

DOI: 10.16781/j.0258-879x.2018.04.0438

· 综 述 ·

## 慢性心力衰竭远程监测运动训练研究进展

苏勇林<sup>1</sup>, 卢景康<sup>1</sup>, 郭 华<sup>1</sup>, 朱卫华<sup>2</sup>, 何成奇<sup>1\*</sup>

1. 四川大学华西医院康复医学科, 四川省康复医学质量控制中心, 成都 610041

2. 四川大学科学技术发展研究院, 成都 610041

**[摘要]** 慢性心力衰竭是严重危害人类生命健康的重大医疗和公共卫生问题。心脏康复作为心血管病非药物治疗和二级预防的重要措施, 能改善慢性心力衰竭患者生命质量、降低再住院率。运动训练是心脏康复的核心内容, 在慢性心力衰竭患者心脏康复中发挥着关键作用。远程监测运动训练在国外已经广泛应用于慢性心力衰竭患者的康复, 国内在“互联网+医疗”新模式迅猛发展的背景下, 如何进行慢性心力衰竭远程监测运动训练值得思索。本文就慢性心力衰竭远程监测运动训练的研究进展进行综述。

**[关键词]** 慢性心力衰竭; 远程监控; 心力衰竭康复; 运动训练

**[中图分类号]** R 493; R 541.6 **[文献标志码]** A **[文章编号]** 0258-879X(2018)04-0438-05

### Progress of tele-monitoring exercise training in patients with chronic heart failure

SU Yong-lin<sup>1</sup>, LU Jing-kang<sup>1</sup>, GUO Hua<sup>1</sup>, ZHU Wei-hua<sup>2</sup>, HE Cheng-qi<sup>1\*</sup>

1. Department of Rehabilitation, West China Hospital, Sichuan University, Quality Control Center of Rehabilitation Medicine of Sichuan Province, Chengdu 610041, Sichuan, China

2. Office of Scientific Research and Development, Sichuan University, Chengdu 610041, Sichuan, China

**[Abstract]** Chronic heart failure is a major public health problem threatening people's life. As an important measure of non-drug treatment and secondary prevention, cardiac rehabilitation can improve the quality of life and reduce readmission rate of chronic heart failure patients. Training exercises are important elements in cardiac rehabilitation and play a key role in cardiac rehabilitation of patients with chronic heart failure. Moreover, tele-monitoring exercise training has been widely used in cardiac rehabilitation of patients with chronic heart failure overseas. With the tremendous development of "internet + healthcare", it is worth thinking about how to carry out tele-monitoring exercise training of chronic heart failure. In this review, we introduced the progress of tele-monitoring exercise training in patients with chronic heart failure.

**[Key words]** chronic heart failure; remote monitor and control; rehabilitation of heart failure; exercise training

[Acad J Sec Mil Med Univ, 2018, 39(4): 438-442]

慢性心力衰竭是一种复杂的临床症候群, 是因各种心脏结构性和(或)功能性疾病导致心室充盈和(或)射血能力受损的结果, 为各种心脏病发展的严重阶段。随着全球社会人口老龄化进程加快和常见心血管疾病发病率上升, 心力衰竭的发病率不断增长, 患者疾病负担不断增加, 已经成为严重危害人类生命健康的重大医疗和公共卫生问题之一。

### 1 慢性心力衰竭心脏康复

1.1 心脏康复定义与发展 心脏康复是康复医学中一个重要领域, 其作为心血管病非药物治疗和二级预防的重要措施之一, 实践已有 200 多年历史, 尤其是近 50 多年间得到快速发展并走向成熟。加拿大心脏康复学会将心脏康复定义为“通过个体化

**[收稿日期]** 2017-10-13 **[接受日期]** 2018-02-07

**[基金项目]** 四川省科技厅面上项目(2016FZ0087, 2017KZ0033), 四川省卫生和计划生育委员会项目(16PJ344, 17PJ394), 四川省医学会科研课题(S16055), 四川大学青年教师科研启动基金(2017SCU11012)。Supported by General Program of Science and Technology Department of Sichuan Province (2016FZ0087, 2017KZ0033), Project of Health and Family Planning Commission of Sichuan Province (16PJ344, 17PJ394), Project of Sichuan Medical Association (S16055), and Initial Science and Research Fund of Sichuan University for Young Teachers (2017SCU11012)。

**[作者简介]** 苏勇林, 博士, 讲师。E-mail: daage@163.com

\*通信作者(Corresponding author). Tel: 028-85503401, E-mail: hcqhxf@163.com

康复程序,包括确定和处理心脏危险因素、促进和实施二级预防,以提高和维持心血管健康,并达到理想的生理、心理、社会、职业和情绪状态<sup>[1]</sup>。现代心脏康复包括5大内容:药物管理、运动管理、营养管理、戒烟管理和心理、睡眠管理,其中有监测的运动训练是心脏康复的重要组成部分。但在20世纪70年代以前,由于人们普遍认为体力活动可能会加速左心室功能不全,导致心力衰竭患者心功能恶化,最初心脏康复治疗对象并不包括慢性心力衰竭患者,心力衰竭当时是心脏康复禁忌证。直到1979年, Lee等<sup>[2]</sup>首次报道了慢性心力衰竭患者进行运动训练治疗是安全的,且运动训练治疗可以提高患者的运动耐力。随后,国外开展了大量关于慢性心力衰竭患者运动训练的研究,运动训练的疗效及安全性得到了不同程度的肯定。2007年完成的大型、多中心、随机对照的心力衰竭运动训练研究结果与随后进行的大量临床试验均显示,包括运动训练在内的心脏康复治疗对绝大多数稳定心力衰竭患者[纽约心脏病学会(New York Heart Association, NYHA)心功能分级Ⅱ~Ⅲ级]安全有益,可显著提高心力衰竭患者的运动耐力、生命质量,并降低住院率和病死率<sup>[3-4]</sup>。2013年美国心脏病学会基金会/美国心脏协会在《成人慢性心力衰竭诊治指南》中将慢性心力衰竭患者运动治疗作为I级推荐,并认为慢性心力衰竭患者能从运动中获益,无论高强度或低强度运动,且短至3周即可显现这种获益<sup>[5]</sup>。《中国心力衰竭诊断和治疗指南2014》中指出,降低心率可能成为心力衰竭和心血管病未来治疗的新靶标,并强调患者教育、随访和康复治疗的必要性和重要性;心力衰竭患者病情稳定时尽早开始规范的康复治疗 and 训练,有助于提高患者生命质量,降低再住院率<sup>[6]</sup>。

**1.2 心脏康复现状** 目前大多数西方发达国家均建立了心力衰竭康复治疗的专业团队,制定了操作指南,心力衰竭康复治疗临床实践日趋普及<sup>[5]</sup>。许多国家将心脏康复纳入了医疗保险体系,有些国家还规定降低未接受康复治疗的心脏病患者再住院费用保险支付比例<sup>[7]</sup>。在美国,心力衰竭康复治疗团队由物理治疗师、心理咨询师、临床医师和护理人员等组成<sup>[8]</sup>。我国心脏康复在大部分地区尚属空白,尽管近年来国内一些大型医院已经开始心脏康复临床实践,也有越来越多的心血管内科医师开始

关注心脏康复,心脏内科和康复科医师、治疗师进行临床实践和科研探索,并致力于推广心血管病康复治疗理念<sup>[9]</sup>,但我国心脏康复事业总体水平还落后于西方发达国家,很多医师忽视或不了解心脏康复,从事心血管疾病康复治疗的专业人员严重不足,已经或正在接受规范系统的心脏康复尤其是坚持长期康复治疗的心力衰竭患者数量极少。此外,我国心脏康复缺乏具体的政策支持,心脏康复项目还未纳入国家医疗保险体系,普遍存在着“大医院不关注、基层医院不敢做”的现象。心脏病患者因缺乏二级预防及康复管理疾病继续进展,导致不断返诊、医疗费用增加、负担沉重<sup>[7]</sup>。

## 2 运动训练对慢性心力衰竭的影响

运动训练是心脏康复核心内容之一,在心力衰竭患者心脏康复中发挥着关键作用。运动训练使心脏本身产生适应性改变。Taylor等<sup>[10]</sup>研究证实,运动训练改善生命质量、降低患者再住院率和病死率,可以节约医疗开支。

**2.1 运动训练提高心力衰竭患者运动耐力和心力储备** 运动训练能提高患者运动耐量,减轻或消除患者呼吸困难和乏力症状,提高其生活自理能力,从而提高生命质量。运动训练是改善患者体能最有效手段之一。ExTraMATCH Collaborative分析发现,9项随机对照试验中有7项研究证实运动训练可改善与慢性心力衰竭患者健康相关的生命质量<sup>[11]</sup>。Hambrecht等<sup>[12]</sup>研究表明,运动训练增加了患者的心脏每搏输出量和峰值心输出量,但外周血管后负荷降低可能是心脏功能改善更重要的原因。Chen等<sup>[13]</sup>研究发现,耐力训练能逆转左室重构,使收缩和舒张末期容积显著下降,同时增加患者左心室射血分数(left ventricular ejection fraction, LVEF)。

**2.2 运动训练改善心力衰竭患者通气功能** 运动训练能提高慢性心力衰竭患者运动通气量,纠正通气量和CO<sub>2</sub>排出量之间的异常关系,从而改善总体通气效率,减轻呼吸困难等症状。运动训练延长慢性心力衰竭患者的运动时间和提高其峰值摄氧量(peak oxygen uptake, PVO<sub>2</sub>), PVO<sub>2</sub>改变发生在康复锻炼的第3周,升高范围为12%~31%<sup>[14]</sup>。Maugeri等<sup>[15]</sup>进行了一项回顾多个随机对照试验的研究,134例心力衰竭患者的平均年龄为60岁,



以男性为主(94%),平均LVEF为25%,NYHA心功能为Ⅱ~Ⅲ级;运动方式是骑自行车,每周4~5次,每次20 min,运动强度是最初运动心肺功能试验所测定最大心率的70%~80%;训练6~16周后,所有患者的 $PVO_2$ 和运动时间均提高,没有发生运动相关并发症。

**2.3 运动训练降低心力衰竭患者病死率** 研究显示,运动训练能改善心力衰竭患者预后,对患者预后终点有显著的有益作用<sup>[16-17]</sup>。Keteyian等<sup>[16]</sup>对11项随机临床研究进行了meta分析,共纳入729例慢性心力衰竭患者,结果表明有规律的有氧运动训练能够改善患者的健康状况,提高患者运动能力,轻度改善心脏功能,降低患者心血管死亡事件发生率和再住院率。多中心随机对照的HF-ACTION研究共纳入美国、加拿大、法国等82个中心2331例病情稳定、射血分数降低的心力衰竭患者,中位随访时间为30个月。研究结果显示,运动训练可以轻度降低总病死率、心血管事件病死率和心力衰竭住院率<sup>[17]</sup>。

**2.4 运动训练改善心力衰竭患者血管内皮功能和骨骼肌功能** Crimi等<sup>[18]</sup>发现运动训练具有抗炎、抗氧化作用,能够降低慢性心力衰竭患者血液循环中儿茶酚胺和钠尿酸浓度,并增加切应力以及一氧化氮的生物利用度,改善内皮依赖血管舒张功能。Maiorana等<sup>[19]</sup>研究了不同运动方式对慢性心力衰竭患者的作用,结果显示阻力运动改善动脉血管重构的效果优于有氧运动。郭兰和李梅<sup>[20]</sup>研究证实,运动训练可提高副交感神经活性,降低交感神经及肾素-血管紧张素-醛固酮系统活性,改善血管内皮功能,降低周围血管阻力,促进心肌和骨骼肌的有氧代谢,改善患者运动耐量、心功能和生命质量,逆转心肌重构,并显著降低心血管风险及主要心血管事件的发生率。Mammi等<sup>[21]</sup>发现,运动训练具有降低慢性心力衰竭患者血浆及组织细胞因子、抑制内皮细胞凋亡、改善内皮细胞功能、降低交感神经张力、提高骨骼肌力度和耐力等作用。Keteyian<sup>[22]</sup>研究发现,运动训练可增加患者骨骼肌毛细血管密度,升高骨骼肌线粒体氧化酶活性和增加I型肌纤维数量。

### 3 远程监控在慢性心力衰竭运动训练中的应用

**3.1 慢性心力衰竭远程监测概述** 远程医疗是指利用电子通讯、信息技术进行远距离的临床医疗。

对患者进行远程监控,即将患者的症状、体征和生理数据远程发送给医务人员,以支撑临床决策<sup>[23]</sup>。现代心脏远程监测系统包括患者佩戴的具备远程监测功能的心脏远程监护仪、监护仪数据发射器。患者数据经发射器发送到数据处理中心,数据经分类处理后上传到网络数据工作站,医护人员通过网络浏览数据并指导诊治。涉及的监测技术包括电话常规远程监测、远程实时心电监测、动态心电图远程监测、实时与长程一体性监测、心脏植入式电器械远程监测等<sup>[24]</sup>。

相较传统医院随访,心脏远程监测可以实现医护人员对患者临床问题的早发现、早干预,避免了患者病情的进一步恶化及因此而增加的医疗费用支出。研究表明,远程监测可显著降低慢性心力衰竭患者的病死率、再住院率和急诊事件发生率<sup>[25]</sup>。Klersy等<sup>[26]</sup>进行的一项meta分析中,6258例平均年龄为70岁的老年心力衰竭患者随机接受6个月远程心电监测,实施远程监测组的全因病死率、全因住院率明显降低,由心力衰竭发作引起的再住院率亦显著降低,表明心脏远程监测降低了慢性心力衰竭不断增高的住院率和病死率,提高了患者生命质量。Issa等<sup>[27]</sup>开展的一项前瞻性随机对照REMADHE研究共纳入350例患者,其中237例接受了为期6个月远程监测,113例接受常规医学随访,结果显示,监测组患者住院天数平均减少近9d,生命质量明显改善。

**3.2 远程监测运动训练在国外慢性心力衰竭康复中的应用** 远程医疗技术在国外已被广泛运用在慢性心力衰竭康复过程。医师和(或)治疗师通过远程监控心力衰竭患者的临床症状和身体状况参数,预见心力衰竭患者潜在的不稳定情况,从而保证远程心力衰竭康复的安全性<sup>[28]</sup>。同时,远程医疗技术可以有效监督患者进行运动训练。国外心力衰竭远程康复包括电话和(或)电子邮件心率监测、电话传输心电图监测、带远程心电图的远程训练仪、实时心电图和语音电话传输心脏康复监测等技术手段<sup>[29]</sup>。

传统门诊心脏康复存在很多不利因素,如心力衰竭患者来往医院交通不便、耗时较长、患者经济负担较重等。开展远程监控运动训练有助于消除这些不利因素,可以促使更多的心力衰竭患者愿意进行心脏康复。国外研究证明,远程心脏康复安全、有效,相比传统的医院门诊康复项目具有更好

的患者接受度和依从性<sup>[30]</sup>。Piotrowicz 等<sup>[31]</sup>研究报告, 相比标准门诊康复训练, 家庭远程监护康复除了同样能有效改善患者的生命质量, 还能提高患者依从性。Clark 等<sup>[32]</sup>进行的一项系统评价研究证实, 关注运动行为和心脏康复的综合远程医疗服务与传统基于医院或家庭的心脏康复治疗模式, 在改善患者预后方面有几乎相同的作用。

**3.3 国内慢性心力衰竭康复远程监测运动训练的现状、发展机遇** 国内心脏康复还处于初级发展阶段, 心力衰竭远程康复存在远程监测技术不成熟、远程设备昂贵且维护费用高, 以及设备终端有限等问题, 还未能广泛应用。

现在“互联网+医疗”模式发展迅猛, 移动互联网、物联网、云计算、可穿戴设备等新技术为心脏康复带来革命性发展。通过可穿戴设备和无所不在的互联网, 医师能够远程收集患者的生理健康信息、观察其健康状况, 并提供及时、精准的医疗服务, 极大改善了过去医患沟通不足的问题。同时, 通过软件(云计算、大数据、智能手机 APP、微信和 QQ 等实时通讯工具、微博及语言识别技术等)和硬件(传感器、智能仪器、可穿戴式移动设备和终端)综合应用, 达到心脏康复和移动互联网、物联网有机结合, 极大丰富了康复训练的手段和趣味性, 为探索适宜推广的远程康复模式提供很好的平台和技术支持。

#### 4 小结与展望

利用移动互联网、物联网及可穿戴设备等新技术, 构建一种既能实现心力衰竭康复远程监测运动训练的安全性和有效性, 又符合中国国情, 方便、经济、利于推广, 并且满足现代心脏康复新原则的康复居家干预模式, 可为我国疾病负担沉重的慢性病出院后的健康管理模式推广积累经验并提供有益借鉴。

此外, 鉴于心脏康复的重要性, 应该采取措施推动心脏康复医疗工作的发展。(1) 加大医疗卫生投入, 将心脏康复治疗纳入医疗保险体系, 并将心脏康复治疗水平作为考核医疗卫生机构医疗质量的指标之一;(2) 建立心脏康复医疗机构审核和医疗质量监控制度, 严格规范心脏康复医疗行为;(3) 依托大型医院心脏内科或康复科建设心脏康复中心, 提供专门场所, 配备专业人员和设

备, 建立健全康复评估、急救、运动监护和运动训练设施<sup>[33]</sup>;(4) 重点加强心脏康复专业人才培养, 尤其要加强心脏康复治疗师的培养工作;(5) 建立和完善与国际接轨的心脏康复师的认证、准入和培训教育制度, 加强心脏康复专业人才规范化培养;(6) 进一步加大心脏康复师资培养和技术骨干培训<sup>[34]</sup>;(7) 加强心脏康复理念的宣传和普及, 使社会和患者认识到心脏康复的益处并受益于心脏康复;(8) 加强多学科合作<sup>[35]</sup>, 积累心脏康复循证医学证据, 为制定心脏康复指南提供依据。

#### [参考文献]

- [1] STONE J A, CYR C, FRIESEN M, KENNEDY-SYMONDS H, STENE R, SMILOVITCH M; Canadian Association of Cardiac Rehabilitation. Canadian guidelines for cardiac rehabilitation and atherosclerotic heart disease prevention: a summary[J]. *Can J Cardiol*, 2001, 17 (Suppl B): 3B-30B.
- [2] LEE A P, ICE R, BLESSEY R, SANMARCO M E. Long-term effects of physical training on coronary patients with impaired ventricular function[J]. *Circulation*, 1979, 60: 1519-1526.
- [3] WHELLAN D J, O'CONNOR C M, LEE K L, KETEYIAN S J, COOPER L S, ELLIS S J; HF-ACTION Trial Investigators. Heart failure and a controlled trial investigating outcomes of exercise training (HF-ACTION): design and rationale[J]. *Am Heart J*, 2007, 153: 201-211.
- [4] DAVIES E J, MOXHAM T, REES K, SINGH S, COATS A J, EBRAHIM S, et al. Exercise based rehabilitation for heart failure[J/CD]. *Cochrane Database Syst Rev*, 2010 (4): CD003331. doi: 10.1002/14651858.CD003331.pub3.
- [5] YANCY C W, JESSUP M, BOZKURT B, BUTLER J, CASEY D E, DRAZNER M H, et al. 2013 ACCF/AHA guideline for the management of heart failure: a report of the American College of Cardiology Foundation/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines[J/OL]. *J Am Coll Cardiol*, 2013, 62: e147-e239. doi: 10.1016/j.jacc.2013.05.019.
- [6] 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. 中国心力衰竭诊断和治疗指南 2014[J]. *中华心血管病杂志*, 2014, 42: 98-122.
- [7] 高炜. 普及和推广心脏康复理念, 积极探索适宜的心血管疾病康复模式[J/CD]. *中国医学前沿杂志(电子版)*, 2013, 5: 1-3.
- [8] PIÑAIL, APSTEIN C S, BALADY G J, BELARDINELLI R, CHAITMAN B R, DUSCHA B D, et al; American Heart Association Committee on exercise, rehabilitation, and prevention. Exercise and heart failure: a statement from the American Heart Association Committee on exercise, rehabilitation, and prevention[J]. *Circulation*, 2003, 107:



- 1210-1225.
- [9] 王雅明,金海,许卓. 心脏康复的最新进展[J]. 中国老年学杂志,2016,36:2021-2023.
- [10] TAYLOR R S, SAGAR V A, DAVIES E J, BRISCOE S, COATS A J, DALAL H, et al. Exercise-based rehabilitation for heart failure[J/CD]. *Cochrane Database Syst Rev*, 2014(4): CD003331. doi: 10.1002/14651858.CD003331.pub4.
- [11] PIEPOLI M F, DAVOS C, FRANCIS D P, COATS A J; ExTraMATCH Collaborative. Exercise training meta-analysis of trials in patients with chronic heart failure (ExTraMATCH)[J]. *BMJ*, 2004, 328: 189.
- [12] HAMBRECHT R, GIELEN S, LINKE A, FIEHN E, YU J, WALTHER C, et al. Effects of exercise training on left ventricular function and peripheral resistance in patients with chronic heart failure: a randomized trial[J]. *JAMA*, 2000, 283: 3095-3101.
- [13] CHEN Y M, LI Z B, ZHU M, CAO Y M. Effects of exercise training on left ventricular remodelling in heart failure patients: an updated meta-analysis of randomised controlled trials[J]. *Int J Clin Pract*, 2012, 66: 782-791.
- [14] KINUGAWA T, KATO M, OGINO K, IGAWA O, HISATOME I, SHIGEMASA C, et al. Neurohormonal determinants of peak oxygen uptake in patients with chronic heart failure[J]. *Jpn Heart J*, 2003, 44: 725-734.
- [15] MAUGERI F S, CAMPANA M, FERRARI R, GIORDANO A, SCALVINI S, VOLTERRANI M, et al. Experience from controlled trials of physical training in chronic heart failure. Protocol and patient factors in effectiveness in the improvement in exercise tolerance[J]. *Eur Heart J*, 1998, 19: 466-475.
- [16] KETEYIAN S J, PIÑA I L, HIBNER B A, FLEG J L. Clinical role of exercise training in the management of patients with chronic heart failure[J]. *J Cardiopulm Rehabil Prev*, 2010, 30: 67-76.
- [17] O'CONNOR C M, WHELLAN D J, LEE K L, KETEYIAN S J, COOPER L S, ELLIS S J, et al; HF-ACTION Investigators. Efficacy and safety of exercise training in patients with chronic heart failure: HF-ACTION randomized controlled trial[J]. *JAMA*, 2009, 301: 1439-1450.
- [18] CRIMI E, IGNARRO L J, CACCIATORE F, NAPOLI C. Mechanisms by which exercise training benefits patients with heart failure[J]. *Nat Rev Cardiol*, 2009, 6: 292-300.
- [19] MAIORANA A J, NAYLOR L H, EXTERKATE A, SWART A, THIJSEN D H, LAM K, et al. The impact of exercise training on conduit artery wall thickness and remodeling in chronic heart failure patients[J]. *Hypertension*, 2011, 57: 56-62.
- [20] 郭兰,李梅. 慢性心力衰竭康复治疗的研究进展[J]. 岭南心血管病杂志,2013,19:381-384.
- [21] MAMMI C, LA SALA A, VOLTERRANI M, GATTA L, ANTELM I A, FERACO A, et al. Exercise training reduces serum capacity to induce endothelial cell death in patients with chronic heart failure[J]. *Eur J Heart Fail*, 2011, 13: 642-650.
- [22] KETEYIAN S J. Exercise training in congestive heart failure: risks and benefits[J]. *Prog Cardiovasc Dis*, 2011, 53: 419-428.
- [23] SERRANO J A, HOLTHE H. Development and trial of ePoint.telemed—an open web-based platform for home monitoring of chronic heart failure patients[J]. *Stud Health Technol Inform*, 2015, 210: 311-315.
- [24] 苗书航,顾翔. 慢性心力衰竭患者远程监测与管理[J]. 临床心血管杂志,2016,32:328-330.
- [25] LIN M H, YUAN W L, HUANG T C, ZHANG H F, MAI J T, WANG J F. Clinical effectiveness of telemedicine for chronic heart failure: a systematic review and meta-analysis[J]. *J Investig Med*, 2017, 65: 899-911.
- [26] KLERSY C, DE SILVESTRI A, GABUTTI G, REGOLI F, AURICCHIO A. A meta-analysis of remote monitoring of heart failure patients[J]. *J Am Coll Cardiol*, 2009, 54: 1683-1694.
- [27] ISSA V S, AMARAL A F, CRUZ F D, AYUB-FERREIRA S M, GUIMARÃES G V, CHIZZOLA P R, et al. Glycemia and prognosis of patients with chronic heart failure—subanalysis of the Long-term Prospective Randomized Controlled Study Using Repetitive Education at Six-Month Intervals and Monitoring for Adherence in Heart Failure Outpatients (REMADHE) trial[J]. *Am Heart J*, 2010, 159: 90-97.
- [28] FRAICHE A M, EAPEN Z J, McCLELLAN M B. Moving beyond the walls of the clinic: opportunities and challenges to the future of telehealth in heart failure[J]. *JACC Heart Fail*, 2017, 4: 297-304.
- [29] PIOTROWICZ E, PIOTROWICZ R. Telemonitoring in heart failure rehabilitation[J]. *Eur Cardiol*, 2011, 7: 66-69.
- [30] PIOTROWICZ E. The management of patients with chronic heart failure: the growing role of e-Health[J]. *Expert Rev Med Devices*, 2017, 14: 271-277.
- [31] PIOTROWICZ E, BARANOWSKI R, BILINSKA M, STEPNOWSKA M, PIOTROWSKA M, WÓJCIK A, et al. A new model of home-based telemonitored cardiac rehabilitation in patients with heart failure: effectiveness, quality of life, and adherence[J]. *Eur J Heart Fail*, 2010, 12: 164-171.
- [32] CLARK R A, CONWAY A, POULSEN V, KEECH W, TIRIMACCO R, TIDEMAN P. Alternative models of cardiac rehabilitation: a systematic review[J]. *Eur J Prev Cardiol*, 2015, 22: 35-74.
- [33] 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. 慢性稳定性心力衰竭运动康复中国专家共识[J]. 中华心血管病杂志,2014,42:714-720.
- [34] 苏勇林,何成奇. 四川省康复医学教育发展现状及对策[J]. 华西医学,2014,29:141-144.
- [35] 苏勇林,郭华,卢景康,宁梦,何成奇. 四川省康复医学学科现状调查及发展对策[J]. 四川医学,2015,36:1572-1576.