

doi: 10.13241/j.cnki.pmb.2024.18.023

实时三维经胸超声心动图联合血清 BNP、sST2 对心肌梗死后心力衰竭的诊断价值*

吴浩堂¹ 李晓莉² 罗伟权¹ 刘娟娟¹ 吴彬祥³ 赵永⁴

(1 广州中医药大学附属中山中医院超声科 广东 中山 528400; 2 广州中医药大学附属中山中医院急诊科 广东 中山 528400; 3 广州中医药大学附属中山中医院检验科 广东 中山 528400; 4 广州中医药大学附属中山中医院心内科 广东 中山 528400)

摘要 目的:探讨实时三维经胸超声心动图(RT3D-TTE)联合血清 B 型脑钠肽(BNP)、可溶性生长刺激表达基因 2 蛋白(sST2)对心肌梗死后心力衰竭(HF)的诊断价值。**方法:**选取 2020 年 6 月至 2022 年 11 月于广州中医药大学附属中山中医院首次住院的心肌梗死后 HF 患者 88 例(HF 组),根据 Killip 分级将患者分为 II 级组(21 例),III 级组(39 例),IV 级组(28 例)。另选择同期体检的 88 例健康志愿者为对照组。所有受试者均行 RT3D-TTE 检查,并检测血清 BNP、sST2 水平。Spearman 秩相关分析 Killip 分级与 RT3D-TTE 参数、血清 BNP、sST2 的相关性,Pearson 分析 RT3D-TTE 参数与血清 BNP、sST2 的相关性。受试者工作特征曲线(ROC)分析 RT3D-TTE 参数联合 BNP、sST2 诊断心肌梗死后 HF 的价值。**结果:**HF 组左室收缩末期容量(ESV)、左室舒张末期容量(EDV)、左室 16 心肌节段从 QRS 波起点到最小收缩容积时间的标准差校正占心动周期的百分比(Tmsvl6-SD%)和最大差值校正占心动周期的百分比(Tmsvl6-Dif%)和血清 BNP、sST2 水平高于对照组($P<0.05$),左室射血分数(LVEF)低于对照组($P<0.05$)。IV 级组 ESV、EDV、Tmsvl6-SD%、Tmsvl6-Dif%和血清 BNP、sST2 水平高于 II 级组、III 级组($P<0.05$),LVEF 低于 II 级组、III 级组($P<0.05$);III 级组 ESV、EDV、Tmsvl6-SD%、Tmsvl6-Dif%和血清 BNP、sST2 水平高于 II 级组($P<0.05$),LVEF 低于 II 级组($P<0.05$)。HF 组 Killip 分级与 ESV、EDV、Tmsvl6-SD%、Tmsvl6-Dif%和血清 BNP、sST2 水平呈正相关($P<0.05$),与 LVEF 呈负相关($P<0.05$)。ESV、EDV、Tmsvl6-SD%、Tmsvl6-Dif%与血清 BNP、sST2 水平呈正相关($P<0.05$),LVEF 与血清 BNP、sST2 水平呈负相关($P<0.05$)。联合 ESV、EDV、Tmsvl6-SD%、Tmsvl6-Dif%、LVEF、BNP、sST2 诊断心肌梗死后 HF 的曲线下面积(AUC)为 0.908,高于各因素单独诊断。**结论:**心肌梗死后 HF 患者 RT3D-TTE 参数 ESV、EDV、Tmsvl6-SD%、Tmsvl6-Dif%和血清 BNP、sST2 水平增高,LVEF 降低,联合检测 RT3D-TTE 参数和血清 BNP、sST2 可提高对心肌梗死后 HF 的诊断价值。

关键词:实时三维经胸超声心动图;心肌梗死;心力衰竭;BNP;sST2;诊断价值

中图分类号:R542.22;R541.61 文献标识码:A 文章编号:1673-6273(2024)18-3522-07

Diagnostic Value of Real-Time Three-Dimensional Transthoracic Echocardiography Combined with Serum BNP and sST2 in Heart Failure after Myocardial Infarction*

WU Hao-tang¹, LI Xiao-li², LUO Wei-quan¹, LIU Juan-juan¹, WU Bin-xiang³, ZHAO Yong⁴

(1 Department of Ultrasound, Zhongshan Traditional Chinese Medicine Hospital Affiliated to Guangzhou University of Traditional Chinese Medicine, Zhongshan, Guangdong, 528400, China; 2 Department of Emergency, Zhongshan Traditional Chinese Medicine Hospital Affiliated to Guangzhou University of Traditional Chinese Medicine, Zhongshan, Guangdong, 528400, China; 3 Department of Clinical Laboratory, Zhongshan Traditional Chinese Medicine Hospital Affiliated to Guangzhou University of Traditional Chinese Medicine, Zhongshan, Guangdong, 528400, China; 4 Department of Internal Medicine-Cardiovascular, Zhongshan Traditional Chinese Medicine Hospital Affiliated to Guangzhou University of Traditional Chinese Medicine, Zhongshan, Guangdong, 528400, China)

ABSTRACT Objective: To investigate the diagnostic value of real-time three-dimensional transthoracic echocardiography (RT3D-TTE) combined with serum B type brain natriuretic peptide (BNP) and soluble growth stimulation expressed gene 2 protein (sST2) in heart failure (HF) after myocardial infarction. **Methods:** 88 HF patients after myocardial infarction (HF group) who were hospitalized for the first time in Zhongshan Traditional Chinese Medicine Hospital Affiliated to Guangzhou University of Traditional Chinese Medicine from June 2020 to November 2022 were selected, patients were divided into grade II group (21 cases), grade III group (39 cases) and grade IV group (28 cases) according to Killip classification. And 88 healthy volunteers who underwent physical examination in our hospital during the same period were selected as control group. All subjects underwent RT3D-TTE examination, and serum BNP and sST2 levels were detected. The correlation between Killip classification and RT3D-TTE parameters, serum BNP and sST2 were analyzed by Spearman rank correlation analysis, the correlation between RT3D-TTE parameters and serum BNP and sST2 were analyzed by Pear-

* 基金项目:广东省 2023 年度医学科研基金立项项目(B2023396)

作者简介:吴浩堂(1981-),男,本科,副主任医师,研究方向:心血管超声诊断,E-mail: wuhaotang1002@163.com

(收稿日期:2023-12-30 接受日期:2024-01-25)

son analysis. The value of RT3D-TTE parameters combined with BNP and sST2 in the diagnosis of HF after myocardial infarction was analyzed by receiver operating characteristic (ROC) curve. **Results:** The left ventricular end-systolic volume (ESV), left ventricular end-diastolic volume (EDV), the percentage of standard difference correction value of the time from the beginning of QRS wave to the minimum systolic volume of the left ventricular 16 myocardial segment of the left ventricle to the cardiac cycle (Tmsvl6-SD%) and the percentage of maximum difference correction value to the cardiac cycle (Tmsvl6-Dif%), serum BNP and sST2 levels in HF group were higher than those in control group ($P<0.05$), and the left ventricular ejection fraction (LVEF) was lower than that in control group ($P<0.05$). The levels of ESV, EDV, Tmsvl6-SD%, Tmsvl6-Dif%, serum BNP and sST2 in grade IV group were higher than those in grade II group and grade III group ($P<0.05$), and LVEF was lower than that in grade II group and grade III group ($P<0.05$); The levels of ESV, EDV, Tmsvl6-SD%, Tmsvl6-Dif%, serum BNP and sST2 in grade III group were higher than those in grade II group ($P<0.05$), and LVEF was lower than that in grade II group ($P<0.05$). Killip classification was positively correlated with ESV, EDV, Tmsvl6-SD%, Tmsvl6-Dif%, serum BNP and sST2 levels in HF group ($P<0.05$), and negatively correlated with LVEF ($P<0.05$). ESV, EDV, Tmsvl6-SD% and Tmsvl6-Dif% were positively correlated with serum BNP and sST2 levels ($P<0.05$), and LVEF was negatively correlated with serum BNP and sST2 levels ($P<0.05$). The area under the curve (AUC) of ESV, EDV, Tmsvl6-SD%, Tmsvl6-Dif%, LVEF, BNP and sST2 in the diagnosis of HF after myocardial infarction was 0.908, which was higher than that of each factor alone. **Conclusion:** The RT3D-TTE parameters ESV, EDV, Tmsvl6-SD%, Tmsvl6-Dif%, serum BNP and sST2 levels increased and LVEF decreased in HF patients after myocardial infarction, and combined detection of RT3D-TTE parameters, serum BNP and sST2 could improve the diagnostic value of HF after myocardial infarction.

Key words: Real-time three-dimensional transthoracic echocardiography; Myocardial infarction; Heart failure; BNP; sST2; Diagnostic value

Chinese Library Classification(CLC): R542.22; R541.61 **Document code:** A

Article ID: 1673-6273(2024)18-3522-07

前言

心力衰竭(HF)是心肌梗死后的常见并发症,心肌缺血缺氧介导心肌细胞凋亡和瘢痕形成,触发慢性神经体液激活,比如肾素-血管紧张素-醛固酮和交感神经系统,引起心室重构和进一步心肌细胞损失^[1,2]。尽管经皮冠状动脉介入治疗技术不断改善,但是 HF 的发生率并未显著降低,因此对心肌梗死后 HF 诊断尤为重要^[3]。实时三维经胸超声心动图(RT3D-TTE)是一种使用超声波检查心脏功能和结构的成像技术,可显示整个心脏的实体结构和血流,在 HF 诊断中具有较高的价值^[4]。但是单独 RT3D-TTE 诊断 HF 效能不足,联合 HF 相关生物学标志物可提高诊断准确性。B 型脑钠肽(BNP)具有利尿、利钠和血管舒张等作用,还可调节钙离子调节蛋白,纠正钙离子稳态紊乱,与慢性 HF 的发生密切相关^[5]。可溶性生长刺激表达基因 2 蛋白(sST2)是白细胞介素(IL)-1 受体家族的一员,在机械应力作用下由心肌细胞和成纤维细胞分泌,可促进心肌纤维化和心脏重塑,与慢性 HF 发生有关^[6]。本研究拟探讨 RT3D-TTE 参数联合血清 BNP、sST2 对心肌梗死后 HF 的诊断价值,旨在为临床 HF 诊断和预后提供参考。

1 资料与方法

1.1 临床资料

选取 2020 年 6 月至 2022 年 11 月于广州中医药大学附属中山中医院首次住院的心肌梗死后 HF 患者 88 例(HF 组),其中男 50 例,女 38 例,年龄 50~79 岁,平均(60.27±9.88)岁,梗死位置:前壁 32 例,前间壁 27 例,高侧壁 15 例,下壁 14 例。纳入标准:①符合《急性心肌梗死诊断和治疗指南》^[7]中心肌梗死诊断标准,经心电图、心脏超声和冠状动脉造影检查确诊心肌

梗死,符合《中国 HF 诊断和治疗指南 2018》^[8]中慢性 HF 诊断标准;②心电图显示窦性心律;③年龄 18 周岁以上。排除标准:①急性肺栓塞、急性心包炎;②心源性休克、心脏瓣膜病、肥厚型梗阻性心肌病、严重心律失常;③严重肝肾功能衰竭、恶性肿瘤、感染;④妊娠或哺乳期妇女。根据 Killip 分级将患者分为 II 级组(21 例),III 级组(39 例),IV 级组(28 例)。另选择同期体检的 88 例健康志愿者为对照组,均排除心脑血管疾病、恶性肿瘤以及肝肾等重要器官功能障碍。其中男 52 例,女 36 例,年龄 51~80 岁,平均(60.43±9.27)岁。HF 组和对照组性别、年龄比较差异无统计学意义($P>0.05$),本研究获得广州中医药大学附属中山中医院医学伦理委员会批准,入选患者或其家属均签署知情同意书。

1.2 RT3D-TTE 检查

所有受试者入组后均接受 RT3D-TTE 检查,仪器为德国西门子公司 SC2000 超声诊断仪。先使用二维心脏探头 4V1c 探测心脏左侧胸骨旁左室长轴切面、心尖四腔心切面、心尖两腔心切面及主动脉水平短轴切面、二尖瓣水平短轴切面、乳头肌水平短轴切面及心尖水平短轴切面。二维 Simpson 法分析左心室收缩末期容量(ESV)、左心室舒张末期容量(EDV)和左心室射血分数(LVEF)。切换至三维超声心动图,采用实时三维心脏探头 4Z1c 置于心尖处,调整探头声束的方向,使之与心尖四腔平面的方向一致,直至获得理想的左心室图像。嘱病人屏住呼吸,开启全容积成像模式,采集相邻 4 个 15°×60°窄角片立体图像,形成 60°×60°广角锥体三维成像,图像存储在硬盘上以供离线分析。以 SC2000 工作站定量分析软件对三维数据进行分析,自动绘制心内膜三维动态轮廓,如果仪器所描绘的心内膜与实际情况不符,可手动逐帧进行局部调整,以达到最佳匹配。启动序列分析功能键,系统自动显示左心室整体和节

段容积时间曲线, 根据曲线自动计算左室 16 心肌节段从 QRS 波起点到最小收缩容积时间的标准差值校正占心动周期的百分比(Tmsvl6-SD%) 和最大差值校正占心动周期的百分比(Tmsvl6-Dif%)。以上超声心动图都是由超声科 10 年以上经验的医生操作。

1.3 血清 BNP、sST2 水平检测

所有受试者入组后次日晨(对照组体检日晨)采集静脉血 3 mL 左右, 室温下放置 60 min 左右, 取血标本置于离心管, 以 3000 rpm 离心 5 min, 离心半径 10 cm, 取上层液 -80℃ 冰箱中保存备检。M240172-γ 放射免疫分析仪(北京海富达科技有限公司)应用放射免疫法检测血清 BNP 水平, BNP 试剂盒购自上海信帆生物科技有限公司。瑞士 Hamilton FAME 全自动酶联免疫分析仪, 采用酶联免疫吸附试验检测血清 sST2 水平, sST2 试剂盒购自上海酶联生物科技有限公司。

1.4 统计学分析

采用 SPSS 25.00 进行数据分析, 计量资料符合正态分布以 ($\bar{x} \pm s$) 表示, 采用单因素方差分析(两两对比采用 LSD-t 检验) 或独立样本 t 检验。计数资料以例 (%) 表示, 采用 χ^2 检验。Spearman 秩相关分析 Killip 分级与 RT3D-TTE 参数、血清 BNP、sST2 的相关性, Pearson 分析 RT3D-TTE 参数与血清 BNP、sST2 的相关性。受试者工作特征曲线 (ROC) 分析 RT3D-TTE 参数联合血清 BNP、sST2 诊断心肌梗死后 HF 的价值, $P < 0.05$ 差异有统计学意义。

2 结果

2.1 HF 组和对照组 RT3D-TTE 参数及血清 BNP、sST2 水平比较

HF 组 ESV、EDV、Tmsvl6-SD%、Tmsvl6-Dif% 和血清 BNP、sST2 水平高于对照组 ($P < 0.05$), LVEF 低于对照组 ($P < 0.05$), 见表 1。

表 1 HF 组和对照组 RT3D-TTE 参数及血清 BNP、sST2 水平比较 ($\bar{x} \pm s$)

Table 1 Comparison of RT3D-TTE parameters and serum BNP and sST2 levels between HF group and control group ($\bar{x} \pm s$)

Groups	n	ESV(mL)	EDV(mL)	LVEF(%)	Tmsvl6-SD% (%)	Tmsvl6-Dif% (%)	BNP(pg/mL)	sST2(ng/mL)
Control group	88	25.35± 6.32	79.32± 13.42	69.02± 6.29	0.91± 0.26	3.21± 0.69	62.12± 13.42	11.24± 2.35
HF group	88	68.20± 10.16	107.48± 21.49	35.88± 5.71	2.65± 0.53	9.35± 2.35	502.35± 185.49	21.35± 5.19
t value		-33.595	-10.426	36.595	-27.650	-23.517	-22.206	-16.647
P value		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

2.2 不同 Killip 分级组 RT3D-TTE 参数及血清 BNP、sST2 水平比较

IV 级组 ESV、EDV、Tmsvl6-SD%、Tmsvl6-Dif% 和血清 BNP、sST2 水平高于 II 级组、III 级组 ($P < 0.05$), LVEF 低于 II

级组、III 级组 ($P < 0.05$), III 级组 ESV、EDV、Tmsvl6-SD%、Tmsvl6-Dif% 和血清 BNP、sST2 水平高于 II 级组 ($P < 0.05$), LVEF 低于 II 级组 ($P < 0.05$), 见表 2, 图 1- 图 4。

表 2 不同 Killip 分级组 RT3D-TTE 参数及血清 BNP、sST2 水平比较 ($\bar{x} \pm s$)

Table 2 Comparison of RT3D-TTE parameters and serum BNP and sST2 levels among different Killip grading groups ($\bar{x} \pm s$)

Groups	n	ESV(mL)	EDV(mL)	LVEF(%)	Tmsvl6-SD% (%)	Tmsvl6-Dif% (%)	BNP(pg/mL)	sST2(ng/mL)
Grade II group	21	49.12± 3.08	91.35± 6.95	43.62± 1.25	2.21± 0.10	7.95± 1.12	356.48± 106.35	18.06± 1.42
Grade III group	39	61.95± 5.65 [°]	97.65± 8.14 [°]	35.56± 3.42 [°]	2.53± 0.46 [°]	9.06± 1.52 [°]	496.35± 125.74 [°]	21.43± 4.06 [°]
Grade IV group	28	91.22± 2.35 ^{°°}	133.25± 6.71 ^{°°}	30.49± 2.17 ^{°°}	3.15± 0.03 ^{°°}	10.80± 0.93 ^{°°}	620.11± 43.62 ^{°°}	23.71± 2.33 ^{°°}
F value		20.372	36.429	19.352	20.653	12.653	28.462	16.953
P value		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Note: compare with grade II group, [°] $P < 0.05$, compare with grade III group, ^{°°} $P < 0.05$.

2.3 Killip 分级与 RT3D-TTE 参数、血清 BNP、sST2 的相关性分析

HF 组 Killip 分级与 ESV、EDV、Tmsvl6-SD%、Tmsvl6-Dif% 和血清 BNP、sST2 水平呈正相关 ($r_s=0.265、0.239、0.425、0.409、0.506、0.398, P < 0.05$), 与 LVEF 呈负相关 ($r_s=-0.597, P < 0.05$)。

2.4 RT3D-TTE 参数与血清 BNP、sST2 的相关性分析

ESV、EDV、Tmsvl6-SD%、Tmsvl6-Dif% 与血清 BNP、sST2 水平呈正相关 ($P < 0.05$), LVEF 与血清 BNP、sST2 水平呈负相

关 ($P < 0.05$), 见表 3。

2.5 RT3D-TTE 参数、血清 BNP、sST2 水平对心肌梗死后 HF 的诊断价值

ESV、EDV、Tmsvl6-SD%、Tmsvl6-Dif%、LVEF、BNP、sST2 诊断心肌梗死后 HF 的曲线下面积分别为 0.701、0.657、0.815、0.735、0.734、0.803、0.772, 联合 ESV、EDV、Tmsvl6-SD%、Tmsvl6-Dif%、LVEF、BNP、sST2 诊断心肌梗死后 HF 的曲线下面积为 0.908, 高于各因素单独诊断, 见表 4 和图 5。

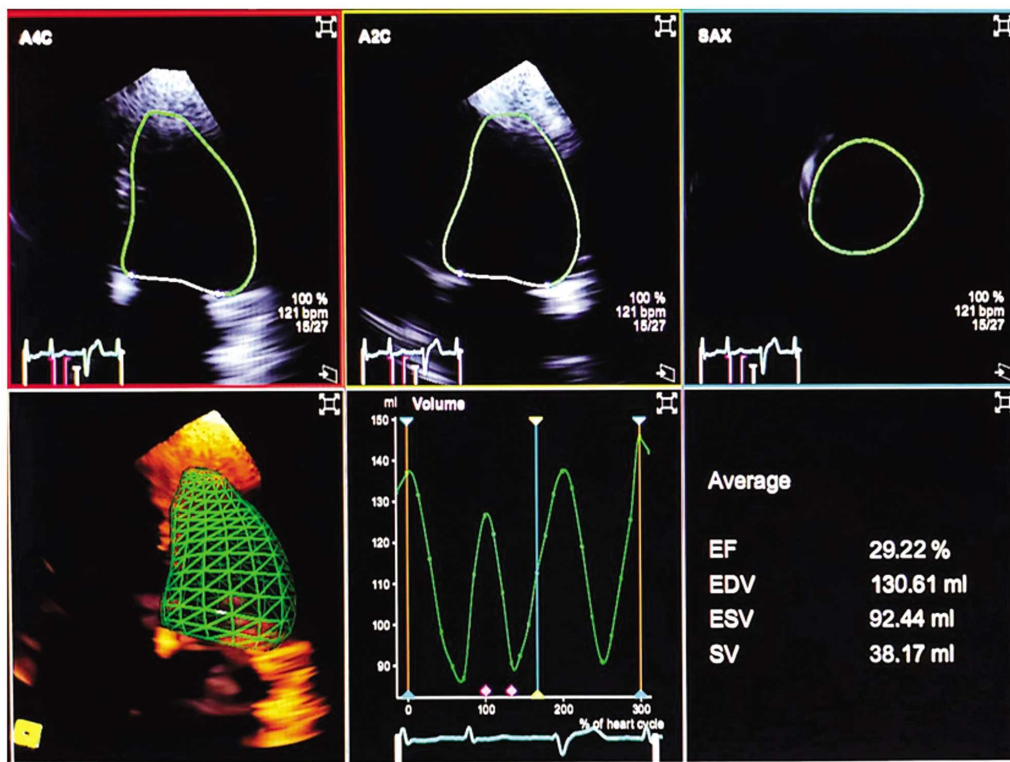


图1 IV级 RT3D-TTE 参数

Fig.1 RT3D-TTE parameters of grade IV

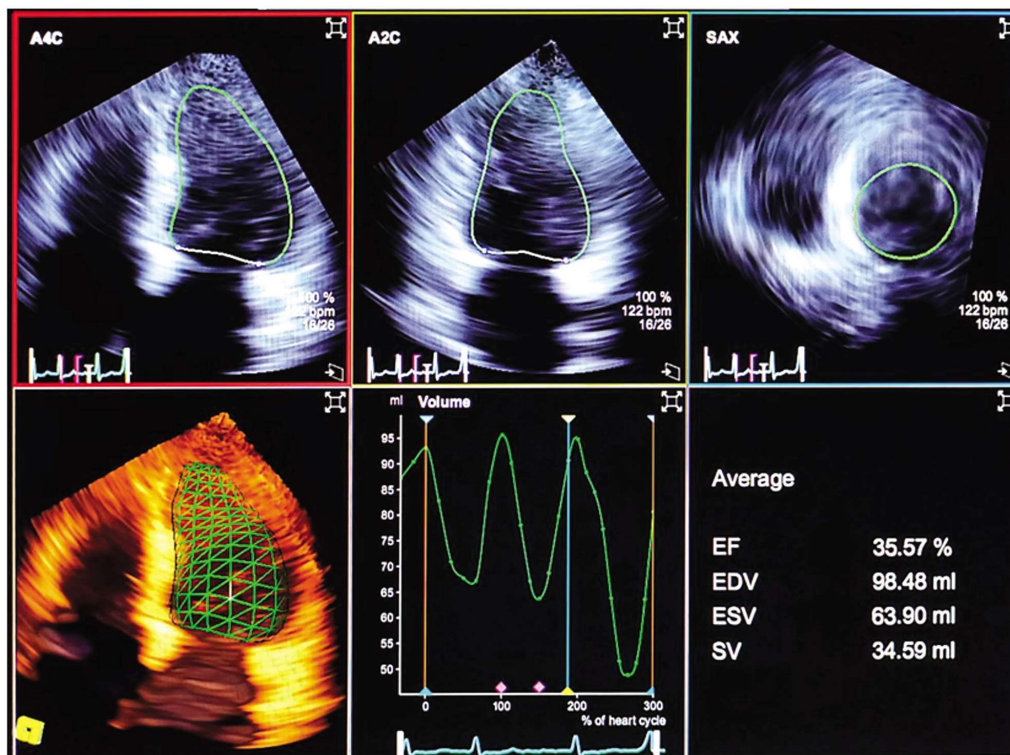


图2 III级 RT3D-TTE 参数

Fig.2 RT3D-TTE parameters of grade III

3 讨论

心肌梗死是世界范围内常见的急性心血管系统疾病,由于心肌细胞再生能力较差,心肌梗死后心肌细胞的损失无法恢复,可最终引起心室重构以及 HF^[9,10]。心肌梗死后 HF 发生与心

肌坏死引起的心肌损害、心肌休克和机械性并发症有关^[11]。为降低心肌梗死后 HF 发生风险,早期识别 HF 十分重要。常规二维超声心动图仅能分析整体心功能的变化,不能定量分析心室壁运动^[12],心脏磁共振成像具有较高的时间和空间分辨率,是目前公认的测量心腔容量和射血分数的有效影像方法,但是磁

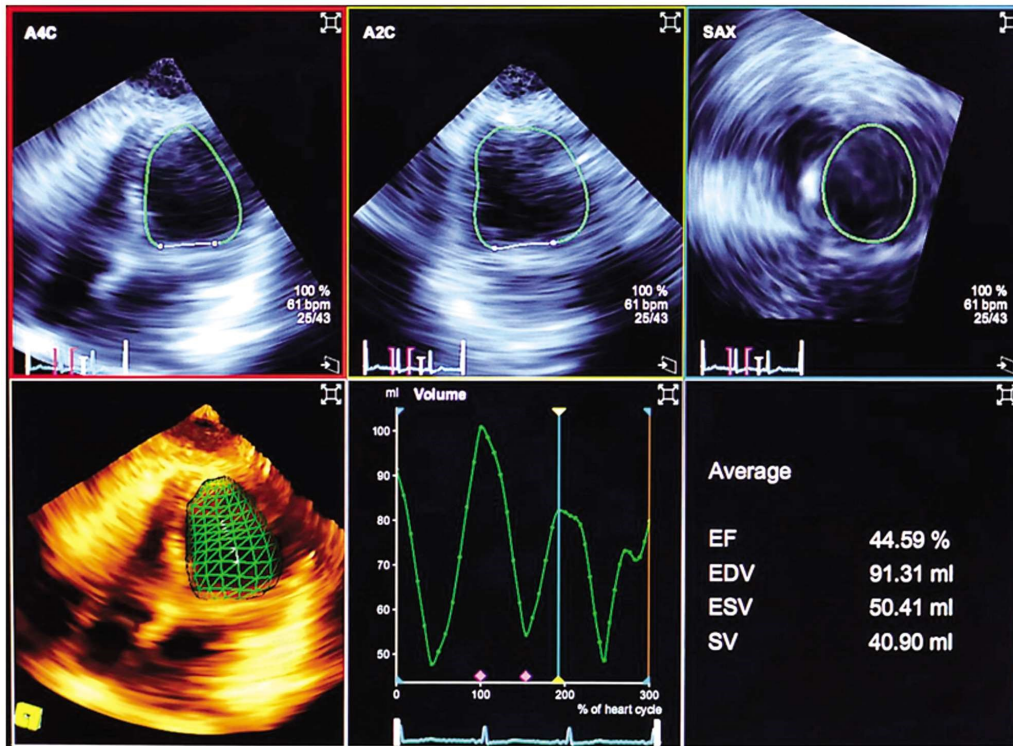


图3 II级 RT3D-TTE 参数

Fig.3 RT3D-TTE parameters of grade II

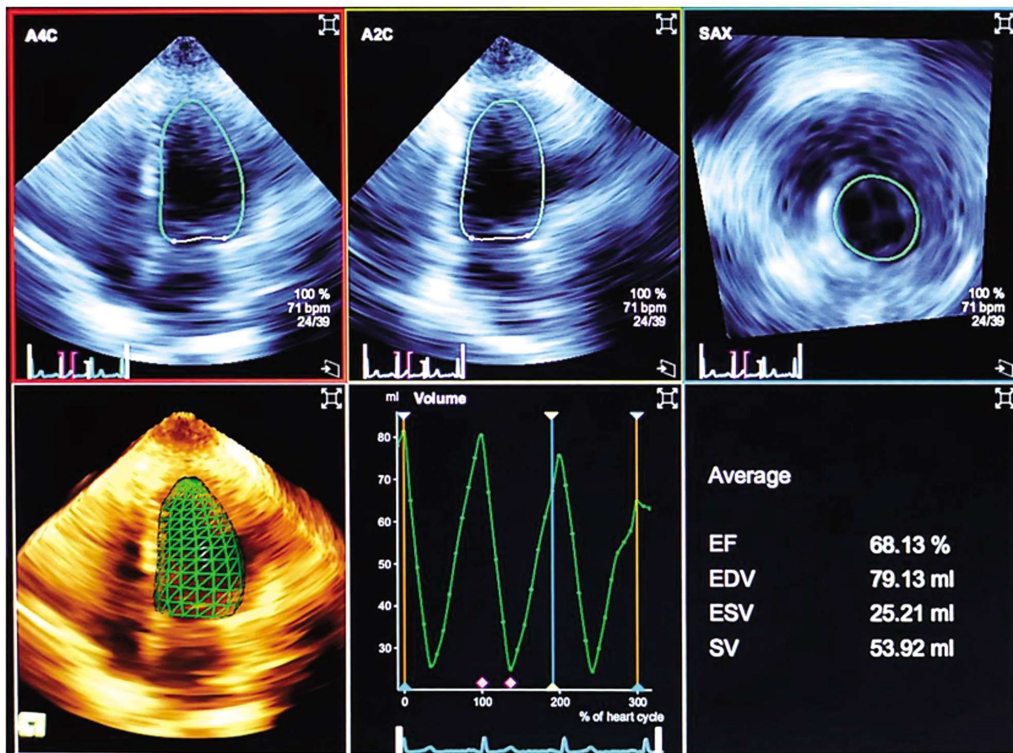


图4 健康对照组 RT3D-TTE 参数

Fig.4 RT3D-TTE parameters of healthy control group

共振检查需要患者长时间屏住呼吸,且检查费用昂贵、耗时长^[3]。

RT3D-TTE 是一种无创、可重复操作的影像技术,利用超声波回声透过胸壁和软组织可显示心脏和大血管的结构和功能异常,不受任何几何形态的影响;即使在心室变形、心室壁节段运动异常等病理状态下,也能快速、清晰直观显示心脏的三

维空间结构,准确地定量评估心脏结构和功能异常,在心脏病患者的诊断、疗效评价和预后方面具有非常重要的作用^[4,5]。本研究发现 HF 组 ESV、EDV 高于对照组,LVEF 低于对照组,且 ESV、EDV 增高和 LVEF 降低与 Killip 分级有关,ESV、EDV 增高说明 HF 患者存在明显的心室重构,左心室扩张明显,LVEF

表 3 RT3D-TTE 参数与血清 BNP、sST2 的相关系数

Table 3 Correlation coefficients between RT3D-TTE parameters and serum BNP and sST2

RT3D-TTE parameters	BNP		sST2	
	r	P	r	P
ESV	0.209	0.040	0.251	0.016
EDV	0.217	0.034	0.226	0.028
LVEF	-0.436	0.000	-0.451	0.000
Tmsvl6-SD%	0.374	0.000	0.331	0.003
Tmsvl6-Dif%	0.329	0.001	0.352	0.000

表 4 RT3D-TTE 参数和 BNP、sST2 诊断心肌梗死后 HF 的价值

Table 4 Value of RT3D-TTE parameters and BNP, sST2 in diagnosing HF after myocardial infarction

Indexes	AUC(95%CI)	Critical value	Sensitivity(%)	Specificity(%)	Youden index
ESV	0.701(0.623~0.780)	43.56mL	70.45	71.59	0.420
EDV	0.657(0.575~0.740)	89.22mL	68.18	72.73	0.409
LVEF	0.815(0.750~0.879)	56.35%	73.86	75.00	0.489
Tmsvl6-SD%	0.735(0.658~0.812)	1.43%	78.41	79.55	0.580
Tmsvl6-Dif%	0.734(0.658~0.810)	5.19%	76.14	73.86	0.500
BNP	0.803(0.733~0.874)	231.65 pg/mL	81.82	84.09	0.659
sST2	0.772(0.699~0.845)	15.49 ng/mL	79.55	78.41	0.580
Unite	0.908(0.860~0.956)	-	95.45	85.23	0.807

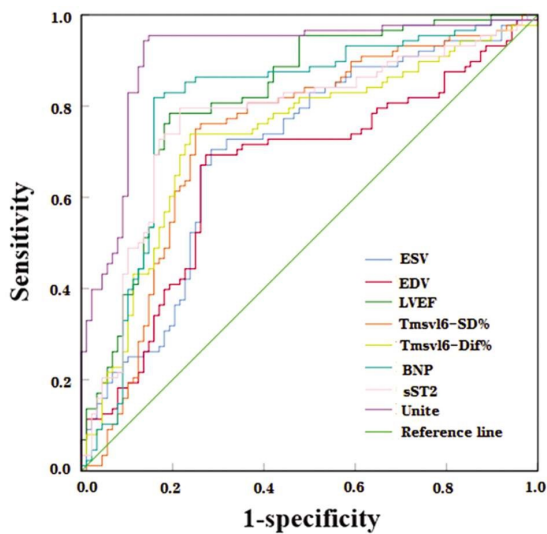


图 5 RT3D-TTE 参数和 BNP、sST2 诊断心肌梗死后 HF 的 ROC 图

Fig.5 ROC diagram of RT3D-TTE parameters and BNP, sST2 in diagnosing HF after myocardial infarction

降低提示心脏射血功能降低。权贤芳等人^[16]同样观察到心肌梗死后 HF 患者左心室增大和心功能下降, 表现为 ESV、EDV 增高和 LVEF 降低, 且随着 LVEF 的降低 ESV、EDV 逐渐增高。三维超声心动图左心室 17 节段方法可检测所有心室壁运动异常的节段, 本研究 HF 组心室壁运动同步参数 Tmsvl6-SD%、Tmsvl6-Dif% 高于对照组, 且与 Killip 分级呈负相关。Upadhy 等^[17]研究显示心肌梗死后左心室由快速、同步、球形收缩转变为缓慢、不同步、节段性心室壁收缩, 随着心肌缺血程度的加剧

和心肌坏死的发生, 心室肌各节段一旦不能按一定顺序协调收缩, 就难以产生有效的压力, 导致相应节段心肌收缩功能与同步性改变。分析原因为 Tmsvl6-SD%、Tmsvl6-Dif% 增高往往提示心室壁同步性改变, 其值越高心室不同步越明显, 说明心肌损伤越重, HF 的风险越大^[18]。实时三维经胸超声心动图时间-容积曲线可自动分析室壁运动同步参数, 操作简便且准确性高^[9], 本研究 ROC 分析也显示 Tmsvl6-SD%、Tmsvl6-Dif% 在心肌梗死后 HF 中具有较高的诊断价值。

BNP 主要在心室心肌细胞在容量或压力过载的情况下由 B 型脑利钠肽前体蛋白基因编码的 134 个氨基酸的前激素合成, 可抑制肾素-血管紧张素-醛固酮系统、交感神经系统和内皮素系统的激活, 以促进动脉血管舒张, 发挥抗肥厚和抗纤维化作用, 参与 HF 发病过程, 被认为是 HF 诊断的标志物^[20,21]。本研究中 HF 组血清 BNP 水平高于对照组, 且血清 BNP 水平与 Killip 分级、ESV、EDV、Tmsvl6-SD%、Tmsvl6-Dif% 呈正相关, 与 LVEF 呈负相关, 说明 BNP 水平增高可提示心肌梗死后心室重构、心功能损伤和 HF 的风险, 临床对心肌梗死患者应加强 BNP 水平监测和随访, 以早期发现 HF 风险。

sST2 是 IL-33 受体的可溶性亚型, 通过与 IL-33 结合激活细胞内信号传导, 参与免疫炎症调节, 伤口愈合和组织修复等多种生物过程, 与心肌纤维化和 HF 发生有关^[22]。有研究报道, sST2 对急性心肌梗死患者发生心力衰竭的风险具有一定的预测价值^[23]。本研究显示 HF 组血清 sST2 水平高于对照组, 与 Killip 分级、心功能降低, 心室重塑有关。分析原因为: 冠状动脉微血管内皮炎症可驱动心肌功能障碍和心室重构, sST2 可促

使 Th2 细胞分化和相关细胞因子产生,引起炎症级联反应^[24],进而可能诱导心室重构和 HF 的发生。其次,心肌纤维化是心室重构、HF 的主要病理特征,IL-33/sST2 轴参与组织重塑过程,IL-33 可减轻心血管负荷增加引起的心脏纤维化,而 sST2 通过阻止 IL-33 与跨膜型生长刺激表达蛋白结合抑制 IL-33 的心脏保护作用^[25],继而促使转化生长因子-β 表达增强,诱导肌成纤维细胞分化和刺激细胞外基质成分的产生,促使心肌纤维化^[26]、心室重构和 HF。

ROC 分析 RT3D-TTE 参数、BNP、sST2 诊断心肌梗死后 HF 的曲线下面积分别为 0.701、0.657、0.815、0.735、0.734、0.803、0.772,联合后诊断效能显著增高,表明联合实时三维经胸超声心动图和血清学指标可更全面识别心肌梗死后 HF 风险,对临床预防和诊断具有更重要的意义。

综上,心肌梗死后 HF 患者 RT3D-TTE 参数 ESV、EDV、Tmsvl6-SD%、Tmsvl6-Dif%和血清 BNP、sST2 水平增高,LVEF 降低,RT3D-TTE 参数和 BNP、sST2 与心肌梗死后 Killip 分级有关,联合检测 RT3D-TTE 参数和血清 BNP、sST2 可提高对心肌梗死后 HF 的诊断价值。

参考文献(References)

- [1] Wang K, Li Z, Li Y, et al. Cardioprotection of Klotho against myocardial infarction-induced heart failure through inducing autophagy[J]. *Mech Ageing Dev*, 2022, 207: 111714.
- [2] 谢学建, 谢晓莉, 殷忠, 等. 心力衰竭患者血清中内源性 Apela、NT-proBNP、IL-6 水平与心室重塑、心脏储备功能的相关性[J]. *现代生物医学进展*, 2022, 22(13): 2514-2518.
- [3] 龙继贤, 高文妹. ST 段抬高型急性心肌梗死早期脑钠肽水平变化及各个时间点检测对心力衰竭的诊断价值 [J]. *陕西医学杂志*, 2019, 48(5): 595-598, 602.
- [4] Ardini TW, Zebua JI, Ilyas KK, et al. Real-Time Three-Dimensional Transthoracic Echocardiography as a Decision-Making Tool for the Management of Postmyocardial Infarction Ventricular Septal Rupture: Guiding the Percutaneous Transcatheter Closure [J]. *J Cardiovasc Echogr*, 2023, 33(2): 88-91.
- [5] Zhao J, Xu T, Zhou Y, et al. B-type natriuretic peptide and its role in altering Ca²⁺-regulatory proteins in heart failure-mechanistic insights [J]. *Heart Fail Rev*, 2020, 25(5): 861-871.
- [6] Lotierzo M, Dupuy AM, Kalmanovich E, et al. sST2 as a value-added biomarker in heart failure[J]. *Clin Chim Acta*, 2020, 501: 120-130.
- [7] 中华医学会心血管病学分会, 中华心血管病杂志编辑委员会, 《中国循环杂志》编辑委员会. 急性心肌梗死诊断和治疗指南[J]. *中华心血管病杂志*, 2001, 29(12): 710-725.
- [8] 中华医学会心血管病学分会 HF 学组, 中国医师协会 HF 专业委员会, 中华心血管病杂志编辑委员会. 中国 HF 诊断和治疗指南 2018[J]. *中华心血管病杂志*, 2018, 46(10): 760-789.
- [9] 张丽红, 李海涛, 马建林, 等. 血清 Trx1、FGL2 与急性心肌梗死后心力衰竭患者预后的关系 [J]. *现代生物医学进展*, 2023, 23(11): 2102-2107.
- [10] 杨红祥, 颜红梅, 文俊杰. 血清 NT-proBNP、hs-cTnI、CysC 与急性心肌梗死 PCI 术后发生心力衰竭相关性[J]. *湖南师范大学学报(医学版)*, 2023, 20(1): 80-84.
- [11] Frantz S, Hundertmark MJ, Schulz-Menger J, et al. Left ventricular remodelling post-myocardial infarction: pathophysiology, imaging, and novel therapies[J]. *Eur Heart J*, 2022, 43(27): 2549-2561.
- [12] 陈自勉, 陈光强, 李倩, 等. 超声心动图评价左心室收缩功能的研究进展[J]. *中国基层医药*, 2022, 29(11): 1752-1756.
- [13] 贾斯齐, 颜春龙, 金字华, 等. 磁共振 T2 mapping 技术在心脏疾病中的应用研究进展[J]. *磁共振成像*, 2023, 14(6): 145-150.
- [14] Kumar P, Aedma S, Varadarajan P, et al. Noninvasive Assessment With Transthoracic Echocardiography in End-Stage Heart Failure[J]. *J Cardiothorac Vasc Anesth*, 2023, 37(4): 666-669.
- [15] 李骁青, 李林泽, 高磊, 等. RT3D-TTE 评价 AMI 伴中度二尖瓣反流患者 PCI 术前后二尖瓣构型变化 [J]. *心脏杂志*, 2021, 33(3): 265-268.
- [16] 权贤芳, 罗永科, 李培英, 等. 超声心动图对心肌梗死后心力衰竭患者左心功能的评估[J]. *西部医学*, 2017, 29(7): 994-999.
- [17] Upadhyaya B, Kitzman DW. Heart failure with preserved ejection fraction: New approaches to diagnosis and management [J]. *Clin Cardiol*, 2020, 43(2): 145-155.
- [18] 刘冬梅. 实时三维超声心动图技术评价急性心梗 PCI 术后左室收缩功能及同步性的应用价值[C]. // 中华医学会第十五次全国超声医学学术会议论文集, 2015: 1060-1060.
- [19] Karuzas A, Rumbinaite E, Verikas D, et al. Accuracy of three-dimensional systolic dyssynchrony and sphericity indexes for identifying early left ventricular remodeling after acute myocardial infarction[J]. *Anatol J Cardiol*, 2019, 22(1): 13-20.
- [20] Nyawo TA, Dlundla PV, Mazibuko-Mbeje SE, et al. A systematic review exploring the significance of measuring epicardial fat thickness in correlation to B-type natriuretic peptide levels as prognostic and diagnostic markers in patients with or at risk of heart failure[J]. *Heart Fail Rev*, 2022, 27(2): 665-675.
- [21] 张煥, 韩旭, 崔斌, 等. 双能 CT 左室心肌碘图技术联合 BNP 对 AMI 后发生心力衰竭的预测价值[J]. *CT 理论与应用研究*, 2022, 31(3): 373-382.
- [22] Tseng CCS, Huibers MMH, van Kuik J, et al. The Interleukin-33/ST2 Pathway Is Expressed in the Failing Human Heart and Associated with Pro-fibrotic Remodeling of the Myocardium [J]. *J Cardiovasc Transl Res*, 2018, 11(1): 15-21.
- [23] Xing J, Liu J, Geng T. Predictive values of sST2 and IL-33 for heart failure in patients with acute myocardial infarction [J]. *Exp Biol Med (Maywood)*, 2021, 246(23): 2480-2486.
- [24] Thanikachalam PV, Ramamurthy S, Mallapu P, et al. Modulation of IL-33/ST2 signaling as a potential new therapeutic target for cardiovascular diseases[J]. *Cytokine Growth Factor Rev*, 2023, 71-72: 94-104.
- [25] Yang J, Hu F, Fu X, et al. MiR-128/SOX7 alleviates myocardial ischemia injury by regulating IL-33/sST2 in acute myocardial infarction[J]. *Biol Chem*, 2019, 400(4): 533-544.
- [26] 柴芙蓉, 刘三龙, 梁拓, 等. 可溶性生长刺激表达基因 2 蛋白与心肌纤维化及心力衰竭的研究进展 [J]. *中华心力衰竭和心脏病杂志*, 2021, 05(3): 216-220.