

· 心脏康复 ·

【编者按】《中国心血管病报告2017》数据显示,我国心血管疾病患病率及病死率呈上升阶段,其防治工作面临严峻挑战。目前,欧洲心脏病学会、美国心脏协会和美国心脏病学会已将心脏康复列为心血管疾病防治的I级推荐,但心脏康复在我国发展起步晚。本期“心脏康复”栏目中任斌等回顾了我国心脏康复发展历程并综述了心脏运动康复的研究进展,刘晓芹等采用文献计量学评价了我国心脏康复研究现状及问题;杨国慧等、杨秀艳等以心脏康复核心内容——心脏运动康复为切入点,分别探讨了家庭自主式心脏运动康复及虚拟现实技术支持下分级运动康复与认知功能训练效果,对探索符合我国国情及特色的心脏康复模式具有一定参考价值,敬请关注!

我国心脏康复发展历程及心脏运动康复研究进展

任斌¹, 刘达瑾², 孔永梅³

【摘要】随着近年来医疗技术如经皮冠状动脉介入治疗、冠状动脉旁路移植术等的进步,我国冠心病患者病死率有所下降,但仍有部分冠心病患者经治疗后未能回归正常生活。心脏康复作为治疗心血管疾病的新模式,可通过全面精准管理和全程康复而有效提高冠心病患者心血管健康获益。本文综述了我国心脏康复的发展历程及心脏运动康复研究进展,以期对冠心病的有效防治提供参考。

【关键词】冠心病;心脏康复;运动康复;综述

【中图分类号】R 541.4 【文献标识码】A DOI: 10.3969/j.issn.1008-5971.2019.01.001

任斌, 刘达瑾, 孔永梅. 我国心脏康复发展历程及心脏运动康复研究进展 [J]. 实用心脑血管病杂志, 2019, 27 (1): 1-4. [www.syxnf.net]

REN B, LIU D J, KONG Y M. Development history of cardiac rehabilitation in China and research progress on cardiac exercise rehabilitation [J]. Practical Journal of Cardiac Cerebral Pneumal and Vascular Disease, 2019, 27 (1): 1-4.

Development History of Cardiac Rehabilitation in China and Research Progress on Cardiac Exercise Rehabilitation

REN Bin¹, LIU Dajin², KONG Yongmei³

1. Shanxi Medical University, Taiyuan 030001, China

2. Department of Cardiovascular Medicine, the First Hospital of Shanxi Medical University, Taiyuan 030001, China

3. Rehabilitation Department, Cardiovascular Hospital Affiliated to Shanxi Medical University, Taiyuan 030001, China

Correspond author: LIU Dajin, E-mail: ldj0610@163.com

【Abstract】With the development of clinical medical technology (such as PCI and CABG) in recent years, the mortality of patients with coronary heart disease significantly decreased, but some patients failed to return to normal life even after treatment. Cardiac rehabilitation (CR), as an innovative treatment model for cardiovascular disease, can effectively improve the cardiovascular health benefits of coronary heart disease patients through comprehensive accurate management and full-course rehabilitation. This paper reviewed the development history of cardiac rehabilitation in China and research progress for cardiac exercise rehabilitation, in order to provide a reference for the effective preventive and treatment of coronary heart disease.

【Key words】Coronary heart disease; Cardiac rehabilitation; Exercise rehabilitation; Review

冠心病是中老年人群中常见心血管疾病之一,随着社会化进程及人口老龄化加剧、生活方式改变,近年来我国冠心病发病率出现年轻化趋势,且低收入人群冠心病患病率呈现快速增长趋势。据统计,2016年全国采用经皮冠状动脉介入术(PCI)治疗的冠心病患者所占比例明显升高,其中ST段

抬高型心肌梗死患者直接行PCI者所占比例为38.9%^[1]。PCI对冠心病的治疗效果毋庸置疑,但冠心病危险因素并未随PCI治疗患者所占比例升高而降低,且PCI后并发症发生风险较高^[2-3]。

心脏康复使冠心病实现了从治疗到预防转变,目前已成为治疗冠心病的有效手段之一,有利于延缓冠心病进展,降低患者血管重建率及医疗费用,改善患者精神状态,提高患者运动能力等^[2, 4-8]。心脏运动康复是心脏康复的核心内容,而积极创新心脏康复模式、实现心脏康复的最大获益是目前

1.030001 山西省太原市,山西医科大学

2.030001 山西省太原市,山西医科大学第一医院心血管内科

3.030001 山西省太原市,山西医科大学附属心血管病医院康复科

通信作者:刘达瑾, E-mail: ldj0610@163.com

心脏康复研究最主要的使命和目标。本文综述了我国心脏康复的发展历程及心脏运动康复研究进展,以期对冠心病的有效防治提供参考。

1 我国心脏康复的发展历程

20世纪60年代,心脏康复开始在我国得到发展,其最初是指风湿性心脏病的运动康复,后逐渐由慢性冠心病患者心脏康复发展为急性心血管疾病患者心脏康复^[9];21世纪初,由胡大一教授提出的心脏康复五大处方开启了我国心脏康复的新纪元^[10]。近年来,我国相继制定并颁布了《经皮冠状动脉介入治疗术后运动康复专家共识》^[3]《冠心病康复与二级预防中国专家共识》^[11]《在心血管科就诊患者的心理处方中国专家共识》^[12]《冠心病患者运动治疗中国专家共识》^[13]等多部专家共识,这对我国心脏康复发展具有重要推动作用。在2018年美国心脏病学会(ACC)上由中国康复医学会心血管病学分会公布的我国心脏康复现状调查结果数据显示,全国22%的医院开展了心脏康复项目,其中开展I期心脏康复的医院占13%,开展II期心脏康复的医院占17%,同时开展I期和II期心脏康复的医院占8%^[14]。

2 心脏运动康复的研究进展

2.1 生理性缺血训练(physical ischemic training, PIT)

运动处方是心脏康复的重要组成部分,指在个体化原则指导下,根据心肺运动试验及对患者病情的精准评估、通过各种运动器械或操作使患者合理运动的康复方案。PIT是近年来提出的运动康复治疗方式,主要通过心肌缺血的自我保护机制而改善患者心肌缺血区供血,备受临床医生重视。研究表明,PIT可增加内皮型一氧化氮合酶mRNA及蛋白表达,促进血管内皮生长因子(vascular endothelial growth factor, VEGF)、内皮祖细胞(endothelial progenitor cells, EPCs)及一氧化氮水平升高并增加一氧化氮介导的骨髓内皮祖细胞动员,从而提高局部缺血心肌毛细血管密度和冠状动脉侧支循环血流量^[15]。动物实验结果表明,PIT可保护免血管内皮功能,减缓动脉粥样硬化斑块形成速度^[16],并可通过改变免骨骼肌细胞氧化电位及纤维分布而增加骨骼肌收缩耐力,提示PIT有利于提高冠心病患者运动能力^[17]。需要注意的是,PIT可能诱发缺血性心肌再发缺血损伤,因此其作用机制、安全性等仍需进一步研究证实。

2.2 高强度间歇训练(high-intensity interval training, HIIT)

有氧运动是运动处方的核心内容,主要包括低强度持续训练、中强度持续训练(moderate-intensity continuous training, MCT)及HIIT^[18],为了降低运动风险,既往指南推荐MCT作为冠心病患者运动康复方案^[19],但随着康复治疗技术发展,目前已有研究表明HIIT在冠心病患者中的心脏康复效果优于MCT^[20]。HIIT将短时间、高强度运动训练与低强度运动训练结合,每2次高强度训练间加1次低强度训练或休息间歇期,主要分为以下3种类型:(1)长时间:3~5 min 80%~90%峰值摄氧量;(2)中等时间:1~3 min 95%~100%峰值摄氧量;(3)短时间:10 s~1 min 100%~120%峰值摄氧量^[21]。JAUREGUIZAR等^[22]将72例稳定型心绞痛或心肌梗死患者分为HIIT组和MCT组,结果显示两组患者峰值摄氧量、无氧阈、6分钟步行距离均增加,但HIIT组患者峰值摄氧

量、无氧阈及6分钟步行距离的增加幅度均高于MCT组,提示HIIT更利于提高冠心病患者运动耐力;VILLELABEITIA-JAUREGUIZAR等^[23]研究结果显示,与MCT相比,HIIT可更有效地提高冠心病患者第1分钟、第2分钟心率恢复率〔(15.44±7.04)%比(21.22±6.62)%、(23.73±9.64)%比(31.52±8.02)%〕;MUNK等^[24]研究发现,HIIT可有效降低冠心病患者PCI后血管再狭窄率;HANNAN等^[25]进行的Meta分析结果显示,持续6周以上的HIIT可使冠心病患者心肺健康状况得到最大限度改善,且训练期间未增加住院治疗、死亡或心脏事件发生风险;但TSCHENTSCHER等^[26]研究发现,HIIT与MCT的心脏康复效果相当,而GOMESNETO等^[27]研究证实,行MCT者与行HIIT者生活质量、身体、情感和社会领域评分间无统计学差异。因此,HIIT的心脏康复效果尚存在一些争议,哪种运动强度效果最佳仍有待多中心、随机对照研究进一步证实。

2.3 增强型体外反搏(enhanced external counterpulsation, EECP)

EECP于20世纪70年代开始被用于治疗缺血性心脏病^[28]。2013年欧洲心脏病协会指南推荐EECP作为心脏康复方式^[29],2014年我国《心血管疾病康复处方——增强型体外反搏应用国际专家共识》^[30]推荐EECP作为心脏康复方式。EECP的作用机制主要分为以下2个方面:(1)血流动力学层面:EECP可使冠状动脉血流速度增快及压力增加,继而改善左心室舒张、收缩功能,同时可增加回心血量、降低外周血管阻力,有利于促进冠状动脉侧支循环形成、增加心肌供血;(2)分子细胞层面:EECP可增加一氧化氮水平、降低内皮素1水平、减少炎性递质释放、抑制脂质过氧化应激及血管炎性反应,同时可动员循环EPCs、增加血管顺应性、延缓动脉粥样硬化进展,具有一定血管保护作用。

SARDARI等^[31]研究表明,EECP可有效延长冠心病患者运动持续时间并增加最大负荷,有效增加左心室射血分数<40%的冠心病患者1 min运动后心率恢复率;RAZA等^[32]研究表明,EECP可有效改善冠心病患者主动脉瓣反射时间和幅度,降低心肌耗氧指数,从而改善左心室功能;肖永莉等^[33]将60例冠心病患者分为体外反搏组和对照组,结果显示,体外反搏组患者临床疗效总有效率、心电图疗效总有效率均高于对照组(96.7%比73.3%、93.3%比70.0%),证实EECP可有效减少冠心病患者胸痛发作次数、降低ST段下降幅度、提高左心室射血分数;孙刚等^[34]研究表明,EECP可有效改善不稳定型心绞痛患者PCI后短期血流动力学,且安全性较高,提示冠心病患者PCI后行EECP安全有效。

2.4 体外心脏震波(extracorporeal cardiac shock wave therapy, CSWT)

CSWT是目前心脏康复领域新兴、前沿技术,其作为一种无创而有效的血运重建手段,在心脏康复领域具有一定优势。CSWT主要通过超声波作用于心肌而产生多种方向的作用力及震动效应,进而提高血管内皮生长因子B、趋化因子配体1、趋化因子配体2、趋化因子配体3、肿瘤坏死因子受体、超家族成员12A抗体的mRNA表达,降低丝裂原激活蛋白激酶9 mRNA的表达^[35-36],最终达到促进微血管再生、改善心肌灌注的目的。研究表明,整合素连接激酶(integrin linked kinase, ILK)表达可能是CSWT促进冠状动脉侧支形

成的关键调节因子之一,同时也是一系列生物力学效应的关键因素,有望成为CSWT生物力学机制研究的新突破点^[37]。此外,CSWT对缺血/缺氧诱导的细胞凋亡还具有一定保护作用,其作用机制可能与激活蛋白激酶B途径、上调Bcl-2表达、下调促凋亡分子Bax及半胱氨酸-天冬氨酸蛋白酶3表达有关^[38]。

ZUOZIENE等^[39]研究表明,CSWT可有效减少冠心病患者硝酸盐类药物用量,改善由心脏磁共振成像(MRI)评估的左心室射血分数及放射性核素计算机断层显像评估的心肌灌注,降低由超声心动图评价的室壁运动评分指数;NIRALA等^[40]通过对52例冠心病患者进行6年随访证实,CSWT可有效改善冠心病患者临床症状,提高患者生活质量;但LIU等^[41]研究发现,CSWT对大鼠血流动力学指标、血清肌钙蛋白I及左心室功能无明显影响,未引起心肌炎性反应和纤维化改变,通过电子显微镜观察也未对心肌超微结构造成明显的额外损伤,因此,尽管CSWT在冠心病患者心脏康复方面的应用及研究时间较短,但其安全性较高,有一定推广应用价值^[42]。

3 心脏运动康复的安全性

尽管大量研究证实冠心病患者可从心脏康复中明显获益,但任何运动或训练方式均存在一定风险,运动训练中不良事件发生风险仍不可忽视。有调查结果显示,运动康复中非致死性心血管事件发生率为1/34 673人次/h,致死性心血管事件发生率为1/116 402人次/h^[13];终身运动量>2 000 MET-min/周可增加冠状动脉钙化及斑块发生风险^[43]。

4 小结与展望

综上所述,尽管冠状动脉血运重建的发展开创了冠心病治疗的新时代,但这并不能解决所有的心血管疾病,改善冠心病患者心脏及机体功能仍然任重道远。心脏康复的发展具有很大的社会和经济效益,也是减轻国家、社会及个人医疗负担的重要途径。近年来医疗卫生体制深入改革、互联网及远程医疗技术发展为心脏康复的普及及推广创造了良好的契机,但我国心脏康复研究尚处于起步阶段,高质量研究相对缺乏,因此应进一步开展大规模临床试验以探索冠心病患者心脏康复的合理运动处方、潜在风险预测指标、EECP及CSWT等的作用机制等,以提高冠心病患者心脏康复的有效性及其安全性。

参考文献

- [1] 陈伟伟,高润霖,刘力生,等.《中国心血管病报告2017》概要[J].中国循环杂志,2018,33(1):1-8.
- [2] KWOK C S, KHAN M A, RAO S V, et al. Access and non-access site bleeding after percutaneous coronary intervention and risk of subsequent mortality and major adverse cardiovascular events: systematic review and meta-analysis [J]. *Circ Cardiovasc Interv*, 2015, 8(4): e001645. DOI: 10.1161/CIRCINTERVENTIONS.114.001645.
- [3] 陈纪言,陈韵岱,韩雅玲.经皮冠状动脉介入治疗术后运动康复专家共识[J].中国介入心脏病学杂志,2016,24(7):361-369. DOI: 10.3969/j.issn.1004-8812.2016.07.001.
- [4] 马云飞,王洪娟,王俊峰,等.急性心肌梗死患者PCI术后的心脏康复现状及进展[J].中国老年学杂志,2017,37(7):1778-1779. DOI: 10.3969/j.issn.1005-9202.2017.07.091.
- [5] 刘佳妮,徐峰.心脏康复运动指导对ACS患者介入术后生活质量的影 响[J].心血管康复医学杂志,2017,26(6):581-586. DOI: 10.3969/j.issn.1008-0074.2017.06.01.
- [6] 蒲静,王秋林,王沛坚,等.运动训练对女性急性心肌梗死患者经皮冠状动脉介入治疗后预后的影响[J].实用心脑血管病杂志,2017(12):109-113. DOI: 10.3969/j.issn.1008-5971.2017.12.029.
- [7] 钱毅东.综合心脏康复治疗对冠状动脉硬化性心脏病介入术后患者的效果[J].中西医结合心血管病电子杂志,2017,5(27):40. DOI: 10.3969/j.issn.2095-6681.2017.27.029.
- [8] 常秀群,孔永梅,姜芳荣,等.运动康复模式对糖尿病患者糖脂代谢及生活质量的影响[J].慢性病学杂志,2017,18(10):1089-1092.
- [9] 陆晓.心脏康复的演变与进展[J].中国康复医学杂志,2017,32(1):4-9. DOI: 10.3969/j.issn.1001-1242.2017.01.003.
- [10] 国家心血管病中心《中西医结合I期心脏康复专家共识》专家委员会.中西医结合I期心脏康复共识[J].中华高血压杂志,2017,25(12):1140-1148. DOI: 10.16439/j.cnki.1673-7245.2017.12.018.
- [11] 中华医学会心血管病学分会,中国康复医学会心血管病专业委员会,中国老年学学会心脑血管病专业委员会.冠心病康复与二级预防中国专家共识[J].中华心血管病杂志,2013,41(4):267-275. DOI: 10.3760/ema.j.issn.0253-3758.2013.04.003.
- [12] 中国康复学会心血管病专业委员会,中国老年学学会心脑血管病专业委员会.在心血管科就诊患者的心理处方中国专家共识[J].中华心血管病杂志,2014,42(1):6-13. DOI: 10.3760/ema.j.issn.0253-3758.2014.01.003.
- [13] 中华医学会心血管病学分会预防学组,中国康复医学会心血管病专业委员会.冠心病患者运动治疗中国专家共识[J].中华心血管病杂志,2015,43(7):575-588. DOI: 10.3760/ema.j.issn.0253-3758.2015.07.004.
- [14] 丁荣晶,胡大一.中国心脏康复服务发展不平衡,未来心脏康复发展潜力巨大[R/OL].(2018-03-13)[2018-09-01]. <http://acc2018.icirculation.com/newsview-32349-310-0.html>.
- [15] GUO Y, LEDESMA R A, PENG R, et al. The Beneficial Effects of Cardiac Rehabilitation on the Function and Levels of Endothelial Progenitor Cells [J]. *Heart Lung Circ*, 2016, 26(1):10-17. DOI: 10.1016/j.hlc.2016.06.1210.
- [16] 孔明涯,陆晓,林松,等.生理性缺血训练对动脉粥样硬化进程中兔血管内皮的影响[J].中国康复医学杂志,2017,32(1):10-14. DOI: 10.3969/j.issn.1001-1242.2017.01.004.
- [17] ZHAO Y, LI J, LIN A, et al. Improving angiogenesis and muscle performance in the ischemic limb model by physiological ischemic training in rabbits [J]. *Am J Phys Med Rehabil*, 2011, 90(12):1020-1029. DOI: 10.1097/phm.0b013e318238a166.
- [18] 曹克勇,李雪芹,祝腊香,等.不同强度有氧运动对男性老年人骨密度和体成分的影响[J].中国康复,2016,31(2):91-93. DOI: 10.3870/zgkf.2016.02.003.
- [19] GAYDA M, RIBEIRO P A, JUNEAU M, et al. Comparison of Different Forms of Exercise Training in Patients With Cardiac Disease: Where Does High-Intensity Interval Training Fit? [J]. *Can J Cardiol*, 2016, 32(4):485-494. DOI: 10.1016/j.cjca.2016.01.017.

- [20] LIOU K, HO S, FILDES J, et al. High Intensity Interval versus Moderate Intensity Continuous Training in Patients with Coronary Artery Disease: A Meta-analysis of Physiological and Clinical Parameters [J]. *Heart Lung Circ*, 2016, 25 (2): 166-174. DOI: 10.1016/j.hlc.2015.06.828.
- [21] MEYER P, GAYDA M, JUNEAU M, et al. High-intensity aerobic interval exercise in chronic heart failure [J]. *Curr Heart Fail Rep*, 2013, 10 (2): 130-138. DOI: 10.1007/s11897-013-0130-3.
- [22] JAUREGUIZAR K V, VICENTE-CAMPOS D, BAUTISTA L R, et al. Effect of High-Intensity Interval Versus Continuous Exercise Training on Functional Capacity and Quality of Life in Patients With Coronary Artery Disease: A RANDOMIZED CLINICAL TRIAL [J]. *J Cardiopulm Rehabil Prev*, 2016, 36 (2): 96-105. DOI: 10.1097/HCR.0000000000000156.
- [23] VILLELABEITIA-JAUREGUIZAR K, VICENTE-CAMPOS D, SENEN A B, et al. Effects of high-intensity interval versus continuous exercise training on post-exercise heart rate recovery in coronary heart-disease patients [J]. *Int J Cardiol*, 2017, 244: 17-23. DOI: 10.1016/j.ijcard.2017.06.067.
- [24] MUNK P S, BRELAND U M, AUKRUST P, et al. High intensity interval training reduces systemic inflammation in post-PCI patients [J]. *Eur J Cardiovasc Prev Rehabil*, 2011, 18 (6): 850-857. DOI: 10.1177/1741826710397600.
- [25] HANNAN A L, HING W, SIMAS V, et al. High-intensity interval training versus moderate-intensity continuous training within cardiac rehabilitation: a systematic review and meta-analysis [J]. *Open Access J Sports Med*, 2018, 9: 1-17. DOI: 10.2147/OAJSM.S150596.
- [26] TSCHENTSCHER M, EICHINGER J, EGGER A, et al. High-intensity interval training is not superior to other forms of endurance training during cardiac rehabilitation [J]. *Eur J Prev Cardiol*, 2016, 23 (1): 14-20. DOI: 10.1177/2047487314560100.
- [27] GOMESNETO M, DURÃES A R, REIS H F C D, et al. High-intensity interval training versus moderate-intensity continuous training on exercise capacity and quality of life in patients with coronary artery disease: A systematic review and meta-analysis [J]. *Eur J Prev Cardiol*, 2017, 24 (16): 1696-1707. DOI: 10.1177/2047487317728370.
- [28] SOROFF H S, HUI J, GIRON F. Current status of external counterpulsation [J]. *Crit Care Clin*, 1986, 2 (2): 277-295.
- [29] Task Force Members, MONTALESCOT G, SECHTEM U, et al. 2013 ESC guidelines on the management of stable coronary artery disease: the Task Force on the management of stable coronary artery disease of the European Society of Cardiology [J]. *Eur Heart J*, 2013, 34 (38): 2949-3003. DOI: 10.1093/eurheartj/ehz296.
- [30] 国际体外反搏学会, 中国康复医学会心血管病专业委员会, 中国老年学学会心脑血管病专业委员会. 心血管疾病康复处方——增强型体外反搏应用国际专家共识 [J]. *中华内科杂志*, 2014, 53 (7): 587-590. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0578-1426.2014.07.024.
- [31] SARDARI A, HOSSEINI S K, BOZORGI A, et al. Effects of enhanced external counterpulsation on heart rate recovery in patients with coronary artery disease [J]. *J Tehran Heart Cent*, 2018, 13 (1): 13-17.
- [32] RAZA A, STEINBERG K, TARTAGLIA J, et al. Enhanced External Counterpulsation Therapy: Past, Present, and Future [J]. *Cardiol Rev*, 2017, 25 (2): 59-67. DOI: 10.1097/CRD.0000000000000122.
- [33] 肖永莉, 李兴国, 刘品, 等. 体外反搏治疗冠状动脉粥样硬化性心脏病的疗效观察 [J]. *中国循证心血管医学杂志*, 2016, 8 (3): 311-313. DOI: 10.3969/j.issn.1674-4055.2016.03.15.
- [34] 孙刚, 吴宇红, 张学芳, 等. 增强型体外反搏对不稳定型心绞痛患者经皮冠状动脉介入治疗后血流的短期效应与安全性 [J]. *岭南心血管病杂志*, 2018, 24 (1): 9-13. DOI: 10.3969/j.issn.1007-9688.2018.01.03.
- [35] 宋孟仙, 刘华, 王雯霞, 等. 体外心脏震波治疗对缺血性心力衰竭患者的疗效及其机制研究 [J]. *临床心血管病杂志*, 2016, 32 (9): 938-942.
- [36] KAISER R A, LIANG Q, BUENO O, et al. Genetic Inhibition or Activation of JNK1/2 Protects the Myocardium from Ischemia-Reperfusion-induced Cell Death in Vivo [J]. *J Biol Chem*, 2005, 280 (38): 32602-32608. DOI: 10.1074/jbc.M500684200.
- [37] YANG W, YAN H, GAN L, et al. Cardiac shock wave therapy promotes arteriogenesis of coronary microvessel, and ILK is involved in the biomechanical effects by proteomic analysis [J]. *Sci Rep*, 2018, 8 (1): 1814. DOI: 10.1038/s41598-018-19393-z.
- [38] YU W, SHEN T, LIU B, et al. Cardiac shock wave therapy attenuates H9c2 myoblast apoptosis by activating the AKT signal pathway [J]. *Cell Physiol Biochem*, 2014, 33 (5): 1293-1303. DOI: 10.1159/000358697.
- [39] ZUOZIENE G, LEIBOWITZ D, CELUTKIENE J, et al. Multimodality imaging of myocardial revascularization using cardiac shock wave therapy [J]. *Int J Cardiol*, 2015, 187: 229-230. DOI: 10.1016/j.ijcard.2015.03.306.
- [40] NIRALA S, WANG Y, PENG Y Z, et al. Cardiac shock wave therapy shows better outcomes in the coronary artery disease patients in a long term [J]. *Eur Rev Med Pharmacol Sci*, 2016, 20 (2): 330-338.
- [41] LIU B, ZHANG Y, JIA N, et al. Study of the Safety of Extracorporeal Cardiac Shock Wave Therapy: Observation of the Ultrastructures in Myocardial Cells by Transmission Electron Microscopy [J]. *J Cardiovasc Pharmacol Ther*, 2017, 23 (1): 79-88. DOI: 10.1177/1074248417725877.
- [42] 刘伟静, 沈建颖, 朱梦云, 等. 体外心脏震波治疗顽固性心绞痛的有效性和安全性 [J]. *上海医学*, 2017, 40 (4): 206-209.
- [43] AENGEVAEREN V L, MOSTERD A, BRABER T L, et al. Relationship Between Lifelong Exercise Volume and Coronary Atherosclerosis in Athletes [J]. *Circulation*, 2017, 136 (2): 138-148. DOI: 10.1161/CIRCULATIONAHA.117.027834.

(收稿日期: 2018-10-27; 修回日期: 2019-01-16)

(本文编辑: 刘新蒙)