

## · 心脏康复 · 循证 ·

# 虚拟现实技术在心脏康复患者中应用效果的Meta分析

扫描二维码  
获取更多秦玲玲<sup>1</sup>, 张敏<sup>2</sup>, 游兆媛<sup>3</sup>, 孔佳佳<sup>1</sup>

**【摘要】** 目的 采用Meta分析方法评价虚拟现实(VR)技术在心脏康复患者中的应用效果。方法 计算机检索中国知网、中国生物医学文献数据库、万方数据知识服务平台、维普网、Web of Science、PubMed、Embase、Cochrane Library公开发表的关于VR技术在心脏康复患者中应用效果的文献,其中试验组在常规心脏康复的基础上进行VR技术干预,对照组进行常规心脏康复。检索时限为建库至2023年5月。由2名研究者按照文献纳入与排除标准独立完成文献筛选并提取资料,同时进行文献质量评价。采用RevMan 5.4进行Meta分析,比较两组6 min步行距离、焦虑自评量表(SAS)评分、抑郁自评量表(SDS)评分、压力感知问卷(PSQ)评分、出勤率。结果 最终纳入Meta分析的文献10篇,共涉及1 021例患者。文献质量评价结果显示,1篇为A级,9篇为B级。Meta分析结果显示,试验组6 min步行距离长于对照组[均数差(MD)=29.22, 95%CI(22.94, 35.51)], SAS评分[标准化均数差(SMD)=-1.90, 95%CI(-3.35, -0.45)]、SDS评分[SMD=-1.44, 95%CI(-2.56, -0.31)]、PSQ评分[MD=-8.74, 95%CI(-13.04, -4.43)]低于对照组( $P<0.05$ );试验组与对照组出勤率比较,差异无统计学意义[相对危险度(RR)=0.97, 95%CI(0.81, 1.16),  $P>0.05$ ]。结论 VR技术能够提高心脏康复患者的运动耐力,减轻焦虑、抑郁情绪,降低压力水平,但在改善患者治疗依从性方面并无明显优势。

**【关键词】** 心脏康复;虚拟现实;Meta分析**【中图分类号】** R 541 **【文献标识码】** A DOI: 10.12114/j.issn.1008-5971.2023.00.223

**Application Effect of Virtual Reality Technology in Cardiac Rehabilitation Patients: a Meta-analysis** QIN Lingling<sup>1</sup>, ZHANG Min<sup>2</sup>, YOU Zhaoyuan<sup>3</sup>, KONG Jiajia<sup>1</sup>

1.Heart Center, Beijing Chaoyang Hospital, Capital Medical University, Beijing 100020, China

2.School of Nursing, Capital Medical University, Beijing 100069, China

3.Nursing Department, Beijing Chaoyang Hospital, Capital Medical University, Beijing 100020, China

Corresponding author: ZHANG Min, E-mail: zhanmin199@126.com

**【Abstract】 Objective** To evaluate the application effect of virtual reality (VR) technology in cardiac rehabilitation patients by meta-analysis. **Methods** The literature on the application effect of VR technology in cardiac rehabilitation patients published on the CNKI, China Biomedical Literature Database, Wanfang Database, VIP, Web of Science, PubMed, Embase, and Cochrane Library were searched by computer. The experimental group received VR technology intervention on the basis of routine cardiac rehabilitation, while the control group received routine cardiac rehabilitation. The search deadline was from the database establishment date to May 2023. According to the inclusion and exclusion criteria, two researchers independently completed literature screening and data extraction, and carried out literature quality evaluation. Meta-analysis was performed using RevMan 5.4. The 6 min walking distance, Self-rating Anxiety Scale (SAS) score, Self-rating Depression Scale (SDS) score, Perception of Stress Questionnaire (PSQ) score and attendance rate were compared between the two groups. **Results** A total of 10 literature were included in meta-analysis, including 1 021 patients. The results of literature quality evaluation showed that 1 paper was grade A and 9 papers were grade B. The results of meta-analysis showed that the 6 min walking distance of the experimental group was longer than that of the control group [mean difference (MD)=29.22, 95%CI(22.94, 35.51)], and the SAS score [standardized mean difference (SMD)=-1.90, 95%CI(-3.35, -0.45)], SDS score [SMD=-1.44, 95%CI(-2.56, -0.31)] and PSQ score [MD=-8.74, 95%CI(-13.04, -4.43)] were lower than those of the control group ( $P<0.05$ ). There was no significant difference in attendance rate between the experimental group and the control group [relative risk (RR)=0.97, 95%CI(0.81, 1.16),  $P>0.05$ ].

作者单位: 1.100020北京市,首都医科大学附属北京朝阳医院心脏中心 2.100069北京市,首都医科大学护理学院 3.100020北京市,首都医科大学附属北京朝阳医院护理部

通信作者: 张敏, E-mail: zhanmin199@126.com

**Conclusion** VR technology can improve exercise endurance and reduce anxiety, depression and stress levels in cardiac rehabilitation patients, but it has no obvious advantages in improving patients' treatment compliance.

**【Key words】** Cardiac rehabilitation; Virtual reality; Meta-analysis

目前我国心血管病患者例数约为3.30亿, 心血管病死亡占城乡居民总死亡原因的首位<sup>[1]</sup>。研究表明, 心脏康复能够改善心血管病患者的功能, 降低其13%~14%的病死率和31%的再住院率<sup>[2]</sup>。目前心脏康复主要分为I期、II期、III期, 即院内心脏康复、门诊心脏康复及居家心脏康复, 心脏康复的形式包括有氧训练、抗阻训练、柔韧性训练、平衡性训练等。其中门诊心脏康复是在患者出院后3~6个月进行, 为心脏康复的核心阶段, 此阶段患者一般需完成12周共36次的康复干预<sup>[3-4]</sup>。但该阶段实践效果并不理想, 在美国, 门诊心脏康复的参与率为19%~34%<sup>[5]</sup>; 在英国, 完成≥8周门诊心脏康复的患者仅占所有患者的13%<sup>[6]</sup>。研究表明, 通过虚拟现实(virtual reality, VR)技术进行心脏康复可以打破传统心脏康复时间与地域的限制, 提高训练中的趣味性, 提高患者的参与度<sup>[7]</sup>。VR技术是一项新兴产业, 能生成与一定范围真实环境在视、听、触感等方面近似的数字化环境, 为受试者提供一种身临其境的感觉<sup>[8]</sup>。目前VR技术被广泛应用于精神疾病治疗、电子病历系统及教学等领域, 并取得了良好的效果<sup>[9]</sup>。2020年以来, VR技术被广泛应用于心血管病患者的心脏康复中, 但其能否提升患者的康复效果尚存争议<sup>[10]</sup>。因此, 本研究采用Meta分析方法评价了VR技术在心脏康复患者中的应用效果, 以期为我国心脏康复患者实施VR技术干预提供依据。

## 1 资料与方法

**1.1 文献纳入与排除标准** 纳入标准: (1) 研究类型为RCT; (2) 研究对象: 年龄≥18岁, 被诊断为心血管病(如冠心病、高血压、心律失常、心力衰竭、心脏瓣膜病), 病情稳定且正在进行心脏康复训练的患者; (3) 干预措施: 试验组在常规心脏康复的基础上进行VR技术干预, 对照组进行常规心脏康复; (4) 结局指标: 6 min步行距离、焦虑自评量表(Self-rating Anxiety Scale, SAS)评分、抑郁自评量表(Self-rating Depression Scale, SDS)评分、压力感知问卷(Perception of Stress Questionnaire, PSQ)评分、出勤率。排除标准: (1) 非中、英文文献; (2) 未获得全文或研究数据无法提取的文献; (3) 正在进行的研究; (4) 重复发表的文献。

**1.2 文献检索策略** 计算机检索中国知网、中国生物医学文献数据库、万方数据知识服务平台、维普网、Web of Science、PubMed、Embase、Cochrane Library公开发表的关于VR技术在心脏康复患者中应用效果的文献。检索时限为建库至2023年5月。中文检索词为: 虚拟现实技术、VR、虚拟现实、心脏康复、运动康复、心脏运动康复、随机对照试验、RCT; 英文检索词为: virtual reality technology、VR、virtual reality、cardiac rehabilitation、exercise rehabilitation、cardiac exercise rehabilitation、randomized controlled trial、RCT。

**1.3 文献筛选与资料提取** 由2名研究者按照文献纳入与排除标准独立完成文献筛选, 若存在异议, 经讨论仍然不明确时

以PubMed为例, 本文检索策略如下:

```
#1 "virtual reality" [Mesh Terms]
#2 "virtual reality technology" [Title/Abstract] OR "VR"
[Title/Abstract]
#3 #1 OR #2
#4 "cardiac rehabilitation" [Mesh Terms]
#5 "exercise rehabilitation" [Title/Abstract] "cardiac
exercise rehabilitation" [Title/Abstract]
#6 #4 OR #5
#7 "randomized controlled trial" [Mesh Terms]
#8 "RCT" [Title/Abstract]
#9 #7 OR #8
#10 #3 AND #6 AND #9
```

咨询第3名研究者来确定是否纳入。资料提取的内容包括: 第一作者、发表年份、国家、研究对象、样本量、年龄、干预措施、干预时间、结局指标(6 min步行距离、SAS评分、SDS评分、PSQ评分、出勤率)。

**1.4 文献质量评价方法** 由2名研究者独立评价文献质量, 若意见不统一且经讨论无果, 则请第3名研究者仲裁, 决定最终文献质量。研究者采用Cochrane干预系统评价手册<sup>[11]</sup>评估文献的偏倚风险, 完全符合评价标准评为A级, 表明文献偏倚风险较低; 部分符合评价标准评为B级, 表明文献偏倚风险中等; 完全不符合评价标准评为C级, 表明文献偏倚风险高。

**1.5 统计学方法** 采用RevMan 5.4进行Meta分析。6 min步行距离、SAS评分、SDS评分、PSQ评分为计量资料, 采用均数差(mean difference, MD)或标准化均数差(standardized mean difference, SMD)作为效应量, 出勤率为计数资料, 采用相对危险度(relative risk, RR)作为效应量, 各效应量均采用95%CI作为效应指标。采用 $\chi^2$ 检验和 $I^2$ 检验评估纳入文献的统计学异质性, 若 $P \geq 0.1$ 且 $I^2 \leq 50\%$ 表明各文献间不存在统计学异质性, 采用固定效应模型进行Meta分析; 若 $P < 0.1$ 或 $I^2 > 50\%$ 表明各文献间存在统计学异质性, 采用随机效应模型进行Meta分析。以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

## 2 结果

**2.1 文献检索结果** 初步检出文献439篇, 排除重复文献89篇, 阅读题目和摘要后排除文献327篇, 阅读全文后排除文献13篇, 最终纳入Meta分析的文献10篇<sup>[12-21]</sup>, 文献筛选流程见图1。

**2.2 纳入文献的基本特征及文献质量评价结果** 纳入的10篇文献<sup>[12-21]</sup>中, 英文文献8篇<sup>[12-19]</sup>, 中文文献2篇<sup>[20-21]</sup>; 共涉及1 021例患者; 纳入文献的基本特征见表1。文献质量评价结果显示, 1篇<sup>[14]</sup>为A级, 9篇<sup>[12-13, 15-21]</sup>为B级, 见表2。

### 2.3 Meta分析结果

**2.3.1 6 min步行距离** 3篇文献<sup>[16-17, 20]</sup>报道了VR技术对

心脏康复患者6 min步行距离的影响,各文献间不存在统计学异质性 ( $P=0.19, I^2=40\%$ ),采用固定效应模型进行Meta分析,结果显示,试验组6 min步行距离长于对照组,差异有统计学意义 [ $MD=29.22, 95\%CI(22.94, 35.51), P<0.00001$ ],见图2。

2.3.2 SAS评分 5篇文献<sup>[12, 15, 19-21]</sup>报道了VR技术对心脏

康复患者SAS评分的影响,各文献间存在统计学异质性 ( $P<0.00001, I^2=96\%$ ),采用随机效应模型进行Meta分析,结果显示,试验组SAS评分低于对照组,差异有统计学意义 [ $SMD=-1.90, 95\%CI(-3.35, -0.45), P=0.01$ ],见图3。

2.3.3 SDS评分 6篇文献<sup>[12, 15-16, 19-21]</sup>报道了VR技术对心脏康复患者SDS评分的影响,各文献间存在统计学异质性 ( $P<0.00001, I^2=95\%$ ),采用随机效应模型进行Meta分析,结果显示,试验组SDS评分低于对照组,差异有统计学意义 [ $SMD=-1.44, 95\%CI(-2.56, -0.31), P=0.01$ ],见图4。

2.3.4 PSQ评分 3篇文献<sup>[12, 15, 19]</sup>报道了VR技术对心脏康复患者PSQ评分的影响,各文献间存在统计学异质性 ( $P=0.005, I^2=81\%$ ),采用随机效应模型进行Meta分析,结果显示,试验组PSQ评分低于对照组,差异有统计学意义 [ $MD=-8.74, 95\%CI(-13.04, -4.43), P<0.00001$ ],见图5。

2.3.5 出勤率 4篇文献<sup>[13-14, 16, 18]</sup>报道了VR技术对心脏康复患者出勤率的影响,各文献间不存在统计学异质性 ( $P=0.94, I^2=0$ ),采用固定效应模型进行Meta分析,结果显示,试验组与对照组出勤率比较,差异无统计学意义 [ $RR=0.97, 95\%CI(0.81, 1.16), P=0.71$ ],见图6。

### 3 讨论

3.1 VR技术能够提高心脏康复患者的运动耐力 6 min步行距离是评估心脏康复患者运动耐力的可靠指标<sup>[22]</sup>。本研究结果显示,试验组6 min步行距离长于对照组,提示VR技术可有效提高心脏康复患者的运动耐力,这与CACAU等<sup>[23]</sup>的研究结果一致,其在102例冠状动脉旁路移植术后和瓣膜置换术后

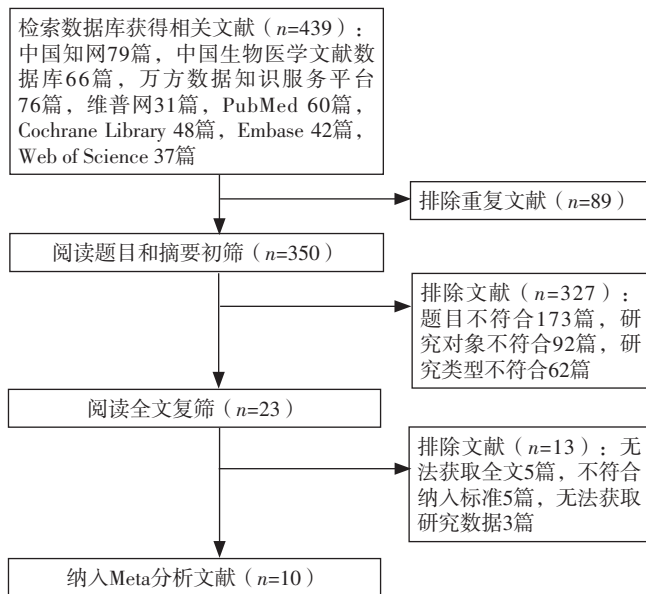


图1 文献筛选流程

Figure 1 Literature screening process

表1 纳入文献的基本特征

Table 1 Basic characteristics of the included literature

第一作者	发表年份	国家	研究对象	样本量(例)		年龄(岁)		干预措施		干预时间	结局指标
				试验组	对照组	试验组	对照组	试验组	对照组		
SZCZEPAŃSKA-GIERACHA <sup>[12]</sup>	2021	波兰	进行Ⅱ期心脏康复的冠心病患者	17	17	69.47 ± 7.54	68.41 ± 5.06	在常规心脏康复的基础上进行VR运动训练(2次/d, 20 min/次)	常规心脏康复	4周	②③④
RUIVO <sup>[13]</sup>	2017	爱尔兰	40~80岁的中、低心脏病风险患者	16	16	59.4 ± 11.8	60.4 ± 8.5	在常规心脏康复的基础上进行VR运动训练(拳击、独木舟、皮划艇等, 2次/d, 60 min/次)	常规心脏康复	8周	⑤
DA CRUZ <sup>[14]</sup>	2021	巴西	心脏康复时间≥3个月的心脏病患者	30	31	63.40 ± 12.71		在常规心脏康复的基础上进行VR运动游戏(3次/d, 50 min/次)	常规心脏康复	6个月	⑤
JÓZWIK <sup>[15]</sup>	2021	波兰	进行Ⅱ期心脏康复的冠心病患者	50	50	66.00 ± 9.73	63.96 ± 6.89	在常规心脏康复的基础上进行VR运动训练(3次/d)	常规心脏康复	8周	②③④
GARCÍA-BRAVO <sup>[16]</sup>	2020	西班牙	缺血性心脏病患者	10	10	48.70 ± 6.67	53.70 ± 10.30	在常规心脏康复的基础上进行VR运动训练(如躲避物体、避开障碍、模仿姿势、深蹲等, 2次/d, 60 min/次)	常规心脏康复	8周	①③⑤
JAARMSMA <sup>[17]</sup>	2021	瑞典	心力衰竭患者	259	261	66 ± 12	67 ± 11	在常规心脏康复的基础上进行VR运动训练(棒球、保龄球、拳击、高尔夫和网球等, 5次/d, 30 min/次)	常规心脏康复	12个月	①
GULICK <sup>[18]</sup>	2021	美国	中度心脏病风险患者	41	31	-	-	在常规心脏康复的基础上进行VR运动训练(5 min/次, 3次; 从第4次开始15 min/次)	常规心脏康复	8周	⑤
VIEIRA <sup>[19]</sup>	2018	葡萄牙	Ⅲ期心脏康复患者	15	15	55 ± 9.0	59 ± 11.3	在常规心脏康复的基础上进行VR运动(3次/d)	常规心脏康复	6个月	②③④
王丽 <sup>[20]</sup>	2021	中国	介入术后冠心病患者	44	44	60.10 ± 1.40		在常规心脏康复的基础上进行VR运动训练(步行、爬楼、脚踏车等; 认知训练: 物品分类、形状识别等)	常规心脏康复	8周	①②③
王云霞 <sup>[21]</sup>	2021	中国	慢性心力衰竭患者	32	32	61 ± 3	63 ± 2	在常规心脏康复的基础上进行VR运动训练(躲避物体、模仿姿势、深蹲等)	常规心脏康复	8周	②③

注: -表示无此数据; VR=虚拟现实; ①为6 min步行距离, ②为焦虑自评量表(SAS)评分, ③为抑郁自评量表(SDS)评分, ④为压力感知问卷(PSQ)评分, ⑤为出勤率

表2 纳入文献的质量评价结果  
Table 2 Quality evaluation results of included literature

第一作者	随机序列的产生	分配隐藏	盲法		结局数据是否完整	选择性报告结果	其他偏倚来源	文献质量
			参与者及研究者被盲	结果测评者被盲				
SZCZEPAŃSKA-GIERACHA <sup>[12]</sup>	不清楚	不清楚	高风险	不清楚	低风险	低风险	低风险	B级
RUIVO <sup>[13]</sup>	不清楚	不清楚	高风险	低风险	低风险	低风险	低风险	B级
DA CRUZ <sup>[14]</sup>	低风险	低风险	低风险	低风险	低风险	低风险	低风险	A级
JÓŻWIK <sup>[15]</sup>	不清楚	不清楚	高风险	不清楚	低风险	低风险	低风险	B级
GARCÍA-BRAVO <sup>[16]</sup>	低风险	不清楚	低风险	不清楚	低风险	低风险	低风险	B级
JAARMA <sup>[17]</sup>	低风险	不清楚	高风险	低风险	低风险	低风险	低风险	B级
GULICK <sup>[18]</sup>	低风险	不清楚	低风险	低风险	低风险	低风险	低风险	B级
VIEIRA <sup>[19]</sup>	低风险	不清楚	低风险	不清楚	低风险	低风险	低风险	B级
王丽 <sup>[20]</sup>	不清楚	不清楚	高风险	低风险	低风险	低风险	低风险	B级
王云霞 <sup>[21]</sup>	不清楚	不清楚	高风险	低风险	低风险	低风险	低风险	B级

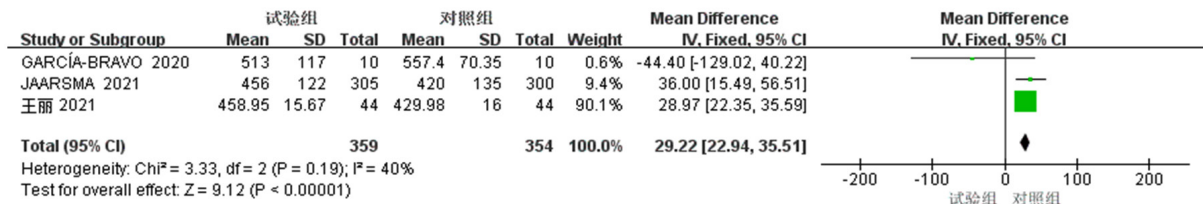


图2 试验组与对照组6 min步行距离比较的森林图

Figure 2 Forest map of comparison of 6 min walking distance between experimental group and control group

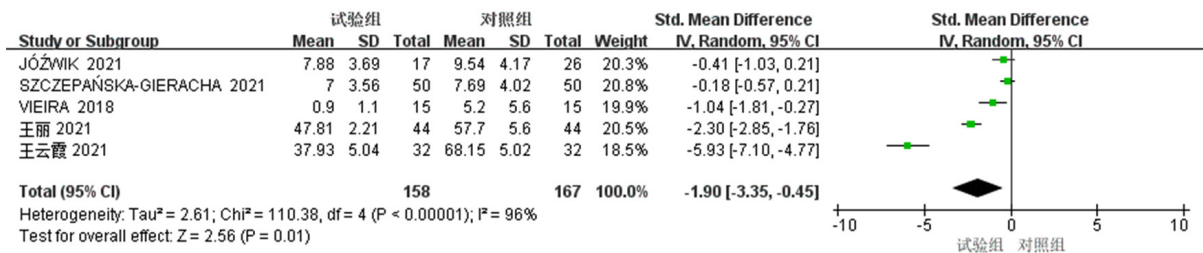


图3 试验组与对照组SAS评分比较的森林图

Figure 3 Forest map of comparison of SAS scores between experimental group and control group

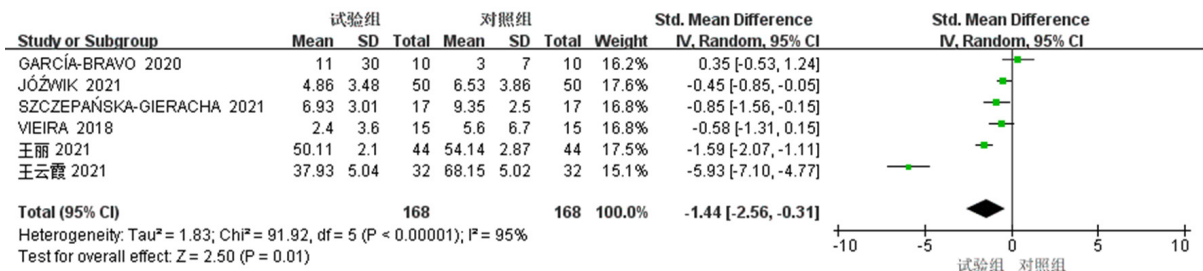


图4 试验组与对照组SDS评分比较的森林图

Figure 4 Forest map of comparison of SDS scores between experimental group and control group

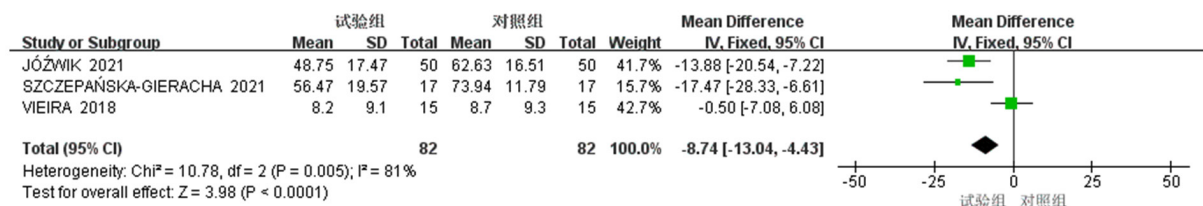


图5 试验组与对照组PSQ评分比较的森林图

Figure 5 Forest map of comparison of PSQ scores between experimental group and control group

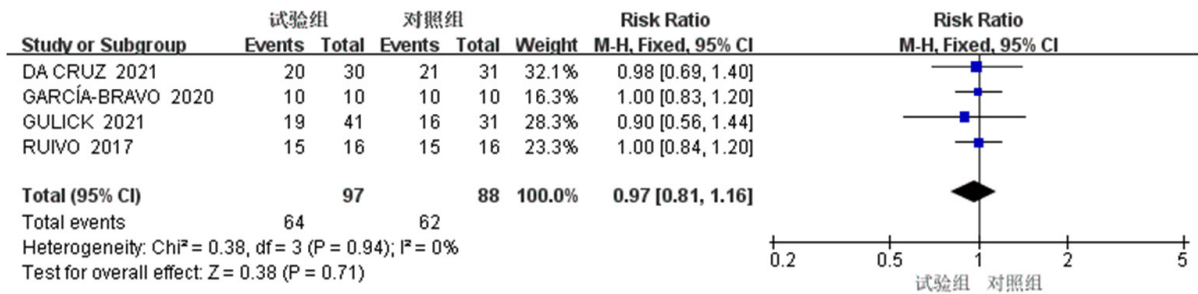


图6 试验组与对照组出勤率比较的森林图

Figure 6 Forest map of comparison of attendance rates between experimental group and control group

的患者中展开研究,结果显示,基于VR技术的心脏康复是可行和安全的,且VR组出院时6 min步行距离长于常规康复组,可能原因是VR技术自身的趣味性增加了患者的康复动机。KLASEN等<sup>[24]</sup>指出,患者康复动机的增加与VR游戏对多巴胺能通路的激活及其对大脑奖励系统的影响有关,这可促进患者积极参与并坚持进行心脏康复,从而在一定程度上提高心脏康复的质量和效果。

3.2 VR技术能够改善心脏康复患者的心理状态,降低其压力水平 《中国心血管健康与疾病报告2021概要》<sup>[25]</sup>显示,我国急性心肌梗死患者抑郁症患病率为21.7%,住院冠心病患者抑郁症患病率高达51.0%,可见目前我国心血管病患者心理健康状况并不乐观。CASSIDY等<sup>[26]</sup>研究表明,体育锻炼可以降低抑郁症的发生风险;然而JÓZWIK等<sup>[15]</sup>研究发现,常规心脏康复在改善患者心理状态方面并没有明显优势。本研究结果显示,试验组SAS、SDS、PSQ评分低于对照组,提示VR技术可以缓解心脏康复患者的焦虑和抑郁情绪,降低其压力水平。与传统心脏康复形式单一、康复过程机械重复、枯燥乏味相比,VR技术可以通过创建三维虚拟的康复环境,集沉浸感、交互性等多种特征于一体,使患者沉浸式参与康复活动,从而改善其心理状态。MACIOLEK等<sup>[27]</sup>的研究将放松训练技术置入VR系统,由心理学家指导监督,为患者营造了轻松舒适的锻炼氛围,减轻了心脏康复患者的焦虑情绪。JÓZWIK等<sup>[28]</sup>在女性心脏康复患者中开展了为期8周的研究,研究者将著名的心理学治疗方法曼陀罗绘画与VR技术结合,实验组患者在常规心脏康复的基础上佩戴VR眼镜并利用机械臂为曼陀罗绘画,当患者完成治疗任务后可获得视觉、听觉和动觉多种感官奖励,结果显示,实验组患者的压力水平明显低于常规心脏康复组。而VIEIRA等<sup>[19]</sup>研究结果显示,VR技术并不能减轻心脏康复患者的焦虑和抑郁情绪,分析原因可能与该研究仅将物理康复锻炼与VR技术相结合,而并未加入心理疗法有关。因此,未来的研究可考虑在VR技术中加入心理治疗的元素。

3.3 VR技术在提高心脏康复患者治疗依从性方面无明显优势

现有研究多以出勤率作为心脏康复患者治疗依从性的评价指标<sup>[13-14, 16, 18]</sup>。张晓羽等<sup>[29]</sup>研究结果发现,进行VR技术联合八段锦锻炼的住院冠心病患者锻炼依从性明显高于仅进行八段锦锻炼的患者,其认为VR技术通过提供多种形式的反馈信息使患者在与虚拟环境中的对象互动的过程中感觉更自然,使枯

燥单调的运动康复训练过程更轻松、有趣、容易,从而提高患者的治疗依从性。而本研究结果显示,试验组与对照组出勤率比较,差异无统计学意义,提示VR技术在提高心脏康复患者治疗依从性方面无明显优势。综合分析纳入文献结果发现,两组患者出勤率降低的原因多与健康状况恶化等客观因素有关,而以上因素并不因进行心脏康复而发生改变。此外,也可能与本研究纳入文献的样本量较少,且部分研究纳入人群年龄偏大,该人群对接受VR技术有一定困难有关。因此,未来仍需大样本量、多中心的研究来证实这一结果的准确性。

综上所述,VR技术能够提高心脏康复患者的运动耐力,减轻焦虑、抑郁情绪,降低压力水平,但其在改善患者治疗依从性方面并无明显优势。但本研究仅纳入10篇文献,样本量偏小;且因心脏康复方案的特殊性,无法采取完全盲法;另外,各研究使用VR干预的时长、VR设备及型号不全相同,可能影响结果的可靠性。因此,未来仍需开展高质量、大样本量的RCT以进一步探讨VR技术对心脏康复患者的影响。

作者贡献:秦玲玲进行文章的构思与设计,研究的实施与可行性分析,结果的分析与解释及论文的撰写;秦玲玲、游兆媛负责数据的收集、整理、分析;秦玲玲、孔佳佳负责修订论文;张敏负责文章的质量控制及审校,并对文章整体负责、监督管理。

本文无利益冲突。

#### 参考文献

- [1] 中国心血管健康与疾病报告编写组.中国心血管健康与疾病报告2019概要[J].中华老年病研究电子杂志, 2020, 7(4): 4-15.DOI: 10.3877/cma.j.issn.2095-8757.2020.04.002.
- [2] HERAN B S, CHEN J M, EBRAHIM S, et al.Exercise-based cardiac rehabilitation for coronary heart disease [J]. Cochrane Database Syst Rev, 2011(7): CD001800.DOI: 10.1002/14651858.CD001800.pub2.
- [3] RESURRECCIÓN D M, MORENO-PERAL P, GÓMEZ-HERRANZ M, et al.Factors associated with non-participation in and dropout from cardiac rehabilitation programmes: a systematic review of prospective cohort studies [J].Eur J Cardiovasc Nurs, 2019, 18(1): 38-47.DOI: 10.1177/1474515118783157.
- [4] 刘遂心.冠心病康复/二级预防中国专家共识[C]//中国康复医学会心血管病专业委员会换届暨学科发展高峰论坛会议资料.北京, 2012: 18-40.
- [5] ADES P A, KETEYIAN S J, WRIGHT J S, et al.Increasing cardiac rehabilitation participation from 20% to 70%: a road map

- from the million hearts cardiac rehabilitation collaborative [J]. *Mayo Clin Proc*, 2017, 92 (2): 234-242. DOI: 10.1016/j.mayocp.2016.10.014.
- [6] SUMNER J, GRACE S L, DOHERTY P. Predictors of cardiac rehabilitation utilization in England: results from the national audit [J]. *J Am Heart Assoc*, 2016, 5 (10): e003903. DOI: 10.1161/JAHA.116.003903.
- [7] 金建芬, 陆骏, 俞梦盈, 等. 虚拟现实技术在心脏康复患者中的应用进展 [J]. *中华护理杂志*, 2021, 56 (2): 206-211. DOI: 10.3761/j.issn.0254-1769.2021.02.008.
- [8] 周亚萍, 郑宇尘, 严广鼎, 等. 虚拟现实技术在心脏康复领域的研究进展 [J]. *江苏医药*, 2021, 47 (6): 636-639. DOI: 10.19460/j.cnki.0253-3685.2021.06.024.
- [9] 石晓卫, 苑慧, 吕茗萱, 等. 虚拟现实技术在医学领域的研究现状与进展 [J]. *激光与光电子学进展*, 2020, 57 (1): 66-75. DOI: 10.3788/LOP57.010006.
- [10] BONDS S, LADDU D R, OZEMEK C, et al. Exergaming and virtual reality for health: implications for cardiac rehabilitation [J]. *Curr Probl Cardiol*, 2021, 46 (3): 100472. DOI: 10.1016/j.cpcardiol.2019.100472.
- [11] HIGGINS J P T, GREEN S. *Cochrane handbook for systematic reviews of interventions. Version 5.1.0* [M]. London: The Cochrane Collaboration, 2011: 126-130.
- [12] SZCZEPAŃSKA-GIERACHA J, JÓŹWIK S, CIEŚLIK B, et al. Immersive virtual reality therapy as a support for cardiac rehabilitation: a pilot randomized-controlled trial [J]. *Cyberpsychol Behav Soc Netw*, 2021, 24 (8): 543-549. DOI: 10.1089/cyber.2020.0297.
- [13] RUIVO J M A D S, KARIM K, O'UO2BCSHEA R, et al. In-class active video game supplementation and adherence to cardiac rehabilitation [J]. *J Cardiopulm Rehabil Prev*, 2017, 37 (4): 274-278. DOI: 10.1097/HCR.0000000000000224.
- [14] DA CRUZ M M A, RICCI-VITOR A L, BORGES G L B, et al. A randomized, controlled, crossover trial of virtual reality in maintenance cardiovascular rehabilitation in a low-resource setting: impact on adherence, motivation, and engagement [J]. *Phys Ther*, 2021, 101 (5): pzab071. DOI: 10.1093/ptj/pzab071.
- [15] JÓŹWIK S, CIEŚLIK B, GAJDA R, et al. Evaluation of the impact of virtual reality-enhanced cardiac rehabilitation on depressive and anxiety symptoms in patients with coronary artery disease: a randomised controlled trial [J]. *J Clin Med*, 2021, 10 (10): 2148. DOI: 10.3390/jcm10102148.
- [16] GARCÍA-BRAVO S, CANO-DE-LA-CUERDA R, DOMÍNGUEZ-PANIAGUA J, et al. Effects of virtual reality on cardiac rehabilitation programs for ischemic heart disease: a randomized pilot clinical trial [J]. *Int J Environ Res Public Health*, 2020, 17 (22): 8472. DOI: 10.3390/ijerph17228472.
- [17] JAARSMA T, KLOMPSTRA L, BEN GAL T, et al. Effects of exergaming on exercise capacity in patients with heart failure: results of an international multicentre randomized controlled trial [J]. *Eur J Heart Fail*, 2021, 23 (1): 114-124. DOI: 10.1002/ejhf.1754.
- [18] GULICK V, GRAVES D, AMES S, et al. Effect of a virtual reality-enhanced exercise and education intervention on patient engagement and learning in cardiac rehabilitation: randomized controlled trial [J]. *J Med Internet Res*, 2021, 23 (4): e23882. DOI: 10.2196/23882.
- [19] VIEIRA Á, MELO C, MACHADO J, et al. Virtual reality exercise on a home-based phase III cardiac rehabilitation program, effect on executive function, quality of life and depression, anxiety and stress: a randomized controlled trial [J]. *Disabil Rehabil Assist Technol*, 2018, 13 (2): 112-123. DOI: 10.1080/17483107.2017.1297858.
- [20] 王丽. 数字技术虚拟居家运动康复在冠心病患者介入术后体能与情绪改善作用 [J]. *护理实践与研究*, 2021, 18 (3): 333-337.
- [21] 王云霞, 蔡新勇, 邵靓, 等. 虚拟现实技术调节焦虑抑郁改善心衰患者的心脏功能的研究 [J]. *江西医药*, 2021, 56 (12): 2179-2182. DOI: 10.3969/j.issn.1006-2238.2021.12.023.
- [22] INGLE L, SHELTON R J, RIGBY A S, et al. The reproducibility and sensitivity of the 6-min walk test in elderly patients with chronic heart failure [J]. *Eur Heart J*, 2005, 26 (17): 1742-1751. DOI: 10.1093/eurheartj/ehi259.
- [23] CACAU L D E A, OLIVEIRA G U, MAYNARD L G, et al. The use of the virtual reality as intervention tool in the postoperative of cardiac surgery [J]. *Rev Bras Cir Cardiovasc*, 2013, 28 (2): 281-289. DOI: 10.5935/1678-9741.20130039.
- [24] KLASSEN M, WEBER R, KIRCHER T T, et al. Neural contributions to flow experience during video game playing [J]. *Soc Cogn Affect Neurosci*, 2012, 7 (4): 485-495. DOI: 10.1093/scan/nsr021.
- [25] 中国心血管健康与疾病报告编写组. 中国心血管健康与疾病报告2021概要 [J]. *中国循环杂志*, 2022, 37 (6): 553-578. DOI: 10.3969/j.issn.1000-3614.2022.06.001.
- [26] CASSIDY K, KOTYNIA-ENGLISH R, ACRES J, et al. Association between lifestyle factors and mental health measures among community-dwelling older women [J]. *Aust N Z J Psychiatry*, 2004, 38 (11/12): 940-947. DOI: 10.1080/j.1440-1614.2004.01485.x.
- [27] MACIOŁEK J, WĄSEK W, KAMIŃSKI B, et al. The impact of mobile virtual reality-enhanced relaxation training on anxiety levels in patients undergoing cardiac rehabilitation [J]. *Kardiol Pol*, 2020, 78 (10): 1032-1034. DOI: 10.33963/KP.15528.
- [28] JÓŹWIK S, CIEŚLIK B, GAJDA R, et al. The use of virtual therapy in cardiac rehabilitation of female patients with heart disease [J]. *Medicina*, 2021, 57 (8): 768. DOI: 10.3390/medicina57080768.
- [29] 张晓羽, 赵海滨. 八段锦结合虚拟康复训练系统在老年稳定型心绞痛运动康复中的应用 [J]. *环球中医药*, 2018, 11 (8): 1233-1237. DOI: 10.3969/j.issn.1674-1749.2018.08.014.

(收稿日期: 2023-05-06; 修回日期: 2023-07-05)

(本文编辑: 崔丽红)