24(6): 771-775.
- [14] 陈轶竹. 缺血性左心功能不全冠状动脉旁路移植术后心功能改善的多因素和预测因子分析[D]. 北京: 北京协和医学院, 2022.
- [15] 孙国庆, 申存志. 冠脉搭桥术后心肌做功参数与冠心病患者心功能、心室重构的相关性[J]. *医学临床研究*, 2022, 39(4): 630-632.
- [16] 张璐, 胡奕瑾, 李剑明, 等. 心肌存活与冠状动脉旁路移植术后早期应用主动脉内球囊反搏的关系[J]. *中国胸心血管外科临床杂志*, 2023, 30(3): 396-402.
- [17] Nemes A, Kormányos Á, Ruzsa Z, et al. Complexity of left ventricular strains in response to elevated volumes in healthy adults-detailed analysis from the three-dimensional speckle-tracking echocardiographic MAGYAR-Healthy Study[J]. *Int J Cardiol Heart Vasc*, 2023, 47: 101236.
- [18] 应康, 郭良云, 刘燕娜, 等. 基于三维斑点追踪成像评估左心室心肌应变对2型糖尿病患者发生主要不良心脏事件的预测[J]. *中国超声医学杂志*, 2023, 39(8): 883-886.

- [19] Wang YB, Huang H, Lin S, et al. Evaluation of left ventricular function by three-dimensional speckle-tracking echocardiography in patients with chronic kidney failure[J]. Curr Med Sci, 2022, 42(4): 895-901.
- [20] Qin SY, Cao XS, Zhang R, et al. Predictive value of speckle tracking technique for coronary artery stenosis in patients with coronary heart disease[J]. Am J Transl Res, 2023, 15(9): 5873-5881.
- [21] 曹立坤, 刘佩君, 王运, 等. 基于冠状动脉 CT 血管成像评估心力衰竭患者左心室心肌应变的可行性研究[J]. 中华放射学杂志, 2022, 56(4): 385-391.
- [22] 范智媛, 鲁瑛, 杜鸿瑶, 等. 速度向量成像技术检测冠心病患者左心室心肌应变参数及其在 PCI 术后非罪犯血管病变进展评估中的应用[J]. 南昌大学学报(医学版), 2023, 63(4): 59-64.
- [23] 李丹, 冯杰莉, 张喆, 等. CABG 术前超声四维心肌应变和 LVEF 与术后 1 年 LVEF 相关性的比较[J]. 中国微创外科杂志, 2022, 22(2): 131-136.
- [24] Yu ZH, Pan HF, Cheng ZF, et al. Evaluation of left ventricular systolic function in patients with coronary microvascular dysfunction by three-dimensional speckle-tracking imaging[J]. Braz J Cardiovasc Surg, 2022, 37(3): 321-327.
- [25] 陈尚瑜, 薛寅莹, 肖继来, 等. 收缩期纵向应变评估冠状动脉搭桥围术期左心室收缩功能变化[J]. 中国医学影像技术, 2023, 39(12): 1808-1812.
- [26] Karaca Y, Karasu M, Taşolar H, et al. Four-dimensional speckle tracking echocardiography and fragmented QRS in detection of early left ventricular systolic dysfunction in patients with subclinical hyperthyroidism [J]. J Clin Ultrasound, 2023, 51(6): 939-948.

(本文编辑:何祯)

《河北医科大学学报》第七届编辑委员会名单

总 编 辑: 王宝山

学 术 顾 问: 丛 斌 李春岩 吴以岭 张英泽

副 总 编 辑: 贾庆忠 武宇明 王贵英

(按姓氏汉语拼音排序)

编 辑 委 员:

安翠霞	边艳珠	曾瑞红	常英军	陈 伟	陈 炜	陈 源	程亚颖
迟雁青	邓荷萍	刁玉巧	董丽华	杜彦芳	杜媛鲲	房 锋	高静韬
耿左军	郭惠芳	韩振伟	侯志勇	黄立宁	贾庆忠	蒋玉萍	金 萍
李聪慧	李继红	李晓冬	李增宁	林琼真	刘丹岩	刘国彬	刘丽华
刘 庆	刘淑霞	刘晓云	刘亚玲	刘月平	柳 云	卢海燕	吕 哲
马 力	马 莉	马玉霞	马 哲	米 杰	牛凌梅	潘文森	任贵云
任 乾	桑志成	商 微	史海水	史永红	宋 波	苏建玲	孙国柱
孙晓强	田 晖	田子强	王宝山	王 川	王朝宏	王 飞	王贵英
王洪权	王 静	王 军	王 磊	王 莉	王 琦	王 巧	王晓强
王亚东	王玉栋	武宇明	向 柏	阎 雪	杨晓星	游 宾	于宝海
余 伟	袁 芳	张爱莉	张 超	张国强	张国忠	张金艳	张敬宇
张 练	张 敏	张 荣	张 为	张晓琳	张瑛琪	赵 滨	赵东强
赵 群	赵士彭	赵铁梅	赵 昕	赵增仁	赵志明	郑明奇	周亚茹

青年编辑委员:

陈伟 ^(超声)	陈志宇	董江涛	杜英峰	段佳良	冯建科	高鹏骥	高 翔
谷军飞	郭琼梅	郭 炜	胡玉燕	纪 刚	贾云泷	姜 霞	李春年
李德强	李 辉	李 璐	李 莎	李晓婕	梁 军	刘春艳	刘德敏
刘风侠	刘 辉	刘胜辉	刘文宣	吕 平	吕雅蕾	马芳芳	秦 伟
裘艳梅	任慧玲	桑 威	尚 华	石晓伟	唐 奇	滕 旭	汪雁博
王 冉	王 艳	王 影	王圆圆	温士旺	杨兴肖	张凤宾	赵唐娟