

研究论文

基于VR技术的I期心脏康复训练对老年冠心病患者经皮冠脉介入术术后恢复的影响

王颖, 杨盛兰, 罗素新, 童话, 方琴*, 郭永正*

重庆医科大学附属第一医院心血管内科, 重庆 400016

摘要: 本研究旨在明确基于虚拟现实(virtual reality, VR)技术的I期心脏康复(cardiac rehabilitation, CR)训练在老年冠心病(coronary heart disease, CHD)患者经皮冠脉介入术(percutaneous coronary intervention, PCI)术后应用的效果。采用便利抽样法选取重庆医科大学附属第一医院心血管内科2022年6月到2023年4月间接受PCI治疗的老年CHD患者36例, 采用随机数字表法将其分为对照组和试验组, 每组各18例患者。对照组患者PCI术后接受常规护理干预, 试验组患者在此基础上给予基于VR技术的I期CR训练干预。比较两组患者康复前后的6 min步行试验(6 min walk test, 6MWT)距离、简易体能状况量表(Simple Physical Performance Battery, SPPB)、SF-36量表、医院焦虑抑郁量表(Hospital Anxiety and Depression Scale, HADS)和事件影响量表-修订版(Impact of Events Scale-Revised, IES-R)等评分。PCI术后3个月, 比较两组患者的主要不良心血管事件(major adverse cardiovascular events, MACE)发生率。结果表明: 试验组患者的6MWT距离和SPPB评分均明显高于对照组($P < 0.05$), 试验组患者的HADS评分和IES-R评分均明显低于对照组($P < 0.01$), 两组患者的SF-36量表评分比较差异无统计学意义($P > 0.05$)。PCI术后3个月, 两组患者MACE发生率比较差异无统计学意义($P > 0.05$)。上述结果提示, 基于VR技术的I期CR方案能够改善老年CHD患者PCI术后应激程度和焦虑/抑郁状态, 同时增强患者心功能和机体功能状态, 且未增加患者不良心脏事件发生风险, 是一种安全、可靠的康复方案。

关键词: 虚拟现实技术; I期心脏康复; 老年冠心病患者; 经皮冠脉介入术术后

Effects of virtual reality in phase I cardiac rehabilitation training for elderly coronary heart disease patients after percutaneous coronary intervention

WANG Ying, YANG Sheng-Lan, LUO Su-Xin, TONG Hua, FANG Qin*, GUO Yong-Zheng*

Division of Cardiology, the First Affiliated Hospital of Chongqing Medical University, Chongqing 400016, China

Abstract: The study aimed to examine the effects of virtual reality (VR) technology-based phase I cardiac rehabilitation (CR) program in elderly coronary heart disease (CHD) patients after percutaneous coronary intervention (PCI). Thirty-six cases of elderly CHD patients who underwent PCI in the First Affiliated Hospital of Chongqing Medical University from June 2022 to April 2023 were recruited by convenience sampling method. The patients were randomly assigned by means of random digital table method to two study groups: control group ($n = 18$), which received conventional nursing intervention after PCI, and experimental group ($n = 18$), which received a combined program of conventional nursing intervention together with CR program based on VR technology. The 6 min walk test (6MWT), Simple Physical Performance Battery (SPPB), SF-36 scale, Hospital Anxiety and Depression Scale

This work was supported by the National Natural Science Foundation of China (No. 82070238), the Natural Science Foundation of Chongqing (No. CSTB2022NSCQ-MSX0913), the China Postdoctoral Science Foundation (No. 2022M720601), the Postdoctoral Natural Science Foundation of Chongqing (No. 2022CQBSHTBT003), Program for Youth Innovation in Future Medicine, Chongqing Medical University (No. W0168) and the Postdoctoral Incubation Project of the First Affiliated Hospital of Chongqing Medical University (No. CYYY-BSHPYXM-202204).

*Corresponding authors. GUO Yong-Zheng: E-mail: gyz_cardio@hospital.cqmu.edu.cn; FANG Qin: E-mail: 949560838@hospital.cqmu.edu.cn

(HADS) and Impact of Events Scale-Revised (IES-R) were tested before and after rehabilitation. Moreover, the incidence of major adverse cardiovascular events (MACE) was recorded at 3 months after PCI. After VR-based CR, the 6MWT distance and SPPB scores of patients in the experimental group were higher than those in control group ($P < 0.05$). The HADS scores and IES-R scores of the patients in the experimental group were lower than those in control group ($P < 0.01$), and the difference in SF-36 scale scores was not statistically significant between two groups ($P > 0.05$). The incidence of MACE was not significantly different at 3 months after PCI ($P > 0.05$). These results suggest that VR-based phase I CR program mitigates the degree of PCI postoperative stress, anxiety, and depression in elderly CHD patients, however, enhances the resistance to fatigue and does not increase the risk of adverse cardiac events, suggesting it is a safe intervention.

Key words: virtual reality technology; phase I cardiac rehabilitation; elderly coronary heart disease patients; post-percutaneous coronary intervention

冠状动脉粥样硬化性心脏病 (coronary heart disease, CHD, 简称冠心病), 是好发于中老年人群的慢性心血管疾病, 据《中国心血管疾病报告 2018》显示^[1], 我国心血管疾病现患人数约为 2.9 亿, 其中 CHD 患者约为 1 100 万。因其较高的危害性和死亡率, CHD 被认为是心血管疾病的第一死亡杀手。经皮冠脉介入术 (percutaneous coronary intervention, PCI) 是 CHD 患者最有效的治疗手段, 能迅速改善冠脉血供、恢复心肌血流灌注、控制心肌缺血或梗死进程, 可使心肌梗死患者死亡风险降低 50.0% 以上。但临床研究发现^[2], 尤其在老年人群中, CHD 患者 PCI 术后仍面临再狭窄、心肌缺血等风险, 即使严格遵循指南中标准药物治疗方案, 术后 1 年内主要不良心血管事件 (major adverse cardiovascular events, MACE) 发生率仍达到 10.0%~13.0%。美国心脏学会 (AHA)/ 美国心脏病学会 (ACC) 建议所有患者 PCI 术后应常规进行二级预防策略干预, 以降低 MACE 发生风险^[3]。

心脏康复 (cardiac rehabilitation, CR) 作为二级预防策略的重要组成部分, 目前已证实与心血管疾病发病率和死亡率降低, 以及预后质量改善和医疗保健费用降低密切相关。根据 CR 开展时间临床可分为三期^[4], 包括 I 期康复 (院内早期康复)、II 期康复 (院外早期康复) 和 III 期康复 (家庭康复), 其中 I 期康复是指院内接受的以健康宣教、主动与被动活动为主的康复活动, 是恢复心肌储备能力、康复宣教和增强康复意识的关键时期, 同时在保证心肌缺血风险评估安全情况下, I 期康复不会增加 MACE 风险, 被认为是恢复患者心脏功能和生活的桥梁。2017 年版欧洲心脏病学会 (ESC) 急性 ST 段抬高型心肌梗死指南^[5] 明确指出, 无合并心力衰竭症状、恶性心律失常的非高危 PCI 术患者, 术后卧床应控制在 12~24 h 以内, 推荐入院后即可开展 I

期康复。尽管 CR 重要性目前国内已得到高度认可, 且全国范围内已有近百家心脏康复示范基地, 但 CR 仍缺乏结构化、系统化和个性化的实践机制, 有统计显示^[6], 急性心肌梗死 (acute myocardial infarction, AMI) 和 PCI 术后 I 期康复依从性低至 17.0%、6.0%, 尤其在老年患者中表现更为明显。近年来, 虚拟现实 (virtual reality, VR) 技术因其具有沉浸性、交互性和构想性等特性, 目前在医学康复训练领域中得到广泛应用, 对改善患者情绪和机体功能具有积极作用^[7]。既往研究表明, 基于 VR 技术的 CR 被证明比传统 CR 更有效地改善心脏病患者的身体状况, 且患者表现出良好依从性^[8]。但其是否可作为老年 CHD 患者 PCI 术后安全、有效的康复方案目前尚无报道。本研究对老年 CHD 患者 PCI 术后开展基于 VR 技术的 CR 方案, 旨在评估基于 VR 技术的 CR 方案的有效性和安全性。

1 资料与方法

1.1 一般资料 本研究设置首要终点事件共四项, 参考 Kendall 等^[9] 提出的样本粗略估计方法, 样本量为研究因素的 5~10 倍, 因此样本量估算为 20~40 例。采用便利抽样法选取重庆医科大学附属第一医院心血管内科 2022 年 6 月到 2023 年 4 月间接受 PCI 治疗的老年 CHD 患者 36 例。纳入标准: ①符合中华医学会心血管病学分会制定的《冠心病临床诊断及治疗指南》^[10] 拟定的诊断标准; ②均符合 PCI 治疗指征且首次接受 PCI 治疗; ③年龄均 ≥ 65 岁; ④美国纽约心脏病学会 (NYHA) 分级为 II 级和 III 级; ⑤均自愿参与本次研究且签署知情同意书。排除标准: ① PCI 术后 CR 危险评价结果提示为高危患者^[11]; ②经股动脉穿刺冠脉介入治疗或同期接受其他心脏手术者; ③合并精神类疾病、心理疾病、认知功能障碍或语言沟通障碍者; ④合并恶性肿瘤

或其他重要器官系统急危重症疾病；⑤合并脑卒中或其他无法耐受VR技术患者。采用随机数字表法将其分为对照组和试验组，每组各18例患者。两组患者的性别、年龄、体重指数 (body mass index, BMI)、冠脉病变数目、左心室射血分数 (left ventricular ejection fraction, LVEF)、合并症、NYHA 分级、置入支架数目及用药情况等一般资料的比较显示，差异均无统计学意义 ($P > 0.05$)，详情见表1。本研究已获本院医学伦理委员会审核批准。

1.2 方法

1.2.1 对照组 对照组患者接受常规的PCI术后护理干预，包括面对面健康宣教、告知术后注意事项、指导患者术后用药、饮食等，发放心脏康复宣传手册并及时回答患者疑惑，嘱咐按时复诊等。

1.2.2 试验组

1.2.2.1 I期CR启动和暂停指征^[12] I期CR训练启动指征：1) PCI术后8 h内无新发或是反复心绞痛发生；2) PCI术后8 h内未出现明显心电图波动或是明显心律失常。I期CR训练暂停指征：

1) 训练期间出现心悸、胸痛、呕吐、眩晕或呼吸困难等症状；2) 心率超过静息心率30次/min以上，或是数值超过130次/min；3) 训练时收缩压 (systolic blood pressure, SBP) 超过静息时30 mmHg以上、舒张压 (diastolic blood pressure, DBP) 增加超过静息时10 mmHg或SBP/DBP数值大于200/110 mmHg；4) 心电图结果提示ST段下移超0.2 mV (或相比稳定时降低超0.1 mV)、ST段抬高超过0.2 mV或II~III度房室传导阻滞等恶性心律失常表现。

1.2.2.2 I期CR注意事项^[13] I期CR强度最高心率范围计算：靶心率 (target heart rate, THR) = $(220 - \text{年龄}) \times (60.0\% \sim 70.0\%)$ ，即可计算出CR最大心率值，并参考Borg自觉劳累分级表对患者进行主观评估，当评估达到12级时即代表运动强度达到锻炼效果。I期CR开始前由管床医师、责任护士根据患者主诉、血压、心电图及心率等情况共同评估患者病情是否稳定、是否耐受活动等，训练期间由专业康复师一对一针对性指导，训练期间全程进行心电监护，并根据患者劳累情况、血压和呼吸心率

表1. 两组患者的一般资料比较[n (%)]

Table 1. Comparison of the basic information of patients between control and experimental groups [n (%)]

基线资料		对照组(n = 18)	试验组(n = 18)	t/χ^2	P
性别	男	10 (55.56%)	9 (50.00%)	0.111	0.738
	女	8 (44.44%)	9 (50.00%)		
年龄(岁)		72.61 ± 5.45	72.50 ± 6.16	0.057	0.955
BMI (kg/m ²)		24.93 ± 2.52	24.65 ± 3.21	0.275	0.785
冠脉病变数目	单支	9 (50.00%)	10 (55.56%)	0.232	0.630
	双支	6 (33.33%)	6 (33.33%)		
	三支及以上	3 (16.67%)	2 (11.11%)		
LVEF (%)		48.11 ± 4.34	47.61 ± 4.62	0.335	0.740
合并症	糖尿病	4 (22.22%)	5 (27.78%)	0.400	0.527
	高血压	11 (61.11%)	10 (55.56%)		
	高脂血症	7 (38.89%)	8 (44.44%)		
	退行性关节疾病	2 (11.11%)	3 (16.67%)		
NYHA分级	II	7 (38.89%)	8 (44.44%)	1.003	0.316
	III	11 (61.11%)	10 (55.56%)		
置入支架数目	1枚	11 (61.11%)	12 (66.67%)	0.444	0.505
	2枚	5 (27.78%)	5 (27.78%)		
	≥3枚	2 (11.11%)	1 (5.55%)		
用药情况	ACEI/ARB	5 (27.78%)	6 (33.33%)	0.371	0.800
	β受体阻滞剂	10 (55.56%)	8 (44.44%)		
	硝酸酯制剂	4 (22.22%)	2 (11.11%)		
	钙通道阻断药	1 (5.55%)	3 (16.67%)		

BMI: body mass index; LVEF: left ventricular ejection fraction; NYHA: New York Heart Association; ACEI/ARB: angiotensin-converting enzyme inhibitors/angiotension II receptor blockers.

等情况, 评估每日训练反应效果, 当出现异常时应立即停止运动, 如训练反应良好则次日酌情增加康复强度。

1.2.2.3 基于 VR 技术的 I 期 CR 方案 试验组患者在 PCI 术后住院期间实施基于 VR 技术的 I 期 CR 方案。选用 PICO neo 3 型 VR 康复训练系统 (PICO, 中国), 该系统适用于老年 PCI 术后人群。本研究中该系统共设置有“水果忍者”、拳击、网球、高尔夫球、跑步及骑车等 6 种游戏, 每种游戏开展时机和时间根据患者最适运动耐受强度调整。康复训练前, 指导患者完成四向点头+肩部绕环+扩胸舒展的热身训练方案, 每组 4 次, 重复 2~4 组。手术后当天以“水果忍者”等 VR 游戏训练为主, 5~10 min/次、3 次/d, 用于锻炼患者的上肢功能, 次日根据患者康复训练表现调整 VR 游戏项目和时间, 可逐步调整以拳击、网球等中等强度康复训练, 20~30 min/次、1 次/d。实施 VR 技术的 CR 训练期间可配音乐、语言抚慰等心理疗法缓解负面情绪。康复训练结束后指导患者进行腹式呼吸, 重复 5~10 次, 达到放松训练效果。所有患者均于 PCI 术后 3 个月入院随访, 作为康复后观察时间点。

1.3 观察指标

1.3.1 首要终点指标 比较两组患者康复前后的 6 min 步行试验 (6 min walk test, 6MWT) 距离和简易体能状况量表 (Simple Physical Performance Battery, SPPB) 评分^[14], SPPB 量表用于反映身体机能状态, 分值为 0~12 分, 分数越高提示肌肉功能越好; 比较两组患者康复前后的医院焦虑抑郁量表 (Hospital Anxiety and Depression Scale, HADS) 评分和事件影响量表-修订版 (Impact of Events Scale-Revised, IES-R) 评分。HADS 量表^[25]用于评价心理健康状态, 包含焦虑和抑郁共 14 个问题, 每个问题有 4 种选项, 分别对应 0~3 分, 分数越高提示焦虑和抑郁程度越严重。IES-R^[16]用于评估患者术后应激障碍程度,

包含侵扰、唤醒及逃避等 3 个维度, 共计 22 个条目, 分值为 0~88 分, 分数越高提示应激障碍越严重。

1.3.2 次要终点指标 比较两组患者康复前后的健康调查简表 (SF-36 量表) 评分^[17], 该量表涵盖生理功能 (physical functioning, PF)、生理职能 (role-physical, RP)、躯体疼痛 (bodily pain, BP)、社会功能 (social function, SF)、情感职能 (role-emotional, RE) 和心理健康 (mental health, MH)、活力 (vitality, VT) 和总体健康 (general health, GH) 等 8 个维度, 共计 36 个条目, 每个维度满分为 100 分, 分数越高提示生活质量越好; 比较两组患者的 PCI 术后 3 个月的恶性心律失常、心绞痛、再狭窄、心力衰竭、心源性休克等 MACE 发生率。

1.4 统计学方法 采用 SPSS 27.0 软件进行统计描述和分析。计数资料采用频数、构成比描述, 组间比较采用 χ^2 检验。符合正态分布的计量资料用 $\text{mean} \pm \text{SD}$ 进行描述, 采用两独立样本 t 检验进行组间比较; 非正态分布的计量资料用中位数、四分位数描述, 采用 MannWhitney U 检验进行组间比较。以 $P < 0.05$ 表示差异具有统计学意义。

2 结果

2.1 两组患者康复前后的 6MWT 距离和 SPPB 评分比较

两组患者康复前的 6MWT 距离和 SPPB 评分比较, 差异均未见统计学意义 ($P > 0.05$); 康复后, 试验组患者的 6MWT 距离和 SPPB 评分均明显高于对照组 ($P < 0.05$) (表 2)。

2.2 两组患者康复前后的 SF-36 量表评分比较

康复前, 两组患者的 PF、RP、BP、SF、RE、MH、VT 及 GH 等 SF-36 量表评分比较, 差异均无统计学意义 ($P > 0.05$); 康复后, 试验组患者较对照患者的 PF、RP、BP、SF、RE、MH、VT 及 GH 等 SF-36 量表评分有所升高, 但差异无统计学意义。

表 2. 两组患者康复前后的 6MWT 距离和 SPPB 评分比较

Table 2. Comparisons of 6MWT outcomes and SPPB score between control and experimental groups

组别	6MWT 距离(m)		SPPB 评分	
	康复前	康复后	康复前	康复后
对照组($n = 18$)	354.17 $\pm$ 61.20	417.83 $\pm$ 41.86 [#]	8.67 $\pm$ 1.56	9.83 $\pm$ 1.50 [#]
试验组($n = 18$)	352.06 $\pm$ 59.39	455.72 $\pm$ 54.37 [#]	8.78 $\pm$ 1.47	11.06 $\pm$ 1.22 [#]
t	0.105	2.343	0.218	2.699
P	0.917	0.026	0.829	0.011

6MWT: 6 min walk test; SPPB: Simple Physical Performance Battery. Mean $\pm$ SD. [#] $P < 0.05$ compared to the outcome before CR.

($P > 0.05$) (表 3)。

2.3 两组患者康复前后的HADS评分和IES-R评分比较

两组患者康复前的 HADS 评分和 IES-R 评分比较, 差异均未见统计学意义 ($P > 0.05$); 康复后, 试验组患者的 HADS 评分和 IES-R 评分均明显低于对照组 ($P < 0.01$) (表 4)。

2.4 两组患者PCI术后3个月的MACE发生率比较

PCI 术后 3 个月, 对照组患者共出现 1 例恶性心律失常、2 例心绞痛、1 例再狭窄, 未出现心力衰竭和心源性休克, MACE 发生率为 16.67%; 试验组患者共出现 1 例恶性心律失常和 1 例心绞痛, 未出现再狭窄、心力衰竭和心源性休克, MACE 发生率为 11.11%。两组患者 MACE 发生率比较差异无统计学意义 ($P > 0.05$) (表 5)。

3 讨论

老年 CHD 患者具有病情进展快、缺乏规律、治疗矛盾多及 MACE 发生风险高等特点, 病死率可达到 70.0%。PCI 是老年 CHD 最有效治疗手段, 能够短时间再通“罪犯”冠脉, 但仍有约 2/5 和 2/3 的患者在 PCI 术后 5 年和 10 年内发生 MACE, 因此, “罪犯”冠脉机械再通后需继续通过二级预防策略降低风险^[18]。CR 是 AHA/ACC 和 ESC 共同推荐的心血管疾病患者管理的二级预防方案, 科学合理的康复训练可通过增加冠脉弹性储备能力, 增强冠脉供血量和降低冠脉痉挛, 刺激心脏侧支循环建立, 且具有增强血管内皮功能和稳定粥样硬化斑块等作用, 预防心绞痛、冠脉再狭窄及心肌梗死等 MACE, 可使心肌再梗死和死亡风险分别降低 47.0%、36.0%^[19]。大数据研究指出^[20], I 期 CR 是增强患者康复意识和心脏储备功能的重要阶段, 良好的 I 期 CR 可使患者运动能力达到 3~4 代谢当量 (metabolic equivalents, METs), 基本达到出院生活自理, 同时能减轻焦虑等情绪、缩短住院时长及降低并发症风险。但临床研究发现^[21], CHD 患者 PCI 术后受疾病本身、手术应激及医院环境等因素影响, 此外, 老年人群因肌肉质量退化, 平衡、步态及执行日常活动等整体能力不足, 易出现负面情绪导致 I 期 CR 参与度较低。Chen 等^[22]通过对我国 76 所三级医院 I 期 CR 开展情况调查发现, I 期 CR 无论在人才建设、实施内容、技术仪器、随访方案等方面仍不够完善, 也是导致患者 I 期 CR 参

表3. 两组患者康复前后的SF-36量表评分比较

		Table 3. Comparisons of SF-36 scores between control and experimental groups							
时间	组别	PF	RP	BP	SF	RE	MH	VT	GH
康复前	对照组($n=18$)	63.06 ± 10.58	67.33 ± 9.60	60.83 ± 10.06	72.17 ± 12.15	70.44 ± 10.37	68.22 ± 11.72	58.33 ± 10.17	70.39 ± 11.50
	试验组($n=18$)	62.89 ± 10.82	67.61 ± 10.26	61.33 ± 9.37	72.56 ± 13.38	70.72 ± 11.45	69.06 ± 12.16	59.11 ± 11.49	69.83 ± 11.16
	t	0.048	0.085	0.154	0.092	0.077	0.211	0.216	0.148
康复后	对照组($n=18$)	0.962	0.933	0.878	0.928	0.939	0.834	0.831	0.883
	试验组($n=18$)	72.83 ± 10.32	78.17 ± 12.02	75.61 ± 12.11	80.83 ± 11.81	76.33 ± 11.18	80.39 ± 10.63	69.83 ± 12.19	75.94 ± 13.18
	t	77.17 ± 11.09	80.33 ± 11.73	77.67 ± 10.52	83.39 ± 11.21	79.72 ± 11.37	85.33 ± 10.08	72.50 ± 11.77	81.50 ± 11.89
		1.215	0.546	0.545	0.667	0.902	1.431	0.669	1.329
		0.233	0.589	0.590	0.509	0.374	0.162	0.508	0.193

Mean ± SD. PF: physical functioning; RP: role-physical; BP: bodily pain; SF: social function; RE: role-emotional; MH: mental health; VT: vitality; GH: general health.

表4. 两组患者康复前后的HADS评分和IES-R评分比较

Table 4. Comparisons of HADS and IES-R scores between control and experimental groups

组别	HADS评分		IES-R评分	
	康复前	康复后	康复前	康复后
对照组($n = 18$)	13.28 ± 2.49	$10.67 \pm 2.21^{\#}$	28.67 ± 8.41	$23.50 \pm 6.64^{\#}$
试验组($n = 18$)	13.33 ± 3.04	$8.50 \pm 2.81^{\#}$	28.56 ± 7.85	$18.39 \pm 4.02^{\#}$
t	0.054	3.091	0.041	2.793
P	0.957	0.004	0.968	0.009

HADS: Hospital Anxiety and Depression Scale; IES-R: Impact of Events Scale-Revised. Mean $\pm$ SD. $^{\#}P < 0.05$ compared to the outcome before CR.

表5. 两组患者PCI术后3个月的MACE发生率比较[n (%)]

Table 5. The incidence of major adverse cardiovascular events (MACE) at 3 months after PCI [n (%)]

组别	恶性心律失常	心绞痛	再狭窄	心力衰竭	心源性休克
对照组($n = 18$)	1 (5.55%)	1 (5.56%)	1 (5.56%)	0 (0.00%)	0 (0.00%)
试验组($n = 18$)	1 (5.55%)	1 (5.56%)	0 (0.00%)	0 (0.00%)	0 (0.00%)
χ^2	0.000	0.000	1.029	0.000	0.000
P	1.000	1.000	0.310	1.000	1.000

与度较低的重要原因。Yan 等^[23]的一项针对 PCI 患者 I 期 CR 方案完成度和影响因素研究发现, 焦虑水平是影响 I 期 CR 完成度的重要影响因素。Szczepanska-Gieracha 等^[24]研究也指出, 负面情绪是导致较差 CR 结局的显著因素, 而传统 CR 改善负面情绪的效果不理想, 呼吁早期引入诊断和改善负面情绪的方案。病理生理研究表明^[25, 26], 焦虑和抑郁等负面情绪不仅影响 PCI 术后 CR 参与度, 还能异常激活交感神经系统, 导致儿茶酚胺大量释放、心率增快、凝血功能异常及血管收缩等, 增加心脏负荷以及恶性心律失常等风险。因此, 改进 CR 方案缓解负面情绪和增强参与度是提高老年 CHD 患者 PCI 术后预后质量的关键措施。

VR 是融合计算机技术、传感技术及仿真技术等多学科技术研发的前沿科技, 具有沉浸性、构想性及交互性等特性, 可为用户提供视觉、触觉及听觉等多种实时感知交互, 使用户达到身临其境的效果^[27]。目前, VR 在康复医学领域被认为是最具前景的发展方向, 可打破传统康复中时间、空间及交通限制。分散注意力是各种用于管理焦虑等负面情绪策略中简单且有效的非药物手段, 其中 VR 技术通过为患者带来视觉和思维的真实体验感, 将患者作为完整生物个体融入到虚拟环境中, 在疼痛和负面情绪管理中可提供令人愉悦视觉感受和更具互动性的本体感觉^[28]。研究表明^[29], 基于 VR 技术的 CR 能够有效解决传统 CR 过程单调易丧失积极性、

康复场地特定限制开展等诸多问题, 在提高患者参与度和改善负面情绪方面有着显著优势。众多研究表明^[30, 31], 基于 VR 技术的康复计划可以减轻疲劳、焦虑和抑郁, 同时对恐惧症和创伤后应激障碍有积极影响。Ma 等^[32]的一项系统评价研究表明, 基于 VR 技术的 CR 方案能明显减轻患者负面情绪和提高满意度, 但对心功能改善缺乏有力的证据。本研究基于 VR 技术的 I 期 CR 方案用于 PCI 术后的结果显示, 试验组患者康复后的 HADS 评分和 IES-R 评分均明显低于对照组, 提示基于 VR 技术的 CR 可减轻患者术后应激障碍程度和焦虑 / 抑郁状态, 这与目前文献报道基本一致, 可能与本研究中所有患者均积极参加 VR 游戏训练, 主观能动性较高, 以及 VR 营造的真实游戏体验感激活中脑边缘多巴胺通路和大脑奖赏系统有关。基于 VR 技术的 CR 项目耗氧量和 METs 是重点关注的问题, 然而目前该方面研究似乎有限, Ruivo 等^[33]的一项探讨 VR 游戏是否可作为 CR 的补充疗法的研究显示, 电子游戏产生的代谢输出与瑜伽、步行或软性耐力训练等真实运动相当, 但达不到拳击或网球等高强度运动。沿着这些思路, Chaddha 等人^[34]研究显示, 健康成年人在 Wii 运动软件进行 VR 游戏时代谢率可达到 1.3~5.6METs 不等, 分别对应慢速 (1.3METs) 和非常快速行走 (5.6METs) 的能量消耗。本研究我们选择的 CR 项目严格遵循 ACC 推荐的 I 期 CR 七步法运动强度要求, 手术当天以“水果忍者”等低

METs 游戏, 后期可逐步开展拳击、网球等中等 METs 游戏, 通过调整 VR 游戏的 METs 实现 I 期 CR 方案中训练强度要求。本研究结果显示, 试验组患者康复后的 6MWT 距离和 SPPB 评分均明显高于对照组, 6MWT 作为心脏康复后临床状态变化的敏感指导, 同时也是评价心功能的可靠指标, 结果提示基于 VR 技术的 CR 可改善患者心功能和机体功能状态, 这与目前主流观点基本一致^[35, 36], 这可能得益于 VR 营造的虚拟场景有助于放松肌肉和缓解负面情绪, 进而提高患者 CR 参与度和有氧运动效率有关, 此外基于 VR 技术的游戏方案保证了 I 期 CR 的训练强度同样至关重要。在生活质量和心脏不良事件方面, 本研究结果显示, 试验组患者康复后的 SF-36 量表中 PF、MH 及 GH 等维度评分虽高于对照组, 但组间比较未见统计学差异, 可能由于本研究中 I 期 CR 时间和随访时间过短, 而生活质量改善是长期持续的过程, 以及量表评分中侧重点不同有关。此外两组患者 PCI 术后 3 个月 MACE 发生率均较低, 提示基于 VR 技术的 CR 安全性初步可靠。但本研究仍存在以下局限性: ①本研究样本量较少, 可能与真实整体情况存在差异; ②CR 持续时间和随访时间均较短, 缺乏对远期预后结局的数据, 后期应进一步开展基于 VR 技术的 II 期和 III 期 CR 计划; ③基于 VR 技术的 CR 方案未充分考虑年龄、性别、爱好及病情等基本情况, 康复训练方案针对性有待提高。尽管如此, 本研究仍为基于 VR 技术的 I 期 CR 在老年 CHD 患者 PCI 术后康复方案选择提供了临床指导。

综上所述, 基于 VR 技术的 I 期 CR 方案能够促进老年 CHD 患者 PCI 术后恢复, 增强机体功能状态, 并缓解各种原因所致的负面情绪, 且未增加患者不良心脏事件发生风险, 是一种安全、可靠的康复方案。

参考文献

- 1 Hu S (胡盛寿), Gao R, Liu L, Zhu M, Wang W, Wang Y, Wu Z, Li H, Gu D, Yang Y, Zheng Z, Chen W, on behalf of the Writing Committee of the Report on Cardiovascular Diseases in China. Summary of the 2018 Report on Cardiovascular Diseases in China. Chin Circ J (中国循环杂志) 2019; 34(3): 209–220 (in Chinese).
- 2 Ye XP (叶晓萍). Observation and nursing of postoperative complications induced by percutaneous coronary intervention in elderly patients with coronary heart disease. J Clin Res (医学临床研究) 2016; 33(2): 284–285, 289 (in Chinese).
- 3 Thomas RJ, King M, Lui K, Oldridge N, Piña IL, Spertus J. AACVPR/ACCF/AHA 2010 Update: Performance Measures on Cardiac Rehabilitation for Referral to Cardiac Rehabilitation/Secondary Prevention Services Endorsed by the American College of Chest Physicians, the American College of Sports Medicine, the American Physical Therapy Association, the Canadian Association of Cardiac Rehabilitation, the Clinical Exercise Physiology Association, the European Association for Cardiovascular Prevention and Rehabilitation, the Inter-American Heart Foundation, the National Association of Clinical Nurse Specialists, the Preventive Cardiovascular Nurses Association, and the Society of Thoracic Surgeons. J Am Coll Cardiol 2010; 56(14): 1159–1167.
- 4 Chinese Society of Cardiology (中华医学会心血管病学分会), Cardiovascular Committee of Chinese Association of Rehabilitation Medicine, Cardiovascular and Cerebrovascular Disease Committee of Gerontological Society of China. Chinese expert consensus on coronary heart disease rehabilitation and secondary prevention. Chin J Cardiol (中华心血管病杂志) 2013; 41(4): 267–275 (in Chinese).
- 5 SEC Working Group for the 2017 ESC Guidelines for the Management of Acute Myocardial Infarction in Patients Presenting with ST-segment Elevation; Alfonso F, Sionis A, Bueno H, Ibáñez B, Sabaté M, Cequier Á, Barrabés J, Sanchis J, Abu-Assi E, Aboal J; Expert Reviewers for the 2017 ESC Guidelines for the Management of Acute Myocardial Infarction in Patients Presenting with ST-segment Elevation; López de Sá E, Martín Asenjo R, Pan M, Ojeda S, Pérez de Prado A, Jiménez Quevedo P, Serrador A, Roldán I, Ferreira JL, Ruiz Nodar JM, López Sendón JL; SEC Guidelines Committee; San Román A, Alfonso F, Evangelista A, Ferreira-González I, Jiménez Navarro M, Marín F, Pérez de Isla L, Rodríguez Padial L, Sánchez Fernández PL, Sionis A, Vázquez García R. Comments on the 2017 ESC Guidelines for the Management of Acute Myocardial Infarction in Patients Presenting with ST-segment Elevation. Rev Esp Cardiol (Engl Ed) 2017; 70(12): 1039–1045.
- 6 de Macedo RM, Faria-Neto JR, Costantini CO, Casali D, Muller AP, Costantini CR, de Carvalho KA, Guarita-Souza LC. Phase I of cardiac rehabilitation: A new challenge for evidence based physiotherapy. World J Cardiol 2011; 3(7): 248–255.
- 7 Rutkowski S, Kiper P, Cacciante L, Cieřlik B, Mazurek J, Turolla A, Szczepańska-Gieracha J. Use of virtual reality-based training in different fields of rehabilitation: A systematic review and meta-analysis. J Rehabil Med 2020; 52(11): jrm00121.
- 8 Jin JF (金建芬), Lu J, Yu MY, Zheng BB, Li YM, Ning L,

- Tang AM, Wu QQ, Wang CQ. Application progress of virtual reality technology in patients' cardiac rehabilitation. *Chin J Nurs* (中华护理杂志) 2021; 56(2): 206–211 (in Chinese).
- 9 Kendall PC, Sheldrick RC. Normative data for normative comparisons. *J Consult Clin Psychol* 2000; 68(5): 767–773.
 - 10 Yan HB (颜红兵), Ma CS, Huo Y. Clinical Guidelines for the Diagnosis and Treatment of Coronary Heart Disease. Beijing: People's Medical Publishing House (人民卫生出版社), 2010 (in Chinese).
 - 11 Yuan LX (袁丽霞), Ding RJ. Interpretation of guidelines for cardiovascular rehabilitation and secondary prevention in China. *Chin Circ J* (中国循环杂志) 2019; 34(S1): 86–90 (in Chinese).
 - 12 Guo L (郭兰), Wang L, Liu SN. Cardiac Motor Rehabilitation. Nanjing: Southeast University Press (东南大学出版社), 2014 (in Chinese).
 - 13 Sabbahi A, Canada JM, Babu AS, Severin R, Arena R, Ozemek C. Exercise training in cardiac rehabilitation: Setting the right intensity for optimal benefit. *Prog Cardiovasc Dis* 2022; 70: 58–65.
 - 14 Guralnik JM, Simonsick EM, Ferrucci L, Glynn RJ, Berkman LF, Blazer DG, Scherr PA, Wallace RB. A short physical performance battery assessing lower extremity function: association with self-reported disability and prediction of mortality and nursing home admission. *J Gerontol* 1994; 49(2): 85–94.
 - 15 Liu ML (刘美丽), Wang WR. Applicability of hospital anxiety and depression scale to patients with coronary heart disease. *Shaanxi J Med* (陕西医学杂志) 2009; 38(10): 1330–1332 (in Chinese).
 - 16 Guo SR (郭素然), Xin ZQ, Geng LN. Reliability and validity analysis of the Event Impact Scale revision. *Chin J Clin Psychol* (中国临床心理学杂志) 2007; 15(1): 15–17 (in Chinese).
 - 17 Cao WJ (曹文君), Hua QZ, Wang YJ, Hua Y, Wang JS, Xu YY. Evaluation of the psychological characteristics of the SF-36 scale in the Chinese elderly population. *Mod Prev Med* (现代预防医学) 2014; 41(6): 964–971 (in Chinese).
 - 18 Zhang JL (张金丽), Lin P. Time distribution of adverse cardiac events after percutaneous coronary intervention and the associated factors. *J Nurs Sci* (护理学杂志) 2012; 27(11): 20–22 (in Chinese).
 - 19 Cardiac Rehabilitation Section of the European Association for Cardiovascular Prevention & Rehabilitation. Secondary prevention in the clinical management of patients with cardiovascular diseases. Core components, standards and outcome measures for referral and delivery. *Kardiologiia* 2014; 54(6): 87–104 (in Russian).
 - 20 Wang YQ (王彦琦), Wang LL, Chen S, Liu LL, Han B. Effect of stage I cardiac rehabilitation combined with respiratory training on exercise capacity and quality of life in patients after coronary intervention for acute myocardial infarction. *J Cardiovasc Pulm Dis* (心肺血管病杂志) 2020; 39(12): 1417–1419, 1434 (in Chinese).
 - 21 Ritchey MD, Maresh S, McNeely J, Shaffer T, Jackson SL, Keteyian SJ, Brawner CA, Whooley MA, Chang T, Stolp H, Schieb L, Wright J. Tracking cardiac rehabilitation participation and completion among medicare beneficiaries to inform the efforts of a national initiative. *Circ Cardiovasc Qual Outcomes* 2020; 13(1): e005902.
 - 22 Chen Q (陈齐), Li WH, Xie HZ, Chen H, Lu D. Investigation of cardiac phase I rehabilitation was conducted in 76 tertiary hospitals in China. *Nurs Manag Chin* (中国护理管理) 2021; 21(2): 202–206 (in Chinese).
 - 23 Yan FJ (严凤娇), Song WX, Chen GL, Tang LX, Wang J, Lin CX, Wang S, Chen SZ, Cheng SZ. Analysis of the completion of phase I cardiac rehabilitation program in patients after emergency percutaneous coronary intervention. *Nurs Manag Chin* (中国护理管理) 2021; 21(11): 1617–1621 (in Chinese).
 - 24 Szczepanska-Gieracha J, Morka J, Kowalska J, Kustrzycki W, Rymaszewska J. The role of depressive and anxiety symptoms in the evaluation of cardiac rehabilitation efficacy after coronary artery bypass grafting surgery. *Eur J Cardiothorac Surg* 2012; 42(5): e108–14.
 - 25 Makita S. Cardiac rehabilitation for patients with heart failure on continuous catecholamine infusion. *J Cardiac Failure* 2013; 19(10): S111.
 - 26 Xia X (夏啸), Xia YD, Gu TT, Wang J. Progress on anxiety and depression after PCI in patients with acute coronary syndrome. *South Chin J Natl Def Med* (华南国防医学杂志), 2020; 34(8): 586–590 (in Chinese).
 - 27 Yu I, Mortensen J, Khanna P, Spanlang B, Slater M. Visual realism enhances realistic response in an immersive virtual environment-Part 2. *IEEE Comput Graph Appl* 2011; 32(6): 36–45.
 - 28 Aghbolagh MG, Bahrami T, Rejeh N, Heravi-Karimooi M, Tadrissi SD, Vaismoradi M. Comparison of the effects of visual and auditory distractions on fistula cannulation pain among older patients undergoing hemodialysis: a randomized controlled clinical trial. *Geriatrics* 2020; 5(3): 53.
 - 29 Zhang H (张宏), Yan J, Sun X, Cui LJ, Li XY, Xie Q, Niu CX. Teaching effects of non-interactive virtual reality for rehabilitation movements. *Mod Instrum Med Care* (现代仪器与医疗) 2023; 29(2): 33–39 (in Chinese).
 - 30 Qian J, McDonough DJ, Gao Z. The effectiveness of virtual reality exercise on individual's physiological, psychological and rehabilitative outcomes: a systematic review. *Int J Environ Res Public Health* 2020; 17(11): 4133.

- 31 Maples-Keller JL, Yasinski C, Manjin N, Rothbaum BO. Virtual reality-enhanced extinction of phobias and post-traumatic stress. *Neurotherapeutics* 2017; 14(3): 554–563.
- 32 Ma SM (麻盛淼), Hu YL, Yang HJ, Shen C, Li QY, Liang T. Virtual reality techniques for the systematic evaluation of patients in cardiac rehabilitation. *J Nurs Sci (护理学杂志)* 2023; 38(2): 91–95 (in Chinese).
- 33 Ruivo JMADS, Karim K, O'Shea R, Oliveira RCS, Keary L, O'Brien C, Gormley JP. In-class active video game supplementation and adherence to cardiac rehabilitation. *J Cardiopulm Rehabil Prev* 2017; 37(4): 274–278.
- 34 Chaddha A, Jackson EA, Richardson CR, Franklin BA. Technology to help promote physical activity. *Am J Cardiol* 2017; 119(1): 149–152.
- 35 Gulick V, Graves D, Ames S, Krishnamani PP. Effect of a virtual reality-enhanced exercise and education intervention on patient engagement and learning in cardiac rehabilitation: randomized controlled trial. *J Med Internet Res* 2021; 23(4): e23882.
- 36 García-Bravo S, Cano-de-la-Cuerda R, Domínguez-Paniagua J, Campuzano-Ruiz R, Barreñada-Copete E, López-Navas MJ, Araujo-Narváez A, García-Bravo C, Florez-Garcia M, Botas-Rodríguez J, Cuesta-Gómez A. Effects of virtual reality on cardiac rehabilitation programs for ischemic heart disease: a randomized pilot clinical trial. *Int J Environ Res Public Health* 2020; 17(22): 8472.