

本文引用: 毛荔, 乔英艳, 李晓美, 等. RT-3DE 联合 Autostrain RV 技术评价冠心病合并右冠状动脉狭窄患者右心室功能[J]. 中国动脉硬化杂志, 2024, 32(2): 133-140. DOI: 10.20039/j.cnki.1007-3949.2024.02.006.

[文章编号] 1007-3949(2024)32-02-0133-08

· 临床研究 ·

RT-3DE 联合 Autostrain RV 技术评价冠心病合并右冠状动脉狭窄患者右心室功能

毛荔^{1,3}, 乔英艳², 李晓美³, 蒋珊珊^{1,3}

1. 山西医科大学, 山西省太原市 030001; 2. 深圳市龙岗区第三人民医院超声科, 广东省深圳市 518000, 3. 山西医科大学第二医院超声科, 山西省太原市 030001

[摘要] **[目的]** 探讨实时三维超声心动图(RT-3DE)联合二维斑点追踪成像技术(2D-STI)中的右心室自动应变定量技术(Autostrain RV)评估冠心病合并右冠状动脉狭窄患者右心室功能的临床价值。**[方法]** 收集 132 例疑诊为冠心病的患者,根据冠状动脉造影结果分为未发现有大于 50% 冠状动脉狭窄的对照组、冠心病未合并右冠状动脉狭窄组(单纯冠心病组)及冠心病合并右冠状动脉狭窄组,对三组研究对象进行常规超声测量、Autostrain RV 技术分析以及 RT-3DE 分析。**[结果]** 与对照组相比,单纯冠心病组、冠心病合并右冠状动脉狭窄组右心室游离壁基底段心肌纵向应变(Basal RVFWSL)、右心室游离壁中间段心肌纵向应变(Medial RVFWSL)、右心室游离壁心尖段心肌纵向应变(Apical RVFWSL)、右心室游离壁纵向应变(RVFWSL)、右心室四腔整体纵向应变(RV4CSL)、右心室射血分数(RVEF)、右心室每搏量(RVSV)及右心室每搏量指数(RVSVI)均降低,右心室收缩期末容积(RVESV)及右心室收缩期末容积指数(RVESVI)升高,差异均有统计学意义(均 $P < 0.05$);ROC 曲线分析发现 2D-STI 各参数中 RVFWSL 指标以及 RT-3DE 各参数中 RVEF 指标诊断效能较高;2D-STI RVFWSL 指标与 RT-3DE RVEF 指标联合诊断效能更高,灵敏度为 90.9%,特异度为 95.3%。**[结论]** RT-3DE 联合 Autostrain RV 技术可提高评估冠心病合并右冠状动脉狭窄患者右心室功能损伤的准确性,为早期治疗提供依据,临床应用价值高。

[关键词] 冠心病; RT-3DE; Autostrain RV 技术; 右冠状动脉狭窄; 右心室功能

[中图分类号] R445.1;R5

[文献标识码] A

Evaluation of right ventricular function in patients with coronary heart disease involving the right coronary artery stenosis by RT-3DE combined with autostrain RV

MAO Li^{1,3}, QIAO Yingyan², LI Xiaomei³, JIANG Shanshan^{1,3}

1. Shanxi Medical University, Taiyuan, Shanxi 030001, China; 2. Ultrasound Department, the Third People's Hospital of Longgang District, Shenzhen, Guangdong 518000, China, 3. Ultrasound Department, the Second Hospital of Shanxi Medical University, Taiyuan, Shanxi 030001, China

[ABSTRACT] **Aim** To investigate the clinical value of real-time three-dimensional echocardiography (RT-3DE) combined with autostrain right ventricle (RV) technology in evaluating right ventricular function in patients with coronary heart disease (CHD) involving the right coronary artery stenosis. **Methods** A total of 132 patients with suspected CHD were enrolled. According to the results of coronary angiography, they were divided into control group without coronary artery stenosis of 50%, CHD without involving the right coronary artery stenosis group (simple CHD group), CHD involving the right coronary artery stenosis group. The three groups of subjects were analyzed by conventional echocardiography, autostrain RV technology and RT-3DE. **Results** Compared with control group, at the basal levels of the right ventricular free wall-longitudinal strain (Basal RVFWSL), at the middle levels of the right ventricular free wall-longitudinal strain (Medial RVFWSL), at the apical levels of the right ventricular free wall-longitudinal strain (Apical RVFWSL), right ventricular free wall-longitudinal strain (RVFWSL), right ventricular 4 chamber longitudinal strain (RV4CSL), right

[收稿日期] 2023-10-07

[修回日期] 2023-12-09

[基金项目] 山西省自然科学基金项目(201901D111392);山西省卫生健康委科研课题(2021118)

[作者简介] 毛荔,硕士研究生,研究方向为心血管超声,E-mail:ml_mao_li@163.com. 通信作者乔英艳,博士,主任医师,副教授,硕士研究生导师,研究方向为心血管超声和胎儿超声心动图,E-mail:qiaoyingyan@163.com.

ventricular ejection fraction (RVEF), right ventricular stroke volume (RVSV) and right ventricular stroke volume index (RVSVI) were decreased, while right ventricular end-systolic volume (RVESV), right ventricular end-systolic volume index (RVESVI) were increased in simple CHD group and CHD involving the right coronary artery stenosis group. The differences were statistically significant (all $P < 0.05$). ROC curve analysis showed that RVFWSL of two-dimensional speckle tracking imaging (2D-STI) and RVEF of RT-3DE had higher diagnostic efficiency, with a sensitivity of 90.9% and a specificity of 95.3%. **Conclusions** RT-3DE combined with autostrain RV technology can improve the accuracy of evaluating right ventricular dysfunction in patients with CHD involving the right coronary artery stenosis, which provides a basis for early clinical treatment and has good application value.

[**KEY WORDS**] coronary heart disease; RT-3DE; autostrain RV technology; right coronary artery stenosis; right ventricular function

冠状动脉粥样硬化性心脏病简称冠心病 (coronary heart disease, CHD), 主要是因为粥样硬化斑块组织在人体心脏冠状动脉内形成并且逐渐发展, 最终使得冠状动脉血管出现狭窄或阻塞现象^[1]。近些年随着我国社会逐渐老龄化以及大众饮食习惯的显著性改变, 冠心病发病率呈明显升高的趋势, 并且多数患者起病较为隐匿, 疾病早期阶段的临床症状相对较轻, 故极易出现忽视而未能及时就医, 最终发展为疾病晚期阶段而难以获得理想的治疗效果^[2]。冠心病患者不仅左心室功能和结构受损, 对右心室也有一定的影响^[3], 右心室2/3的血供来自右冠状动脉, 右冠状动脉病变可导致右心室缺血梗死, 显著增加冠心病患者的死亡率。由于右心室解剖结构和功能的特殊性, 右心室功能的评估在技术上仍然具有挑战性^[4], 目前对右心室功能和结构的研究较少。实时三维超声心动图 (real-time three-dimensional echocardiography, RT-3DE) 和二维斑点追踪技术 (two-dimensional speckle tracking imaging, 2D-STI) 现已广泛应用于评价左心室功能^[5], 但对右心室功能评价应用较少。2D-STI 中的右心室自动应变定量技术 (autostrain right ventricle, Autostrain RV) 不需要繁杂的手动描绘^[6], 可用于评估整体和局部心肌应变^[7]。RT-3DE 评价不规则右心室结构和功能有着独特的优势, 并且与 MRI 在评估心脏容积中有着很好的相关性^[8]。本文旨在通过 RT-3DE 联合 Autostrain RV 技术评价冠心病合并右冠状动脉狭窄患者右心室功能, 可早期诊断右心室功能是否损伤, 为早期临床治疗提供依据。

1 资料和方法

1.1 临床资料

选取 2022 年 7 月—2023 年 7 月门诊疑诊为冠心病收住院的 132 例患者, 其中对照组 44 例, 为冠

状动脉造影未发现大于 50% 冠状动脉狭窄病变, 单纯冠心病组 44 例, 为冠心病未合并右冠状动脉狭窄 (任意一支冠状动脉狭窄 $\geq 50\%$, 右冠状动脉除外), 冠心病合并右冠状动脉狭窄组 44 例 (任意一支冠状动脉狭窄 $\geq 50\%$ 且合并右冠状动脉狭窄 $\geq 50\%$)。所有研究对象均于入院第 2 天晨起采集空腹静脉血, 通过查阅电子病历系统获得冠心病患者的病史及实验室检查指标, 记录病患的一般资料以及所有患者空腹状态下检查血糖 (fasting blood glucose, FBG)、总胆固醇 (total cholesterol, TC)、甘油三酯 (triglyceride, TG)、高密度脂蛋白胆固醇 (high density lipoprotein cholesterol, HDLC) 及低密度脂蛋白胆固醇 (low density lipoprotein cholesterol, LDLC) 等生物化学指标, 然后进行超声检查。纳入标准: 疑诊为冠心病 (心慌胸闷, 运动后加重的患者均行冠状动脉造影, 根据冠状动脉造影结果进行分组); 没有室壁运动异常; 年龄 35 ~ 75 岁; 病史资料齐全。排除标准: 既往有介入治疗史; 既往有先天性的心脏病; 严重的心瓣膜疾病; 既往患甲状腺功能亢进症、甲状腺功能减退症患者; 严重肝肾功能不全者; 超声图像质量欠佳者。本研究经山西医科大学第二医院医学伦理委员会批准 [伦理编号: (2023) YX 第 (308) 号], 所有研究对象均知情同意。

1.2 仪器

Philips EPIQ 7C 仪器, 使用 S5-1 相控阵探头以及 X5-1 三维全容积探头, 频率 1 ~ 5 MHz, 帧频 60 ~ 100 帧/s, 采集超声心动图图像。新型全自动散斑跟踪软件包 (Autostrain, QLAB 13.0, Philips)。

1.3 常规超声心动图检查

使右心室尽量移动到图像中央, 采集以右心室为中心的四腔切面动态图像, 连续采集 5 个心动周期, 机器设置帧频 > 60 帧/s。测量右心室结构参数: 右心室基底横径 (right ventricle basal dimension, RVD1)、右心室中段横径 (right ventricle mid-cavity

dimension, RVD2)、右心室长径(right ventricle longitudinal dimension, RVD3)。右心室收缩功能参数:M型超声测量三尖瓣环收缩期位移(tricuspid annular plane systolic excursion, TAPSE);利用组织多普勒技术,测量三尖瓣环处舒张早期及晚期流速 Em 及 Am,三尖瓣环收缩期 S'峰值速度。左心室功能参数:M型超声测量左心室射血分数(left ventricular ejection fraction, LVEF)、每搏输出量(stroke volume, SV)。

1.4 图像分析

(1)将图像导入 Philips QLAB13.0 软件,2D-STI 右心室自动分析软件 Autostrain RV 描记右心室感兴趣区域,分析右心室的应变。获得右心室游离壁各个节段收缩期峰值应变数据,右心室游离壁基底段心肌纵向应变(at the basal levels of the right ventricle free wall-longitudinal strain, Basal RVFWSL)、右心室游离壁中间段心肌纵向应变(at the middle levels of the right ventricle free wall-longitudinal strain, Medial RVFWSL)、右心室游离壁心尖段心肌纵向应变(at the apical levels of the right ventricle free wall-longitudinal strain, Apical RVFWSL)、右心室游离壁纵向应变(right ventricular free wall-longitudinal strain, RVFWSL)、右心室四腔整体纵向应变(right ventricular 4 chamber longitudinal strain, RV4CSL);三尖瓣环位移(tricuspid annular displacement, TAD)参数:三尖瓣环游离壁侧收缩期峰值位移(T1)、三尖瓣环间隔侧收缩期峰值位移(T2)、三尖瓣环连线中点收缩期峰值位移(Tm)以及右心室纵向缩短率(Tm%)。(2)使用全容积模式,点击控制面板 Acquire1 按钮,采集超声图像,获得右心室收缩期末

容积(right ventricular end-systolic volume, RVESV)、右心室舒张期末容积(right ventricular end-diastolic volume, RVEDV)、右心室每搏量(right ventricular stroke volume, RVSV)、右心室射血分数(right ventricular ejection fraction, RVEF)。然后将事先测得样本的身高(cm)、体质量(kg)输入人体体表面积在线计算器中获得体表面积(body surface area, BSA)得以校正,计算获得右心室舒张期末容积指数(right ventricular end-diastolic volume index, RVEDVI)、右心室收缩期末容积指数(right ventricular end-systolic volume index, RVESVI)、右心室每搏输出量指数(right ventricular stroke volume index, RVSVI)。

1.5 统计学分析

研究数据采用 SPSS 26.0 统计软件进行分析和处理,计量资料符合正态分布以 $\bar{x}\pm s$ 表示,多组比较采用单因素方差分析,组间两两比较采用 LSD 法;应用 ROC 曲线评价各参数以及多指标联合对冠心病患者右心室功能损伤的诊断效能,ROC 曲线下成对样本比较采取 Delong 检验, $P<0.05$ 代表差异有统计学意义。

2 结果

2.1 临床资料比较

各组患者的一般资料以及生物化学指标比较差异均无统计学意义,而单纯冠心病组、冠心病合并右冠状动脉狭窄组的舒张压比对照组分别升高了 6.75 mmHg、5.79 mmHg,差异均有统计学意义($P<0.05$;表 1)。

表 1. 三组临床资料比较

Table 1. Comparison of clinical data of three groups

参数	对照组($n=44$)	单纯冠心病组($n=44$)	冠心病合并右冠状动脉狭窄组($n=44$)	F/χ^2	P
年龄/岁	56.98±11.09	57.27±9.25	59.59±9.67	1.464	0.235
男性/[例(%)]	28(63.6)	29(65.9)	36(81.8)	2.093	0.127
收缩压/mmHg	130.27±12.54	129.18±12.28	135.11±14.33	2.564	0.081
舒张压/mmHg	73.55±11.73	80.30±10.58 ^a	79.34±13.19 ^a	4.16	0.018
BSA/m ²	1.85±0.20	1.83±0.18	1.87±0.16	0.513	0.620
FBG/(mmol/L)	5.18±0.73	6.26±3.06	5.74±2.06	2.720	0.070
TC/(mmol/L)	4.19±0.77	4.32±1.51	3.72±1.51	3.088	0.050
TG/(mmol/L)	1.54±0.53	1.94±1.43	1.72±1.46	1.208	0.302
HDLC/(mmol/L)	1.16±0.22	1.22±0.37	1.07±0.33	2.506	0.086
LDLC/(mmol/L)	2.05±0.60	4.02±12.83	1.92±0.75	1.105	0.334

注:a 为 $P<0.05$,与对照组比较。

2.2 常规超声参数比较

与对照组相比,单纯冠心病组 TAPSE 降低了 1.39 mm, Em 升高 1.46 cm/s, 冠心病合并右冠状动脉狭窄组 TAPSE 降低了 3.25 mm, S' 降低了 1.81 cm/s;

与单纯冠心病组相比,冠心病合并右冠状动脉狭窄组 TAPSE 降低了 1.86 mm, S' 降低了 1.14 cm/s, Em 升高 1.69 cm/s, 差异均有统计学意义 ($P < 0.05$; 表 2)。

表 2. 三组常规超声参数比较

Table 2. Comparison of conventional ultrasonic parameters in the three groups

参数	对照组 ($n=44$)	单纯冠心病组 ($n=44$)	冠心病合并 右冠状动脉狭窄组 ($n=44$)	F/χ^2	P
TAPSE/mm	22.23±2.76	20.84±2.83 ^a	18.98±3.14 ^{ab}	13.466	0.001
LVEF/%	67.63±5.56	65.6±5.74	66.23±5.72	1.433	0.243
LVSV/mL	73.47±16.65	74.26±21.76	74.98±16.40	0.072	0.93
S'/(cm/s)	13.20±1.93	12.53±1.72	11.39±3.42 ^{ab}	5.857	0.004
Em/(cm/s)	10.94±1.75	12.40±3 ^a	10.71±2.54 ^b	5.841	0.004
Am/(cm/s)	15.96±2.51	15.13±1.76	14.68±3.13	2.794	0.065
RVD1/mm	32.61±4.19	31.72±6.94	30.77±4.35	1.289	0.279
RVD2/mm	29.93±4.44	29.2±5.66	29.22±4.55	0.312	0.733
RVD3/mm	48.69±5.10	48.06±6.02	48.07±8.71	0.123	0.885

注:a 为 $P < 0.05$, 与对照组比较;b 为 $P < 0.05$, 与单纯冠心病组比较。

2.3 右心室心肌应变参数及 TAD 参数比较

各组患者的 Basal RVFWSL、Medial RVFWSL、Apical RVFWSL、RVFWSL 及 RV4CSL 比较差异有统计学意义 ($P < 0.05$)。与对照组相比,单纯冠心病组 Basal RVFWSL、Medial RVFWSL、Apical RVFWSL 及 RV4CSL 分别降低了 7.00%、6.44%、5.17%、6.38%, 冠心病合并右冠状动脉狭窄组 Basal RVF-

WSL、Medial RVFWSL、Apical RVFWSL 及 RV4CSL 分别降低了 10.93%、10.38%、8.37%、10.22%; 与单纯冠心病组相比,冠心病合并右冠状动脉狭窄组 Basal RVFWSL、Medial RVFWSL、Apical RVFWSL、RV4CSL、RVFWSL 及 T2 分别降低了 3.93%、3.92%、3.20%、3.84%、4.61%、1.58 mm, 差异均有统计学意义 ($P < 0.05$; 表 3 和图 1)。

表 3. 右心室心肌应变参数及 TAD 参数比较

Table 3. Comparison of myocardial strain parameters and TAD parameters in the right ventricle

参数	对照组 ($n=44$)	单纯冠心病组 ($n=44$)	冠心病合并 右冠状动脉狭窄组 ($n=44$)	F	P
RV4CSL/%	-30.31±5.78	-23.93±6.35 ^a	-20.09±4.22 ^{ab}	38.414	0.001
RVFWSL/%	-23.31±2.83	-21.1±15.98	-16.49±3.09 ^b	5.886	0.004
Basal RVFWSL/%	-32.47±6.81	-25.47±8.82 ^a	-21.54±5.1 ^{ab}	26.944	0.001
Medial RVFWSL/%	-29.91±6.21	-23.45±6.64 ^a	-19.53±4.65 ^{ab}	34.699	0.001
Apical RVFWSL/%	-26.43±4.39	-21.26±6.36 ^a	-18.06±3.89 ^{ab}	31.369	0.001
T1/mm	23.32±3.92	22.35±3.59	22.22±3.79	1.119	0.330
T2/mm	13.06±2.58	14.21±3.72	12.63±2.53 ^b	3.29	0.040
Tm/mm	18.69±7.84	16.82±3.04	16.94±4.95	1.534	0.219
Tm/%	28.54±6.23	27.44±6.27	26.23±6.17	1.519	0.223

注:a 为 $P < 0.05$, 与对照组比较;b 为 $P < 0.05$, 与单纯冠心病组比较。

2.4 实时三维超声心动图参数比较

与对照组相比,单纯冠心病组 RVEF 降低了 9.25%, 冠心病合并右冠状动脉狭窄组 RVEF、RVS-

SVI 分别降低了 20.05%、8.43 mL、4.74 mL/m², RVESV、RVESVI 升高了 6.55 mL、3.44 mL/m²; 与单纯冠心病组相比,冠心病合并右冠状动脉狭窄组

RVEF、RVSVI 降低了 10.53%、2.98 mL/m², 差异均有统计学意义 ($P < 0.05$), 而各组患者 RVEDV 及

RVEDVI 差异无统计学意义 ($P > 0.05$; 表 4 和图 2)。

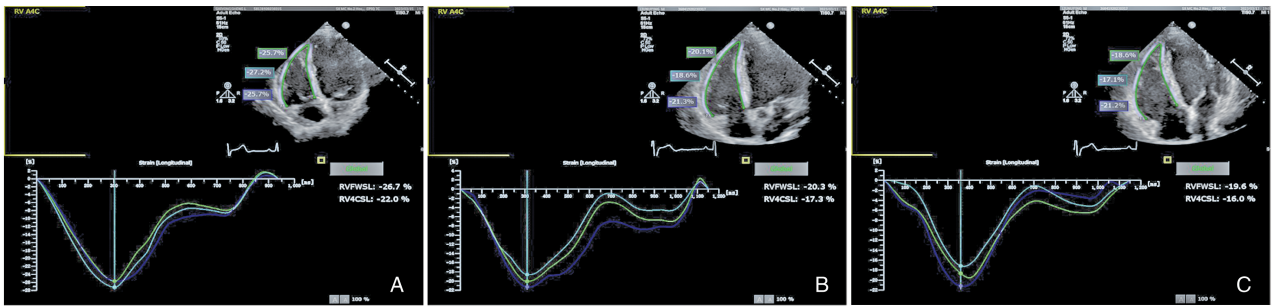


图 1. 2D-STI 自动分析软件 Autostrain RV 成像声像图
 从左到右依次为对照组、单纯冠心病组和冠心病合并右冠状动脉狭窄组中具有代表性的受试者图像。

Figure 1. 2D-STI automatic analysis software Autostrain RV imaging

表 4. 实时三维超声心动图参数比较

Table 4. Comparison of real-time three-dimensional echocardiographic parameters

参数	对照组 (n=44)	单纯冠心病组 (n=44)	冠心病合并 右冠状动脉狭窄组 (n=44)	F	P
RVEDV/mL	41.23±19.05	40.89±16.25	39.38±13.6	0.158	0.854
RVESV/mL	15.46±9.76	18.87±10.35	22.01±8.96 ^a	5.023	0.008
RVEF/%	62.68±10.99	53.16±20.88 ^a	42.63±16.28 ^{ab}	16.153	0.001
RVSV/mL	25.78±11.97	22.06±12.59	17.35±10.18 ^a	5.816	0.004
RVEDVI/(mL/m ²)	22.45±10.33	22.67±9.3	21.16±7.15	0.361	0.698
RVESVI/(mL/m ²)	8.45±5.32	10.47±5.87	11.89±4.77 ^a	4.61	0.012
RVSVI/(mL/m ²)	13.99±6.47	12.23±7.12	9.25±5.35 ^{ab}	6.266	0.003

注: a 为 $P < 0.05$ 与对照组比较; b 为 $P < 0.05$, 与单纯冠心病组比较。

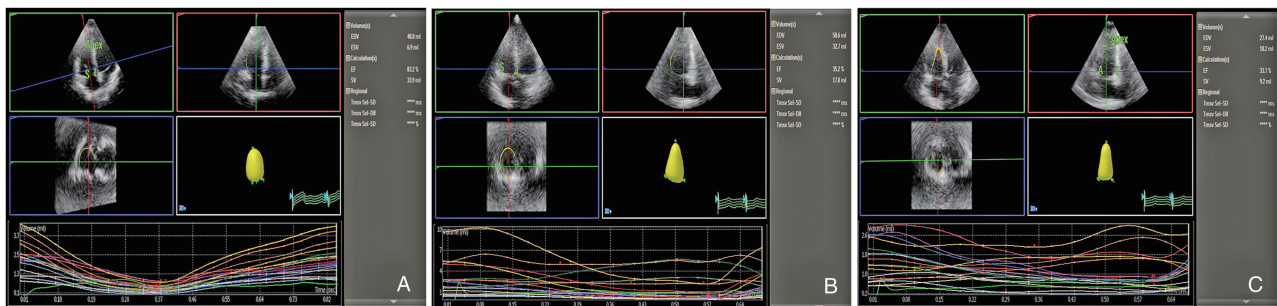


图 2. 冠心病 RT-3DE 超声成像声像图

从左到右依次为对照组、单纯冠心病组和冠心病合并右冠状动脉狭窄组中具有代表性的受试者图像。

Figure 2. RT-3DE ultrasound image of coronary heart disease

2.5 ROC 曲线分析

本研究显示各组右心室心肌应变参数 Basal RVFWSL、Medial RVFWSL、Apical RVFWSL、RVFWSL、RV4CSL、RVESV、RVEF、RVSV、RVESVI、RVSVI 差异均具有统计学意义; 2D-STI 参数中冠心病合并右

冠状动脉狭窄组与对照组比较, ROC 曲线显示 RVFWSL 的诊断效能较高, AUC 为 0.943, 灵敏度为 93.2%, 特异度为 86.4%; RT-3DE 参数中冠心病合并右冠状动脉狭窄组与对照组比较, ROC 曲线显示 RVEF 的诊断效能较高, AUC 为 0.825, 灵敏度为

59.1%, 特异度为 100.0%。ROC 曲线显示 2D-STI 参数中的 RVFWSL 与 RT-3DE 参数中的 RVEF 联合诊断的诊断效能较高, AUC 为 0.978, 灵敏度为 90.9%, 特异度为 95.3% (图 3)。并且两个指标联合诊断的 AUC 高于 RVFWSL、RVEF 单个指标诊断; ROC 曲线下 RVFWSL、RVEF 以及两个指标联合诊断的成对样本比较有统计学意义, RVFWSL 指标的 AUC 比 RVEF 指标高 0.118, 差异有统计学意义 ($P=0.026$), 两个指标联合诊断的 AUC 比 RVEF 指标高 0.153, 差异有统计学意义 ($P=0.001$), 两个指标联合诊断的 AUC 比 RVFWSL 指标高 0.035, 差异有统计学意义 ($P=0.048$)。

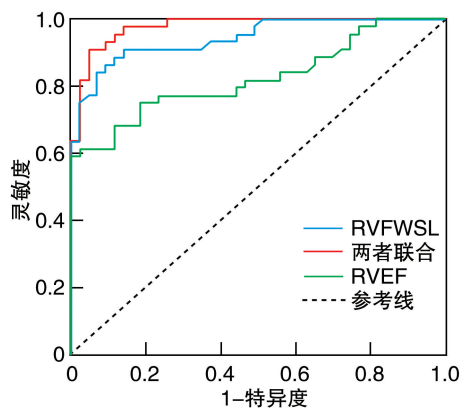


图 3. ROC 曲线图

Figure 3. ROC curve of patients

3 讨论

冠心病及其并发症是人类死亡的首要致病因素^[9], 其中右冠状动脉病变导致右心室缺血梗死增加冠心病患者的死亡率^[10], 因此早期评价冠心病患者右心室功能是非常必要的。冠状动脉造影术是诊断冠心病患者冠状动脉狭窄的金标准, 但其有创性、费用高等缺点使临床应用受限^[11]。2D-STI 可早期发现潜在心肌功能损失, 在空间和时间分辨率上占优势, 但同步性检测受二维图像的限制无法同时显示各个节段的运动, 而 RT-3DE 能克服二维成像的局限性^[12], 可以多个角度同时观察各个节段心肌运动同步性情况, 对右心室容积及功能进行实时精确评价, 但图像帧频较低, 会导致时间参数信息相对遗漏^[13]。本研究结果显示利用 RT-3DE 联合 Autostrain RV 技术提高了冠心病患者右心室功能评估的准确性, 可以更加客观地评估冠心病患者右心室整体结构与功能, 有望成为临床对冠心病患者右心

室功能监测及评价疗效的重要手段。

本研究中单纯冠心病组、冠心病合并右冠状动脉狭窄组的舒张压比对照组升高, 是因为血压水平升高会使得血管壁的结构出现变化, 对动脉粥样硬化这一过程产生激活及促使作用, 舒张期血压容易对血流动力学的相关参数产生影响, 增加了冠心病患者发生心血管疾病的概率^[14], 血压水平在预测冠心病发病的过程中具有预警意义^[15]。常规超声心动图参数中的 S' 及 TAPSE 可反应右心室收缩功能, 本研究中发现单纯冠心病组、冠心病合并右冠状动脉狭窄组与对照组相比, S' 及 TAPSE 均降低, 主要是因为 S' 可直接反应心肌的运动, 在区分正常及异常右心室功能方面具有良好的分辨能力, 对判断心血管预后有一定的价值^[16], 而且 S' 与心血管磁共振成像评价右心室功能相关性良好; TAPSE 在慢性心力衰竭患者中可预测患者的死亡率^[17], S' 与 TAPSE 相关性良好^[18], 它们通过假设简单的节段运动代表右心室复杂的整体三维运动, 但这种假设在角度和心脏运动的情况下并不总是与整体右心室收缩功能相一致, 因此需要通过不受角度和运动影响的 2D-STI 和 RT-3DE 联合评价右心室功能。通过 2D-STI 右心室自动分析软件 Autostrain RV 获取右心室心肌应变参数去评估冠心病患者右心室功能, 可以精准快速分析出心肌整体长轴应变值, 具有高效快捷、重复性好的优点, 弥补了传统 2D-STI 需要手动描内膜边界、受操作者的主观影响大的缺陷, 使早期只能用于科研的功能参数真正应用于临床。

ROC 曲线分析 RVFWSL 的诊断效能较高, 主要是因为血流动力学中起主导作用的是右心室游离壁内膜下心肌的纵向运动, 所以右心室收缩功能减低可表现为 RVFWSL 降低^[19]。Chang 等^[20]发现冠心病伴有右冠状动脉狭窄患者中, 右心室游离壁纵向应变受损对急性冠状动脉近端病变有诊断意义, 可检测稳定型冠状动脉病变患者右心室功能早期病变。本研究发现, 与对照组相比, 冠心病合并右冠状动脉狭窄组的 RVESV、RVESVI 升高, 而 RVEF、RVSV、RVSVI 降低, 单纯冠心病组仅 RVEF 降低, 表明冠心病患者先出现了节段性室壁运动异常以后右心室功能才发生改变, 主要是因为右心室的解剖结构, 当冠状动脉狭窄使心肌缺血, 进而导致左心室舒张功能减低, 右心室压力负荷增加, 而右心室壁较薄且顺应性大, 并且右心室承受压力负荷的能力较弱进而导致心肌代偿性重塑及纤维化^[21], 右心室舒张期和收缩期负荷过重引起右心室

收缩期末容积指数上升,并且每搏射血量也随之增加^[22]。虽然 RVEF 可评价右心室收缩性,但它并不能直接反映右心室收缩功能,而是通过评价收缩和负荷间的相互作用来反映右心室功能^[23]。在本研究中常规超声检查未检测出右心室功能损伤,这说明常规超声心动图对冠心病合并右冠状动脉狭窄患者的右心室病变不敏感,而各组患者右心室游离壁整体应变数值下降,表明 2D-STI 可早期诊断右心室功能是否损伤。各组患者的 RVESV 升高,RVEF 下降,表明 RT-3DE 对右心室的评估具有很大的优势,它可以实时显示心腔的三维立体图像,没有角度依赖性且更能直观和准确地评估右心室容积^[24]。本研究通过 2D-STI 联合 RT-3DE 技术在评价右心室上的应用,得出两者结合提高了诊断冠心病患者右心室功能损伤的准确性,但是仍然存在一定的局限性。主要是由于心室本身丰富的肌小梁和极薄的心肌壁可能会导致边界模糊,降低采集的图像质量,影响图像分析结果的准确性。研究尚待进一步深入,今后需要与心血管磁共振成像相结合,提高组织分辨率,准确判断疾病的发展阶段,从而指导临床进行更有针对性的治疗。正因为右心室心肌的缺血性损伤在短时间内可快速恢复,所以需要借助 2D-STI 联合 RT-3DE 诊断右心室早期病变,及时采取措施,改善患者预后。

综上所述,RT-3DE 联合 2D-STI 中的 Autostrain RV 技术提高了评估冠心病合并右冠状动脉狭窄患者右心室功能的准确性,为冠心病患者右心室功能损伤的早期诊断提供临床依据,提示临床早期干预,可改善患者预后,临床应用价值高。

[参考文献]

- [1] 陈敬霞,陆兆游,陈浩刚. 超声心动图联合心电图对冠心病诊断的临床意义[J]. 影像研究与医学应用, 2021, 5(3): 26-27, 36.
CHEN J X, LU Z Y, CHEN H G. Clinical significance of echocardiography combined with electrocardiogram in the diagnosis of coronary heart disease[J]. J Imaging Res Med Appl, 2021, 5(3): 26-27, 36.
- [2] COSTA FILHO F F, CHAVES Á J, LIGABÓ L T, et al. Efficacy of patient selection for diagnostic coronary angiography in suspected coronary artery disease[J]. Arq Bras Cardiol, 2015, 105(5): 466-471.
- [3] RAMBIHAR S, DOKAINISH H. Right ventricular involvement in patients with coronary artery disease[J]. Curr Opin Cardiol, 2010, 25(5): 456-463.
- [4] SMOLAREK D, GRUCHAŁA M, SOBICZEWSKI W. Echocardiographic evaluation of right ventricular systolic function: the traditional and innovative approach[J]. Cardiol J, 2017, 24(5): 563-572.
- [5] LONGOBARDO L, SUMA V, JAIN R, et al. Role of two-dimensional speckle-tracking echocardiography strain in the assessment of right ventricular systolic function and comparison with conventional parameters[J]. J Am Soc Echocardiogr, 2017, 30(10): 937-946.
- [6] 郑乔今,任卫东. Autostrain RV 技术在系统性红斑狼疮患者右心室收缩功能评价中的应用[J]. 中国医科大学学报, 2022, 51(10): 940-943.
ZHENG Q J, REN W D. Application of the autostrain RV technique in the evaluation of right ventricular systolic function in patients with systemic lupus erythematosus[J]. J Chin Med Univ, 2022, 51(10): 940-943.
- [7] 朱慧,左后娟,马飞,等. 二维斑点追踪超声心动图评价非缺血性心肌病和缺血性心肌病的左心室功能[J]. 中国动脉硬化杂志, 2021, 29(7): 595-599.
ZHU H, ZUO H J, MA F, et al. Evaluation of left ventricular function in patients with non-ischemic cardiomyopathy and ischemic cardiomyopathy by two-dimensional speckle tracking echocardiography[J]. Chin J Arterioscler, 2021, 29(7): 595-599.
- [8] BELL A, RAWLINS D, BELLISHAM-REVELL H, et al. Assessment of right ventricular volumes in hypoplastic left heart syndrome by real-time three-dimensional echocardiography: comparison with cardiac magnetic resonance imaging[J]. Eur Heart J Cardiovasc Imaging, 2014, 15(3): 257-266.
- [9] 王刚,莫中成,赵赛邴,等. 新型生物标记物在冠状动脉粥样硬化性心脏病中的研究进展[J]. 中国动脉硬化杂志, 2019, 27(4): 359-363.
WANG G, MO Z C, ZHAO S L, et al. Research progress of novel biomarkers in coronary atherosclerotic heart disease[J]. Chin J Arterioscler, 2019, 27(4): 359-363.
- [10] HOSSEINSABET A, YARMOHAMADI S, NARIMANI S, et al. Right ventricular function in coronary slow flow: a two-dimensional speckle-tracking echocardiographic study[J]. Turk Kardiyol Dem Ars, 2016, 44(6): 466-473.
- [11] 王然然,李守强,于丹丹,等. 左室压力-应变环对冠心病患者整体心肌做功的研究[J]. 中国超声医学杂志, 2021, 37(6): 632-636.
WANG R R, LI S Q, YU D D, et al. Evaluation of myocardial work in patients with coronary artery disease using left ventricular pressure-strain loops[J]. Chin J Ultrasound Med, 2021, 37(6): 632-636.
- [12] VITARELLI A, MANGIERI E, TERZANO C, et al. Three-dimensional echocardiography and 2D-3D speckle-tracking imaging in chronic pulmonary hypertension: diagnostic accuracy in detecting hemodynamic signs of right ventricular

- (RV) failure[J]. *J Am Heart Assoc*, 2015, 4(3): e001584.
- [13] 朱巧玲, 郭泰, 芦芳. 斑点追踪技术与实时三维超声心动图评价类风湿性关节炎患者左室收缩同步性的对比研究[J]. *临床超声医学杂志*, 2020, 22(8): 590-595.
- ZHU Q L, GUO T, LU F. A comparative study of two-dimensional speckle tracking imaging and real-time three-dimensional echocardiography to evaluate left ventricular systolic synchrony in patients with rheumatoid arthritis[J]. *J Clin Ultrasound Med*, 2020, 22(8): 590-595.
- [14] 李瑶, 姚思宇, 石亚君, 等. 高血压合并冠心病患者血压负荷与冠脉病变严重程度关系的研究[J]. *中国分子心脏病学杂志*, 2017, 17(4): 2144-2146.
- LI Y, YAO S Y, SHI Y J, et al. The relationship between blood pressure load and severity of coronary lesions in hypertensive patients with coronary heart disease[J]. *Mol Cardiol China*, 2017, 17(4): 2144-2146.
- [15] SHAFIEE M, EZZATZADEGAN JAHROMI S, RAISS JALALI G A. Ambulatory blood pressure monitoring in hemodialysis patients with intradialytic hypertension[J]. *Iran J Kidney Dis*, 2020, 14(2): 133-138.
- [16] VIZZARDI E, BONADEI I, SCIATTI E, et al. Quantitative analysis of right ventricular (RV) function with echocardiography in chronic heart failure with no or mild RV dysfunction: comparison with cardiac magnetic resonance imaging[J]. *J Ultrasound Med*, 2015, 34(2): 247-255.
- [17] ŠKULEC R, PARIZEK T, STADLEROVA B, et al. Subcostal TAPSE measured by anatomical M-mode: prospective reliability clinical study in critically ill patients[J]. *Minerva Anesthesiol*, 2021, 87(11): 1200-1208.
- [18] 周晶晶, 马淑梅. 二维斑点追踪成像对原发性干燥综合征患者右心室功能的评估[J]. *中国超声医学杂志*, 2023, 39(2): 166-169.
- ZHOU J J, MA S M. Two-dimensional speckle tracking imaging evaluated right ventricular function in patients with primary sjogren syndrome[J]. *Chin J Ultrasound Med*, 2023, 39(2): 166-169.
- [19] 刘修颖, 孙阳, 冉海涛, 等. 二维斑点追踪技术评价不同等级左心室舒张功能不全心力衰竭患者的右心室功能[J]. *中华超声影像学杂志*, 2020, 29(7): 564-570.
- LIU X Y, SUN Y, RAN H T, et al. Assessment of right ventricular function by two-dimensional speckle tracking echocardiography in heart failure patients with different left ventricular diastolic dysfunction grade[J]. *Chin J Ultrasonogr*, 2020, 29(7): 564-570.
- [20] CHANG W T, TSAI W C, LIU Y W, et al. Changes in right ventricular free wall strain in patients with coronary artery disease involving the right coronary artery[J]. *J Am Soc Echocardiogr*, 2014, 27(3): 230-238.
- [21] 陈悦, 董芝芝, 刘祖林, 等. 二维斑点追踪技术评估冠状动脉粥样硬化性心脏病合并右冠状动脉狭窄患者右室功能[J]. *临床超声医学杂志*, 2022, 24(8): 567-571.
- CHEN Y, DONG Z Z, LIU Z L, et al. Evaluation of right ventricular function in patients with coronary atherosclerotic heart disease complicated with right coronary artery stenosis by two-dimensional speckle tracking echocardiography[J]. *J Clin Ultrasound Med*, 2022, 24(8): 567-571.
- [22] YANG L J, MA L, LI Y H, et al. Real-time three-dimensional echocardiography of left atrial volume and function in patients with severe multi-vessel coronary artery disease[J]. *J Med Ultrason (2001)*, 2017, 44(1): 71-78.
- [23] ADDETIA K, MURARU D, BADANO L P, et al. New directions in right ventricular assessment using 3-dimensional echocardiography[J]. *JAMA Cardiol*, 2019, 4(9): 936-944.
- [24] 王哲, 刘表虎, 江峰, 等. 斑点追踪技术联合三维超声心动图评估冠心病患者PCI术后左心室心肌功能和同步性临床研究[J]. *赣南医学院学报*, 2022, 42(1): 80-85.
- WANG Z, LIU B H, JIANG F, et al. Clinical study of speckle-tracking technique combined with three-dimensional echocardiography to evaluate left ventricular myocardial function and synchronization in patients with coronary heart disease after PCI[J]. *J Gannan Med Univ*, 2022, 42(1): 80-85.

(此文编辑 许雪梅)