

虚拟现实技术支持下分级运动康复与认知功能训练对慢性心力衰竭并认知障碍患者的影响研究

杨秀艳, 李爱伟, 郝正玮

【摘要】 背景 目前对于慢性心力衰竭 (CHF) 患者认知障碍的防治手段仍处于传统康复训练阶段, 因此临床需不断引入新技术的支持, 以改善 CHF 并认知障碍患者预后。目的 探讨虚拟现实 (VR) 技术支持下分级运动康复与认知功能训练对慢性心力衰竭并认知障碍患者的影响。方法 选取 2017 年 2 月—2018 年 5 月唐山市人民医院康复科收治的 CHF 并认知障碍患者 90 例, 采用随机数字表法分为对照组和研究组, 每组 45 例。对照组患者进行传统分级运动康复与认知功能训练, 研究组患者在 VR 技术支持下进行分级运动康复与认知功能训练; 两组患者均连续干预 8 周。比较两组患者干预前及干预 8 周后心功能指标 [左心室射血分数 (LVEF)、左心室收缩末期内径 (LVESD)、左心室舒张末期内径 (LVEDD)]、简易智能精神状态检查量表 (MMSE) 评分、蒙特利尔认知功能评估量表 (MoCA) 评分、6 分钟步行距离、改良 Barthel 指数 (mBI) 评分, 并观察两组患者干预期间不良事件发生情况。结果 干预前两组患者 LVEF、LVESD、LVEDD 比较, 差异无统计学意义 ($P>0.05$); 干预 8 周后研究组患者 LVEF 高于对照组, LVESD、LVEDD 短于对照组 ($P<0.05$)。两组患者干预前 MMSE 评分、MoCA 评分、6 分钟步行距离、mBI 评分比较, 差异无统计学意义 ($P>0.05$); 研究组患者干预 8 周后 MMSE 评分、MoCA 评分、mBI 评分高于对照组, 6 分钟步行距离长于对照组 ($P<0.05$)。两组患者干预期间均未发生不良事件。结论 VR 技术支持下进行分级运动康复与认知功能训练有利于更好地改善 CHF 并认知障碍患者心功能及认知功能, 提高患者运动耐力及日常活动能力, 且安全性较高。

【关键词】 心力衰竭; 认知障碍; 虚拟现实; 运动康复; 认知功能训练

【中图分类号】 R 541.6 R 741 **【文献标识码】** A DOI: 10.3969/j.issn.1008-5971.2019.01.004

杨秀艳, 李爱伟, 郝正玮. 虚拟现实技术支持下分级运动康复与认知功能训练对慢性心力衰竭并认知障碍患者的影响研究 [J]. 实用心脑血管病杂志, 2019, 27 (1): 14-18. [www.syxnf.net]

YANG X Y, LI A W, HAO Z W. Impact of graded exercise rehabilitation and cognitive function training supported by virtual reality technology on effect in chronic heart failure patients complicated with cognitive disorder [J]. Practical Journal of Cardiac Cerebral Pnumal and Vascular Disease, 2019, 27 (1): 14-18.

Impact of Graded Exercise Rehabilitation and Cognitive Function Training Supported by Virtual Reality Technology on Effect in Chronic Heart Failure Patients Complicated with Cognitive Disorder YANG Xiuyan, LI Aiwei, HAO Zhengwei

The People's Hospital of Tangshan, Tangshan 063000, China

Corresponding author: YANG Xiuying, E-mail: yangxiuy2735@163.com

【Abstract】 **Background** Means of prevention and treatment for cognitive disorder in chronic heart failure (CHF) patients is still stay in the stage of traditional rehabilitation training, thus we should introduce latest technical support to improve the prognosis of CHF patients complicated with cognitive disorder. **Objective** To investigate the impact of graded exercise rehabilitation and cognitive function training supported by virtual reality (VR) technology on effect in CHF patients complicated with cognitive disorder. **Methods** From February 2017 to May 2018, 90 CHF patients complicated with cognitive disorder were selected in the Rehabilitation Department, the People's Hospital of Tangshan, and they were divided into control group and study group according to random number table method, each with 45 cases. Patients in control group received traditional graded exercise rehabilitation and conventional cognitive function training, while patients in study group received graded exercise rehabilitation and cognitive function training supported by VR technology; both groups continuously intervened for 8 weeks. Index of cardiac function (including LVEF, LVESD and LVEDD), MMSE score, MoCA score, distance of 6-minute walking test, mBI score before intervention and 8 weeks after intervention were compared between the two groups, and incidence of complications/adverse events was observed during intervention. **Results** No statistically significant difference of LVEF,

063000 河北省唐山市人民医院

通信作者: 杨秀艳, E-mail: yangxiuy2735@163.com

LVEDD or LVEDD was found between the two groups before intervention ($P>0.05$); 8 weeks after intervention, LVEF in study group was statistically significantly higher than that in control group, meanwhile LVEDD and LVEDD in study group were statistically significantly shorter than those in control group ($P<0.05$). No statistically significant difference of MMSE score, MoCA score, distance of 6-minute walking test or mBI score was found between the two groups before intervention ($P>0.05$); 8 weeks after intervention, MMSE score, MoCA score and mBI score in study group were statistically significantly higher than those in control group, meanwhile distance of 6-minute walking test in study group was statistically significantly longer than that in control group ($P<0.05$). No one in the two groups occurred any complications/adverse events. **Conclusion** Graded exercise rehabilitation and cognitive function training supported by VR technology are helpful to more effectively improve cardiac function, cognitive function, exercise tolerance and daily living activity in CHF patients complicated with cognitive disorder, with relatively high safety.

【Key words】 Heart failure; Cognition disorders; Virtual reality; Exercise rehabilitation; Cognitive function training

认知障碍是慢性心力衰竭 (chronic heart failure, CHF) 的主要并发症之一, 其发生率为 25%~50%^[1-2]。目前, CHF 导致认知障碍机制仍未完全阐明, 既往研究表明, 认知障碍对 CHF 患者预后具有较大影响, 其可使 CHF 患者出院后 12 周内再次住院率增加 2 倍, 出院后 6 个月内心血管意外发生风险增加 1.5 倍, 出院后 12 个月内病死率增加 5 倍^[3-4]。此外, CHF 患者执行能力、注意力及情节记忆功能等损伤还会严重影响运动康复的开展及康复效果。近年来, CHF 患者认知障碍逐渐受到临床重视, 但多数研究集中在 CHF 与认知障碍的关系及相关因素分析, 缺乏有效的康复干预研究。近年来随着计算机、微电子技术快速发展, 虚拟现实 (virtual reality, VR) 技术逐渐应用到医学领域, 其具有的三维情景交互、沉浸、多种感知等特点突破了传统康复模式的局限, 给行康复治疗的患者带来不同视觉、思维及运动体验^[5-6]。本研究旨在分析 VR 技术支持下分级运动康复与认知功能训练对慢性心力衰竭并认知障碍患者的影响, 以期为该类患者的康复治疗提供新思路。

1 资料与方法

1.1 一般资料 选取 2017 年 2 月—2018 年 5 月唐山市人民

医院康复科收治的 CHF 并认知障碍患者 90 例, 均符合《中国心力衰竭诊断和治疗指南 2014》^[7] 中 CHF 的诊断标准。纳入标准: (1) 纽约心脏病协会 (NYHA) 分级 II~IV 级者; (2) 采用简易智能精神状态检查量表 (Mini-mental Status Examination, MMSE) 评定为认知障碍者, 即初中及以上文化水平 ≤ 27 分, 小学文化水平 ≤ 23 分, 文盲 ≤ 20 分; (3) 蒙特利尔认知功能评估量表 (Montreal Cognitive Assessment, MoCA) 评分 < 26 分者; (4) 年龄 50~75 岁。排除标准: (1) 合并肝肾功能障碍、癌症、肺结核以及其他严重躯体疾病者; (2) 合并帕金森病、血管性痴呆、老年性痴呆以及其他类型的神经疾病者; (3) 有脑卒中、脑部创伤、精神障碍性疾病、心理障碍性疾病病史者; (4) 伴有严重视觉、听觉以及语言障碍者; (5) 不配合治疗者。采用随机数字表法将所有患者分为对照组和研究组, 每组 45 例。两组患者性别、年龄、受教育年限、NYHA 分级、合并症、临床用药比较, 差异无统计学意义 ($P>0.05$, 见表 1), 具有可比性。本研究经唐山市人民医院医学伦理委员会审核批准, 所有患者签署知情同意书。

1.2 方法

1.2.1 对照组 对照组患者进行传统分级运动康复与认知功

表 1 两组患者一般资料比较

Table 1 Comparison of general information between the two groups

组别	例数	性别 (男/女)	年龄 ($\bar{x} \pm s$, 岁)	受教育年限 ($\bar{x} \pm s$, 年)	NYHA 分级 [n (%)]		
					II 级	III 级	IV 级
对照组	45	25/20	61.3 \pm 5.0	7.1 \pm 4.0	15 (33.3)	23 (51.1)	7 (15.6)
研究组	45	26/19	62.4 \pm 4.8	7.2 \pm 4.2	16 (35.6)	21 (46.7)	8 (17.8)
检验统计量值		0.045	1.079 ^a	0.245 ^a		1.174 ^b	
P 值		0.832	0.284	0.807		0.240	

组别	合并症 [n (%)]				临床用药 [n (%)]				
	冠心病	高血压	糖尿病	心房颤动	ACEI/ARB	β -受体阻滞剂	钙离子通道拮抗剂	他汀类药物	阿司匹林
对照组	25 (55.6)	13 (28.9)	5 (11.1)	2 (4.4)	40 (88.9)	32 (71.1)	30 (66.7)	10 (22.2)	9 (20.0)
研究组	24 (53.3)	12 (26.7)	6 (13.3)	3 (6.7)	42 (93.3)	30 (66.7)	29 (64.4)	11 (24.4)	8 (17.8)
检验统计量值	0.045	0.055	0.104	0.208	0.549	0.207	0.049	0.062	0.073
P 值	0.832	0.814	0.748	0.645	0.459	0.649	0.824	0.803	0.789

注: NYHA=纽约心脏病协会, ACEI=血管紧张素转化酶抑制剂, ARB=血管紧张素 II 受体拮抗剂; ^a 为 t 值, ^b 为 u 值, 余检验统计量值为 χ^2 值

能训练,连续干预8周。分级运动康复:(1)NYHA 分级 II 级患者于走廊内行走 500~1 000 m/次(逐渐增加行走距离),2次/d;上下楼梯,10~20 min/次,2次/d;踏车运动,10~20 min/次,2次/d;同时训练患者站立洗澡、自行洗漱、整理床铺等日常活动。(2)NYHA 分级 III 级患者训练床旁站立,室内缓慢行走;走廊内行走 50~100 m/次(逐渐增加行走距离),2次/d;同时进行穿脱衣物、坐位洗澡、坐位排便等日常活动。(3)NYHA 分级 IV 级患者病情稳定后于床上行上下肢各关节的被动运动,10 min/次,2次/d;协助患者下床,训练在有靠背的椅子上坐直,10~20 min/次(逐渐延长时间),2次/d;协助患者下床进食、洗漱等简单自理活动。认知功能训练:(1)通过数字按序排列、物品分类等方式训练患者的执行能力;(2)采用写字板或日历等训练患者定向力;(3)采取传统刺激-反应方法训练患者注意力;(4)训练患者数字计算能力;(5)利用语音记忆法训练患者记忆力;(6)通过划消字母或数字训练患者视空间能力;(7)与患者进行谈话训练语言功能。根据患者疾病情况与耐受程度,认知功能训练 10~30 min/d。

1.2.2 研究组 研究组患者在 VR 技术支持下进行分级康复运动与认知功能训练,连续干预8周。VR 技术支持下分级康复运动:(1)NYHA 分级 II 级患者利用 VR 技术训练扫地、洗衣、拖地、晾晒等日常行为活动;选择自己喜欢的虚拟场景进行步行训练(≥500 m/次,2次/d,逐渐增加步行距离)、爬楼训练(≥1层/次,2次/d,并逐渐增加阶梯数);虚拟场景进行踏车运动,≥15 min/次,2次/d,逐渐延长时间;(2)NYHA 分级 III 级患者在 VR 技术下训练穿脱衣、洗澡等自理行为;由患者选择喜欢的虚拟场景进行站立与行走训练,每次行走训练 50~100 m(逐渐增加步行距离),2次/d;(3)NYHA 分级 IV 级患者于床上行上下肢各关节的被动运动及床下坐直同对照组,之后通过 VR 技术训练患者洗漱、进食、推拉门等日常活动,根据患者耐受程度训练 5~15 min/次。VR 技术支持下认知功能训练:(1)利用 VR 技术选择虚拟 ATM 机取款、擦拭桌子、浇花、物品分类等训练患者视空间与执行力;(2)通过虚拟游戏打地鼠、投篮等训练患者注意力;(3)通过虚拟情境下过人行道、去菜市场等训练患者定向力;(4)通过虚拟情境下形状识别、拼图等训练患者抽象力;(5)根据屏显示词语、句子、段落进行跟读训练患者语言能力,文盲患者通过听觉进行跟读;(6)选择虚拟情境中熟悉的生活用品或者动植物进行命名;(7)在虚拟情境下玩五子棋、象棋等游戏训练患者延迟回忆能力。认知功能训练 10~30 min/d,根据患者耐受程度分两次完成。

所有患者在康复运动以及认知功能训练中须有医务人员在旁监督,且急救药品、急救设备齐全,防止意外事件发生,若患者出现面容苍白、大量出汗、胸闷、胸痛、呼吸短促、头晕、站立不稳、心率异常加快、严重心律失常等应立即停止运动或者训练。

1.3 观察指标

1.3.1 心功能指标 两组患者分别于干预前、干预8周后通过多普勒超声诊断仪检测左心室射血分数(LVEF)、左心室收缩末期内径(LVESD)以及左心室舒张末期内径(LVEDD)。

1.3.2 认知功能、运动耐力、日常活动能力 分别于干预前、干预8周后采用 MMSE、MoCA 评估两组患者认知功能,其中 MMSE 满分为 30 分,评分越高提示认知功能越好;MoCA 满分 30 分,评分越高提示认知功能损伤程度越轻。分别于干预前、干预8周后测量 6 分钟步行距离以评价两组患者运动耐力;分别于干预前、干预8周后采用改良 Barthel 指数(mBI)评价两组患者日常活动能力,mBI 满分 105 分,评分越高提示日常活动能力越好。

1.3.3 不良事件 观察两组患者干预期间不良事件发生情况。

1.4 统计学方法 采用 SPSS 17.0 统计学软件进行数据分析,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;计数资料比较采用 χ^2 检验;等级资料分析采用秩和检验。以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 心功能指标 干预前两组患者 LVEF、LVESD、LVEDD 比较,差异无统计学意义($P > 0.05$);干预8周后研究组患者 LVEF 高于对照组,LVESD、LVEDD 短于对照组,差异有统计学意义($P < 0.05$,见表2)。

表 2 两组患者干预前及干预8周后心功能指标比较($\bar{x} \pm s$)

Table 2 Comparison of index of cardiac function between the two groups before intervention and 8 weeks after intervention

组别	例数	LVEF (%)		LVESD (mm)		LVEDD (mm)	
		干预前	干预8周后	干预前	干预8周后	干预前	干预8周后
对照组	45	50.5±9.5	60.7±7.4	61.0±8.3	50.7±5.1	70.1±7.9	65.4±6.4
研究组	45	49.3±7.3	67.1±6.8	59.3±7.4	40.2±5.0	70.9±6.5	54.7±4.6
t 值		0.549	4.303	1.062	9.701	0.530	9.138
P 值		0.584	<0.001	0.291	<0.001	0.597	<0.001

注:LVEF=左心室射血分数,LVESD=左心室收缩末期内径,LVEDD=左心室舒张末期内径

2.2 MMSE 评分、MoCA 评分、6 分钟步行距离、mBI 评分 两组患者干预前 MMSE 评分、MoCA 评分、6 分钟步行距离、mBI 评分比较,差异无统计学意义($P > 0.05$);研究组患者干预8周后 MMSE 评分、MoCA 评分、mBI 评分高于对照组,6 分钟步行距离长于对照组,差异有统计学意义($P < 0.05$,见表3)。

2.3 不良事件 两组患者干预期间均未发生不良事件。

3 讨论

CHF 是心脏疾病进展的严重阶段,年病死率高达 20%^[8]。国内研究数据显示,35~74 岁城乡居民 CHF 发生率约为 0.9%,患病总人数超过 400 万,且随着年龄增长 CHF 患病率呈增加趋势^[9]。CHF 患者病情呈反复、进展性发作,住院率高,且患者躯体功能、自理能力及社会适应能力严重下降,给患者家庭及社会带来较大负担。

目前,运动康复在病情稳定期 CHF 患者中具有有效性与安全性^[10]。KETEYIAN 等^[11]对运动康复在 CHF 患者中的有效性进行 Meta 分析,结果显示,运动康复可提高患者活动耐力、增加心输出量、改善血管内皮功能等。沈玉芹^[12]研究

表3 两组患者干预前及干预8周后MMSE评分、MoCA评分、6分钟步行距离、mBI评分比较($\bar{x} \pm s$)

Table 3 Comparison of MMSE score, MoCA score, distance of 6-minute walking test and mBI score between the two groups before intervention and 8 weeks after intervention

组别	例数	MMSE 评分(分)		MoCA 评分(分)		6分钟步行距离(m)		mBI 评分(分)	
		干预前	干预8周	干预前	干预8周	干预前	干预8周	干预前	干预8周
对照组	45	20.7 ± 1.2	22.5 ± 1.4	17.6 ± 1.5	19.8 ± 2.6	372.3 ± 73.5	408.8 ± 61.5	41.1 ± 5.3	50.5 ± 9.0
研究组	45	20.6 ± 1.2	23.5 ± 1.5	17.7 ± 1.8	22.9 ± 1.3	364.4 ± 62.2	456.8 ± 54.1	40.2 ± 6.2	57.5 ± 7.3
t 值		0.277	3.073	0.200	7.090	0.553	3.937	0.756	4.092
P 值		0.783	0.003	0.842	<0.001	0.582	<0.001	0.452	<0.001

注: MMSE= 简易智能精神状态检查量表, MoCA= 蒙特利尔认知功能评估量表, mBI= 改良 Barthel 指数

结果显示,持续12周运动康复可有效改善CHF患者运动耐力与生活质量。NAKANISHI等^[13]研究结果显示,运动康复使CHF患者死亡风险降低约39%。目前运动康复治疗开始逐渐取代绝对卧床,甚至成为CHF患者I A类推荐^[14],但患者配合度与主动性差是影响运动康复开展的首要问题。近年来,越来越多临床证据表明CHF与认知障碍有关,如DODSON等^[15]研究结果显示,约46.8%的NYHA分级II~IV级CHF患者MMSE评分<24分。REEVES等^[16]采用MoCA评估267例60岁以上CHF患者发现,约78%患者伴有不同程度认知障碍。心力衰竭可能通过改变脑血流灌注、炎症反应、氧化应激等多种机制损伤认知功能,而认知障碍会进一步加重CHF病情^[17],同时患者执行能力、注意力及记忆能力等损伤又会严重影响患者运动康复治疗的依从性及有效性。

VR技术是近年来兴起的一种人机交互手段,是利用现代计算机软件以及硬件设备合成虚拟动态实景环境,并调动视觉、触觉、听觉甚至嗅觉等使用户沉浸于等同真实环境的人机交互体验中^[18]。目前,VR技术已应用于医学多个领域,并显示出较好前景。本研究将VR技术应用于CHF患者分级运动康复与认知功能训练中,结果显示,干预8周后研究组患者LVEF及MMSE评分、MoCA评分、mBI评分高于对照组,LVESD、LVEDD短于对照组,6分钟步行距离长于对照组,提示VR技术支持下进行分级运动康复与认知功能训练能更有效地改善CHF患者心功能及认知功能,提高患者运动耐力、日常活动能力,与宋金花等^[19]研究结果相一致,分析其作用机制可能如下:VR技术下的行走或运动提供了视觉上的线索,可有效引导患者持续性地行走或者运动,且三维动态地形、情景、个体化任务设置让运动康复、认知功能训练、日常生活行为训练更具有趣味性,让患者沉浸其中,弥补了重复性康复运动与认知功能训练的枯燥与乏味。有研究表明,VR技术具有的“沉浸”特征对患者记忆功能、注意力具有潜在的积极影响,实时信息反馈又会给患者暗示或者鼓励,有利于提高患者依从性与主观能动性^[20]。此外,由于VR技术中的虚拟现实与现实生活场景相似,因此患者在虚拟情境下习得的运动习惯与思维方法可迁移至日常生活中,能让患者长远获益^[21]。

综上所述,VR技术支持下进行分级运动康复与认知功能训练有利于更好地改善CHF并认知障碍患者心功能及认知功能,提高患者运动耐力及日常活动能力,且安全性较高。但

本研究还存在一定局限性:(1)本研究为单中心研究且样本量较小;(2)仅纳入50~75岁CHF患者;(3)由于条件有限,本研究未观察远期康复效果。故VR技术支持对CHF并认知障碍患者康复效果的影响还需进一步研究证实。

作者贡献:杨秀艳进行试验设计与实施、资料收集整理、撰写论文并对文章负责;李爱伟进行试验实施、评估、资料收集;郝正玮进行质量控制及审核。

本文无利益冲突。

参考文献

- [1] 胡阳,邓洁,王煜,等.老年慢性心力衰竭患者认知功能障碍的分析[J].中国心血管杂志,2011,16(6):431-434. DOI: 10.3969/j.issn.1007-5410.2011.06.008.
- [2] 杨郑,孙颖,崔怡宁,等.老年慢性心力衰竭认知功能情况分析[J].中华老年多器官疾病杂志,2018,17(3):178-182. DOI: 10.11915/j.issn.1671-5403.2018.03.039.
- [3] 臧鸿斌,李晓东.慢性心力衰竭与认知功能障碍关系的研究进展[J].中国心血管病研究,2017,15(8):673-676. DOI: 10.3969/j.issn.1672-5301.2017.08.001.
- [4] 牛伟华,杨慧锋.慢性心力衰竭患者认知障碍及影响因素的研究进展[J].中华老年心脑血管病杂志,2018,20(3):323-325. DOI: 10.3969/j.issn.1009-0126.2018.03.029.
- [5] 余彬,曾庆,黄国志.头戴式虚拟现实系统在运动康复治疗中的应用进展[J].中国康复医学杂志,2018,33(6):734-737. DOI: 10.3969/j.issn.1001-1242.2018.06.025.
- [6] 胡丹丹,何俊,丁渝权,等.虚拟现实技术在老年慢性阻塞性肺疾病并轻度认知障碍患者肺康复训练中的应用效果[J].实用心脑血管病杂志,2018,26(6):85-88. DOI: 10.3969/j.issn.1008-5971.2018.06.023.
- [7] 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(2):98-122. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0253-3758.2014.09.002.
- [8] 孙桂锋,刘宇,李艳,等.基层医院慢性心力衰竭治疗现状调查[J].中国全科医学,2018,21(11):1280-1284. DOI: 10.3969/j.issn.1007-9572.2018.00.089.
- [9] 郑刚.运动对心力衰竭与死亡危险影响研究的最新进展[J].中华老年心脑血管病杂志,2018,20(8):875-878. DOI: 10.3969/j.issn.1009-0126.2018.08.024.

[10] 王楠, 张双, 刘永政, 等. 曲美他嗪联合运动康复对慢性心力衰竭患者心肾功能及甲状旁腺素的影响 [J]. 实用心脑血管病杂志, 2018, 26 (3): 104-108. DOI: 10.3969/j.issn.1008-5971.2018.03.030.

[11] KETEYIAN S J, KERRIQAN D J, LEWIS B, et al. Exercise training workloads in cardiac rehabilitation are associated with clinical outcomes in patients with heart failure [J]. Am Heart J, 2018, 204: 76-82. DOI: 10.1016/j.ahj.2018.05.017.

[12] 沈玉芹. 心力衰竭患者的心脏康复 [J]. 中国实用内科杂志, 2017, 37 (7): 599-601. DOI: 10.19538/j.nk2017070106.

[13] NAKANISHI M, NAKAO K, KUMASAKA L, et al. Improvement in exercise capacity by exercise training associated with favorable clinical outcomes in advanced heart failure with high B type natriuretic peptide level [J]. Circ J, 2017, 81 (9): 1307-1314. DOI: 10.1253/circj.CJ-16-1268.

[14] 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 (9): 714-720. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0253-3758.2014.02.004.

[15] DODSON J A, TRUONG T T, TOWLE V R, et al. Cognitive impairment in older adults with heart failure: prevalence, documentation, and impact on outcomes [J]. Am J Med, 2013, 126 (2): 120-126. DOI: 10.1016/j.amjmed.2012.05.029.

[16] REEVES G R, WHELLAN D J, PATEL M J, et al. Comparison

of Frequency of Frailty and Severely Impaired Physical Function in Patients \geq 60 Years Hospitalized With Acute Decompensated Heart Failure Versus Chronic Stable Heart Failure With Reduced and Preserved Left Ventricular Ejection Fraction [J]. Am J Cardiol, 2016, 117 (12): 1953-1958. DOI: 10.1016/j.amjcard.2016.03.046.

[17] 周国庆, 严斌, 孙芳, 等. 慢性心力衰竭对老年人认知功能纵向变化速度的影响 [J]. 中华老年心脑血管病杂志, 2013, 15 (7): 681-683. DOI: 10.3969/j.issn.1009-0126.2013.07.004.

[18] 金艾香, 陈肖敏, 章小飞, 等. 基于奥马哈系统的乳腺癌患者康复管理虚拟现实技术平台构建与应用 [J]. 中国全科医学, 2018, 21 (24): 2987-2992. DOI: 10.12114/j.issn.1007-9572.2018.00.026.

[19] 宋金花, 朱其秀, 李培媛, 等. 虚拟现实技术对非痴呆型血管性认知障碍患者认知功能、日常生活活动能力以及 P300 的影响 [J]. 中华物理医学与康复杂志, 2018, 40 (3): 195-197. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-1424.2018.03.008.

[20] 李雅楠, 左国坤, 崔志琴, 等. 虚拟现实技术在康复训练中的应用进展 [J]. 中国康复医学杂志, 2017, 32 (9): 1091-1094. DOI: 10.3969/j.issn.1001-1242.2017.09.028.

[21] 顾亚伟, 陈昶. 虚拟现实技术进展及在医学领域中的应用与展望 [J]. 中华胸心血管外科杂志, 2017, 33 (10): 635-640. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1001-4497.2017.10.022.

(收稿日期: 2018-11-12; 修回日期: 2019-01-20)

(本文编辑: 刘新蒙)

(上接第 13 页)

[8] 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. 急性 ST 段抬高型心肌梗死诊断和治疗指南 [J]. 中华心血管病杂志, 2015, 43 (5): 380-393. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0253-3758.2015.05.003.

[9] 中国医师协会心血管内科医师分会预防与康复专业委员会. 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.

[10] LEWIN B, ROBERTSON I H, CAY E L, et al. Effects of self-help post-myocardial-infarction rehabilitation on psychological adjustment and use of health services [J]. Lancet, 1992, 339 (8800): 1036-1040.

[11] SUNAMURA M, TER HOEVE N, GELEIJNSE M L, et al. Cardiac rehabilitation in patients who underwent primary percutaneous coronary intervention for acute myocardial infarction: determinants of programme participation and completion [J]. Neth Heart J, 2017, 25 (11): 618-628. DOI: 10.1007/s12471-017-1039-3.

[12] HSIAO J F, CHUNG C M, CHU C M, et al. Two-Dimensional Speckle Tracking Echocardiography Predict Left Ventricular Remodeling after Acute Myocardial Infarction in Patients with Preserved Ejection Fraction [J]. PLoS One, 2016, 11 (12): e0168109. DOI: 10.1371/journal.pone.0168109.

[13] CARLSON J J, JOHNSON J A, FRANKLIN B A, et al. Program participation, exercise adherence, cardiovascular outcomes, and program cost of traditional versus modified cardiac rehabilitation [J]. Am J Cardiol, 2000, 86 (1): 17-23.

[14] 郭春芳, 朱林锋, 沈磊. 自助式心脏康复对冠心病介入治疗患者的影响 [J]. 中华全科医学, 2012, 10 (10): 1641-1642. DOI: 10.3969/j.issn.1004-8812.2016.07.001.

[15] BATISTA D F, GONCALVES A F, BAFACHO B P, et al. Delayed rather than early exercise training attenuates ventricular remodeling after myocardial infarction [J]. Int J Cardiol, 2013, 170 (1): e3-4. DOI: 10.1016/j.ijcard.2013.10.044.

[16] EIDEMAK I, HAABER A B, FELDT-RASMUSSEN B, et al. Exercise training and the progression of chronic renal failure [J]. Nephron, 1997, 75 (1): 36-40. DOI: 10.1159/000189497.

[17] CLYNE N, EKHOLM J, JOGESTRAND T, et al. Effects of exercise training in predialytic uremic patients [J]. Nephron, 1991, 59 (1): 84-89. DOI: 10.1159/000186524.

[18] TAKAYA Y, KUMASAKA R, ARAKAWA T, et al. Impact of Cardiac Rehabilitation on Renal Function in Patients With and Without Chronic Kidney Disease After Acute Myocardial Infarction [J]. Circ J, 2014, 78 (2): 377-384.

(收稿日期: 2018-10-26; 修回日期: 2019-01-16)

(本文编辑: 刘新蒙)