XXXX DOI:

# 基于Tei指数与RT-3DE评估冠心病左心功能及其与CK-MB、IL-23的相关性分析

王效军[1],郑 慧[1],任永凤[2],张 淼[3]

(1.安徽医科大学第一附属医院超声科,合肥 230031;2.安徽医科大学附属亳州医院超声科,亳州 236800;
3.亳州市人民医院薛阁分院超声科,亳州 236800)

**【摘 要】目的:**分析Tei指数联合实时三维超声心动图(real-time three-dimensional echocardiography,RT-3DE)评估冠心病(coronary artery heart disease,CHD)左心功能的可行性,并探讨其与肌酸激酶同工酶(creatine kinase isoenzyme-MB,CK-MB)、白细胞介素-23(interleukin-23,IL-23)的相关性。**方法:**回顾性选取2023年1月至2025年6月于安徽医科大学附属亳州医院经冠状动脉造影确诊的100例CHD患者作为观察组,并以同期100名健康体检者作为对照组。比较2组的一般资料、超声指标以及血清指标。采用Pearson相关性分析血清指标与超声参数之间的相关性。**结果:**观察组的收缩压、左心室舒张末期内径(left ventricular end diastolic dimension,LVEDD)、左心室收缩末期内径(left ventricular end-systolic diameter,LVESD)、左心房前后径(left atrial diameter,LAD)、室间隔厚度(interventricular septum thickness,IVST)、左室后壁厚度(left ventricular posterior wall thickness,LVPWT)、E/e值、等容收缩时间(isovolumic contraction time,ICT)、等容舒张时间(isovolumic relaxation time,IRT)、Tei指数、左室舒张末期容积(left ventricular end diastolic volum,LVEDV)、左室收缩末期容积(left ventricular end-systolic volume,LVESV)以及CK-MB、IL-23水平均高于对照组,而左心室射血分数(left ventricular ejection fraction,LVEF)、e值、e/a值、射血时间(ejection time,ET)、左室每搏输出量(left ventricular stroke volume,LVSV)、左室整体纵向峰值应变(global longitudinal strain,GLS)绝对值低于对照组($P<0.05$)。相关性分析显示,LVEDD、LVESD、LAD、IVST、LVPWT、E/e、ICT、IRT、Tei指数、LVEDV、LVESV、GLS与CK-MB、IL-23均呈正相关,而LVEF、e、e/a、ET、LVSV与CK-MB、IL-23均呈负相关($P<0.05$)。**结论:**Tei指数联合RT-3DE可有效评估冠心病患者的左心功能,且CK-MB、IL-23与各超声指标存在相关性,以上指标可用于临床辅助评估。

**【关键词】**组织多普勒超声;Tei指数;实时三维超声心动图;冠心病;肌酸激酶同工酶;白细胞介素-23

**【中图分类号】**R445.1 **【文献标志码】**A

# Analysis of left ventricular function in coronary heart disease using Tei index and real-time three-dimensional echocardiography and correlation with creatine kinase isoenzyme-MB and interleukin-23

*Wang Xiaojun[1], Zheng Hui[1], Ren Yongfeng[2], Zhang Miao[3]*

(*1.Department of Ultrasound, The First Affiliated Hospital of Anhui Medical University;*
*2.Department of Ultrasound, Bozhou Hospital Affiliated to Anhui Medical University;*
*3.Department of Ultrasound, Xuege Branch of The People's Hospital of Bozhou*)

**【Abstract】*Objective*:** To investigate the feasibility of Tei index combined with real-time three-dimensional echocardiography (RT-3DE) in assessing left ventricular function in coronary heart disease(CHD), as well as its correlation with creatine kinase isoenzyme-MB(CK-MB) and interleukin-23(IL-23). ***Methods*:** A total of 100 patients with CHD who were diagnosed by coronary angiography in Bozhou Hospital Affiliated to Anhui Medical University from January 2023 to June 2025 were retrospectively enrolled as observation group, and 100 healthy individuals who underwent physical examination during the same period of time were enrolled as control group. The two groups were compared in terms of general data, ultrasound parameters, and serological parameters, and the Pearson correlation analysis was used to investigate the correlation between se-

**作者介绍:**王效军,Email:bzwxiaojun@126.com,
研究方向:超声新技术。

**通信作者:**郑 慧,Email:zhenghuiayfycsk@163.com。

**基金项目:**亳州市卫生健康科研项目资助计划(编号:bzwj2023b010)。

rological and ultrasound parameters. ***Results***: Compared with the control group, the observation group had significantly higher levels of systolic blood pressure, left ventricular end-diastolic diameter (LVEDD), left ventricular end-systolic diameter(LVESD), left atrial diameter(LAD), interventricular septal thickness(IVST), left ventricular posterior wall thickness(LVPWT), E/e value, isovolumic contraction time(ICT), isovolumic relaxation time(IRT), Tei index, left ventricular end-diastolic volume(LVEDV), left ventricular end-systolic volume(LVESV), CK-MB, and IL-23, as well as significantly lower levels of left ventricular ejection fraction(LVEF), e value, e/a value, ejection time(ET), left ventricular stroke volume (LVSV), and the absolute value of left ventricular global longitudinal strain (GLS) ($P$<0.05). The correlation analysis showed that LVEDD, LVESD, LAD, IVST, LVPWT, E/e value, ICT, IRT, Tei index, LVEDV, LVESV, and GLS were positively correlated with CK-MB and IL-23, while LVEF, e value, e/a value, ET, and LVSV were negatively correlated with CK-MB and IL-23($P$<0.05). ***Conclusion***: Tei index combined with RT-3DE can evaluate left ventricular function in patients with CHD, and CK-MB and IL-23 have a certain correlation with ultrasound parameters. These indicators can be used for clinical auxiliary evaluation.

**【Key words】**tissue doppler imaging; Tei index; real-time three-dimensional echocardiography; coronary heart disease; creatine kinase isoenzyme-MB; interleukin-23

冠心病(coronary artery heart disease, CHD)是导致死亡与残疾的主要心血管疾病,其患病率在我国持续上升,已成为重大公共卫生问题[1]。CHD的病理基础是动脉粥样硬化导致心肌缺血缺氧,可导致左心室结构与功能改变,最终进展为慢性心功能不全[2]。目前临床主要依赖二维超声心动图评估左心功能,但该方法易受几何假设和心脏负荷影响,可能导致结果偏差[3]。因此,准确评估左心功能对CHD患者的危险分层与预后判断至关重要。

近年来,超声新技术的发展为心功能精准评估提供了重要工具。组织多普勒超声(tissue doppler imaging, TDI)能够定量评估心功能,受血流动力学及前后负荷干扰较小,其衍生的Tei指数能综合反映心脏整体功能[4]。实时三维超声心动图(real-time three-dimensional echocardiography, RT-3DE)通过立体成像技术,可精准量化左心室容积、射血分数及局部室壁运动,弥补了传统二维超声的不足[5]。除了影像学评估外,血清生物标志物也可为心功能异常提供分子层面的补充依据。研究表明,肌酸激酶同工酶(creatine kinase isoenzyme-MB, CK-MB)是心肌损伤特异性标志物,其水平升高提示心肌细胞损伤,而白细胞介素-23(interleukin-23, IL-23)作为促炎细胞因子,参与动脉粥样硬化斑块的不稳定性和炎症反应,可能与CHD患者心功能恶化相关[6-7]。因此联合影像学与血清标志物检测,或许有助于更全面揭示CHD心功能损害的潜在机制。

基于此,本研究应用Tei指数与RT-3DE评估CHD患者左心功能,并探讨其与血清CK-MB、IL-23的相关性,旨在为CHD的早期诊断、病情监测及预后评估提供更可靠的影像学与生化依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 研究对象

回顾性选取2023年1月至2025年6月于安徽医科大学附属亳州医院经冠状动脉造影确诊的100例CHD患者作为观察组,并以同期100名健康体检者作为对照组。CHD诊断标准:冠状动脉狭窄程度可分为重度(>75%)、中度(50%~75%)、轻度(<50%),以冠状动脉狭窄≥50%为"金标准",对于冠状动脉狭窄程度≥50%且患者伴有典型心绞痛症状,或经心电图负荷试验显示出现异常变化(ST段水平或下斜性压低≥0.1 mV),即诊断为CHD[8]。纳入标准:①观察组:符合CHD诊断标准,且为首诊;②对照组:经临床体检,无心绞痛症状,心电图、超声心动图正常,且无CHD病史;③年龄≥18岁。排除标准:①合并严重的重要脏器功能障碍;②合并肺栓塞或急性心肌梗死;③合并肺源性心脏病、先天性心脏病;④合并恶性肿瘤;⑤合并急慢性感染或自身免疫性疾病。本研究经医院伦理委员会批准(审批号:2025-258)。

### 1.2 研究方法

常规超声检查:受试者取左侧卧位,采用飞利浦EPIQ7C超声诊断仪及X5-1心脏探头(频率范围1~5 MHz)进行扫描。于胸骨旁左心室长轴切面、心尖四腔心切面、两腔心切面及三腔心切面,测量以下参数:左心室收缩末期内径(left ventricular end-systolic diameter, LVESD)、左心室射血分数

(left ventricular ejection fraction, LVEF)、左心室舒张末期内径(left ventricular end diastolic dimension, LVEDD)、室间隔厚度(interventricular septum thickness, IVST)、左心房前后径(left atrial diameter, LAD)、左室后壁厚度(left ventricular posterior wall thickness, LVPWT)、二尖瓣口舒张早期E峰和舒张晚期A峰,以及二尖瓣环舒张早期心肌运动速度e与舒张晚期心肌运动速度a。

TDI检查:在常规超声基础上,于心尖四腔心切面启动组织多普勒脉冲波模式,将取样容积分别置于二尖瓣环室间隔处和左心室侧壁处,调整取样线方向使其与心室长轴运动方向基本平行。记录室壁运动频谱,包括等容收缩时间(isovolumic contraction time, ICT)、射血时间(ejection time, ET)、等容舒张时间(isovolumic relaxation time, IRT),并计算Tei指数,计算公式为:(ICT+IRT)/ET。所有测量均连续采集3个心动周期,取平均值作为最终结果。

RT-3DE检查:在常规超声基础上,连续采集≥3个稳定心动周期的全容积三维图像并存储。随后启用超声设备内置分析软件,通过自动检测与手动校正逐帧确定左心室心内膜边界,生成左心室三维模型及容积曲线。结合心电图,测量以下参数:左室收缩末期容积(left ventricular end-systolic volume, LVESV)、左室整体纵向峰值应变(global longitudinal strain, GLS)、左室舒张末期容积(left ventricular end diastolic volum, LVEDV)、左室每搏输出量(left ventricular stroke volume, LVSV)。

血清指标检测:采集受试者的清晨空腹静脉血5 mL,经3 000 r/min离心15 min后分离血清,置于-20 ℃冰箱保存待测。血清CK-MB水平采用胶乳免疫增强比浊法,IL-23水平采用酶联免疫吸附法,两种检测试剂盒分别购自美康生物科技股份有限公司和上海酶联生物科技有限公司。

### 1.3 观察指标

一般资料:收集受试者的一般资料,包括性别、年龄、吸烟史、饮酒史、体质指数(body mass index, BMI)、心率(heart rate, HR)、收缩压(systolic blood pressure, SBP)、舒张压(diastolic blood pressure, DBP)。

超声参数与图像:收集受试者的常规超声参数指标:LVEDD、LVESD、LAD、IVST、LVPWT、LVEF、E峰、A峰、e、a,并计算E/A、e/a、E/e比值;TDI参数指标:ICT、IRT、ET、Tei指数;RT-3DE参数指标:LVEDV、LVESV、LVSV、GLS;同时观察比较两组受试者的TDI图像和RT-3DE图像。

血清指标:收集受试者的CK-MB、IL-23血清指标水平,并分析其与各超声参数的相关性。

### 1.4 统计学方法

本研究所有数据分析均采用SPSS 27.0统计软件完成。符合正态分布的计量资料,以均数±标准差($\bar{x}\pm s$)表示,组间比较采用独立样本$t$检验;计数资料以频数和百分比[$n$(%)]表示,组间比较采用$\chi^2$检验;采用Pearson相关分析超声参数与血清指标之间的相关性。检验水准$\alpha$=0.05。

## 2 结 果

### 2.1 一般资料比较

如表1所示,观察组的SBP高于对照组($P$<0.05),而其他指标差异无统计学意义($P$>0.05)。

**表1 一般资料比较[$n$(%), $\bar{x}\pm s$]**

| 指标 | | 观察组($n$=100) | 对照组($n$=100) | $t/\chi^2$值 | $P$值 |
|---|---|---|---|---|---|
| 性别 | 男 | 50(50.00) | 58(58.00) | 1.288 | 0.256 |
| | 女 | 50(50.00) | 42(42.00) | | |
| 年龄(岁) | | 63.22±9.44 | 64.59±8.58 | -1.069 | 0.286 |
| BMI(kg/m$^2$) | | 22.38±3.26 | 22.50±3.11 | -0.265 | 0.791 |
| SBP(mmHg) | | 123.18±3.62 | 120.78±4.15 | 4.337 | <0.001 |
| DBP(mmHg) | | 73.44±3.22 | 72.70±3.89 | 1.457 | 0.147 |
| HR(次/min) | | 75.37±4.00 | 75.85±4.24 | -0.821 | 0.413 |
| 吸烟 | 是 | 60(60.00) | 56(56.00) | 0.328 | 0.567 |
| | 否 | 40(40.00) | 44(44.00) | | |
| 饮酒 | 是 | 52(52.00) | 60(60.00) | 1.299 | 0.254 |
| | 否 | 48(48.00) | 40(40.00) | | |

### 2.2 常规超声参数比较

如表2所示,观察组LVEF、e值、e/a值低于对照组,LVEDD、LVESD、LAD、IVST、LVPWT、E/e值均高于对照组($P$<0.05)。

**表2 常规超声参数比较($\bar{x}\pm s$)**

| 指标 | 观察组($n$=100) | 对照组($n$=100) | $t$值 | $P$值 |
|---|---|---|---|---|
| LVEDD(mm) | 50.43±4.81 | 46.23±4.55 | 6.311 | <0.001 |
| LVESD(mm) | 33.28±3.20 | 28.37±3.12 | 10.931 | <0.001 |
| LAD(mm) | 36.76±2.37 | 32.26±2.84 | 12.105 | <0.001 |
| IVST(mm) | 15.82±2.20 | 9.77±2.42 | 18.408 | <0.001 |
| LVPWT(mm) | 15.02±3.41 | 9.85±2.30 | 12.505 | <0.001 |
| LVEF(%) | 58.12±4.26 | 64.32±4.42 | -10.050 | <0.001 |
| E峰(cm/s) | 75.38±10.85 | 72.47±10.47 | 1.920 | 0.056 |
| A峰(cm/s) | 74.68±12.78 | 77.62±13.72 | -1.560 | 0.120 |
| E/A | 1.04±0.22 | 0.97±0.26 | 1.923 | 0.056 |
| a(cm/s) | 8.24±0.59 | 8.38±0.66 | -1.574 | 0.117 |
| e(cm/s) | 9.41±1.28 | 10.50±1.33 | -5.875 | <0.001 |
| e/a | 1.15±0.19 | 1.26±0.19 | -4.153 | <0.001 |
| E/e | 8.17±1.68 | 7.01±1.34 | 5.361 | <0.001 |

### 2.3 TDI参数比较

如表3所示，观察组的ICT、IRT和Tei指数高于对照组，而ET低于对照组（$P$<0.05）。

表3 TDI参数比较（$\bar{x}\pm s$）

| 指标 | 观察组（$n$=100） | 对照组（$n$=100） | $t$值 | $P$值 |
|---|---|---|---|---|
| ICT（ms） | 30.25 ± 8.31 | 22.54 ± 6.27 | 7.369 | <0.001 |
| IRT（ms） | 78.93 ± 10.38 | 66.64 ± 10.26 | 8.378 | <0.001 |
| ET（ms） | 220.39 ± 20.50 | 253.06 ± 20.88 | −11.109 | <0.001 |
| Tei指数 | 0.50 ± 0.06 | 0.36 ± 0.06 | 16.490 | <0.001 |

### 2.4 RT-3DE参数比较

如表4所示，观察组的LVSV和GLS的绝对值低于对照组，而LVEDV、LVESV高于对照组（$P$<0.05）。

### 2.5 超声图像比较

将两组受试者的TDI图像与RT-3DE图像比较，见图1，图A、图B展示了两组的TDI组织速度曲线图，图C、图D展示了两组的RT-3DE左心室三维容积曲线图。

表4 RT-3DE参数比较（$\bar{x}\pm s$）

| 指标 | 观察组（$n$=100） | 对照组（$n$=100） | $t$值 | $P$值 |
|---|---|---|---|---|
| LVEDV（mL） | 99.42 ± 12.44 | 87.75 ± 10.40 | 7.161 | <0.001 |
| LVESV（mL） | 50.67 ± 7.23 | 31.81 ± 6.33 | 19.529 | <0.001 |
| LVSV（mL） | 48.75 ± 14.34 | 55.94 ± 11.89 | −3.841 | 0.013 |
| GLS（%） | −23.58 ± 2.61 | −27.63 ± 2.95 | 10.232 | <0.001 |

### 2.6 血清指标比较

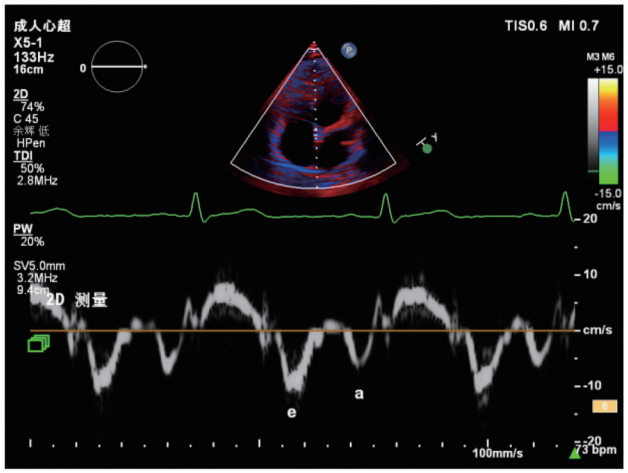
如表5所示，观察组CK-MB、IL-23水平均高于对照组（$P$<0.05）。

表5 血清指标比较（$\bar{x}\pm s$）

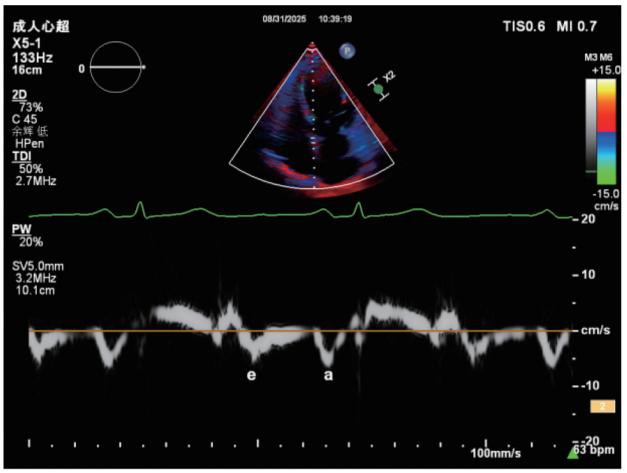
| 组别 | CK-MB（U/L） | IL-23（pg/mL） |
|---|---|---|
| 观察组（$n$=100） | 14.65 ± 2.05 | 20.53 ± 3.41 |
| 对照组（$n$=100） | 8.28 ± 2.00 | 15.48 ± 2.49 |
| $t$值 | 22.133 | 11.900 |
| $P$值 | <0.001 | <0.001 |

### 2.7 相关性分析

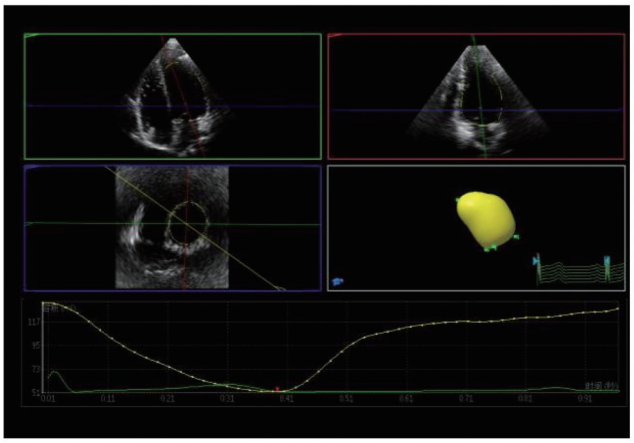
将2组差异有统计学意义的指标进行相关性分析，结果



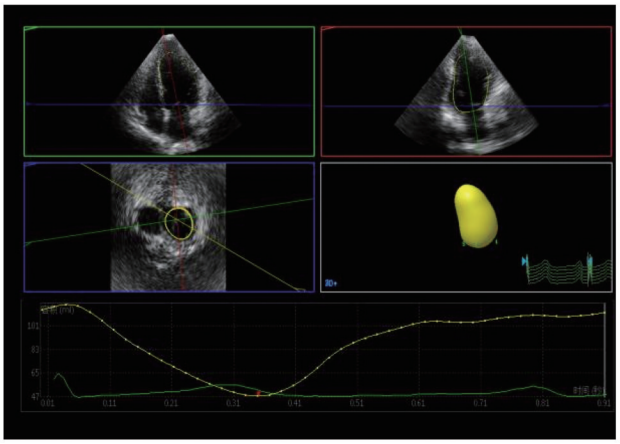

A. 对照组某例组织速度曲线图




B. 观察组某例组织速度曲线图



C. 对照组某例三维容积曲线图



D. 观察组某例三维容积曲线图

图1 超声图像

显示，LVEDD、LVESD、LAD、IVST、LVPWT、E/e、ICT、IRT、Tei指数、LVEDV、LVESV、GLS与CK-MB、IL-23均呈正相关，而LVEF、e、e/a、ET、LVSV与CK-MB、IL-23均呈负相关（$P<0.05$），见表6。

**表6 超声参数与血清指标的相关性分析**

| 指标 | CK-MB | | IL-23 | |
|---|---|---|---|---|
| | *r* | *P* | *r* | *P* |
| LVEDD | 0.341 | <0.001 | 0.168 | 0.018 |
| LVESD | 0.529 | <0.001 | 0.402 | <0.001 |
| LAD | 0.576 | <0.001 | 0.456 | <0.001 |
| IVST | 0.680 | <0.001 | 0.511 | <0.001 |
| LVPWT | 0.560 | <0.001 | 0.504 | <0.001 |
| LVEF | −0.543 | <0.001 | −0.372 | <0.001 |
| e | −0.364 | <0.001 | −0.201 | 0.004 |
| e/a | −0.263 | <0.001 | −0.168 | 0.017 |
| E/e | 0.290 | <0.001 | 0.222 | 0.002 |
| ICT | 0.381 | <0.001 | 0.342 | <0.001 |
| IRT | 0.441 | <0.001 | 0.309 | <0.001 |
| ET | −0.511 | <0.001 | −0.359 | <0.001 |
| Tei指数 | 0.640 | <0.001 | 0.483 | <0.001 |
| LVEDV | 0.382 | <0.001 | 0.283 | 0.001 |
| LVESV | 0.668 | <0.001 | 0.528 | <0.001 |
| LVSV | −0.209 | 0.003 | −0.183 | 0.009 |
| GLS | 0.478 | <0.001 | 0.417 | <0.001 |

## 3 讨 论

研究指出，CHD是导致患者左心功能不全的首要原因，其主要通过心肌梗死和心肌缺血来损害左心室的收缩功能，最终导致患者心力衰竭[9]。因此早期准确评估左心功能对CHD的治疗至关重要。本研究通过比较CHD患者与健康受试者的超声指标和血清指标，明确了各指标在早期识别左心功能异常方面具有重要价值，有助于CHD的早期干预与治疗。

本研究结果显示，观察组的SBP水平高于对照组（$P<0.05$），提示高收缩压是CHD的危险因素，这与既往研究一致[10]。LVEDD和LVESD增大反映心室扩张与收缩功能减退；LAD增加常与左心室充盈压升高及心房代偿性扩大相关[11]。观察组LVEDD、LVESD、LAD的增大，表明患者存在左心室扩张和左心房负荷加重，这是CHD进展中慢性心功能不全所致的心脏适应性改变。IVST与LVPWT增厚提示左心室心肌肥厚，这可能与患者心脏长期压力负荷过重所致的代偿性肥厚或合并高血压有关[12]。LVEF能够评估患者左心室的泵血功能，CHD患者由于心肌缺血及心室重构导致心肌收缩功能减退，进而导致其LVEF降低[13]。同时，心肌缺血使得心肌僵硬度增加、顺应性下降，造成舒张功能障碍与左室充盈压升高，这解释了观察组e峰速度、e/a比值下降以及E/e比值升高的表现，与既往研究一致[14-15]。上述指标系统揭示了CHD患者的心功能损害特征，提示常规超声参数在心功能评估中仍具有重要的临床意义。

为更敏感、定量地评估上述心功能与结构改变，本研究联合应用TDI与RT-3DE技术。结果显示，观察组ICT、IRT延长，ET缩短，Tei指数显著增高，与刘小冲等[16]的研究结果一致。其中ICT延长、ET缩短提示收缩功能受损，IRT延长反映舒张功能障碍；Tei指数为整体心功能指标，水平升高表明心脏效率下降，且该指数对负荷依赖较小，能较LVEF更早识别心功能不全[16-17]。RT-3DE则进一步从三维空间证实心脏重构与泵血功能的恶化：LVEDV、LVESV增大及LVSV减小提示左心室收缩功能降低，此表现常伴随心室重构，会进一步加重心功能损害[18]。GLS作为评估心肌纵向收缩功能的敏感指标，其绝对值降低可更早发现心肌功能恶化[19]。这是由于心内膜下纵向心肌纤维对缺血尤为敏感，CHD所致心肌缺血可首先损害该部分功能，使GLS在LVEF明显下降之前即可识别细微收缩异常，具有更好的预后价值[20-21]。故Tei指数与RT-3DE参数在识别CHD患者心功能损害方面具有显著优势，多项指标联合评估能为患者早期诊断提供重要的影像学依据。

血清指标作为一种无创检测手段，已在CHD诊断、治疗方案制定及预后评估中广泛应用。本研究中，观察组的CK-MB、IL-23水平均升高，提示CHD患者同时存在心肌损伤与活跃的炎症状态。CK-MB是心肌细胞特异性胞内酶，在细胞膜完整时极少入血；当心肌缺血、坏死导致膜完整性破坏时，CK-MB迅速释放，其血清水平可直接反映心肌损伤程度，提示收缩功能受损[22]。IL-23则是关键促炎细胞因子，参与动脉粥样硬化斑块的不稳定化、破

裂及炎症进展，其水平升高提示CHD患者存在持续的炎症激活，可能通过加剧心肌纤维化、影响能量代谢等途径损害心功能[23-24]。为深入探究心肌损伤、炎症状态与心脏结构改变的内在联系，本研究还进行了相关性分析，结果显示超声指标与CK-MB、IL-23均呈显著相关（$P<0.05$）。有研究指出，心肌损伤与炎症反应会引发心脏结构与功能的一系列改变：心肌损伤可削弱心肌收缩力，导致泵血功能下降，表现为LVEF、LVSV降低、ET缩短等[25]；心室为维持输出而发生重构[26]，表现为LVEDD、LVESD增大、IVST、LVPWT增厚及LAD增大等；同时，炎症不仅加剧斑块不稳定性，还可通过促进心肌间质纤维化、增加心肌僵硬度，损害心室的舒张性能[27]，表现为e峰与e/a比值下降，以及IRT延长与E/e比值升高等。这进一步验证了本研究的结论，表明心肌损伤程度、机体炎症状态与左心功能受损密切相关。研究也提示了临床可通过常规超声、TDI和RT-3DE判断患者心功能异常情况，同时可将CK-MB和IL-23作为重要血清指标，辅助评估CHD的发生与进展。

然而，本研究仍存在一定的局限性：样本量较小，可能存在选择偏倚，此外，缺乏对患者的长期随访数据，因此无法评估这些指标对预后的预测价值。未来需开展大样本、多中心的前瞻性队列研究，以验证当前结果，并深入揭示其内在因果机制，为临床诊疗与干预策略提供更可靠的循证依据。

综上所述，Tei指数与RT-3DE参数可评估CHD患者的左心功能状态，且超声参数与血清CK-MB、IL-23水平显著相关，表明心肌功能与细胞损伤、炎症病理生理过程密切相关。联合检测上述指标可为临床辅助诊断、病情评估及预后判断提供重要的综合依据。

**利益冲突** 所有作者声明不存在利益冲突

**作者贡献声明** 王效军：研究方案设计、实施研究、分析数据、论文撰写；郑慧：研究方案设计、论文修改；张淼：数据收集；任永凤：实验技术指导

## 参 考 文 献

[1] 周 阔，周瑜淞，占伊扬. 冠状动脉粥样硬化性心脏病患者血清PARP1、apoM水平与心肌重构的相关性[J]. 中国循证心血管医学杂志，2024，16(12)：1531-1533，1537.

Zhou K，Zhou YT，Zhan YY. Correlation among serum polyadenosine diphosphate ribose polymerase 1，apolipoprotein M and myocardial remodeling in patients with coronary heart disease[J]. Chin J Evid Based Cardiovasc Med，2024，16(12)：1531-1533，1537.

[2] 胡保奎，阮爱兵，王 玮. 血清D-D、MHR、UA及RDW与冠心病患者左心室重构和心功能的相关性[J]. 分子诊断与治疗杂志，2024，16(5)：826-829，838.

Hu BK，Ruan AB，Wang W. Correlation between serum D-D，MHR，UA，RDW and left ventricular remodeling，cardiac function in patients with coronary heart disease[J]. J Mol Diagn Ther，2024，16(5)：826-829，838.

[3] 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.

Wang XH，Ye CW，Tong HS，et al. The value of noninvasive left ventricular pressure-strain loop in evaluating left ventricular function and left ventricular remodeling before and after percutaneous coronary artery intervention in patients with acute myocardial infarction[J]. J Pract Med，2024，40(20)：2841-2847.

[4] 郭卫东，张晓玲，赵 刚，等. 动静脉内瘘透析患者术侧肱动脉弹性与左心室功能Tei指数的变化及相关性研究[J]. 河北医科大学学报，2021，42(3)：268-272.

Guo WD，Zhang XL，Zhao G，et al. Research on changes of brachial artery elasticity and Tei index for left ventricular function and their correlation in patients with internal arteriovenous fistula undergoing hemodialysis[J]. J Hebei Med Univ，2021，42(3)：268-272.

[5] Huang X，Liu Y，Guan B，et al. Comprehensive assessment of the left ventricular systolic function in the elderly with acute myocardial infarction using echocardiography[J]. Int J Gen Med，2022，15：1437-1445.

[6] 刘永华，王文静，姚艳影，等. 参芍胶囊联合贝尼地平对冠心病心绞痛患者血管内皮功能、心肌损伤以及TLR4/NF-κB信号通路的影响[J]. 检验医学与临床，2025，22(9)：1257-1261.

Liu YH，Wang WJ，Yao YY，et al. Effect of Shenshao Capsule combined with benidipine on vascular endothelial function，myocardial injury and TLR4/NF-κB signaling pathway in patients with angina pectoris of coronary heart disease[J]. Lab Med Clin，2025，22(9)：1257-1261.

[7] Egeberg A，Gisondi P，Carrascosa JM，et al. The role of the interleukin-23/Th17 pathway in cardiometabolic comorbidity associated with psoriasis[J]. J Eur Acad Dermatol Venereol，2020，34(8)：1695-1706.

[8] 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.

Chinese Medical Association，Chinese Medical Journals Publishing House，Chinese Society of General Practice，et al.. Guideline for primary care of stable coronary artery disease(2020)[J]. Chin J Gen Pract，2021，20(3)：265-273.

[9] Del Buono MG, Moroni F, Montone RA, et al. Ischemic cardiomyopathy and heart failure after acute myocardial infarction[J]. Curr Cardiol Rep, 2022, 24(10): 1505-1515.

[10] Razo C, Welgan CA, Johnson CO, et al. Effects of elevated systolic blood pressure on ischemic heart disease: a Burden of Proof study [J]. Nat Med, 2022, 28(10): 2056-2065.

[11] 张 华,王文红,乔 璐,等.心脏超声联合颈动脉超声对冠心病诊断价值的临床研究[J].转化医学杂志,2024,13(9):1336-1339.
Zhang H, Wang WH, Qiao L, et al. Clinical study on the diagnosis of coronary heart disease by cardiac ultrasound combined with carotid ultrasound[J]. Transl Med J, 2024, 13(9): 1336-1339.

[12] Zhao QQ, Cui CY, Li YN, et al. Evaluation of myocardial work in patients with hypertrophic cardiomyopathy and hypertensive left ventricular hypertrophy based on non-invasive pressure-strain loops[J]. Front Cardiovasc Med, 2022, 9: 767875.

[13] Jiang MF, Wang ND. Impact of metoprolol combined with spironolactone on cardiac function in patients with coronary heart disease complicated by heart failure[J]. Am J Transl Res, 2025, 17(1): 664-673.

[14] Zhao L, Zierath R, Claggett B, et al. Longitudinal changes in left ventricular diastolic function in late life: the ARIC study[J]. JACC Cardiovasc Imaging, 2023, 16(9): 1133-1145.

[15] Kuznetsova T, Cauwenberghs N, Sabovčik F, et al. Evaluation of *Diastole* by echocardiography for detecting early cardiac dysfunction: an outcome study[J]. ESC Heart Fail, 2022, 9(3): 1775-1783.

[16] 刘小冲,谷孝艳,卜 力,等.二维应变参数结合组织多普勒Tei指数在酒精所致精神和行为障碍患者左心功能的应用研究[J].中国超声医学杂志,2023,39(6):661-664.
Liu XC, Gu XY, Bu L, et al. Application of two-dimensional strain parameters combined with tissue Doppler tei index in left ventricular function in patients with alcohol-induced mental and behavioral disorders [J]. Chin J Ultrasound Med, 2023, 39(6): 661-664.

[17] Mansour H, Nassar AI, Abdel Rehim WA, et al. Can tei index predict high syntax score in patients with chronic coronary syndrome and normal left ventricular systolic function?[J]. J Cardiovasc Echogr, 2021, 31(1): 11-16.

[18] 张 玥,刘 佳,易 娜,等.实时三维超声心动图参数联合血清和肽素、缺血修饰白蛋白预测急性心肌梗死经皮冠脉介入术治疗预后的价值[J].临床和实验医学杂志,2025,24(4):425-430.
Zhang Y, Liu J, Yi N, et al. Value of real-time three-dimensional echocardiography parameters combined with copeptin, ischemia-modified albumin in predicting the prognosis of myocardial infarction intervention therapy[J]. J Clin Exp Med, 2025, 24(4): 425-430.

[19] 李 静,魏子寒,王可颜.心脏磁共振多参数成像评估冠心病预后的应用价值[J].中国循环杂志,2024,39(12):1177-1182.
Li J, Wei ZH, Wang KY. The application value of multi-parameter cardiac magnetic resonance imaging in prognosis assessment of coronary heart disease[J]. Chin Circ J, 2024, 39(12): 1177-1182.

[20] Holzknecht M, Reindl M, Tiller C, et al. Global longitudinal strain improves risk assessment after ST-segment elevation myocardial infarction: a comparative prognostic evaluation of left ventricular functional parameters[J]. Clin Res Cardiol, 2021, 110(10): 1599-1611.

[21] Fu YT, Tseng CH, Huang WM, et al. Prognostic impacts of left ventricular strain in hemodialytic patients with preserved left ventricular systolic function[J]. Sci Rep, 2025, 15(1): 24723.

[22] 夏 楠,李庆云,巩箫音,等.心脏超声参数联合血清CK-MB、AnxA1、BNP、cTnT与冠心病患者冠状动脉粥样硬化的相关性及其疾病诊断价值分析[J].临床和实验医学杂志,2025,24(10):1101-1106.
Xia N, Li QY, Gong XY, et al. Correlation of cardiac ultrasound parameters combined with serum CK-MB, Anx A1, BNP, cTnT and coronary atherosclerosis in coronary patients and diagnostic value of disease[J]. J Clin Exp Med, 2025, 24(10): 1101-1106.

[23] Dong JT, Chen QW, Xie T, et al. Polymorphism of IL-12/IL-23 axis is associated with coronary heart disease[J]. J Cell Mol Med, 2024, 28(3): e18100.

[24] Duan DP, Li HJ, Chai SY, et al. The relationship between cardiac oxidative stress, inflammatory cytokine response, cardiac pump function, and prognosis post-myocardial infarction[J]. Sci Rep, 2024, 14(1): 8985.

[25] Shen MT, Li Y, Shi K, et al. The adverse effect of metabolic syndrome on left ventricular global strains and myocardial energetic efficiency in non-ischemic dilated cardiomyopathy patients: a cardiac magnetic resonance study[J]. Cardiovasc Diabetol, 2025, 24(1): 128.

[26] Nath SS, Parashar S. Perioperative management of patients with prosthetic heart valves-a narrative review[J]. Ann Card Anaesth, 2022, 25(3): 254-263.

[27] Terzic CM, Medina-Inojosa BJ. Cardiovascular complications of coronavirus disease-2019[J]. Phys Med Rehabil Clin N Am, 2023, 34(3): 551-561.

**(收稿:2025-10-11;修回:2026-03-23;录用:2026-03-25)**

(责任编辑:周一青)

本文引用格式:

王效军,郑慧,任永凤,等.基于Tei指数与RT-3DE评估冠心病左心功能及其与CK-MB、IL-23的相关性分析[J].重庆医科大学学报,XXXX,XX(XX):1-7.