



中国临床医学

Chinese Journal of Clinical Medicine

ISSN 1008-6358

CN 31-1794/R

二维纵向应变对冠心病患者经体外心脏震波治疗后左心室收缩功能变化的效果评价

马兰, 顾淑莲, 谢晓奕, 陈璐, 郭丽娜, 吴卫华

引用本文:

马兰, 顾淑莲, 谢晓奕, 等. 二维纵向应变对冠心病患者经体外心脏震波治疗后左心室收缩功能变化的效果评价[J]. 中国临床医学, 2021, 28(1): 65–69.

在线阅读 View online: <https://doi.org/10.12025/j.issn.1008-6358.2021.20202393>

您可能感兴趣的其他文章

Articles you may be interested in

频率适应性房室延迟单左心室起搏实现心脏再同步化疗效分析及对右心室收缩功能的影响

Clinical effect of rate-adaptive atrioventricular delay single left ventricular pacing for cardiac resynchronization and evaluation of right ventricular systolic function

中国临床医学. 2018, 25(5): 704–709 <https://doi.org/10.12025/j.issn.1008-6358.2018.20180224>

二维斑点追踪技术评价高血压兔模型的左心室收缩期应变

Two-dimensional speckle tracking imaging in evaluating left ventricular systolic strain in hypertensive rabbit models

中国临床医学. 2017, 24(6): 900–903 <https://doi.org/10.12025/j.issn.1008-6358.2017.20170490>

运动康复训练在慢性心衰患者中的康复效果

Rehabilitation effect of exercise rehabilitation training in patients with chronic heart failure

中国临床医学. 2019, 26(5): 741–744 <https://doi.org/10.12025/j.issn.1008-6358.2019.20190701>

右室间隔主动电极起搏治疗缓慢性室性心律失常的安全性及有效性

Safety and efficacy analysis of right ventricular active electrode on cardiac function in patients with bradycardiac arrhythmia

中国临床医学. 2018, 25(4): 588–591 <https://doi.org/10.12025/j.issn.1008-6358.2018.20170779>

不同心肌显像测定左心室功能参数对左心室室壁瘤患者临床诊疗决策及预后评估的价值

Left ventricular function parameters determined by different myocardial imaging for treatment decision and estimation of prognosis in patients with left ventricular aneurysm

中国临床医学. 2019, 26(4): 518–523 <https://doi.org/10.12025/j.issn.1008-6358.2019.20170917>

DOI:10.12025/j.issn.1008-6358.2021.20202393

二维纵向应变对冠心病患者经体外心脏震波治疗后左心室收缩功能变化的效果评价

马 兰, 顾淑莲, 谢晓奕, 陈 璐, 郭丽娜, 吴卫华*

上海市胸科医院, 上海交通大学附属胸科医院超声科, 上海 200030

引用本文 马 兰, 顾淑莲, 谢晓奕, 等. 二维纵向应变评价冠心病患者体外心脏震波治疗后左心室收缩功能变化的效果评价[J]. 中国临床医学, 2021, 28(1): 65-69. MA L, GU S L, XIE X Y, et al. Evaluation of left ventricular systolic function in patients with coronary artery disease after cardiac shock wave therapy by two-dimensional longitudinal strain[J]. Chinese Journal of Clinical Medicine, 2021, 28(1): 65-69.

[摘要] **目的:**应用二维纵向应变评价冠心病患者经体外心脏震波治疗后,左心室收缩功能的变化。**方法:**随机选择 70 例冠心病患者,其中 38 例接受体外心脏震波治疗(CSWT, CSWT 组),32 例不接受 CSWT(对照组)。两组患者分别于治疗前及治疗后 3 个月时完成双核素心肌同步显像。两组患者均在治疗前及治疗后 3 个月、6 个月行常规超声心动图检查,分别测得左心室射血分数(LVEF)、左心室舒张末内径(LVEDD)、左心室收缩末内径(LVESD)、左房前后径(LAD)。同时采集左心室心尖长轴(APLAX)、心尖四腔(A4C)、心尖两腔(A2C)切面动态图像,应用二维纵向应变技术获取左心室整体收缩期纵向应变值(GLS)、左心室心尖长轴整体应变(GLS-APLAX)、左心室心尖四腔整体应变(GLS-A4C)、左心室心尖两腔整体应变(GLS-A2C)。**结果:**CSWT 组治疗后 3 个月核素心肌灌注显像总积分与代谢显像总积分均较治疗前改善($P<0.05$);对照组治疗后上述指标无明显改善。CSWT 组治疗后 3 个月 LVEF、LVEDD、LVESD、LAD 与治疗前差异均无统计学意义;CSWT 组治疗后 6 个月 LVEF 较治疗前增加, LVEDD、LVESD、LAD 均较治疗前减小,差异均有统计学意义($P<0.05$)。对照组治疗前后 LVEF、LVEDD、LVESD、LAD 差异均无统计学意义。CSWT 组治疗后 3 个月和 6 个月的 GLS、GLS-APLAX、GLS-A4C、GLS-A2C 均较治疗前升高($P<0.05$);对照组治疗前后 GLS、GLS-APLAX、GLS-A4C、GLS-A2C 差异均无统计学意义。**结论:**体外 CSWT 能改善冠心病患者左心室心肌灌注及代谢、二维纵向应变及收缩功能。二维纵向应变的改善早于 LVEF,能更早发现左心室收缩功能的变化。

[关键词] 二维斑点追踪技术;二维纵向应变;冠心病;体外心脏震波治疗;左心室

[中图分类号] R 541.4 **[文献标志码]** A

Evaluation of left ventricular systolic function in patients with coronary artery disease after cardiac shock wave therapy by two-dimensional longitudinal strain

MA Lan, GU Shu-lian, XIE Xiao-yi, CHEN Lu, GUO Li-na, WU Wei-hua*

Department of Ultrasound, Shanghai Chest Hospital, Shanghai Jiao Tong University, Shanghai 200030, China

[Abstract] **Objective:** To evaluate the systolic function of left ventricular in patients with coronary artery disease (CAD) after cardiac shock wave therapy (CSWT) by two-dimensional longitudinal strain. **Methods:** A total of 70 patients with CAD were randomly selected, 38 patients were included in the CSWT group, and 32 patients who did not receive CSWT were included in the control group. The patients in the two groups completed dual-nuclides myocardial simultaneous imaging before and 3 months after therapy. The patients in the two groups performed routine echocardiography before, and 3 and 6 months after therapy. Left ventricular ejection fraction (LVEF), left ventricular end-diastolic diameter (LVEDD), left ventricular end-systolic diameter (LVESD), and left atrial diameter (LAD) were measured respectively. The apical long axis (APLAX) view, apical four-chamber (A4C) view, apical two-chamber (A2C) view of left ventricle were collected, and the left ventricular global longitudinal peak systolic strain (GLS) and GLS-APLAX, GLS-A4C, GLS-A2C were acquired by two-dimensional longitudinal strain. **Results:** The total score of myocardial perfusion imaging and metabolic imaging in the CSWT group improved 3 months

[收稿日期] 2020-11-19 **[接受日期]** 2021-01-21

[基金项目] 上海市卫生健康委员会课题面上项目(201540143)。Supported by General Project of Shanghai Municipal Health Commission (201540143)。

[作者简介] 马兰, 硕士, 副主任医师。E-mail: malan1994@sina.com

* 通信作者(Corresponding author)。Tel: 021-62821990-1411, E-mail: liu987@vip.sina.com

after therapy than before therapy ($P < 0.05$). There was no significant improvement in the above indexes in the control group after therapy. There was no statistically significant difference in LVEF, LVEDD, LVESD, and LAD in the CSWT group 3 months after therapy. Compared to before therapy, LVEF increased, whereas LVEDD, LVESD, and LAD decreased in the CSWT group 6 months after therapy ($P < 0.05$). There was no significant difference in LVEF, LVEDD, LVESD, and LAD in the control group before and after therapy. GLS, GLS-APLAX, GLS-A4C, and GLS-A2C all increased in the CSWT group 3 and 6 months after therapy ($P < 0.05$). There was no significant difference in GLS, GLS-APLAX, GLS-A4C, and GLS-A2C in the control group before and after therapy. **Conclusions:** CSWT can improve myocardial perfusion and metabolism, two-dimensional longitudinal strain, and the systolic function of the left ventricle, and the improvement of the two-dimensional longitudinal strain may be earlier than LVEF.

[Key Words] two-dimensional speckle tracking imaging; two-dimensional longitudinal strain; coronary artery disease; cardiac shock wave therapy; left ventricle

体外心脏震波治疗(cardiac shock wave therapy,CSWT)是近年新发展起来的一项无创、有效的冠心病(coronary artery disease,CAD)治疗方法。其采用物理学方法,对缺血心肌局部进行低能量的声波刺激,通过促进治疗靶区域新生血管生成和侧支循环建立,改善心肌灌注,显著缓解心绞痛,改善心脏功能^[1-3]。目前,多通过用超声心动图检测左心室射血分数(left ventricular ejection fraction, LVEF)来评价左心室收缩功能,但既往临床研究发现,CSWT 治疗后早期 LVEF 无明显的改变,而患者的症状明显改善。随着斑点追踪技术的应用^[4],临床研究^[5]发现,二维纵向应变技术能敏感地反映左心室收缩功能的变化,操作简便、可重复性高。本研究旨在探讨二维纵向应变技术在评价冠心病患者经体外 CSWT 后左心室收缩功能变化中的应用价值。

1 资料与方法

1.1 一般资料 选择 2015 年 12 月 20 日至 2017 年 6 月 30 日年在本院心内科就诊的 70 例 CAD 患者,随机分为体外心脏震波治疗(CSWT)组 38 例与对照组 32 例,患者均接受标准的药物治疗。对照组不予体外震波治疗。本研究经我院伦理委员会批准[伦理审核号:KS(Y)1546],所有患者均已签署知情同意书。

1.2 入选及排除标准 入选标准:(1)冠状动脉造影(coronary arteriography,CA)提示冠状动脉中、重度狭窄,经药物治疗[(联合或不联合冠状动脉内支架或冠状动脉旁路移植术(coronary artery bypass grafting,CABG))]后,仍有反复心绞痛、胸闷发作、运动耐力差,双核素心肌同步显像证实有心

肌缺血或存活心肌存在;(2)LVEF $>35\%$,血流动力学稳定。排除标准:(1)急性心肌梗死(acute myocardial infarction, AMI)或 CABG、经皮冠状动脉介入(percutaneous coronary intervention, PCI)术后 3 个月内;(2)心腔内血栓;(3)LVEF 低于 30%的血流动力学不稳定者;(4)药物难以控制的心率低于 40 次/min 或高于 120 次/min 的心律失常患者;(5)治疗区域皮肤破溃或感染;(6)严重的阻塞性肺病;(7)乳房假体置入术后。收集 2 组患者的年龄、性别、体质量指数(BMI)、吸烟史、糖尿病史、高血压史、高脂血症史。

1.3 双同位素心肌同步显像(DISA)法 用 DISA 法检出缺血或存活心肌:先后静脉注射^{99m}Tc-MIBI 及¹⁸F-FDG 双核素,使用 GE VG-HawkEye SPECT 仪,采用 GE 公司 eNTEGRA 工作站进行靶心图定量,把左心室分为 17 节段分析心肌灌注和代谢。心肌灌注和代谢核素摄取采用半定量评分:正常为 1 分、稀疏为 2 分、明显稀疏为 3 分、缺损为 4 分。将灌注和代谢显像 17 节段的放射性计分分别相加,获得左心室灌注及代谢的总计分,反映心肌灌注及代谢水平。2 组患者分别于入选时及治疗后 3 个月时完成双核素心肌同步显像。治疗后 6 个月时因受试验条件的限制,未行该检查。

1.4 CSWT 方案 采用瑞士 Storz Modulith SLC 完成 CSWT。患者平卧,首先用机载超声探头锁定缺血靶心肌,然后采用体外心脏震波标准的 9 点疗法(每点发放 200 脉冲),逐级提高能量至患者能耐受的最高能量级(0.09 mJ/mm²),每周 3 次,共 3 周。

1.5 超声心动图检查

1.5.1 仪器 使用 GE Vivid E9 超声诊断仪,M5S 探头,频率 1.5~4.5 MHz,配备 EchoPAC 超声图

像分析工作站。

1.5.2 超声图像采集 2组患者均在治疗前及治疗后3个月、6个月时进行超声图像的采集。被检查者取左侧卧位,连接心电图,嘱受检者呼气末屏气,采集左心室心尖两腔、三腔、四腔心切面的动态图像(大于50帧/s),每个切面存储3个心动周期,存盘供脱机分析。

1.5.3 常规超声参数测量 根据美国超声心动图学会(ASE)超声心动图测量指南^[6],在胸骨旁左心室长轴切面测量左房前后径(left atrial diameter, LAD)、左心室舒张末期内径(LVEDD)、左心室收缩末内径(left ventricular end-systolic diameter, LVESD);采用Simpson双平面法测量LVEF。

1.5.4 应变参数测量 将左心室二维动态图像导入EchoPAC工作站。在AFI模式下,以主动脉瓣口血流频谱来确定主动脉瓣开放、关闭时间点,按照提示在各切面心内膜面选取二尖瓣瓣环两侧及心尖3个点,软件自动于收缩末期勾画左心室心内膜心肌及心外膜心肌。追踪不满意时手动微调,软件自动得出左心室心肌收缩期整体纵向应变(global longitudinal strain, GLS)、左心室心尖长轴整体应变(GLS-APLAX)、左心室心尖四腔整体应变(GLS-A4C)、左心室心尖两腔整体应变(GLS-A2C)。指标测量均根据指南^[7]要求进行,在不同心动周期测量3次取其平均值。

1.6 统计学处理 应用SPSS 17.0统计学软件进行分析。计量资料用 $\bar{x}\pm s$ 表示,组间比较用成组 t 检验,治疗前后组间比较用方差分析;计数资料以 $n(\%)$ 表示,组间比较采用成组 χ^2 检验。检验水准(α)为0.05。

2 结果

2.1 基线资料 结果(表1)表明:2组患者的年龄、性别、BMI、既往病史等差异均无统计学意义。

2.2 同位素心肌灌注及代谢情况 结果(表2)表明:2组核素心肌灌注显像总分与代谢显像总分差异均无统计学意义。对照组治疗后核素心肌灌注及代谢总分无明显改善;CSWT组治疗后3个月两指标均改善,与治疗前差异有统计学意义($P<0.05$)。

2.3 2组常规超声心动图参数比较 结果(表3)表明:两组基线LVEF、LVEDD、LVESD、LAD差异均无统计学意义。对照组药物治疗后3个月、6个

月上述指标无明显改善。CSWT组在治疗后3个月上述指标无明显改善;治疗后6个月,LVEF较治疗前增加($P<0.05$),LVEDD、LVESD、LAD均减小($P<0.05$)。

表1 2组患者的基线比较

项目	对照组 ($n=32$)	CSWT组 ($n=38$)	P 值
年龄/岁	64.4 $\pm$ 6.7	65.83 $\pm$ 6.3	0.25
男性 $n(\%)$	24(75.0)	29(76.3)	0.48
BMI/($\text{kg}\cdot\text{m}^{-2}$)	25.3 $\pm$ 2.5	25.93 $\pm$ 2.4	0.32
吸烟 $n(\%)$	11(34.0)	14(36.8)	0.41
高血压 $n(\%)$	20(62.5)	25(65.8)	0.39
糖尿病 $n(\%)$	10(31.2)	13(34.2)	0.46
高脂血症 $n(\%)$	19(59.3)	24(63.1)	0.27
病变血管数 $n(\%)$			
3支病变	10(31.3)	12(31.6)	0.89
2支病变	17(53.1)	20(52.6)	0.93
单支病变	5(15.6)	6(15.8)	0.91
药物治疗情况 $n(\%)$			
阿司匹林	30(93.8)	36(94.7)	0.86
他汀类	29(90.6)	35(92.1)	0.78
ACEI/ARB	30(93.8)	36(94.7)	0.85
β 受体阻滞剂	29(90.6)	34(89.5)	0.76
钙通道阻滞剂	13(40.6)	15(39.5)	0.69
硝酸酯类	19(59.4)	22(57.9)	0.58
利尿剂	17(53.1)	21(55.2)	0.67

BMI:体质指数;ACEI/ARB:血管紧张素转化酶抑制剂/血管紧张素Ⅱ受体阻滞剂。

表2 2组核素心肌灌注及代谢比较

组别	灌注显像总分	代谢显像总分
对照组		
治疗前	30.28 $\pm$ 2.34	26.17 $\pm$ 3.68
治疗后3个月	31.36 $\pm$ 2.25	25.22 $\pm$ 2.89
CSWT组		
治疗前	32.10 $\pm$ 3.45	27.19 $\pm$ 3.87
治疗后3个月	27.36 $\pm$ 4.12*	22.42 $\pm$ 4.01*

* $P<0.05$ 与同组治疗前比。

2.4 左心室二维心肌纵向应变参数 结果(表4)表明:2组基线GLS、GLS-APLAX、GLS-A4C、GLS-A2C差异均无统计学意义。对照组治疗后3个月、6个月上述指标均无明显改善。CSWT组治疗后3个月,上述指标均改善,与治疗前差异均有统计学意义($P<0.05$);治疗后6个月,上述指标进一步改善,与治疗前3个月差异均有统计学意义($P<0.05$)。图1显示CSWT前后左心室二维纵向应变情况。

表 3 2 组常规超声参数比较

组别	LVEF/%	LVEDD/mm	LVESD/mm	LAD/mm
对照组				
治疗前	50.21 ± 10.01	55.44 ± 10.01	40.34 ± 13.18	39.56 ± 8.32
治疗后 3 个月	50.33 ± 11.34	55.67 ± 9.88	40.43 ± 12.16	39.63 ± 8.56
治疗后 6 个月	50.67 ± 10.33	55.72 ± 11.33	40.67 ± 13.25	39.01 ± 5.89
CSWT 组				
治疗前	50.32 ± 12.69	56.80 ± 9.84	41.23 ± 12.34	39.80 ± 5.36
治疗后 3 个月	50.65 ± 11.26	57.62 ± 10.39	41.63 ± 12.57	39.43 ± 4.76
治疗后 6 个月	51.48 ± 11.97*	54.77 ± 6.92*	39.17 ± 10.07*	38.57 ± 3.54*

LVEF:左心室射血分数;LVEDD:左心室舒张末期内径;LVESD:左心室收缩末内径;LAD:左房内径; * $P<0.05$ 与同组治疗前比较。

表 4 2 组左心室二维纵向应变参数的比较

组别	GLS	GLS-APLAX	GLS-A4C	GLS-A2C
对照组				
治疗前	-12.33 ± 2.02	-12.93 ± 2.63	-12.83 ± 3.67	-10.02 ± 2.18
治疗后 3 个月	-13.34 ± 1.23	-13.32 ± 3.12	-13.38 ± 2.87	-10.76 ± 3.13
治疗后 6 个月	-13.69 ± 1.92	-13.78 ± 3.08	-14.01 ± 2.01	-11.59 ± 3.34
CSWT 组				
治疗前	-11.95 ± 2.81	-13.30 ± 4.13	-13.61 ± 3.53	-9.70 ± 3.61
治疗后 3 个月	-13.25 ± 3.44*	-14.01 ± 2.53*	-14.82 ± 3.28*	-10.25 ± 3.24*
治疗后 6 个月	-14.85 ± 3.12*△	-14.85 ± 3.07*△	-15.01 ± 3.08*△	-12.45 ± 3.07*△

GLS:左心室心肌整体纵向应变;GLS-APLAX:心尖长轴整体纵向应变;GLS-A4C:心尖四腔整体纵向应变;GLS-A2C:心尖两腔整体纵向应变; * $P<0.05$ 与同组治疗前相比; △ $P<0.05$ 与同组治疗后 3 个月相比。

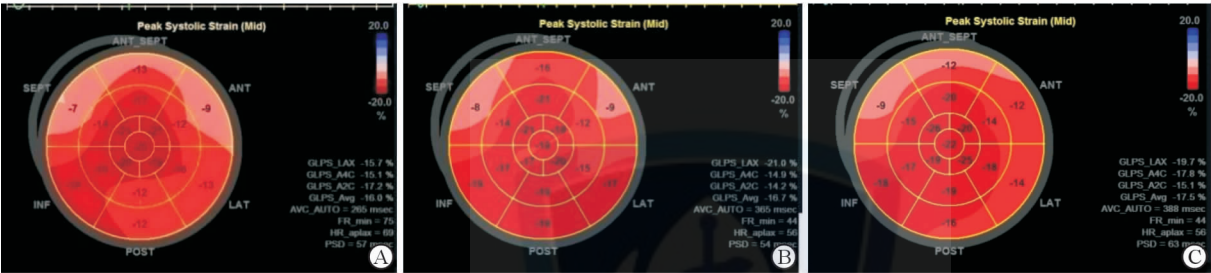


图 1 1 例典型 CAD 患者治疗前后左心室二维纵向应变情况

A:治疗前;B:治疗后 3 个月;C:治疗后 6 个月。

3 讨论

目前,CAD 最主要的治疗措施主要包括药物治疗、PCI 和 CABG。部分严重 CAD 患者经上述方法充分治疗后,仍面临顽固性胸痛、运动耐量降低、心力衰竭等威胁。STORZ 公司在多年制造体外震波碎石仪基础上于 2003 年研发出了体外 CWST 系统。该系统是一种新型无创治疗缺血性心脏病的冲击波治疗仪。CSWT 系统可滴定式释放经过聚焦的脉冲能量,促进心肌组织细胞产生一氧化氮和血管内皮生长因子(VEGF),促进血管的再生,扩张血管,改善心肌微循环,减少心脏缺血事件^[8-10]。国内外多项临床研究^[1-3]证实,体外 CWST 能改善 CAD 患者的心功能,且能显著改善左心室心肌血流灌注和心肌代谢,特别是能为顽固性心绞痛和缺血

性心脏病患者带来临床获益。

斑点追踪技术通过识别心肌斑点信号,快速获取心肌各节段的运动信号,可定量评估心脏的收缩功能。斑点追踪技术操作简便、可重复性高,通过该技术可发现左心室心肌在长轴方向上的运动对左心室收缩起主要作用。国外一项荟萃分析^[11]显示,GLS 可作为心肌缺血的早期辅助标志,能准确识别中-重度冠状动脉狭窄,可用于有症状的中-重度阻塞性 CAD 患者。左心室心肌纵向应变变化对 ASI 有诊断和预测价值,而且是严重 CAD 的独立预测因子^[12-13]。

^{99m}Tc-MIBI 及 ¹⁸F-FDG 双核素心肌单光子发射计算机显像(SPECT)对检测 CAD 患者缺血及存活心肌有较高的特异度及灵敏度^[14]。本研究通过双核素心肌显像发现,接受 CSWT 的患者治疗后 3 个

月心肌灌注及代谢显像均较治疗前改善,而未接受 CSWT 的对照组患者短期内心肌灌注及代谢未见明显变化,提示 CSWT 可改善 CAD 患者心肌灌注及代谢。但受试验条件限制,治疗后 6 个月未再行双核素心肌显像,因此随访周期偏短。

本研究中,CSWT 治疗后 3 个月,LVEF、LVEDD、LVESD、LAD 无明显改善($P>0.05$),但 GLS、GLS-APLAX、GLS-A4C、GLS-A2C 均改善($P<0.05$)。本研究结果提示,GLS 能早于 LVEF 等心功能参数识别左心室收缩功能的变化。原因可能为发生冠状动脉狭窄时,GLS 是心肌张力受损的第 1 个维度,可反映心内膜的损伤^[8],因此经过 CSWT 后,GLS 也是最先改善的指标,支持双核素心肌显像结果。CSWT 组治疗后 6 个月,GLS、GLS-APLAX、GLS-A4C、GLS-A2C 进一步改善,与治疗 3 个月相比,差异有统计学意义($P<0.05$),此时,LVEF、LVEDD、LVESD、LAD 也明显改善。

本研究的局限性:(1)样本量相对较少,随访时间短;(2)缺乏节段性的左心室二维心肌纵向应变分析;(3)二维斑点追踪技术操作要求较高。

综上所述,CAD 患者经 CSWT 后,心肌灌注及代谢均改善,同时左心室二维纵向应变及左心室收缩功能改善,二维纵向应变的改善早于 LVEF 的改善。因此,CAD 患者体外 CWST 后,用二维纵向应变能评价左心室心肌收缩功能,能更早发现左心室心肌收缩功能变化,为临床医师判断疗效提供了更好的依据。左心室二维斑点追踪技术较双核素心肌显像简便易行、可重复性高^[15]、价格低廉,但能否完全替代双核素心肌显像,还需更大样本量、更长时间的随访来证实。

参考文献

[1] MEGLIO D F, NURZYNSKA D, CASTALDO C, et al. Cardiac shock wave therapy: assessment of safety and new insights into mechanisms of tissue regeneration[J]. J Cell Mol Med, 2012, 16(4):936-942.

[2] YANG P, GUO T, WANG W, et al. Randomized and double-blind controlled clinical trial of extracorporeal cardiac shock wave therapy for coronary heart disease[J]. Heart Vessels, 2013, 28(3):284-291.

[3] SCHMID J P, CAPOFERRI M, WAHL A, et al. Cardiac shock wave therapy for chronic refractory angina pectoris. A prospective placebo-controlled randomized trial [J]. Cardiovasc Ther, 2013, 31(3): e1-e6.

[4] HUBERT A, LE ROLLE V, LECLERCQ C, et al. Estimation of myocardial work from pressure-strain loops

analysis: an experimental evaluation [J]. Eur Heart J Cardiovasc Imaging, 2018, 19(12):1372-1379.

[5] BIERING-SØRENSEN T, HOFFMANN S, MOGELVANG R, et al. Myocardial strain analysis by 2-dimensional speckle tracking echocardiography improves diagnostics of coronary artery stenosis instable angina pectoris[J]. Circ Cardiovasc Imaging, 2014, 7(1):58-65.

[6] 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. e41.

[7] VOIGT J U, PEDRIZZETTI G, LYSYANSKY P, et al. Definitions for a common standard for 2D speckle tracking echocardiography: consensus document of the EACVI/ASE/Industry Task Force to standardize deformation imaging[J]. Eur Heart J Cardiovasc Imaging, 2015, 16(1):1-11.

[8] CASSAR A, PRASAD M, RODRIGUEZ-PORCEL M, et al. Safety and efficacy of extracorporeal shock wave myocardial revascularization therapy for refractory angina pectoris[J]. Mayo Clin Proc, 2014, 89(3):346-354.

[9] DUQUE A S, CECCON C L, JRMATHIAS W, et al. Cardiac shock wave therapy improves myocardial perfusion and preserves left ventricular mechanics in patients with refractory angina: a study with speckle tracking echocardiography [J]. Echocardiography, 2018, 35 (10): 1564-1570.

[10] 李 鹏, 谭 潇, 刘保逸, 等. 体外心脏震波治疗对冠心病患者预后影响的荟萃分析[J]. 中国心血管杂志, 2018, 23(3): 208-212.

[11] LIOU K, NEGISHI K, HO S, et al. Detection of obstructive coronary artery disease using peak systolic global longitudinal strain derived by two-dimensional speckle-tracking: a systematic review and meta-analysis [J]. J Am Soc Echocardiogr, 2016, 29(8):724-735.

[12] ATICI A, BARMAN H A, DURMAZ E, et al. Predictive value of global and territorial longitudinal strain imaging in detecting significant coronary artery disease in patients with myocardial infarction without persistent ST-segment elevation [J]. Echocardiography, 2019, 36(3):512-520.

[13] CASPAR T, SAMET H, OHANA M, et al. Longitudinal 2D strain can help diagnose coronary artery disease in patients with suspected non-ST-elevation acute coronary syndrome but apparent normal global and segmental systolic function[J]. Int J Cardiol, 2017, 236:91-94.

[14] LÖFFLER A I, KRAMER C M. Myocardial viability testing to guide coronary revascularization [J]. Interv Cardiol Clin, 2018, 7(3):355-365.

[15] 李 政, 潘翠珍, 舒先红. 应用二维斑点追踪技术评价正常人左室整体及节段收缩功能[J]. 中国临床医学, 2017, 24(1): 47-50.