

二维与三维斑点追踪超声心动图诊断终末期心力衰竭患者右室心肌纤维化的价值比较

姬 蓉 邱 云

摘要 **目的** 比较二维斑点追踪超声心动图(2D-STE)与三维斑点追踪超声心动图(3D-STE)对终末期心力衰竭患者右室心肌纤维化的诊断价值。**方法** 选取于我院就诊并行心脏移植的终末期心力衰竭患者 63 例,心脏移植当天取组织病理学标本检测右室心肌纤维化严重程度,并按心肌纤维化值的三分位数分为轻度组、中度组、重度组,每组各 21 例,各组均行常规超声心动图、3D-STE、2D-STE 及右心导管检查,比较各参数的差异。采用 Pearson 相关系数分析心肌纤维化与超声心动图参数的相关性;绘制受试者工作特征(ROC)曲线确定各参数诊断心肌纤维化严重程度的截断值,并分析其诊断效能。**结果** 轻度组、中度组、重度组右室长径、三尖瓣环收缩峰值偏移(TAPSE)、右室面积改变分数(RVFAC)、三尖瓣侧环收缩峰值速度(s')、左室质量、右室每搏容积(RVSV)、右室射血分数(RVEF)、二维右室游离壁纵向应变(2D-RVFWLS)和三维右室游离壁纵向应变(3D-RVFWLS)均逐渐减小,各组比较差异均有统计学意义(均 $P < 0.05$)。心肌纤维化与 3D-RVFWLS、2D-RVFWLS、RVFAC、TAPSE、RVEF、右室长径、右室舒张末期容积、s'、RVSV、左室质量均呈负相关($r = -0.834, -0.651, -0.465, -0.473, -0.407, -0.353, -0.252, -0.248, -0.364, -0.305$, 均 $P = 0.000$)。3D-RVFWLS 诊断重度右室心肌纤维化的截断值为 10.05%,敏感性为 85.33%,特异性为 99.27%,曲线下面积(AUC)为 0.91;2D-RVFWLS 诊断右室重度心肌纤维化的截断值为 10.31%,敏感性为 72.65%,特异性为 80.46%,AUC 为 0.82。**结论** 3D-RVFWLS 在评估终末期心力衰竭患者右室心肌纤维化方面优于 2D-RVFWLS,3D-STE 是诊断终末期心力衰竭患者右室心肌纤维化严重程度的可靠技术。

关键词 超声心动描记术;斑点追踪,二维,三维;心力衰竭,终末期;心肌纤维化;诊断价值

[中图法分类号]R540.45;R541.6

[文献标识码]A

Comparison on diagnostic value of two- and three-dimensional speckle-tracking echocardiography in right ventricular myocardial fibrosis in patients with end-stage heart failure

Ji Rong, Qiu Yun

Department of Ultrasound, Xi'an High Tech Hospital, Xi'an 710061, China

ABSTRACT **Objective** To compare the diagnostic value of two- and three-dimensional speckle-tracking echocardiography(2D-STE, 3D-STE) in the right ventricular fibrosis in patients with end-stage heart failure.**Methods** Sixty-three patients with end-stage heart failure who were admitted to our hospital for heart transplantation were selected. Histopathological specimens of each patient were collected on the day after heart transplantation to detect the severity of myocardial fibrosis in the right ventricle, and they were divided into mild group, moderate group and severe group according to the tri-sectional quantiles of the severity of myocardial fibrosis, 21 cases in each group. Conventional echocardiography, 3D-STE, 2D-STE and right cardiac catheterization coronary angiography were performed in all groups, and the differences of the above parameters were compared. The correlation between myocardial fibrosis and echocardiographic parameters was analyzed by Pearson correlation coefficient. Receiver operating characteristic(ROC) curve was drawn to determine the cut-off value of each

基金项目:陕西省卫生健康委员会基金项目(2018C0377)

作者单位:710061 西安市,西安高新医院超声科

通讯作者:邱云,Email:277740246@qq.com

parameter in diagnosing the severity of myocardial fibrosis, and its diagnostic efficacy was analyzed. **Results** In mild, moderate and severe groups, right ventricular length, tricuspid annular plane systolic excursion (TAPSE), right ventricular fraction area change (RVFAC), tricuspid lateral ring contraction peak velocity (s'), left ventricular mass, right ventricular stroke volume (RVSV), right ventricular ejection fraction (RVEF), two-dimensional right ventricular free wall longitudinal strain (2D-RVFWLS) and three-dimensional right ventricular free wall longitudinal strain (3D-RVFWLS) gradually decreased, and the differences were statistically significant (all $P < 0.05$). Myocardial fibrosis was negatively correlated with 3D-RVFWLS, 2D-RVFWLS, RVFAC, TAPSE, RVEF, right ventricular diameter, right ventricular end-diastolic volume, s' , RVSV, left ventricular mass ($r = -0.834, -0.651, -0.465, -0.473, -0.407, -0.353, -0.252, -0.248, -0.364, -0.305$, all $P = 0.000$). The cut-off value, sensitivity, specificity and area under the curve (AUC) of 3D-RVFWLS for diagnosing severe right ventricular fibrosis were 10.05%, 85.33%, 99.27% and 0.91, respectively. The cut-off value, sensitivity, specificity and AUC of 2D-RVFWLS for severe right ventricular fibrosis were 10.31%, 72.65%, 80.46% and 0.82, respectively. **Conclusion** 3D-RVFWLS is superior to 2D-RVFWLS in evaluating right ventricular fibrosis in patients with end-stage heart failure. 3D-STE is a reliable technique for diagnosing the severity of right ventricular fibrosis in patients with end-stage heart failure.

KEY WORDS Echocardiography; Speckle-tracking, two-dimensional, three-dimensional; Heart failure, end-stage; Myocardial fibrosis; Diagnostic value

终末期心力衰竭的特征是进展和/或持续的严重症状、复发性失代偿和严重心功能障碍^[1]。右室收缩功能是心力衰竭的一个重要预后因素,其纵向收缩运动振幅和心肌应变可预测右室运动功能和患者生存率^[2]。心肌纤维化是终末期心力衰竭患者的一种常见表现,严重影响心室功能,导致腔体重构、心肌僵硬增加和整体泵衰竭^[3]。准确评价终末期心力衰竭患者心肌纤维化程度对预后分层和疾病的进展具有重要的临床意义。目前,心肌纤维化程度的诊断金标准为心内膜心肌活检,由于其具有侵袭性,临床应用受限。心脏磁共振是诊断心肌纤维化及评估其范围的一个理想的无创技术,但因检查时间长、价格高、禁止患者有金属植入物、受患者病情等因素影响而临床应用受限^[4]。二维斑点追踪超声心动图(2D-STE)通过灰阶自动逐帧技术追踪心肌组织斑点运动情况,从而获取心肌组织参数来评估心肌功能,其测得的右室游离壁纵向应变(RVFWLS)与右室心肌纤维化严重程度相关。但2D-STE基于二维平面跟踪斑点,存在平面外心脏运动^[5]。三维斑点追踪超声心动图(3D-STE)通过三维全容积探头采集图像,无需跨心动周期旋转探头获取多切面图像,获取参数更快捷、高效,可对整体和局部心肌功能进行更准确的评估^[6]。基于此,本研究旨在比较2D-STE与3D-STE对终末期心力衰竭患者右室心肌纤维化的诊断价值。

资料与方法

一、研究对象

选取2016年7月至2021年3月于我院就诊并行心

脏移植的终末期心力衰竭患者63例,男42例,女21例,年龄53~76岁,平均(62.65±4.81)岁;身高150~178 cm,平均(162.6±6.3) cm;体质量49~73 kg,平均(63.5±14.2) kg;体表面积1.42~1.83 m²,平均(1.66±0.35) m²;有高血压病史30例,糖尿病史29例。纳入的63例患者中,扩张型心肌病38例,冠状动脉粥样硬化性心脏病(以下简称冠心病)15例,肥厚性心肌病6例,限制性心肌病3例,心律失常性右室发育不良1例。左室射血分数(LVEF)均<30%,临床症状严重(如需端坐呼吸、大咯血、双下肢严重水肿等),纽约心脏病学会(NYHA)心功能分级为Ⅲ或Ⅳ级。所有患者均于超声心动图检查前行右心导管检查,在超声心动图检查后4周内(平均15 d)接受心脏移植治疗。本研究经我院医学伦理委员会批准,患者及家属均签署知情同意书。

二、仪器与方法

1. 常规超声心动图检查:使用Philips EPIQ 7C彩色多普勒超声诊断仪,X5-1探头,频率1.0~5.0 MHz。患者取左侧卧位,于心尖四腔心切面测量右室基底直径、平均直径和长径;应用彩色多普勒和连续波多普勒射流轮廓评估有无三尖瓣反流(TR)及其程度;应用M型游标沿右室游离壁垂直于外侧三尖瓣环获取三尖瓣环收缩峰值偏移(TAPSE),计算右室面积改变分数(RVFAC);应用三尖瓣环组织多普勒获取右侧心肌表现指数(RIMP);于心尖四腔室切面获得右室舒张功能参数,包括三尖瓣侧环收缩峰值速度(s')、舒张早期速度(e')和舒张晚期速度(a')及 e'/a' ;应用双平面

Simpson 法测量 LVEF, 计算左室质量。使用 3D 矩阵阵列传感器($\times 5$)从右室心尖四腔室视图中获得 4 个连续心脏周期的 3D 全容积数据, 期间屏气结束, 帧率为 20 帧/s。

2. STE 检查: 使用壁面运动跟踪软件进行离线分析, 由同一具有 8 年以上超声诊断经验的医师在不知晓患者临床信息和病理结果的情况下完成。① 2D-STE 分析: 采用最高帧率的右室心尖四腔图像, 人工追踪右室心内膜边界, 软件自动将右室分成 6 个节段(右室游离壁和室间隔的基底段、中间段、心尖段), 然后逐帧自动跟踪心肌散斑图, 若追踪不理想, 则人工修改心内膜边界, 软件自动生成纵向应变曲线, 获得每个节段的纵向收缩期应变峰值, 计算右室游离壁 3 个节段的平均值即为 2D-RVFWLS。② 3D-STE 分析: 选择心内膜边界最清晰的心动周期图像, 在舒张末期的心尖四腔和二腔切面选择左室心尖点和二尖瓣环线中心点最大的心尖长轴尺寸, 于右室心尖四腔和冠状面确定右室心尖点和三尖瓣环线中心, 于心尖三腔切面放置与主动脉环直径相对应的标志, 于右室短轴切面确定右室游离壁与室间隔的前后连接及室间隔与右室游离壁的距离。连续设置参考点后, 软件自动识别右室心内膜边界, 并跟踪整个心动周期, 手动调整右室轮廓以优化边界跟踪。软件自动生成右室容积曲线, 获取右室舒张末期容积(RVEDV)、右室收缩末期容积(RVESV)、右室每搏容积(RVSV)和右室射血分数(RVEF), 右室游离壁 3 个节段的平均值即为 3D-RVFWLS。

3. 右心导管检查: 所有患者于心脏移植前均行右心导管检查, 测量收缩压、舒张压、收缩期肺动脉压、舒张期肺动脉压、平均肺动脉压、右房压、肺动脉楔压、跨肺压梯度, 并计算肺血管阻力, 公式为: 肺血管阻力=(平均肺动脉压-肺毛细血管楔压)/心排血量。

4. 组织病理学分析及分组: 在心脏移植术后即刻从病变心脏中获得右室游离壁基底、中部和心尖 3 个部位的组织病理学标本, 长度约 1.0 cm \times 1.5 cm。随后用 10% 缓冲福尔马林固定, 石蜡包埋, 并切成厚度为 4 μ m 的切片进行苏木精-伊红 Masson 染色, 使用扫描器对免疫组化染色的标本进行数字化。采用图像分析软件对心肌纤维化进行定量分析, 软件将胶原蛋白从心肌中分离出来, 设置适当的颜色参数后应用滤镜去除伪影, 计算心肌纤维化值评价右室心肌纤维化程度, 公式为: 心肌纤维化值=纤维化面积/各切片总面

积 $\times 100\%$, 3 个部位样本测值取平均值为最终结果^[7]。所有组织样本均由同一病理医师在不知道超声心动图检查结果的前提下进行分析。

三、统计学处理

应用 SPSS 22.0 统计软件, 计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示, 各组比较采用单因素方差分析; 计数资料以例或率表示, 行 χ^2 检验。采用 Pearson 相关系数分析心肌纤维化与各超声心动图参数的相关性。绘制受试者工作特征(ROC)曲线分析各超声心动图参数对心肌纤维化严重程度的诊断效能。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

结 果

根据所测心肌纤维化值的三分位数分为 3 组, 每组各 21 例。轻度组心肌纤维化值为 (6.32 \pm 1.74)%, 中度组心肌纤维化值为 (13.08 \pm 2.01)%, 重度组心肌纤维化值为 (22.81 \pm 4.65)%, 各组间比较差异有统计学意义 ($P < 0.05$)。

一、各组临床资料和右心导管参数比较

轻度组、中度组、重度组临床资料和右心导管参数等比较差异均无统计学意义。见表 1。

二、各组常规超声心动图、2D-STE 及 3D-STE 参数比较

轻度组、中度组、重度组右室长径、TAPSE、RVFAC、 s' 、左室质量、RVS、RVEF、2D-RVFWLS 和 3D-RVFWLS 比较, 差异均有统计学意义 (均 $P < 0.05$)。各组右室基底直径、右室平均直径、TR 严重程度、RIMP、 e' 、 a' 、 e'/a' 、LVEF、RVEDV 和 RVESV 比较, 差异均无统计学意义。见表 2 和图 1。

三、相关性分析

相关性分析结果显示: 心肌纤维化与 3D-RVFWLS、2D-RVFWLS、RVFAC、TAPSE、RVEF、右室长径、右室舒张末期容积、 s' 、RVS、左室质量均呈负相关 ($r = -0.834$ 、 -0.651 、 -0.465 、 -0.473 、 -0.407 、 -0.353 、 -0.252 、 -0.248 、 -0.364 、 -0.305 , 均 $P = 0.000$), 与其余超声心动图参数均无相关性。

四、ROC 曲线分析

ROC 曲线分析结果显示, 3D-RVFWLS 诊断右室重度心肌纤维化的截断值为 10.05%, 敏感性为 85.33%, 特异性为 99.27%, AUC 为 0.91; 2D-RVFWLS 诊断重度右室心肌纤维化的截断值为 10.31%, 敏感性为 72.65%, 特异性为 80.46%, AUC 为 0.82。见图 2。其余超声心动图参数诊断右室重度心肌纤维化的 AUC 仅为 0.21~0.42。

表1 各组临床资料和右心导管参数比较

组别	年龄 (岁)	男/女 (例)	身高 (cm)	体质量 (kg)	体表面积 (m ²)	收缩压 (mm Hg)	舒张压 (mm Hg)	收缩期肺动脉压 (mm Hg)	舒张压肺动脉压 (mm Hg)
轻度组(21)	50.4±4.6	14/7	159.3±5.8	60.5±10.6	1.64±0.36	97±15	68±10	43±14	23±10
中度组(21)	52.1±5.1	16/5	164.0±6.1	65.3±14.8	1.68±0.41	105±16	75±13	46±15	21±9
重度组(21)	51.9±4.8	12/9	163.2±6.2	62.1±14.2	1.67±0.30	101±16	70±12	44±15	22±10
<i>F</i> χ ² 值	0.631	1.714	0.965	0.632	1.635	0.163	1.523	0.865	0.624
<i>P</i> 值	1.205	0.424	1.032	0.521	0.394	0.652	1.320	0.321	1.036

组别	平均肺动脉压 (mm Hg)	右房压 (mm Hg)	肺动脉楔压 (mm Hg)	跨肺压梯度 (mm Hg)	肺血管阻力 (WUs)	NYHA 心功能分级(例)		N 末端 B 型利钠肽前体 (pg/ml)	6 min 步行距离 (m)
						Ⅲ级	Ⅳ级		
轻度组(21)	29±10	11±5	17±8	13±5	3.10±1.58	3	18	4.772	155
中度组(21)	32±12	12±6	21±10	12±5	3.42±1.71	2	19	4.941	180
重度组(21)	31±10	13±6	20±10	14±6	3.28±1.85	4	17	4.812	150
<i>F</i> χ ² 值	1.756	0.934	1.523	0.557	1.447	0.778		1.302	1.637
<i>P</i> 值	0.293	1.203	0.756	1.302	0.635	0.678		0.654	0.169

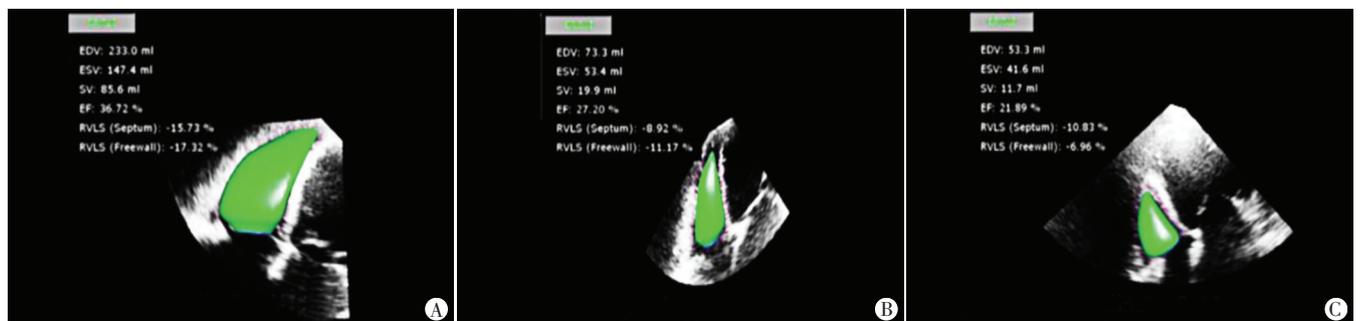
NYHA: 纽约心脏病学会。1 mm Hg=0.133 kPa

表2 各组常规超声心动图、2D-STE 及 3D-STE 参数比较

组别	右室基底直径 (mm)	右室平均直径 (mm)	右室长径 (mm)	TR(例)			TAPSE (mm)	RVFAC (%)	RIMP	s' (cm/s)	e' (cm/s)
				轻度	中度	重度					
轻度组(21)	38.61±8.23	34.31±9.61	84.36±13.64	6	2	9	12.13±3.14	25.94±6.31	0.64±0.20	11.05±3.27	8.44±4.03
中度组(21)	36.09±7.85	33.16±9.05	78.01±11.36	7	6	7	11.05±2.89	22.03±5.86	0.74±0.33	9.51±2.66	7.64±3.15
重度组(21)	37.21±8.03	32.87±8.14	72.05±10.25	6	3	5	9.20±3.24	19.34±6.15	0.70±0.25	8.04±2.11	7.76±3.51
<i>F</i> χ ² 值	0.587	0.637	28.634	0.151	2.864	1.714	10.536	41.038	1.358	21.057	1.367
<i>P</i> 值	1.096	1.063	0.000	0.927	0.239	0.424	0.008	0.000	0.634	0.000	0.254

组别	a' (cm/s)	e'/a'	LVEF (%)	左室质量 (g)	RVEDV (ml)	RVESV (ml)	RVSV (ml)	RVEF (%)	2D-RVFWLS (%)	3D-RVFWLS (%)
轻度组(21)	10.06±5.31	0.77±0.40	26.94±4.12	411.53±163.74	125.31±50.29	93.54±32.58	38.01±15.63	30.12±6.34	-15.31±3.19	-13.54±2.76
中度组(21)	11.05±4.75	0.83±0.42	23.07±5.31	342.54±143.50	115.86±43.55	87.06±41.05	30.54±13.25	26.89±6.31	-12.07±3.98	-10.59±2.07
重度组(21)	10.27±4.56	0.78±0.35	24.86±4.20	264.85±100.28	102.64±35.67	76.49±34.67	23.07±11.54	22.59±5.98	-9.55±2.86	-8.11±2.04
<i>F</i> χ ² 值	0.789	0.669	0.697	36.854	3.056	2.645	37.645	19.637	29.674	30.697
<i>P</i> 值	1.534	0.754	1.354	0.000	0.067	0.152	0.000	0.006	0.000	0.000

TR: 三尖瓣反流; TAPSE: 三尖瓣环收缩峰值偏移; RVFAC: 右室面积改变分数; RIMP: 右侧心肌表现指数; s': 三尖瓣侧环收缩峰值速度; e': 三尖瓣侧环舒张早期速度; a': 三尖瓣侧环舒张晚期速度; LVEF: 左室射血分数; RVEDV: 右室舒张末期容积; RVESV: 右室收缩末期容积; RVSV: 右室每搏容积; RVEF: 右室射血分数; 2D-RVFWLS: 二维右室游离壁纵向应变; 3D-RVFWLS: 三维右室游离壁纵向应变



A: 轻度组, 3D-RVFWLS 为 -17.32%; B: 中度组, 3D-RVFWLS 为 -11.17%; C: 重度组, 3D-RVFWLS 为 -6.96%

图1 各组 3D-STE 图

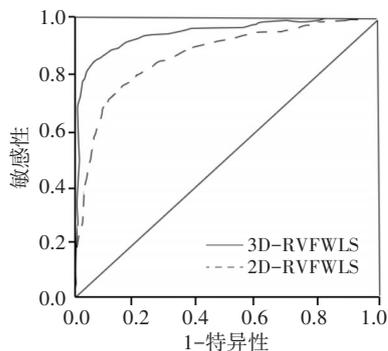


图 2 3D-RVFWLS 和 2D-RVFWLS 诊断右室重度心肌纤维化的 ROC 曲线图

讨 论

终末期心力衰竭患者心肌适应过程主要以胶原形成和纤维化的形式出现,轻度时会扰乱器官功能,严重时可能具有显著的系统性影响^[8]。前负荷、后负荷或原发性心肌病对右室腔扩大的影响是由于右室壁较左室壁薄而引起,严重扰乱心肌纤维结构和间质组织重塑、局部炎症过程,最终导致胶原形成和心肌纤维化^[9]。心肌纤维化并不可逆,患者多需进行心脏移植作为最终治疗手段。因此,早期发现心力衰竭患者的心肌纤维化程度可能有助于改善病程。右室功能是多种心肺疾病患者心血管不良事件的独立预测因子^[10]。STE 通过超声探头的入射波与人体组织散射粒子相互作用,最终显示为亮度不同的散斑,不仅可识别特定区域心肌组织,在追踪心肌运动时还可保持位置的相对稳定^[11],使动态追踪心肌运动轨迹、定量评价心肌功能得以实现^[12]。

近年来,2D-STE 已被证明是一种灵敏、可靠的定量评估右室功能的技术^[13],但因几何建模和离面运动导致的散斑损失致其临床应用受限。Cordero-Reyes 等^[14]对 20 例终末期扩张型心肌病患者的小样本研究结果显示,2D-RVFWLS 与心肌纤维化无相关性。但 Lisi 等^[5]对 27 例严重收缩性心力衰竭患者的研究发现,2D-RVFWLS 与心肌纤维化程度有很强的相关性,并能独立预测重度右室心肌纤维化。3D-STE 可分析整个右室的全容积数据,可能弥补 2D-STE 的不足^[15]。与 2D-STE 相比,3D-STE 缺乏离面运动,不依赖于传统超声角度,还具有三维空间内的心肌斑点追踪,对右室功能评价也更准确。理论上,3D-STE 较 2D-STE 在评价终末期心力衰竭患者的右室心肌纤维化严重程度方面更具优势,本研究结果亦证实此观点。本研究结果显示,与 2D-RVFWLS 和常规超声心动图右室功能

参数相比,3D-RVFWLS 与心肌纤维化的相关性最好,提示该参数可能是预测终末期心力衰竭患者右室心肌纤维化的一个强有力的标志物。分析其原因,右室游离壁应变的降低通常被描述为内在心肌功能受损,实际上反映了节段性纤维化的严重程度。3D-RVFWLS 在大量受试者中显示了较高的准确性,表明其可能是一种量化右室结构的可靠指标。Li 等^[6]对 173 例右室功能不同程度受损的受试者进行研究,并以心脏磁共振结果为对照,结果显示 3D-RVFWLS 与心脏磁共振值呈强相关($r=0.85, P=0.000$),高于 2D-RVFWLS 与心脏磁共振值的相关性($r=0.62, P=0.000$);且与 2D-RVFWLS 相比,3D-RVFWLS 的偏倚较小。提示 3D-RVFWLS 对右室功能的检测优于 2D-RVFWLS,本研究结果与之一致。在晚期心力衰竭患者中,由于显著的心肌纤维化,右室增大,其收缩功能降低,右室游离壁心肌形变是评估右室心肌纤维化程度和功能容量最准确的功能指标^[16]。此外,在严重心肌纤维化患者中,功能容量的降低与 RVFWLS 表现的心肌受损密切相关,再次证实了右室纵向心肌应变在预测心力衰竭程度和预后评估中的重要作用^[17]。

本研究结果表明,3D-RVFWLS 不但能够评估右室收缩功能,还能评估需行心脏移植的终末期心力衰竭患者的心肌纤维化严重程度。对需行心脏移植的患者进行分层,有助于指导心力衰竭患者的药物治疗,并在患者发展为重度不可逆心肌纤维化之前识别右室功能障碍。此外,3D-RVFWLS 可用于筛选对药物治疗有反应的需行左室辅助装置植入的患者^[16]。但本研究纳入病例有扩张型心肌病、冠心病、肥厚型心肌病、右室发育不良等病因,其对右室心肌纤维化的累及程度不同,理论上可能会对研究结果产生一定影响,在后续研究中可选定一种病因作为研究方向。

综上所述,3D-RVFWLS 在评估终末期心力衰竭患者右室心肌纤维化方面优于 2D-RVFWLS 和常规超声心动图参数,3D-STE 是诊断终末期心力衰竭患者右室心肌纤维化的可靠技术。

参考文献

[1] Ponikowski P, Voors AA, Anker SD, et al. 2016 ESC Guidelines for the diagnosis and treatment of acute and chronic heart failure: The Task Force for the diagnosis and treatment of acute and chronic heart failure of the European Society of Cardiology (ESC). Developed with the special contribution of the Heart Failure Association (HFA) of

- the ESC[J].*Eur J Heart Fail*, 2016, 18(8):891-975.
- [2] Nagaraju CK, Robinson EL, Abdesselem M, et al. Myofibroblast phenotype and reversibility of fibrosis in patients with end-stage heart failure[J].*J Am Coll Cardiol*, 2019, 73(18):2267-2282.
- [3] Karamitsos TD, Arvanitaki A, Karvounis H, et al. Myocardial tissue characterization and fibrosis by imaging[J].*JACC Cardiovasc Imaging*, 2020, 13(5):1221-1234.
- [4] Liang K, Baritussio A, Palazzuoli A, et al. Cardiovascular magnetic resonance of myocardial fibrosis, edema, and infiltrates in heart failure[J].*Heart Fail Clin*, 2021, 17(1):77-84.
- [5] Lisi M, Cameli M, Righini FM, et al. RV longitudinal deformation correlates with myocardial fibrosis in patients with end-stage heart failure[J].*JACC Cardiovasc Imaging*, 2015, 8(5):514-522.
- [6] Li Y, Wan X, Xiao Q, et al. Value of 3D versus 2D speckle-tracking echocardiography for RV strain measurement: validation with cardiac magnetic resonance [J].*JACC Cardiovasc Imaging*, 2020, 13(9):2056-2058.
- [7] 田芳艳,李玉曼,张艳婷,等.终末期心力衰竭患者三维右心室纵向形变与心肌纤维化的相关性[J].*中华超声影像学杂志*, 2021, 30(5):376-381.
- [8] Rangaswami J, McCullough PA. Heart failure in end-stage kidney disease: pathophysiology, diagnosis, and therapeutic strategies [J].*Semin Nephrol*, 2018, 38(6):600-617.
- [9] van der Meer P, Gaggin HK, Dec GW. ACC/AHA versus ESC guidelines on heart failure: JACC guideline comparison [J].*J Am Coll Cardiol*, 2019, 73(21):2756-2768.
- [10] Nagata Y, Wu VC, Kado Y, et al. Prognostic value of right ventricular ejection fraction assessed by transthoracic 3D echocardiography[J].*Circ Cardiovasc Imaging*, 2017, 10(2):e005384.
- [11] 曹清琼,郭瑞强.三维斑点追踪成像技术在心脏疾病中的应用进展[J].*医学综述*, 2021, 27(7):1400-1405.
- [12] Cameli M, Mandoli GE, Sciacaluga C, et al. More than 10 years of speckle tracking echocardiography: still a novel technique or a definite tool for clinical practice?[J].*Echocardiography*, 2019, 36(5):958-970.
- [13] Theres L, Hübscher A, Stangl K, et al. Associations of 2D speckle tracking echocardiography-based right heart deformation parameters and invasively assessed hemodynamic measurements in patients with pulmonary hypertension[J].*Cardiovasc Ultrasound*, 2021, 18(1):13.
- [14] Cordero-Reyes AM, Youker K, Estep JD, et al. Molecular and cellular correlates of cardiac function in end-stage DCM: a study using speckle tracking echocardiography[J].*JACC Cardiovasc Imaging*, 2014, 7(5):441-452.
- [15] Muraru D, Spadotto V, Cecchetto A, et al. New speckle-tracking algorithm for right ventricular volume analysis from three-dimensional echocardiographic data sets: validation with cardiac magnetic resonance and comparison with the previous analysis tool [J].*Eur Heart J Cardiovasc Imaging*, 2016, 17(11):1279-1289.
- [16] Tian F, Zhang L, Xie Y, et al. 3-Dimensional versus 2-Dimensional STE for right ventricular myocardial fibrosis in patients with end-stage heart failure [J].*JACC Cardiovasc Imaging*, 2021, 14(7):1309-1320.
- [17] Cameli M, Righini FM, Lisi M, et al. Right ventricular strain as a novel approach to analyze right ventricular performance in patients with heart failure[J].*Heart Fail Rev*, 2014, 19(5):603-610.

(收稿日期:2021-06-18)

超声及影像学专业常用术语中英文对照

CDFI (color Doppler flow imaging) —— 彩色多普勒血流成像
 CT (computed tomography) —— 计算机断层成像
 CTA —— CT血管造影
 PET (positron emission tomography) —— 正电子发射计算机断层显像
 DSA (digital subtraction angiography) —— 数字减影血管造影技术
 MRI (magnetic resonance imaging) —— 磁共振成像
 MRA (magnetic resonance angiography) —— 磁共振血管造影
 今后本刊将在文中直接使用以上专业术语的英文缩写,不再注明英文全称。

本刊编辑部