

斑点追踪成像联合实时三维超声心动图评价经皮冠状动脉介入治疗术后左室功能及同步性

任 珊 刘华长 冯 艳 杨文生

摘 要 **目的** 探讨二维斑点追踪成像(2D-STI)联合实时三维超声心动图(RT-3DE)在评估急性心肌梗死患者经皮冠状动脉介入治疗(PCI)术后左室功能变化中的价值。**方法** 选取急性心肌梗死拟行PCI术的患者30例,于术前、术后1周和1个月使用2D-STI和RT-3DE评估左室功能和同步性。2D-STI测量左室功能指标包括左室基底段、心尖段、中间段的纵向应变(LS)和左室整体纵向应变(GLS),同步性指标包括18个节段达峰时间的最大-最小值差(Tp-diff)和标准差(Tp-SD);RT-3DE测量左室功能指标包括基底段、中间段、心尖段射血分数(EFbase、EFmiddle、EFapex)和左室射血分数(LVEF),同步性指标包括16节段达最小收缩期容积时间的最大-最小值差(Tmsv-16-diff)和标准差(Tmsv-16-SD),以及两参数经RR间期校正后占心动周期的百分比值(Tmsv-16-diff%、Tmsv-16-SD%)。绘制受试者工作特征(ROC)曲线分析2D-STI、RT-3DE单独及联合应用对左室内不同步的诊断效能。**结果** 2D-STI检查结果显示,急性心肌梗死患者术后GLS、基底段LS、心尖段LS和中间段LS均逐渐上升,术后1个月与术后1周比较差异均有统计学意义(均 $P<0.05$);Tp-diff和Tp-SD逐渐下降,术后1周与术前和术后1个月比较差异均有统计学意义(均 $P<0.05$)。RT-3DE检查结果显示,急性心肌梗死患者术后LVEF、EFbase、EFmiddle及EFapex均逐渐上升,术后1个月与术后1周比较差异均有统计学意义(均 $P<0.05$);Tmsv-16-diff、Tmsv-16-SD、Tmsv-16-diff%及Tmsv-16-SD%均逐渐下降,Tmsv-16-diff和Tmsv-16-diff%术后1周与术前比较、术后1个月与术后1周比较差异均有统计学意义(均 $P<0.05$),Tmsv-16-SD和Tmsv-16-SD%术后1个月与术后1周比较差异均有统计学意义(均 $P<0.05$)。ROC曲线分析显示,Tp-diff和Tmsv-16-diff单独诊断左室内不同步的曲线下面积分别为0.869和0.878,敏感性分别为91.35%和92.24%,特异性分别为79.23%和76.67%;两者联合应用的敏感性为96.88%,特异性为81.35%,曲线下面积为0.968,明显高于其单独诊断($Z=4.945$, $P<0.05$)。**结论** 2D-STI联合RT-3DE可有效评估急性心肌梗死患者PCI术后左室舒缩功能和同步性,对患者临床治疗具有重要指导作用。

关键词 斑点追踪成像,二维;超声心动描记术,三维,实时;冠状动脉介入治疗,经皮;左室功能,同步性

[中图法分类号]R540.45;R542.2

[文献标识码]A

Speckle tracking imaging combined with real time three-dimensional echocardiography in evaluating left ventricular function and synchronization after percutaneous coronary intervention

REN Shan, LIU Huachang, FENG Yan, YANG Wensheng

Department of Ultrasound, Langfang People's Hospital, Hebei 065000, China

ABSTRACT **Objective** To investigate the value of two-dimensional speckle tracking imaging (2D-STI) combined with real time three-dimensional echocardiography (RT-3DE) in evaluating left ventricular function after percutaneous coronary intervention (PCI) in patients with acute myocardial infarction. **Methods** A retrospective analysis of 30 patients with acute myocardial infarction underwent PCI was performed. Left ventricular function and synchrony were evaluated by 2D-STI and RT-3DE before treatment, 1 week and 1 month after operation. The 2D-STI left ventricular function indexes included the longitudinal strain (LS) of the left ventricular basal, apical, and middle segments, the left ventricular global longitudinal strain (GLS), and the synchronization indexes included the maximum-minimum difference of the peak time of the 18 segments

(Tp-diff) and standard deviation (Tp-SD). RT-3DE left ventricular function indexes included basal segment, middle segment, apical segment ejection fraction (EFbase, EFmiddle, EFapex) and left ventricular ejection fraction (LVEF), and the synchronicity indexes included the time at which 16 segments reach the minimum systolic volume maximum-minimum difference (Tmsv-16-diff) and standard deviation (Tmsv-16-SD), and the percentage of the two cardiac cycles after correction by RR interval (Tmsv-16-diff%, Tmsv-16-SD%). ROC curve was drawn to analyze the diagnostic efficiency of 2D-STI, RT-3DE and their combination in left ventricular asynchrony. **Results** The results of 2D-STI showed that the GLS, basal segment LS, apical segment LS and middle segment LS were gradually increased, and the difference between 1 month and 1 week after operation were statistically significant (all $P < 0.05$). The Tp-diff and Tp-SD were decreased, and the differences were statistically significant between 1 week after operation and before operation, and between 1 month and 1 week after operation (both $P < 0.05$). The results of RT-3DE showed that the LVEF, EFbase, EFmiddle and EFapex were gradually increased, and the difference between 1 month and 1 week after operation were statistically significant (all $P < 0.05$). The Tmsv-16-diff, Tmsv-16-SD, Tmsv-16-diff% and Tmsv-16-SD% were gradually decreased, the differences of Tmsv-16-diff, Tmsv-16-diff% were statistically significant between 1 week after operation and before operation, and between 1 month and 1 week after operation (both $P < 0.05$). The differences of Tmsv-16-SD, Tmsv-16-SD% were statistically significant between 1 month and 1 week after operation (both $P < 0.05$). ROC curve analysis showed that the area under the curve of 2D-STI and RT-3DE in diagnosis of left ventricular synchronization were 0.869 and 0.878, the sensitivity were 91.35% and 92.24%, and the specificity were 79.23% and 76.67%, respectively. The sensitivity and specificity of the combined application were 96.88% and 81.35%, the area under the curve was 0.968, which was higher than that of 2D-STI and RT-3DE ($Z = 4.945, P < 0.05$). **Conclusion** 2D-STI combined with RT-3DE can assess left ventricular systolic and synchrony in patients with acute myocardial infarction, and plays an important guiding role in clinical treatment.

KEY WORDS Speckle tracking imaging, two-dimensional; Echocardiography, three-dimensional, real time; Coronary intervention, percutaneous; Left ventricular function, synchronization

研究^[1]显示,急性心肌梗死患者行经皮冠状动脉介入治疗(PCI)术后,心脏局部功能和同步性均能得到一定改善,但具体恢复情况受多种因素影响。采用有效手段评估PCI术后患者的局部功能和同步性,对评价手术疗效和指导进一步治疗均有重要意义。二维斑点追踪成像(2D-STI)和实时三维超声心动图(RT-3DE)是评价心脏收缩功能和同步性的重要手段,且均能对心脏的局部和整体功能进行准确评估^[2-3]。基于此,本研究联合应用两种方法评估心脏局部和整体功能,探讨其临床应用价值。

资料与方法

一、研究对象

选取2017年6月至2019年1月我院收治的急性心肌梗死拟行PCI术的患者30例,男19例,女11例,年龄62~79岁,平均(70.68±5.19)岁。纳入标准:①均符合《急性ST段抬高型心肌梗死诊断和治疗指南》^[4]中的诊断标准;②满足PCI指征,资料完整;③窦性心律;④前壁和/或前间壁心肌梗死。排除标准:①既往有PCI史的患者;②有严重出血倾向的患者;③肿瘤患者;④慢性心功能不全和陈旧性心肌梗死患者;

⑤瓣膜病、心肌病等其他心脏疾病患者;⑥合并其他影响PCI治疗效果的基础疾病患者。本研究经我院医学伦理委员会批准,所有患者均签署知情同意书。

二、仪器与方法

1. 仪器:使用Philips iE 33彩色多普勒超声诊断仪,S5-1探头和X3-1矩阵探头,频率1~3 MHz;配备QLAB 8.1定量分析软件。

2. 超声检查:患者取左侧卧位,连接心电图,先用S5-1探头采集患者连续3个心动周期的心尖两腔观、心尖三腔观、心尖四腔观二维灰阶动态图像;然后更换X3-1探头,选用全容积显像模式,采集患者连续3个心动周期的全容积图像。存储图像,应用定量分析软件脱机分析。所有患者的检查 and 数据分析均由同一超声医师完成,数据采集时间为术前、术后1周及1个月。

3. 2D-STI检测参数:应用软件分析获得18个节段心肌收缩期纵向峰值应变,取连续3个心动周期的平均值并计算18个节段平均值,作为左室整体纵向应变(GLS);计算左室基底段、心尖段、中间段的纵向应变(LS),作为左室收缩功能评价指标。连续测量18个节段的QRS波起点到收缩期峰值应变时间,计算平均值作为18个节段的达峰时间,软件自动计算18个节段达

峰时间的最大-最小值差(Tp-diff)和标准差(Tp-SD), 作为左室同步性的评价指标。

4. RT-3DE 检测参数: 应用软件分析获得左室时间-容积曲线图, 获得左室 16 节段收缩末期容积和舒张末期容积, 根据公式: 节段射血分数=(节段舒张末期容积-节段收缩末期容积)/节段舒张末期容积×100%。基底段、中间段、心尖段射血分数(EFbase、EFmiddle、EFapex)为各自节段射血分数的平均值, 软件自动计算获得左室射血分数(LVEF); 使用 LVEF、EFbase、EFmiddle、EFapex 作为左室收缩功能的评价指标。软件计算左室 16 节段达最小收缩期容积时间的最大-最小值差(Tmsv-16-diff)和标准差(Tmsv-16-SD), 计算两参数经 RR 间期校正后占心动周期的百分比值(Tmsv-16-diff%、Tmsv-16-SD%); 使用 Tmsv-16-diff、Tmsv-16-SD、Tmsv-16-diff%及 Tmsv-16-SD%作为左室同步性的评价指标。

5. 组织多普勒(TDI)检测参数: 应用软件获得 TDI 速度-时间曲线, 计算左室 12 个节段的 QRS 波起始到峰值收缩速度的时间(Ts), 作为诊断左室内不同步的指标。

6. 左室内不同步诊断标准: ①TDI 诊断标准。左室 12 个节段的 Ts 存在 2 个或 2 个以上节段的达峰时间差>100 ms。②联合诊断: Tp-diff 和 Tmsv-16-diff 联合诊断时采用 Logistic 回归计算两个指标的概率值。

三、统计学处理

应用 SPSS 23.0 统计软件, 计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示, 两组间比较行 *t* 检验, 多组间比较采用单因素方差分析。绘制受试者工作特征(ROC)曲线分析 2D-STI 与 RT-3DE 单独和联合应用对左室内不同步的诊断效能, 计算曲线下面积(AUC), 行 *Z* 检验。P<0.05 为差异有统计学意义。

结 果

一、2D-STI 检查情况

1. 左室收缩功能: 急性心肌梗死患者术后 GLS、基底段 LS、心尖段 LS 及中间段 LS 均呈逐渐上升趋势, 术后 1 周与术前比较差异均无统计学意义, 术后 1 个月与术后 1 周比较, 各参数均降低, 差异均有统计学意义(均 P<0.05)。见表 1。

2. 左室同步性: 急性心肌梗死患者术后 Tp-diff 和 Tp-SD 均呈逐渐下降趋势, 术后 1 周与术前和术后 1 个月比较差异均有统计学意义(均 P<0.05)。见表 2 和图 1。

表 1 2D-STI 检测急性心肌梗死患者 PCI 术前、术后左室收缩功能的变化($\bar{x} \pm s$) %

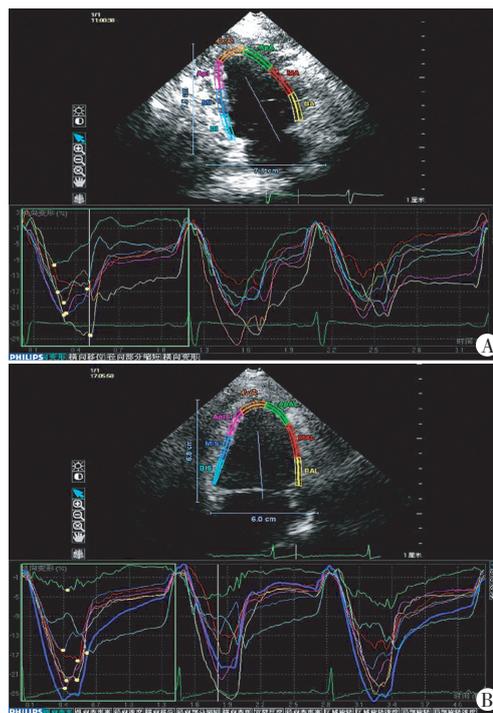
时间	GLS	基底段 LS	心尖段 LS	中间段 LS
术前	-12.92±4.61	-12.23±4.31	-12.69±4.86	-12.08±3.74
术后 1 周	-13.13±4.26	-13.57±4.28	-13.94±4.72	-12.34±4.02
术后 1 个月	-17.67±4.18*	-16.96±5.21*	-17.74±5.28*	-17.59±4.31*
F 值	20.24	21.14	10.03	16.25
P 值	0.00	0.00	0.00	0.00

与术后 1 周比较, *P<0.05。GLS: 左室整体纵向应变; LS: 纵向应变

表 2 2D-STI 检测急性心肌梗死患者 PCI 术前、术后左室同步性指标的变化($\bar{x} \pm s$) ms

时间	Tp-diff	Tp-SD
术前	42.56±13.38	119.84±25.79
术后 1 周	35.62±10.15*	93.42±22.71*
术后 1 个月	23.19±6.35#	68.92±14.16#
F 值	21.97	59.11
P 值	0.00	0.00

与术前比较, *P<0.05, 与术后 1 周比较, #P<0.05。Tp-diff: 达峰时间的最大-最小值差; Tp-SD: 达峰时间标准差



A: PCI 术前, 曲线排列杂乱, 各节段收缩期纵向应变达峰时间有较大差别; B: PCI 术后 1 个月, 曲线排列有序, 各节段收缩期纵向应变达峰时间较为接近

图 1 同一急性心肌梗死患者 PCI 术前、术后 2D-STI 图

二、RT-3DE 检查情况

1. 左室收缩功能: 急性心肌梗死患者术后 LVEF、EFbase、EFmiddle 及 EFapex 均呈逐渐上升趋势。与术前比较, EFmiddle 术后 1 周和 1 个月均显著上升(均 P<0.05), LVEF、EFbase 及 EFapex 术后 1 周均无明显变

化,差异无统计学意义,术后1个月均显著上升(均 $P<0.05$)。见表3。

表3 RT-3DE检测急性心肌梗死患者PCI术前、术后左室收缩功能的变化($\bar{x}\pm s$) %

时间	LVEF	EFbase	EFmiddle	EFapex
术前	43.32±7.93	47.31±6.84	48.09±5.61	46.28±6.31
术后1周	46.34±8.26	49.67±5.96	51.25±6.37*	48.74±5.92
术后1个月	56.78±6.65#	54.82±6.28#	55.33±5.88*#	54.07±5.62#
F值	22.07	5.55	6.03	17.77
P值	0.00	0.01	0.00	0.00

与术前比较,* $P<0.05$,与术后1周比较,# $P<0.05$ 。LVEF:左室射血分数;EFbase:基底段射血分数;EFmiddle:中间段射血分数;EFapex:心尖段射血分数

2.左室同步性:急性心肌梗死患者术后Tmsv-16-diff、Tmsv-16-SD、Tmsv-16-diff%及Tmsv-16-SD%均呈逐渐下降趋势。与术前比较,Tmsv-16-diff和Tmsv-16-diff%术后1周和1个月均显著降低(均 $P<0.05$),Tmsv-16-SD和Tmsv-16-SD%术后1周均无明显降低,差异均无统计学意义,术后1个月均显著下降(均 $P<0.05$)。见表4和图2。

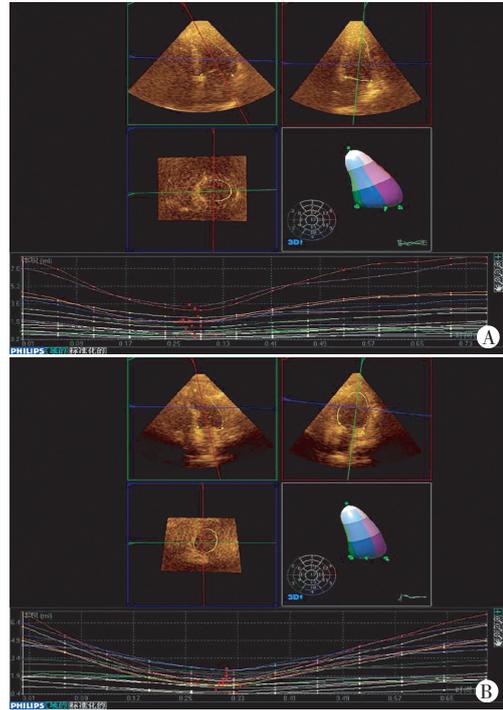
表4 RT-3DE检测急性心肌梗死患者PCI术前、术后左室同步性的变化($\bar{x}\pm s$)

时间	Tmsv-16-diff (ms)	Tmsv-16-SD (ms)	Tmsv-16-diff% (%)	Tmsv-16-SD% (%)
术前	68.37±10.46	16.74±3.61	10.97±2.58	4.85±1.31
术后1周	52.18±7.59*	15.42±2.89	9.26±2.03*	4.68±1.28
术后1个月	43.51±6.42*#	13.02±2.35*#	6.84±2.11*#	4.07±1.04*#
F值	68.45	34.60	25.34	3.58
P值	0.00	0.00	0.00	0.00

与术前比较,* $P<0.05$,与术后1周比较,# $P<0.05$ 。Tmsv-16-diff:左室16节段达最小收缩期容积时间的最大-最小值差;Tmsv-16-SD:左室16节段达最小收缩期容积时间的标准差;Tmsv-16-diff%:Tmsv-16-diff经RR间期校正后占心动周期的百分比值;Tmsv-16-SD%:Tmsv-16-SD经RR间期校正后占心动周期的百分比值

三、ROC曲线分析

ROC曲线分析显示,以Tp-diff 35.48 ms、Tmsv-16-diff 55.18 ms为截断值,其诊断急性心肌梗死患者左室内不同步的AUC分别为0.869(95%CI:0.740~0.985)和0.878(95%CI:0.753~0.993),敏感性分别为91.35%和92.24%,特异性分别为79.23%和76.67%。Tp-diff和Tmsv-16-diff联合应用的AUC为0.968(95%CI:0.916~1.000),明显高于Tp-diff和Tmsv-16-diff单独诊断($Z=4.945, P<0.05$);概率值最佳截断值为0.753,敏感性96.88%,特异性81.35%。见图3。



A:PCI术前,曲线排列紊乱,16节段达收缩末期最小容积的时间有明显差异;B:PCI术后1个月,曲线排列有序,16节段达收缩末期最小容积的时间差别较小

图2 同一急性心肌梗死患者PCI术前、术后RT-3DE图

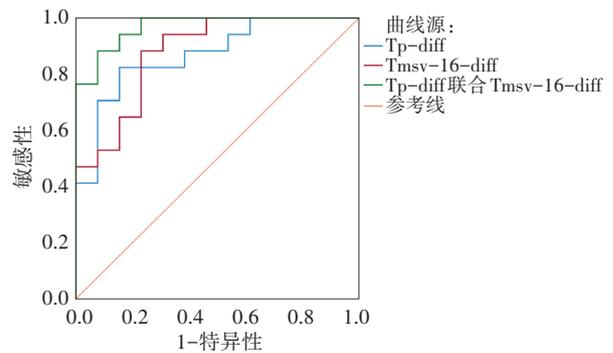


图3 Tp-diff和Tmsv-16-diff单独及联合诊断左室内不同步的ROC曲线图

讨论

2D-STI作为一种新的成像技术,能够对目标区域进行直观的追踪观察,并可量化心肌运动参数,在评价左室功能方面具有独特优势^[5-6]。刘艳午等^[7]应用2D-STI对冠状动脉粥样硬化性心脏病(以下简称冠心病)患者缺血心肌的应变、旋转和扭转进行研究,结果显示冠心病患者缺血心肌节段径向、纵向、圆周收缩期的峰值应变及心肌节段的扭转角度均较正常心肌降低,差异均有统计学意义(均 $P<0.05$),表明2D-STI能够评价缺血心肌的局部功能。

RT-3DE的原理是构建一个假定的左室收缩中

心,将左室16个节段通过三维技术处理,由假定的收缩中心得到各节段的容积-时间曲线^[8-9],从而观察左室容积在整个心动周期的连续变化,再结合径向、纵向和环向收缩的综合效应,反映整个左室所有节段的真实容积^[10]。关勤等^[11]对比了冠心病心肌缺血患者与健康者RT-3DE检查指标,结果显示冠心病患者的左室局部功能指标和同步性指标均较健康者降低,差异均有统计学意义(均 $P<0.05$),且冠心病患者PCI术后Tmsv-16-diff、Tmsv-16-SD、Tmsv-16-diff%及Tmsv-16-SD%均降低,LVEF和左室前壁、前室间隔基底段、中间段、心尖段的平均射血分数均升高,与术前比较差异均有统计学意义(均 $P<0.05$)。表明RT-3DE作为一种心功能及同步性的定量检测方法,能够有效评估缺血心肌在PCI术后的恢复情况。

本研究观察了急性心肌梗死患者PCI术前、术后2D-STI和RT-3DE检查指标的变化情况,结果显示PCI术后2D-STI的局部功能指标GLS、基底段LS、心尖段LS、中间段LS均较术前上升,同步性指标Tp-diff和Tp-SD均逐渐下降,且各指标均在术后1个月较术前表现出明显差异(均 $P<0.05$)。RT-3DE的局部功能指标LVEF、EFbase、EFmiddle及EFapex均较术前逐渐上升,同步性指标Tmsv-16-diff、Tmsv-16-SD、Tmsv-16-diff%及Tmsv-16-SD%均逐渐降低,各指标亦在术后1个月较术前表现出明显差异(均 $P<0.05$),与研究^[11]结果一致。值得注意的是,EFmiddle、Tmsv-16-diff及Tmsv-16-diff%均在术后1周出现了明显差异,与韩莹等^[12]的研究结果一致。分析原因可能是2D-STI仅就采集到的几个标准切面进行分析,而RT-3DE能够进行整体的三维结构重建,可更准确地显示左室解剖和空间结构^[13]。

本研究还对Tp-diff和Tmsv-16-diff单独及联合诊断左室内不同步进行了ROC曲线分析,结果显示以Tp-diff 35.48 ms和Tmsv-16-diff 55.18 ms为截断值,其诊断左室内不同步的AUC分别为0.869和0.878,敏感性分别为91.35%、92.24%;两者联合诊断时AUC达0.968,敏感性达96.88%,显著高于其单独应用(均 $P<0.05$),与Huang等^[14]研究结论一致,表明联合应用2D-STI和RT-3DE有助于全面、准确评估急性心肌梗死患者PCI术后左室局部功能和同步性的变化,并能有效诊断患者左室内不同步的发生,对患者治疗方案及疗效评估具有重要临床意义。

综上所述,急性心肌梗死患者PCI术后的左室局部功能和同步性均逐渐改善,2D-STI和RT-3DE均能有效评估病情,联合应用两种检查方法可进一步提高

检查的准确性,对临床治疗具有重要指导作用。

参考文献

- [1] 李慧敏,吴美善,陈洁,等.早期运动康复护理干预对PCI术后患者心功能与生活质量影响[J].护理实践与研究,2017,14(24):152-154.
- [2] Hong Z, Yuming M, Chunmei W, et al. The value of myocardial torsion and aneurysm volume for evaluating cardiac function in rabbit with left ventricular aneurysm [J]. PLoS One, 2015, 10(4): 1876-1885.
- [3] 田园,王伟,周长钰,等.实时三维超声及二维斑点追踪技术对拟诊冠心病患者局部室壁运动的评价[J].天津医药,2014,42(12): 1229-1233.
- [4] 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.急性ST段抬高型心肌梗死诊断和治疗指南[J].中华心血管病杂志,2015,43(5):380-393.
- [5] Sengupta SP, Bansal M, Hofstra L, et al. Gestational changes in left ventricular myocardial contractile function: new insights from two-dimensional speckle tracking echocardiography [J]. Int J Cardiovasc Imaging, 2017, 33(1):69-82.
- [6] 董珊珊,芦桂林,张盼盼,等.超声二维斑点追踪成像技术对心衰患者左心功能的评价作用[J].山东医药,2017,57(1):49-51.
- [7] 刘艳午,黄红梅,曹礼庭,等.二维斑点追踪技术评价冠心病患者缺血心肌的应变、旋转和扭转的研究[J].中国超声医学杂志,2014,30(7):609-613.
- [8] 陈敏华,郭盛兰,覃诗耘,等.实时三维超声心动图评价风湿性心脏病单纯二尖瓣狭窄患者左房功能的研究[J].重庆医学,2016,45(11):1499-1501.
- [9] Buck T, Bösche L, Plicht B. Real-time 3D echocardiography for estimation of severity in valvular heart disease: impact on current guidelines[J]. Herz, 2017, 42(3):241-254.
- [10] Jin CN, Salgo IS, Schneider RJ, et al. Using anatomic intelligence to localize mitral valve prolapse on three-dimensional echocardiography [J]. J Am Soc Echocardiogr, 2016, 29(10):938-945.
- [11] 关勤,丁康,刘颖,等.实时三维超声心动图评价冠心病患者经皮冠状动脉介入术后左室功能及收缩同步性[J].中国医学影像技术,2014,30(9):1358-1362.
- [12] 韩莹,敖梦,王志刚,等.二维斑点追踪成像与实时三维超声心动图评价不同部位起搏器植入术后左室收缩功能与同步性[J].中国医学影像学杂志,2017,25(11):831-835.
- [13] Badano LP, Kolia TJ, Muraru D, et al. Standardization of left atrial, right ventricular, and right atrial deformation imaging using two-dimensional speckle tracking echocardiography: a consensus document of the EACVI/ASE/Industry Task Force to standardize deformation imaging[J]. Eur Heart J Cardiovasc Imaging, 2018, 19(6): 591-600.
- [14] Huang X, Yue Y, Wang Y, et al. Assessment of left ventricular systolic and diastolic abnormalities in patients with hypertrophic cardiomyopathy using real-time three-dimensional echocardiography and two-dimensional speckle tracking imaging [J]. Cardiovasc Ultrasound, 2018, 16(1):23-29.

(收稿日期:2019-12-29)