

# 心脏康复治疗冠心病的临床应用进展

张华胜<sup>1,2</sup> 王钰<sup>2</sup>

(1. 昆明医科大学, 云南 昆明 650500; 2. 昆明医科大学第一附属医院心内科, 云南 昆明 650032)

**【摘要】**心脏康复治疗是冠心病患者除传统药物治疗和手术治疗外的新型治疗手段。近年来,探讨心脏康复治疗对冠心病患者的受益以及可能的作用机制越来越多,如何客观和准确地评价心脏康复治疗的效果和各种康复治疗方法的差异性,是此类研究关注的重点。现从国内外相关研究基础上,分别介绍心肺运动试验、增强型体外反搏装置和体外心脏震波治疗系统,从治疗方法发展和临床应用进行综述,期望能为冠心病患者心脏康复治疗的研究与应用提供参考。

**【关键词】**心脏康复;心肺运动试验;增强型体外反搏;体外心脏震波治疗

**【DOI】**10.16806/j.cnki.issn.1004-3934.2020.07.008

## Application of Cardiac Rehabilitation in Treatment of Coronary Artery Disease

ZHANG Huasheng<sup>1,2</sup>, WANG Yu<sup>2</sup>

(1. Kunming Medical University, Kunming 650500, Yunnan, China; 2. Department of Cardiology, The First Affiliated Hospital of Kunming Medical University, Kunming 650032, Yunnan, China)

**【Abstract】** Cardiac rehabilitation is a new treatment for patients with coronary artery disease in addition to traditional drug therapy and surgical treatment. In recent years, there are more and more researches on the benefits and possible mechanisms of cardiac rehabilitation therapy for patients with coronary artery disease. How to objectively and accurately evaluate the effect of cardiac rehabilitation therapy and the differences of various treatment methods, is the focus of this kind of research. On the basis of related research at home and abroad, this paper introduces cardiopulmonary exercise test, enhanced external counterpulsation device and extracorporeal cardiac shock wave therapy system, and summarizes the development and clinical application of treatment methods. It is expected to provide the reference for the research and application of cardiac rehabilitation therapy for patients with coronary artery disease.

**【Key words】** Cardiac rehabilitation; Cardiopulmonary exercise test; Enhanced external counterpulsation; Cardiac shock wave therapy

当前,中国心血管疾病发病率呈逐年上升,且致死和致残率高,已成为重大的公共卫生问题。相关调查显示,中国现有心血管病患者人数约2.9亿,其中冠心病(coronary artery disease, CAD)患者为1100万<sup>[1]</sup>。CAD已成为威胁人类健康的头号杀手<sup>[2]</sup>。随着国内经济飞速发展,国民生活水平不断提高。国民生活节奏加快、精神压力增加、作息不规律、低体力劳动和高饱和脂肪酸饮食等多种因素促使罹患CAD人群集中且呈现年轻化趋势。国民健康整体水平持续下滑,当务之急是控制并降低CAD患病率以及致死和致残率。

目前临床上治疗CAD常用方法有:药物性治疗、经皮冠脉介入术(percutaneous coronary intervention, PCI)、冠状动脉旁路移植术、干细胞移植、免疫调控以

及心脏移植术。上述治疗方法虽能使大多数CAD患者获益,但又面临病情变化、疗效有限、并发症多、费用昂贵和技术复杂等问题困扰<sup>[3-4]</sup>。例如,急性冠脉综合征患者起病急、死亡率高和愈后差,术后恢复期多出现心功能降低、耐力下降、活动受限和反复出现不稳定型心绞痛等情况。使得住院率随之增加,阻碍了中国医疗健康事业的发展,同时增加患者医疗费用支出和国家经济负担,迫切需尽快拿出解决问题的方案。

心脏康复的提出正是解决问题的治病良方<sup>[5]</sup>。随着心脏康复理念推广、康复治疗临床应用和相关指南的推荐,切实改善了现状。为进一步探讨心脏康复治疗对CAD患者的临床应用和发展现状,综述如下。

基金项目:云南省科技厅科技计划项目(2018FE001);昆明医科大学研究生创新研究基金(2019S022)

通讯作者:王钰, E-mail:13888990026@163.com

## 1 心脏康复的历史和内容

心脏康复始于 20 世纪 60 年代的美国,是为预防心肌梗死后长期卧床导致适应障碍或血栓形成而进行的运动疗法。在西方国家其疗效已得到大量临床研究验证,欧洲心脏病学学会、美国心脏协会和美国心脏病学会均将心脏康复列为心血管疾病防治 I 级推荐<sup>[6-7]</sup>。心脏康复与二级预防密不可分<sup>[8]</sup>,发展至今其内容涵盖心血管医学、康复医学、营养学、运动医学和心理学内容。中国在胡大一、葛俊波等多位学界名人倡导下得到重视和关注,自 2012 年制定《中国冠心病康复与二级预防专家共识》以来取得了显著成效。虽然中国心脏康复起步较晚,但发展多年已成功构建 I 期康复(住院期间)、II 期康复(出院早期)和 III 期康复(重返岗位前期)治疗流程。其中 II 期康复尤为重要,为 I 期康复的延续治疗,在巩固治疗的同时降低不良心血管事件发生。个体评估为心脏康复的前提,主要包括五大处方:药物处方、运动处方、营养处方、心理处方和戒烟处方。五大处方的精妙之处是对心血管疾病患者不同时期全面、全程和全方位的康复管理。

心脏康复发展至今,在 CAD 康复治疗应用中除传统治疗外,现衍生出多种治疗手段和新型技术,包括心肺运动试验(cardiopulmonary exercise test, CPET)、增强型体外反搏(enhanced external counterpulsation, EECP)和体外心脏震波治疗(cardiac shock wave therapy, CSWT)。现对以上 3 种康复治疗技术的发展 and 临床应用进行相关阐述。

## 2 CPET

### 2.1 CPET 的发展

CPET 最早起源于 20 世纪 50 年代,当时研究者只针对肺部疾病进行运动状态下心肺功能的探索。直至 70 年代初 Wasserman 等<sup>[9]</sup>指出,心肺脏器在解剖学和生理功能来说是整体而非个体,无论何种做功都需心脏和肺共同配合下完成,共同协调周围循环与肺循环所需的气体交换作用。随后 80 年代有报道 CPET 应用于 CAD 伴慢性心力衰竭患者心肺功能测定的案例。1990 年 Wasserman 团队再次提出运动过程中监测气体代谢指标建立康复方案及其在康复进程中监测作用的重要性。30 年来,随着科技进步、理论更新和多学科发展,CPET 应用已涵盖多门学科,除常规外科术前及术后预后评估外,器官移植术患者生存能力评估、康复医学科运动处方个体化制订、心脏内科冠心病的初步诊断以及其他医学领域都与 CPET 有直接关联。

在第十三届东方心脏病学会会议心脏康复论坛中,

有学者指出 CPET 最主要价值是评估心肺储备功能、进行危险分层、预测围手术期危险及预后、客观定量心脏功能分级、评估心肺移植选择、区别呼吸困难原因(心源性/肺源性)、评估药物或手术治疗效果、了解患者运动受限的器官水平、制定运动处方和制定营养处方。综上,CPET 的临床应用更广泛且值得关注。

### 2.2 CPET 在 CAD 治疗中的应用

CPET 是一种客观地评价心肺储备功能和运动耐力的无创性检测方法<sup>[10]</sup>。通过监测机体在运动状态下的摄氧量、二氧化碳排出量、心率和每分钟通气量等评价心肺等脏器对运动的反应。其综合应用呼吸气体监测技术、电子计算机和活动平板(或功率自行车)技术,实时监测在不同负荷条件下机体氧耗量和二氧化碳排出量的动态变化,从而客观和定量地评价心肺储备功能和运动耐力<sup>[11]</sup>。一般操作要求患者在功率测功计(踏车或平板)上运动,在静息状态低水平运动 3 min,功率每分钟递增或持续递增(斜坡方案)至负荷运动时分别测定气体交换。通常在安全的前提下鼓励患者尽可能坚持运动,达到其可重复的峰值摄氧量或最大运动水平。

CPET 发展多年,国内外将 CPET 作为心脏康复常规治疗或评估手段<sup>[12]</sup>。近期 Kim 等<sup>[13-14]</sup>进行一项持续 5 年 6 个月的回顾性研究,将临床终点(全因死亡或心肌梗死)与 CPET 在 PCI 前 180 d 内呈阳性的试验组与未行负荷测试的对照组进行比较,结果证实接受择期 PCI 加 CPET 的患者比未接受负荷测试的 PCI 患者全因死亡或心肌梗死的风险更低。它补充了对 CAD 患者缺血症状、运动耐量、心律失常诱导、血压反应和风险评估的临床评价,所以 CPET 可成为疑似稳定性缺血性心肌病的有效诊断工具,为临床 CAD 患者行 PCI 或药物性治疗给予相应支持。

Cornelis 等<sup>[15]</sup>评估不同运动模式下 CEPT 在康复医学和治疗领域对 CAD 伴心力衰竭患者生活质量和左心室重塑进行了系统评价和荟萃分析。发现 CAD 伴心力衰竭患者参与任何一项运动,都能改善预后和心室重塑,提高生活质量。Mazaheri 等<sup>[16]</sup>观察 31 例可疑心绞痛患者,行 CPET 检测后再行冠状动脉造影,使用 CPET 评估结果可预测并识别运动性心肌缺血,证实 CPET 对缺血性心肌病的诊断价值。

汪宇鹏等<sup>[17]</sup>研究认为,肌肉含量与患者的运动能力呈正相关,骨骼肌质量比重决定了 CEPT 的核心指标,氧脉搏和摄氧效率斜率可作为 CAD 患者运动能力预测和指导康复运动的重要指标。综上,CEPT 能精确并全面地评价患者的心肺耐力,为心脏康复提供可靠的指导,在心脏康复领域有重要意义,经 CPET 检测

的峰值摄氧量是代表心肺耐力的金标准。由此, CPET 作为运动负荷试验的金标准<sup>[18]</sup>, 在早期心脏康复评估和康复治疗过程中起到不可替代的作用。

心脏康复治疗有助于改善心血管疾病患者的心功能已成为临床共识<sup>[19-20]</sup>, 心肺运动试验是心脏康复的核心, 合理制定行之有效的运动处方并指导患者康复治疗是当下应探索的。因中国心脏康复起步较晚, 开展相关治疗和研究存在一些不足, 针对运动评估的应用范围, 对康复治疗 CAD, 包括不同类型心绞痛、心肌梗死、血运重建后的研究及临床预后影响等还需深入探讨。

### 3 EECP

#### 3.1 EECP 的发展

体外反搏技术始于 20 世纪 60 年代初, 由美国哈佛大学 Soroff 教授等设计和研制, 目的是在心脏供血的舒张期把肢体血液驱回心脏, 增加心脏舒张期灌注, 改善心肌缺血。但由于采用液压非序贯驱动模式, 体积庞大, 其舒张期反搏波振幅不高, 疗效不满意很快被淘汰。70 年代左右, 由中山大学郑振声教授领衔课题组成功研制具有中国自主知识产权的四肢气囊序贯加压式体外反搏器。在装置设计上加以改进, 取消上肢气囊, 增加臀部气囊, 形成下肢由远及近的序贯加压模式, 称为 EECP, 于 1982 年正式普及到临床, 应用于 CAD 心绞痛患者的治疗。EECP 相较体外反搏, 由液压非序贯驱动模式改良为四肢气囊序贯加压模式, 根本上解决了舒张期反搏波振幅不高的问题, 并取得满意疗效<sup>[21]</sup>。EECP 在心电 R 波的触发下, 气囊在舒张期充气, 并在收缩期开始前快速放气, 过程产生类似于主动脉内球囊反搏的血流动力学效应<sup>[22]</sup>。目前国内外体外反搏装置多基于 EECP 的技术原理, 故 EECP 可泛指“体外反搏”。

现 EECP 临床应用治疗对象如缺血相关疾病(心、脑、视网膜中央动脉栓塞)、糖尿病血管病变(糖尿病足)、CAD 高危患者(I 级预防)和其他(血管性痴呆、睡眠障碍)。禁忌证有中至重度主动脉瓣关闭不全、主动脉夹层或动脉瘤、显著的肺动脉高压、各种出血性疾病或出血倾向如血小板减少症、严重心功能不全、活动性下肢静脉炎/静脉血栓、顽固性高血压、未控制的心律失常和反搏部位感染。

该治疗方法操作简便, 患者只需平卧或坐卧于治疗床, 在患者的小腿和臀部分段包裹特制的气囊套, 连接心电监护识别心电图 R 波, 通过控制系统实时监测心脏的收缩期和舒张期, 根据指令系统对各段气囊进行充气和排气; 在心脏舒张期, 各段气囊由远而近地以约 50 ms 的时差序贯充气, 充气时同时挤压双下

肢静脉, 使静脉回心血流量增加, 提高舒张期灌注压和心排血量; 当心脏进入收缩期, 电脑指令全部气囊迅速同步排气, 下肢减压后, 动脉舒张, 接纳来自主动脉的血液, 使心脏的后负荷得以减轻<sup>[23]</sup>。EECP 安全、无创, 易于推广, 短期连续治疗可见显著疗效<sup>[24]</sup>。标准治疗方案(1~2 h/d, 累计 36 h, 每年行 1~2 个疗程), 康复治疗方案(2~3 次/周, 每次 1~2 h, 长期坚持)。综上, EECP 技术对康复治疗建设不可或缺。

#### 3.2 EECP 在 CAD 治疗中的应用

目前, EECP 是非药物治疗 CAD 的有效手段, 2002 年美国心脏病学会、2006 年欧洲心脏病学会和中华心血管病分会均将 EECP 纳入 CAD 心绞痛治疗指南<sup>[25]</sup>。迄今为止, 美国和中国已相继完成了 4 个与 EECP 有关的大型临床试验或注册研究, 包括: MUST-EECP、PEECH、RECC 和 IEPH 研究<sup>[26]</sup>。这些研究表明 EECP 治疗可不同程度地提高患者的运动耐量和改善心功能, 为心脏康复治疗提供更多手段。由于 EECP 治疗与运动指导在 CAD 患者康复中的效果对比评价尚未见报道, 不能提供有效数据支持。

EECP 作为中国特有, 40 余年在心脏康复领域基础与临床发展中取得显著成就。2012 年由中国体外反搏临床应用专家共识起草专家委员会给出《中国体外反搏临床应用专家共识》<sup>[26]</sup>, 2014 年由国际体外反搏学会、中国康复医学会心血管病专业委员会和中国老年学学会心脑血管病专业委员会等多个学会共同起草《心血管疾病康复处方——增强型体外反搏应用国际专家共识》<sup>[27]</sup>, 为 EECP 临床应用给出指导。

EECP 能增加血流切应力, 改善血管内皮功能<sup>[24, 28]</sup>。由此, Bozorgi 等<sup>[29]</sup>针对难治性心绞痛患者治疗观察, 心绞痛分级即出现下降, 获益至少持续 6 个月。Sardari 等<sup>[30]</sup>探讨 EECP 对心绞痛患者心率变异性的影响, 结果发现 EECP 可改善心绞痛患者心率变异性, 增强心脏自主神经调节功能, 可减少心绞痛发作, 延长运动性缺血的时间, 提高患者运动耐力, 改善症状性稳定型心绞痛患者的生活质量, 但记录到 EECP 第 1 分钟和第 2 分钟心率恢复的增加无统计学意义。部分学者针对 EECP 对 CAD 患者缺血心肌灌注进行荟萃分析, 评估体外反搏是否显著影响 CAD 患者的心肌灌注, 结果证实心肌灌注显著增加, 对于长期持续治疗的 CAD 患者心绞痛明显减少, 改善并提高左心室功能, 降低再住院率<sup>[31]</sup>。以上研究表明, EECP 是治疗 CAD 的重要利器, 其对心脏康复发展不可或缺。

### 4 CSWT

#### 4.1 CSWT 的发展

CSWT 作为新型、安全、无创和有效的全新心脏康



复疗法,通过机载探头发放高频、低能和高穿透力的电磁脉冲波,作用于缺血心肌靶点,催生新生毛细血管,恢复心肌活性,改善生活质量<sup>[32-34]</sup>。中国自引进 CSWT 系统距今已发展 10 余年,复旦大学附属中山医院葛均波院士率先开展临床研究,昆明医科大学第一附属医院郭涛教授团队进行临床作用机制探讨,北京医院何青教授、上海第十人民医院徐亚伟教授、上海交通大学附属胸科医院方唯一教授以及上海市岳阳中西医结合医院等共 9 个医疗团队进行了相关性研究。

#### 4.2 CSWT 在 CAD 治疗中的应用(云南应用经验)

操作要点:CSWT 开始前,评估患者并排除禁忌,经胸壁超声心动图/单光子发射型计算机断层显像可定位到确切的心肌缺血区,负荷试验证实有存活心肌存在(冬眠或顿抑心肌)。治疗时患者室内安静休息 10~15 min 后平卧治疗床,予常规心电、血压、呼吸和氧饱和度监测。用机载超声探头寻找并锁定靶心肌,依据治疗节段降低水囊(水囊垫与胸壁接触紧密且松紧度适宜),随后按下触发按钮,从小至大调节震波能量(每击发 5~10 震,可增加一次能量),若患者无任何不适并能耐受,最高可加至 3.0 级(即 0.09 mJ/mm<sup>2</sup>)。治疗周期可按国际标准(每月前 1 周治疗 3 次,3 个月共计 9 次治疗),也可行 1 月密集疗法(1 月内连续 3 周完成 9 次治疗),因国情特殊现多采用 1 月密集疗法。治疗过程密切监测并记录患者生命体征,若出现任何不适(如心慌、心悸、呼吸困难、胸闷、胸痛和眩晕等症状)需详实记录并分析原因。

2008 年在郭涛教授的主持和带领下昆明医科大学第一附属医院率先引进 CSWT,经过一系列基础和临床研究,在方法学和远期随访方面成效显著,并对中国 CAD 和心力衰竭患者的疗效和安全性积累了宝贵经验<sup>[35]</sup>。为深入研究 CSWT 机械刺激如何转化为生物反应机制奠定了基础。电磁脉冲波的机械刺激如何转化为生物反应的机制仍未知,为探索其机制原理,历经了细胞分子水平研究、组织器官水平研究、临床疗效与随访研究。王钰等<sup>[36]</sup>采用多巴酚丁胺负荷超声心动图、<sup>99</sup>Tc<sup>m</sup>-MIBI 心肌灌注显像识别存活和缺血心肌,对靶心肌实施 CSWT 治疗 1 个月后发现,该疗法安全、无创,治疗初期可使患者心绞痛症状缓解,冠状动脉储备增加、多项心肌灌注指标改善和生活质量提高。随后,王钰等<sup>[37]</sup>对 CSWT 方案进行改良,从“3 月疗法”改良为“1 月疗法”,结果显示“1 月疗法”组疗效与对照组相似,有更高的时间效率比,更适合中国人群。此外,CSWT 在细胞分子水平、组织器官水平、临床疗效和随访研究中有不同收获。

CSWT 作为国外引进的新型技术,在国内数家中心开展,且呈现强劲势头。可预测在未来一段时间内会有更多人关注并参与,CSWT 有望成为 CAD 患者康复治疗的主导。

#### 5 总结及展望

综上所述,康复医学是一门重要的医学一级学科,包括物理治疗、作业治疗、心理治疗、社区康复和传统康复疗法等<sup>[38]</sup>,也为心脏康复/二级预防奠定基础。心脏康复/二级预防的最终意义体现在降低再发心血管事件和心肌梗死风险,减少反复住院和不必要的血运重建,同时也让患者尽快恢复最佳状态,尽可能早日回归社会,重入岗位<sup>[18]</sup>。为更多患者寻求多种治疗方法和措施,减轻病患困扰并减轻经济负担。康复医学贯穿于整个病程,其治疗的安全性和可重复性已被大量临床试验证明,但像 EECF 和 CSWT,其确切作用机制还需进一步探索,对于不同疾病最佳疗程还需继续研究,尚缺乏充足的大规模临床随机试验及硬终点事件评估。Wang 等<sup>[39]</sup>和 Burneikaitė 等<sup>[40]</sup>期待更多大样本临床随机对照试验去探究 EECF 和 CSWT 在康复医学的疗效以及确切机制,也希望更多患者和医务工作者参与到康复医学中来,共同维系全民健康。

#### 参考文献

- [1] 胡盛寿,高润霖,刘力生,等.《中国心血管病报告 2018》概要[J]. 中国循环杂志,2019,34(3):209-220.
- [2] Fan J, Li GQ, Liu J, et al. Impact of cardiovascular disease deaths on life expectancy in Chinese population[J]. Biomed Environ Sci, 2014, 27(3):162-168.
- [3] Waldo SW, Brenner DA, Li S, et al. Reperfusion times and in-hospital outcomes among patients with an isolated posterior myocardial infarction: insights from the National Cardiovascular Data Registry (NCDR)[J]. Am Heart J, 2014, 167(3):350-354.
- [4] Deb S, Wijesundera HC, Ko DT, et al. Coronary artery bypass graft surgery vs percutaneous interventions in coronary revascularization: a systematic review[J]. JAMA, 2013, 310(19):2086-2095.
- [5] Thomas RJ, Balady G, Banka G, et al. 2018 ACC/AHA clinical performance and quality measures for cardiac rehabilitation: a report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on performance measures[J]. J Am Coll Cardiol, 2018, 71(16):1814-1837.
- [6] Corrà U, Piepoli MF, Carré F, et al. Secondary prevention through cardiac rehabilitation: physical activity counseling and exercise training: key components of the position paper from the cardiac rehabilitation section of the European Association of Cardiovascular Prevention and Rehabilitation[J]. Eur Heart J, 2010, 31(16):1967-1974.
- [7] Fletcher GF, Ades PA, Kligfield P, et al. Exercise standards for testing and training: a scientific statement from the American Heart Association[J]. Circulation, 2013, 128(8):873-934.
- [8] Committee of Cardiac Rehabilitation and Prevention of Chinese Association of Rehabilitation Medicine. Guidelines for cardiovascular rehabilitation and

- secondary prevention in China 2018 simplified edition[J]. *Zhonghua Nei Ke Za Zhi*, 2018, 57(11): 802-810.
- [9] Wasserman K, Whipp BJ. Exercise physiology in health and disease[J]. *Am Rev Respir Dis*, 1975, 112(2): 219-249.
- [10] Herdy AH, Ritt LE, Stein R, et al. Cardiopulmonary exercise test: back-ground, applicability and interpretation[J]. *Arq Bras Cardiol*, 2016, 107(5): 467-481.
- [11] Patricia A, McElroy JS, Janicki KT, et al. Cardiopulmonary exercise testing in congestive heart failure[J]. *Am J Cardiol*, 1988, 62(2): 35A-40A.
- [12] Guazzi M, Bandera F, Ozemek C, et al. Cardiopulmonary exercise testing: what is its value[J]. *J Am Coll Cardiol*, 2017, 70(13): 1618-1636.
- [13] Kim MC, Ahn Y. The value of exercise stress test in patients with stable ischemic heart disease[J]. *J Korean Med Sci*, 2020, 35(1): e21.
- [14] Kim J, Lee JM, Park TK, et al. Long-term outcomes in patients undergoing percutaneous coronary intervention with or without preprocedural exercise stress test[J]. *J Korean Med Sci*, 2020, 35(1): e3.
- [15] Cornelis J, Beckers P, Taeymans J, et al. Comparing exercise training modalities in heart failure: a systematic review and meta-analysis[J]. *Int J Cardiol*, 2016, 221: 867-876.
- [16] Mazaheri R, Shakerian F, Vasheghani-Farahani A, et al. The usefulness of cardiopulmonary exercise testing in assessment of patients with suspected coronary artery disease[J]. *Postgrad Med J*, 2016, 92(1088): 328-332.
- [17] 汪宇鹏, 姚思华, 刘丹, 等. 老年冠心病患者骨骼肌质量比重与心肺耐力的相关性[J]. *中华医学杂志*, 2018, 98(11): 831-836.
- [18] 中国康复医学会心血管病专业委员会. 中国心脏康复与二级预防指南 2018 版[M]. 北京大学医学出版社, 2018: 60-66.
- [19] Anderson L, Oldridge N, Thompson DR, et al. Exercise-based cardiac rehabilitation for coronary heart disease: cochrane systematic review and meta-analysis[J]. *J Am Coll Cardiol*, 2016, 67(1): 1-12.
- [20] Anderson L, Thompson DR, Oldridge N, et al. Exercise-based cardiac rehabilitation for coronary heart disease[J]. *Cochrane Database Syst Rev*, 2016, 67(1): 1-12.
- [21] 中华医学会老年医学分会心血管病学组, 《中华老年医学杂志》编辑委员会, 中国生物医学工程学会体外反搏分会老年学组. 老年人体外反搏临床应用中国专家共识(2019)[J]. *中华老年医学杂志*, 2019, 38(9): 953-961.
- [22] Melin M, Montelius A, Rydén L, et al. Effects of enhanced external counterpulsation on skeletal muscle gene expression in patients with severe heart failure[J]. *Clin Physiol Funct Imaging*, 2018, 38(1): 118-127.
- [23] 冷秀玉, 伍贵富. 体外反搏的工作原理与作用机制[J]. *中华老年医学杂志*, 2019, 38(5): 476-479.
- [24] 黄渝杰, 左中. 内皮切应力在增强型体外反搏治疗中调节内皮功能的分子机制研究进展[J]. *心血管病学进展*, 2019, 40(3): 467-470.
- [25] 中国体外反搏临床应用专家共识起草专家委员会. 中国体外反搏临床应用专家共识[J]. *中国心血管病研究*, 2012, 10(2): 81-92.
- [26] Arora RR, Chou TM, Jain D, et al. The multicenter study of enhanced external counterpulsation(MUST-EECP): effect of EECP on exercise-induced myocardial ischemia and anginal episodes[J]. *J Am Coll Cardiol*, 1999, 33(7): 1833-1840.
- [27] 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.
- [28] Raza A, Steinberg K, Tartaglia J, et al. Enhanced external counterpulsation therapy: past, present, and future[J]. *Cardiol Rev*, 2017, 25(2): 59-67.
- [29] Bozorgi A, Mehrabi Nasab E, Sardafi A, et al. Effect of enhanced external counterpulsation (EECP) on exercise time duration and functional capacity in patients with refractory angina pectoris[J]. *J Tehran Heart Cent*, 2014, 9(1): 33-37.
- [30] Sardari A, Hosseini SK, 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.
- [31] Qin X, Deng Y, Wu D, et al. Does enhanced external counterpulsation (EECP) significantly affect myocardial perfusion?: a systematic review & meta-analysis[J]. *PLoS One*, 2016, 11(4): e0151822.
- [32] Kikuchi Y, Ito K, Shindo T, et al. A multicenter trial of extracorporeal cardiac shock wave therapy for refractory angina pectoris: report of the highly advanced medical treatment in Japan[J]. *Heart Vessels*, 2019, 34(1): 104-113.
- [33] Shkolnik E, Burneikaite G, Jakutis G, et al. A randomized, triple-blind trial of cardiac shock-wave therapy on exercise tolerance and symptoms in patients with stable angina pectoris[J]. *Coron Artery Dis*, 2018, 29(7): 579-586.
- [34] Duque AS, Ceccon CL, Mathias W Jr, 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.
- [35] Nirala S, Wang Y, Peng YZ, 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.
- [36] Wang Y, Guo T, Cai HY, et al. Cardiac shock wave therapy reduces angina and improves myocardial function in patients with refractory coronary artery disease[J]. *Clin Cardiol*, 2010, 33(11): 693-699.
- [37] Wang Y, Guo T, Ma TK, et al. A modified regimen of extracorporeal cardiac shock wave therapy for treatment of coronary artery disease[J]. *Cardiovasc Ultrasound*, 2012, 10: 35.
- [38] 杨祥, 王钰. 体外冲击波在心血管疾病康复中的应用进展[J]. *中国康复医学杂志*, 2018, 33(7): 861-864.
- [39] Wang J, Zhou C, Liu L, et al. Clinical effect of cardiac shock wave therapy on patients with ischaemic heart disease: a systematic review and meta-analysis[J]. *Eur J Clin Invest*, 2015, 45(12): 1270-1278.
- [40] Burneikaite G, Shkolnik E, Celutkienė J, et al. Cardiac shock-wave therapy in the treatment of coronary artery disease: systematic review and meta-analysis[J]. *Cardiovasc Ultrasound*, 2017, 15(1): 11.

收稿日期: 2020-01-06

欢迎投稿 · 欢迎订阅