

论著·临床研究

doi:10.3969/j.issn.1671-8348.2021.03.012

网络首发 <https://kns.cnki.net/kcms/detail/50.1097.R.20201228.1034.028.html>(2020-12-28)

分层应变评估冠心病单纯左前降支显著狭窄 心肌收缩功能的研究*

孙玉伟,张子慧,李 建,马 琳,王艺桦

(华北理工大学附属医院超声科,河北唐山 063000)

[摘要] **目的** 分析应用二维斑点追踪成像(2D-STI)评价冠状动脉粥样硬化性心脏病(冠心病)单纯左前降支显著狭窄患者左心室 3 层心肌收缩的功能。**方法** 选取临床疑似冠心病并行冠状动脉造影(CAG)提示左前降支单支病变且狭窄率大于或等于 75% 的 61 例患者为研究对象,分为狭窄组($n=30$)和冠状动脉未见狭窄组(对照组, $n=31$)。应用 2D-STI 测量左前降支供血的 3 层心肌节段的纵向及圆周应变峰值[心内膜下层心肌节段纵向应变(endo-RLS)、中层心肌节段心肌纵向应变(mid-RLS)、心外膜下层节段心肌纵向应变(epi-RLS)、心内膜下层节段心肌圆周应变(endo-RCS)、中层心肌节段心肌圆周应变(mid-RCS)及心外膜下层节段心肌圆周应变(epi-RCS)],并计算心内膜下层与心外膜下层区域纵向及圆周应变峰值差值(Δ RLS、 Δ RCS)。**结果** 与对照组比较,狭窄组各节段心肌 endo-RLS、mid-RLS、epi-RLS、endo-RCS、mid-RCS、 Δ RLS、 Δ RCS 绝对值减低($P<0.05$)。受试者工作特征(ROC)曲线显示 endo-RLS 预测左前降支显著狭窄的曲线下面积最大,诊断效能最好。**结论** 2D-STI 分层应变技术能够有效评价左前降支显著狭窄的冠心病患者左心室 3 层心肌的收缩功能,较早预测左前降支的显著狭窄。

[关键词] 斑点追踪;分层应变;冠心病;左前降支;心肌收缩**[中图法分类号]** R540.4+5**[文献标识码]** A**[文章编号]** 1671-8348(2021)03-0414-05

Study on the evaluation of myocardial systolic function in patients with coronary heart disease of significant left anterior descending branch stenosis by layer-specific strain technique*

SUN Yuwei, ZHANG Zihui, LI Jian, MA Lin, WANG Yihua

(Department of Ultrasound, the Affiliated Hospital of North China University of Science and Technology, Tangshan, Hebei 063000, China)

[Abstract] **Objective** To evaluate the left ventricular three-layer myocardium systolic function by speckle tracking imaging (2D-STI) layer-specific strain in coronary heart disease patients with significant left anterior descending artery stenosis. **Methods** Sixty-one patients with clinically suspected coronary heart disease and coronary angiography (CAG) suggesting a single-vessel lesion of the left anterior descending artery and with a stenosis rate greater than or equal to 75% were selected and divided into the stenosis group ($n=30$) and the non-coronary stenosis group (the control group, $n=31$). 2D-STI was used to measure the peak longitudinal and circumferential strain of the three-layer myocardial segment supplied by the left anterior descending branch [longitudinal strain of subendocardial myocardial segment (endo-RLS), longitudinal strain of middle myocardial segment (mid-RLS), myocardial longitudinal strain of subepicardial segment (epi-RLS), subendocardial segmental myocardial circumferential strain (endo-RCS), middle myocardial segmental myocardial circumferential strain (mid-RCS) and subepicardial segmental myocardium circumferential strain (epi-RCS)], and calculate the difference between the longitudinal and circumferential peak values of the subendocardial and subepicardial regions (Δ RLS, Δ RCS). **Results** Compared with the control group, the absolute values of endo-RLS, mid-RLS, epi-RLS, endo-RCS, mid-RCS, Δ RLS and Δ RCS in each segment of the stenosis group decreased ($P<0.05$). ROC curve showed that endo-RLS predicts the largest area under the curve for

* 基金项目:河北省卫生健康委员会医学科学研究课题计划(20191120)。 作者简介:孙玉伟(1983—),主治医师,硕士,主要从事超声医学研究。

the significant stenosis of the left anterior descending branch, and the diagnostic efficiency was the best. **Conclusion** 2D-STI layer-specific strain technique can quantitatively evaluate the systolic function of three-layer myocardium in patients with coronary artery disease and early predict patients with significant left anterior descending artery stenosis.

[Key words] speckle tracking; layer-specific strain; coronary disease; left anterior descending; myocardial contraction

目前,国际上用于初级筛查冠状动脉粥样硬化性心脏病(冠心病)的超声负荷试验在我国没有得到广泛普及,所以现阶段早期诊断冠心病高度依赖冠状动脉造影(CAG)或冠状动脉 CT。有研究表明,可疑冠心病患者行 CAG 检查时,仅 38% 的患者明确检出有冠状动脉的病变^[1]。这无疑增加了未患病患者的相关风险及费用,而常规超声评判心肌运动的方法主要依靠目测,容易出现假阴性。因此,开发一种敏感、有效并且无创预测冠状动脉狭窄程度的方法,对于冠心病的治疗和预后颇具意义。二维斑点追踪成像(2D-STI)心肌分层应变技术能够将左心室心内膜下层、中层及心外膜下层 3 层心肌收缩功能进行逐层分析。本研究旨在应用 2D-STI 分层应变技术通过对单纯左前降支显著狭窄冠心病左心室 3 层心肌收缩功能变化进行分析,进一步探讨分层应变技术预测冠状动脉显著狭窄的远期价值,现报道如下。

1 资料与方法

1.1 一般资料

选取 2017 年 8 月至 2019 年 4 月本院心内科就诊临床疑似冠心病且均于冠状动脉造影前 24 h 内行超声心动图检查的 61 例患者为研究对象。纳入标准:(1)既往病史、临床查体、心电图及心肌酶谱检测等检查疑似的冠心病;(2)心率 60~100 次/分钟;(3)在 CAG 检查前均无冠状动脉梗阻临床证据、超声心动图检查无明显左心室收缩功能异常;(4)知情并且愿意参加及配合检查的患者。排除标准:(1)冠状动脉介入手术史或经胸开放手术史;(2)既往心肌梗死病史;(3)左束支传导阻滞;(4)瓣膜功能障碍;(5)心率大于 100 次/分钟的心房颤动;(6)持续重度心律失常;(7)任何可能影响患者依从能力的情况;(8)CAG 提示右冠状动脉优势供血患者。61 例患者中经 CAG 确诊为单纯左前降支病变且狭窄程度大于或等于 75% 且其左前降支支配缺血心肌节段的 30 例患者作为狭窄组(240 个节段),冠状动脉均未见狭窄且其左前降支支配缺血心肌节段的 31 例患者作为对照组(248 个节段)。所有患者中男 30 例,女 31 例,年龄 34~72 岁。

1.2 方法

1.2.1 仪器

GE vivi E9 超声诊断仪, M5S 探头(频率 1.7~

3.3 MHz), EchoPac V113 分析软件。西门子 Axio-ma Artis zeeceliling Xγ 巡测仪。

1.2.2 图像采集及分析

嘱被检者平静呼吸,取标准左卧位,连接心电图,测量常规超声指标,包括左心室舒张末期内径(LVEDD)、左心室舒张末期容积(LVEDV)、左心室收缩末期内径(LVESD)、左心室收缩末期容积(LVESV),应用 Simpson 法测量左心室射血分数(LVEF)。长轴及短轴切面分别采集连续 3 个心动周期的二维灰阶动态图(包括长轴两腔、三腔及四腔切面,短轴二尖瓣水平、乳头肌水平及心尖水平切面),存盘保存。

在未知冠状动脉造影结果的前提下,由同一名操作者分析图像,在 EchoPac 工作站内,应用 Q-analysis 分析源图像,于收缩末期手动勾画心内膜边界,得出左心室 18 个节段的心内膜下层心肌、中层心肌及心外膜下层心肌纵向及圆周应变峰值,依据美国超声医师协会专家共识确定左前降支供血区域^[2],包括前壁及前间壁的基底段、中间段及室间隔、前壁、侧壁、下壁 4 个心尖段。计算左前降支供血区域内所有 3 层心肌节段的纵向及圆周应变峰值的均值,得到心内膜下层心肌节段纵向应变(endo-RLS)、中层心肌节段心肌纵向应变(mid-RLS)、心外膜下层节段心肌纵向应变(epi-RLS)、心内膜下层节段心肌圆周应变(endo-RCS)、中层心肌节段心肌圆周应变(mid-RCS)及心外膜下层节段心肌圆周应变(epi-RCS)。并计算心内膜下层与心外膜下层区域纵向及圆周应变峰值差值(Δ RLS、 Δ RCS)。

1.3 统计学处理

采用 SPSS 22.0 软件进行数据分析,计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示,组间比较采用两独立样本 t 检验,组内两两比较采用单因素方差分析,方差齐时用 LSD- t 法,方差不齐时用近 Brown-Forsythe 法予以校正;计数资料以频数或百分率表示,绘制受试者工作特征(ROC)曲线,以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 两组一般临床资料比较

狭窄组收缩压高于对照组,差异有统计学意义($P < 0.05$);两组其余一般临床资料比较,差异无统计学意义($P > 0.05$),见表 1。

表 1 两组一般临床资料比较($\bar{x} \pm s$)

项目	对照组($n=31$)	狭窄组($n=30$)	t	P
年龄(岁)	58.52±6.68	60.33±6.64	-1.339	0.184
BMI(kg/m ²)	25.56±3.37	25.76±2.87	-0.324	0.747
收缩压(mm Hg)	138.20±18.88	146.40±17.45	-2.236	0.028
空腹血糖(mmol/L)	5.72±0.85	5.59±0.81	0.740	0.461
总胆固醇(mmol/L)	4.83±0.82	4.80±0.93	0.163	0.871
三酰甘油(mmol/L)	1.66±0.42	1.83±0.57	-1.645	0.103
HDL(mmol/L)	1.26±0.21	1.05±0.25	0.386	0.700
超声心动图参数				
LVEDD(mm)	45.75±4.75	45.32±5.74	0.408	0.685
LVEDS(mm)	28.58±3.96	29.86±4.39	-1.497	0.138
LVEDV(mm ³)	123.4±12.60	112.47±14.42	0.182	0.857
LVESV(mm ³)	65.27±13.95	60.80±12.06	0.874	0.391
LVEF(%)	64.98±5.42	63.47±5.54	1.351	0.180

2.2 两组分层应变参数比较

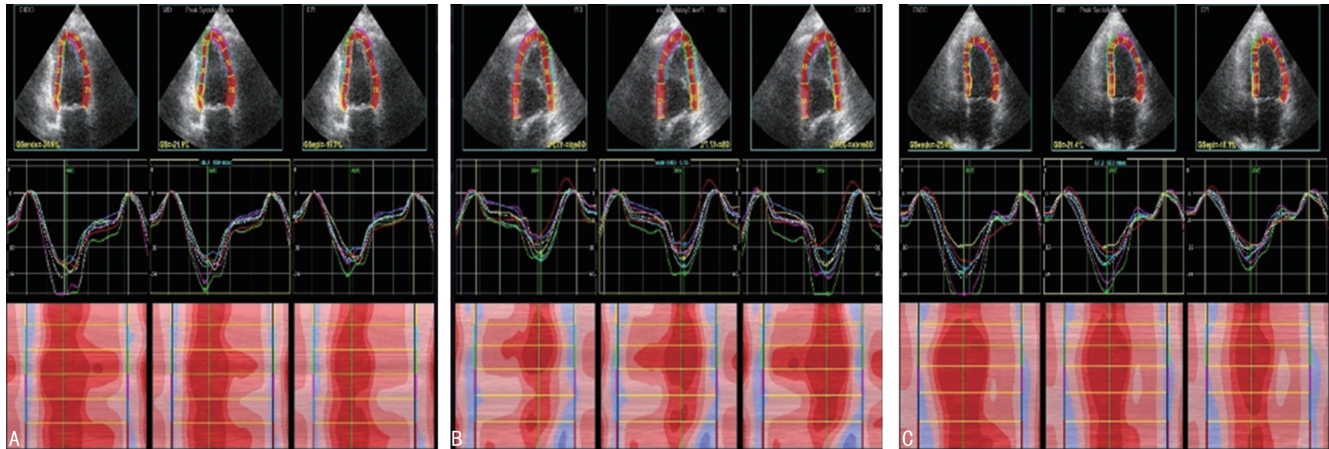
与对照组比较,狭窄组 endo-RLS、mid-RLS、epi-RLS、endo-RCS、mid-RCS、 Δ RLS、 Δ RCS 绝对值减少,差异有统计学意义($P < 0.05$)。对照组 3 层心肌应变的绝对值从内向外存在递减趋势,即 |endo-

RLS| > |mid-RLS| > |epi-RLS|, |endo-RCS| > |mid-RCS| > |epi-RCS|, 差异有统计学意义($P < 0.05$)。狭窄组各层心肌 RLS 绝对值递减趋势消失,且 mid-RLS 与 epi-RLS 比较,差异无统计学意义($P > 0.05$)。狭窄组各层心肌 RCS 绝对值虽呈递减趋势,但 epi-RCS 绝对值较对照组比较,差异无统计学意义($P > 0.05$),见表 2,图 1、2。

表 2 两组分层应变参数比较($\bar{x} \pm s, \%$)

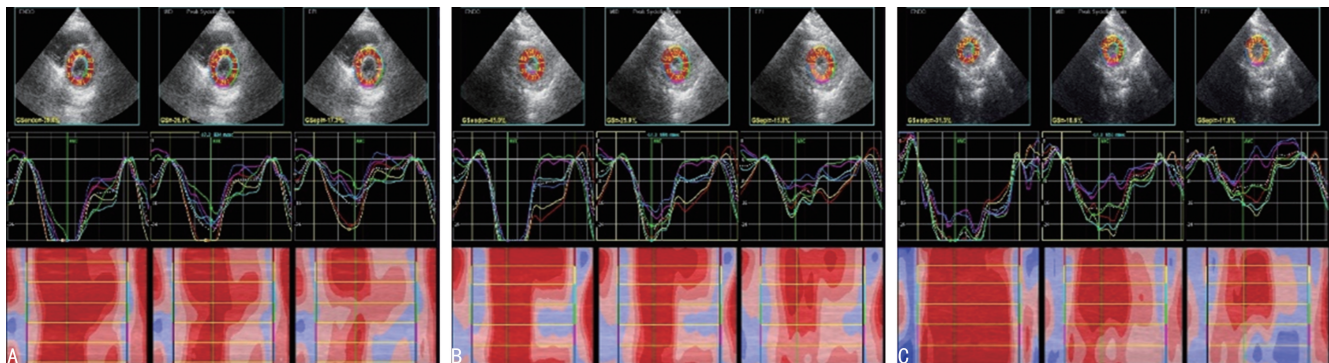
项目	对照组($n=240$)	狭窄组($n=248$)	t	P
endo-RLS	-(24.65±5.33)	-(18.45±2.15)	-5.360	<0.001
mid-RLS	-(22.43±4.78) ^a	-(16.72±2.92) ^a	-3.122	0.002
epi-RLS	-(18.67±2.81) ^{ab}	-(16.51±2.42) ^a	-2.718	0.008
endo-RCS	-(29.49±7.39)	-(21.65±4.72)	-4.974	<0.001
mid-RCS	-(22.67±5.06) ^c	-(16.75±5.13) ^c	-4.128	0.001
epi-RCS	-(16.51±4.83) ^{cd}	-(15.35±4.25) ^{cd}	-1.205	0.230
Δ RLS	-(6.98±1.57)	-(3.60±1.04)	-12.700	<0.001
Δ RCS	-(12.97±3.29)	-(8.05±2.23)	-7.125	<0.001

^a: $P < 0.05$, 与 endo-RLS 比较; ^b: $P < 0.05$, 与 mid-RLS 比较; ^c: $P < 0.05$, 与 endo-RCS 比较; ^d: $P < 0.05$, 与 mid-RCS 比较。



A: 心内膜下层心肌; B: 中层心肌; C: 心外膜下层心肌。

图 1 3 层心肌各节段纵向应变-时间曲线图



A: 心内膜下层心肌; B: 中层心肌; C: 心外膜下层心肌。

图 2 3 层心肌各节段圆周应变-时间曲线图

2.3 各应变参数预测左前降支显著狭窄的价值

ROC 曲线显示,各参数中 endo-RLS 预测左前降支显著狭窄的曲线下面积最大,为 0.806,endo-RLS 预测冠状动脉明显狭窄的灵敏度为 74%、特异度为 76%,截断值为 -21.77。endo-RCS 预测左前降支显著狭窄的诊断效能仅次于 endo-RLS,其曲线下面积为 0.745,灵敏度及特异度分别为 67%、82%,见图 3。

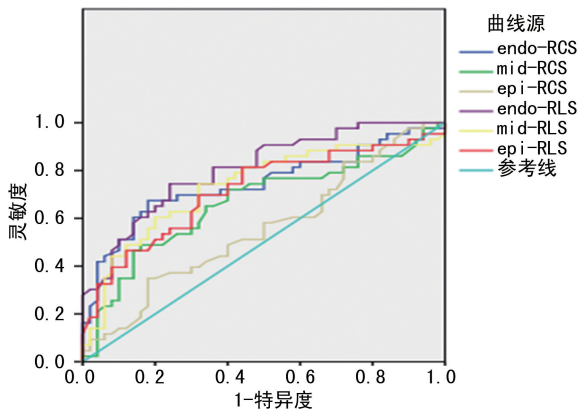


图 3 各应变参数预测左前降支显著狭窄的 ROC 曲线

3 讨论

供给心脏血液的动脉主要包括冠状动脉左前降支、左回旋支和右冠状动脉主干及各分支,任一冠状动脉狭窄程度大于或等于 75%均为冠状动脉重度狭窄。本研究中选择单纯左前降支显著狭窄的供血心肌节段作为研究对象,因为左前降支发生病变最为常见,且左前降支变异较少,供血节段相对固定,供血范围较广。另外,左前降支病变是早发急性冠状动脉综合征患者冠状动脉病变狭窄程度的独立影响因素^[3],因此,独立观察左前降支病变心肌功能变化更具临床意义。大部分相关研究中通常选择任意一支冠状动脉发生病变者作为狭窄组,忽略了不同冠状动脉分支虽狭窄程度相同,但可能会出现个体化变异,导致各冠状动脉供血区域可能会出现重叠现象。另外,冠状动脉供血节段范围不同会对心肌收缩功能产生不同影响^[4]。多支病变也可能导致不同狭窄程度的冠状动脉支配心肌的运动互相作用从而影响试验结果的准确性。心肌是由复杂的三维立体结构组成,由走向不同的 3 层心肌纤维组成,各层心肌在不同病理情况下其损伤并不完全相同。本研究应用 2D-STI 分层应变技术评价 3 层心肌的局部收缩功能,从而分析缺血对心室壁 3 层心肌收缩功能不同程度的影响,这也是目前国内学者研究的热点。比如近期有国内学者证实冠状动脉慢血流患者中,endo-RLS 峰值和相应的跨壁应变梯度相比其他参数降低更为显著^[5]。SARVARI 等^[6]发现在非 ST 段抬高型急性冠状动脉综合征(NSTE-ACS)患者中,冠状动脉显著狭窄组较无明显狭窄组左心室 3 层心肌纵向应变均减低。也

有研究证实在慢性肾脏病患者疾病早期 endo-RLS 减低要早于其他应变参数^[7],本研究结果与上述研究结果基本一致,与对照组比较,狭窄组 endo-RLS、mid-RLS、epi-RLS、endo-RCS、mid-RCS、 Δ RLS、 Δ RCS 的绝对值均减低,说明左前降支显著狭窄导致的心肌缺血可引起相应节段 3 层心肌收缩功能减低。

对各分层应变参数进行组内对比发现,对照组 3 层心肌应变值从内向外存在递减趋势,即 $|\text{endo-RLS}| > |\text{mid-RLS}| > |\text{epi-RLS}|$, $|\text{endo-RCS}| > |\text{mid-RCS}| > |\text{epi-RCS}|$;狭窄组各层心肌 RLS 绝对值递减趋势消失,各层心肌 RCS 绝对值虽然呈递减趋势,但是 epi-RCS 绝对值较对照组减低并不明显,说明不同层次及不同方向运动的心肌其收缩功能在心肌缺血时存在不同程度的减低。心肌纤维由心内外膜的纵行肌束和中层的环形肌束组成,前者支配纵向运动,后者支配圆周运动。冠状动脉狭窄时首先表现为心内膜心肌供血不足,肌束收缩力下降,纵向运动首先减弱,当缺血累及中层时,环形肌束收缩力减低,圆周运动才出现减弱。进一步分析数据发现,心内膜下层心肌应变参数 endo-RLS、endo-RCS 的绝对值较其他应变参数减低较为明显,这同国内部分研究结果基本一致^[8-9]。出现这种结果的原因可能是因为心室收缩过程中室壁增厚,心内膜下层较心外膜下层发生更大的维度变化,并承受更多的室壁压力,所以心内膜下层更易受缺血低灌注的影响,当冠状动脉出现显著狭窄时,该层收缩功能首先发生改变,随着缺血程度的加重,心肌的缺血和坏死由心内膜下层向心外膜下层延伸^[10]。应用 ROC 曲线进一步分析发现,各参数中以 endo-RLS 预测左前降支显著狭窄的曲线下面积最大,灵敏度为 74%、特异度为 76%,截断值为 -21.77,这与国内一相关研究结果相似^[11]。国内近期也有研究证明,在急性心肌梗死^[12-13]、重度二尖瓣反流^[14]、尿毒症^[15]等各类型心脏疾病患者中,endo-RLS 同样具有较早的评估心肌收缩功能变化的能力。说明分层应变技术不仅能够更灵敏地反映心肌缺血和坏死对 3 层心肌功能的影响,更能够准确地定量评估冠状动脉左前降支的狭窄程度。

综上所述,2D-STI 分层应变技术能够有效评价左前降支显著狭窄的冠心病患者左心室 3 层心肌的收缩功能且能够较早预测左前降支的显著狭窄。

参考文献

- [1] PATEL M R, PETERSON E D, DAI D, et al. Low diagnostic yield of elective coronary angiography[J]. N Engl J Med, 2010, 362(10): 886-

- 895.
- [2] LANG R M, BADANO L P, MOR-AVI V, et al. Recommendations for cardiac chamber quantification by echocardiography in adults: an update from the American society of echocardiography and the european association of cardiovascular imaging[J]. *J Am Soc Echocardiogr*, 2015, 28(1):1-39.
- [3] 周斌鹏, 张钰. 早发 ACS 患者冠脉病变严重程度的影响因素[J]. *北华大学学报(自然科学版)*, 2020, 21(2):206-210.
- [4] 余江秀. 应用 Logistic 回归模型评价 2D-STI 对冠心病心肌缺血的诊断价值[D]. 广州:暨南大学, 2011.
- [5] 邢雨蒙, 史静, 颜彦, 等. 二维斑点追踪成像技术评价冠状动脉慢血流患者左室心肌分层应变[J]. *复旦学报(医学版)*, 2018, 45(4):467-472.
- [6] SARVARI S I, HAUGAA K H, ZAHID W, et al. Layer-specific quantification of myocardial deformation by strain echocardiography May reveal significant CAD in patients with non-ST-segment elevation acute coronary syndrome[J]. *JACC Cardiovasc Imaging*, 2013, 6(5):535-544.
- [7] 童梦佳. 二维斑点追踪技术评价慢性肾脏病患者左室功能[D]. 芜湖:皖南医学院, 2020.
- [8] 陶炜伟, 何安霞, 赵熙璇, 等. 二维斑点追踪超声心动图分层应变技术定量评价高血压早期亚临床心肌损害[J]. *中国临床研究*, 2020, 33(10):1320-1324.
- [9] 吕诗佳, 袁建军, 朱好辉, 等. 应用分层应变及跨壁阶差评价高血压患者左室收缩功能改变[J]. *中华超声影像学杂志*, 2019, 28(5):392-396.
- [10] SHARIF H, TING S, FORSYTHE L, et al. Layer-specific systolic and diastolic strain in hypertensive patients with and without mild diastolic dysfunction[J]. *Echo Res Pract*, 2018, 5(1):41-49.
- [11] 候雪婷, 李天亮, 胡新玲, 等. 纵向分层应变技术定量评估左前降支狭窄患者左室心肌功能[J/CD]. *中华医学超声杂志(电子版)*, 2019, 16(4):293-300.
- [12] 陈银花, 陈勇, 马勇, 等. 分层应变技术评价非 ST 段抬高性急性冠状动脉综合征患者左室心肌各层收缩功能的变化[J/CD]. *中华医学超声杂志(电子版)*, 2017, 14(12):919-926.
- [13] 樊廷攀, 梁仪, 徐良洁, 等. 分层应变评价急性 ST 段抬高型心肌梗死患者 PCI 前后左室功能[J]. *中华心血管病杂志*, 2020, 48(11):930-935.
- [14] 周鼎文, 褚雯, 王华, 等. 二维斑点追踪成像对术前左室射血分数正常的重度二尖瓣反流患者左室长轴纵向心肌分层应变的评价[J]. *中国中西医结合影像学杂志*, 2020, 18(5):474-477.
- [15] 万梦婷, 陈金玲, 冯闯丽, 等. 心肌分层应变参数评价不同左室舒张功能尿毒症患者的左室收缩功能[J]. *武汉大学学报(医学版)*, 2020, 41(1):123-127.

(收稿日期:2020-04-15 修回日期:2020-09-11)

(上接第 413 页)

- [16] WANG R, ZHANG M G, LUO O, et al. Heparin saline versus normal saline for flushing and locking peripheral venous catheters in decompensated liver cirrhosis patients: a randomized controlled trial[J]. *Medicine*, 2015, 94(31):e1292.
- [17] HEIT J A, LAHR B D, ASHRANI A A, et al. Predictors of venous thromboembolism recurrence, adjusted for treatments and interim exposures: a population-based case-cohort study[J]. *Thromb Res*, 2015, 136(2):298-307.
- [18] BALAMINUT T, VENTURINI D, DA SILVA V C, et al. Heparin for clearance of peripherally inserted central venous catheter in newborns: an in vitro study[J]. *Rev Paul Pediatr*, 2015, 33(3):261-267.
- [19] ZIYAEIFARD M, ALIZADEHASL A, AGH-DAII N, et al. Heparinized and saline solutions in the maintenance of arterial and central venous catheters after cardiac surgery[J]. *Anesth Pain Med*, 2015, 5(4):e28056.
- [20] BARBOUR M C, MCGAH P M, NG C H, et al. Convective leakage makes heparin locking of central venous catheters ineffective within seconds: experimental measurements in a model superior vena cava[J]. *ASAIO J*, 2015, 61(6):701-709.

(收稿日期:2020-04-05 修回日期:2020-08-12)