

基于虚拟现实技术对维持性血液透析患者透析中运动依从性的干预效果

王浩月¹, 孔令明², 严丽霞³, 周 蕾^{1*}

¹联勤保障部队第904医院常州医疗区护理部, 江苏 常州

²联勤保障部队第904医院常州医疗区心理中心, 江苏 常州

³联勤保障部队第904医院常州医疗区血液透析中心, 江苏 常州

收稿日期: 2025年1月14日; 录用日期: 2025年2月24日; 发布日期: 2025年3月11日

摘 要

目的: 探讨虚拟现实技术(VR)对MHD患者透析中运动训练依从性的干预效果。方法: 选择2023年1月至2023年6月在联勤保障部队第904医院血透中心行规律性血液透析治疗患者76例, 将其按照随机数字表法分为对照组(n=38)、干预组(n=38), 两组患者进行为期12周的脚踏车运动, 每周运动3次, 共计36次。对照组患者接受常规血液透析治疗 + 脚踏车运动, 干预组接受常规血液透析治疗 + 脚踏车运动 + VR设备, 比较两组干预后的各观察指标。结果: 与对照组相比, 研究组运动依从性显著提高, 差异有统计学意义($P < 0.05$); 干预后患者低血压发生率显著降低; 匹兹堡睡眠质量指数量表测评结果比较显示, 干预后睡眠质量、睡眠时间、睡眠效率显著增加($P < 0.05$), 入睡时间、睡眠障碍、催眠药物、日间功能障碍分值显著降低($P > 0.05$)。结论: VR能有效提高MHD患者透析中运动训练依从性, 从而降低患者透析并发症, 提高患者睡眠质量。

关键词

维持性血液透析, 虚拟现实技术, 运动依从性, 睡眠质量

Effectiveness of Virtual Reality Technology on Exercise Adherence on Maintenance Hemodialysis Patients during Dialysis

Haoyue Wang¹, Lingming Kong², Lixia Yan³, Lei Zhou^{1*}

¹Nursing Department, Changzhou Branch of No. 904 Hospital of Joint Logistic Support Force, Changzhou Jiangsu

²Psychological Center, Changzhou Branch of No. 904 Hospital of Joint Logistic Support Force, Changzhou Jiangsu

³Hemodialysis Center, Changzhou Branch of No. 904 Hospital of Joint Logistic Support Force, Changzhou Jiangsu

*通讯作者。

文章引用: 王浩月, 孔令明, 严丽霞, 周蕾(2025). 基于虚拟现实技术对维持性血液透析患者透析中运动依从性的干预效果. 心理学进展, 15(3), 62-68. DOI: 10.12677/ap.2025.153129

Received: Jan. 14th, 2025; accepted: Feb. 24th, 2025; published: Mar. 11th, 2025

Abstract

Objective: To investigate the effectiveness of virtual reality (VR) on the adherence of exercise training in patients with MHD during dialysis. **Methods:** A total of 76 patients who received regular hemodialysis treatment at the Hemodialysis Center of the No. 904 Hospital of Joint Logistic Support Force from January 2023 to June 2023 were collected and divided into control group ($n = 38$) and study group ($n = 38$) randomly. The patients in both groups underwent bicycle exercise 3 times a week for 12 weeks. The control group received routine hemodialysis treatment + bicycle exercise, and the intervention group received routine hemodialysis treatment + bicycle exercise + VR equipment. The observation indexes of the two groups after intervention were compared. **Results:** Compared with the control group, the exercise adherence of the study group was significantly improved, and the difference was statistically significant ($P < 0.05$). The incidence of hypotension decreased significantly after intervention. The results of Pittsburgh Sleep quality Index showed that sleep quality, sleep time and sleep efficiency were significantly increased after intervention ($P < 0.05$), while the scores of sleep time and sleep disorder, hypnotic drugs and daytime dysfunction were significantly decreased ($P > 0.05$). **Conclusion:** Using VR technology on exercise can effectively improve the exercise adherence of MHD patients, thereby reducing the patients' concurrent reaction and improving the patients' sleep quality.

Keywords

Maintenance Hemodialysis, Virtual Reality Technology, Exercise Adherence, Sleep Quality

Copyright © 2025 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

慢性肾脏病已经成为威胁全世界公共健康问题的疾病之一，血液透析是终末期肾脏病替代疗法，也是首选及最主要的治疗方法，能有效改善临床症状，延长患者生存时间(Dunbar et al., 2023)。维持性血液透析治疗(Maintenance Hemodialysis, MHD)过程较为漫长，会产生诸多并发症及高昂的医疗费用，这些并发症影响着患者生存质量，以及对患者造成巨大的心理、经济压力(张帆等, 2023)。研究表明透析充分性差、微炎症状态、营养状况等均会影响患者的愈后及生存质量(王振兴等, 2024)。血液透析中常见并发症有低血压、高血压、失衡综合征等，其中低血压是透析中最常见和严重的并发症，发生率达 25%~50%，严重影响机体主要器官的血液供应，以及提前中断或结束透析，从而降低透析充分性(Reilly, 2014; 唐剑, 2023)。同时 MHD 患者易出现紧张、焦虑等不良情绪，导致患者睡眠障碍，严重降低其生活质量(潘璐璐等, 2023; 李玲芝, 叶扬梅, 2023)。

如何减少并发症的发生，提高维持性血液透析患者生活质量，是临床上面对的一个棘手问题，研究显示运动训练是改善 MHD 患者生存现状的有效手段之一，保持患者适当的运动量从而改善身体机能，提升生活质量(马兰等, 2024)。有报道表明脚踏车运动是强度适中的有氧运动，其能在透析过程中开展，具有安全、简单、省时等优点(Gallagher et al., 2016)。

虚拟现实(Virtual Reality, VR)技术，是一种可以创建和体验虚拟世界的计算机仿真系统，它利用计算

机生成一种模拟环境,是多源信息融合的、交互式的三维动态视景和实体行为系统仿真,使用户沉浸到该环境中如同在现实世界一般。头戴式显示设备,它具有实时性、高度的沉浸感以及良好的系统整合性特点(靳子恒等, 2023)。VR 可以提高患者的主动性和参与性,激发患者重复训练的动机,帮助患者将训练中学习到的运动技能更好地迁移到现实生活中,运动训练时通过屏幕观看 VR 场景,使患者产生身临其境的感觉,有利于引导患者运动训练(封蕾等, 2021)。本研究旨在将 VR 技术应用于维持性血液透析患者的运动训练中,通过 VR 技术探寻一种安全、有效、有趣的训练方法,提高维持性血液透析患者生存质量,减少并发症的发生,减轻患者生理、心理痛苦。

2. 对象和方法

2.1. 研究对象

选取 2023 年 1 月至 2023 年 6 月在本院血液净化中心的血液透析患者共 76 例。纳入标准:① 进行维持性血液透析透析龄 ≥ 3 个月,每周透析治疗 3 次;② 无引起认知功能障碍的精神病学疾病,如阿尔茨海默氏病或慢性精神病;③ 病情稳定,心功能正常,下肢肌力 ≥ 3 级且运动功能良好;④ 完全自愿参加,并签订知情同意书。最终入组 76 例,随机分为研究组和对照组,每组 38 例。对照组年龄 $18 \sim 55$ 周岁(44.21 ± 5.96);对照组年龄 $18 \sim 55$ 周岁(44.10 ± 5.51)。两组年龄、性别、病程差异无统计学意义($P > 0.05$)。排除标准:① 有活动禁忌症的患者;② 6 个月内服用影响平衡的药物;③ 无法配合完成运动患者;④ 6 个月内有骨折病史患者;⑤ 血管通路为股静脉导管的患者。

将研究对象根据年龄从小到大排序,采用完全的随机化设计,分为对照组和干预组。本研究获得中国人民解放军第 904 医院医学伦理委员会批准(科伦审 2022-10-002),所有受试者或受试家属(监护人)均签署知情同意书。

2.2. 研究方法

为了避免两组患者之间的干扰,在征得患者同意后,适当调整血液透析的时间,将对照组透析时间安排在周一、三、五,为期 12 周,将干预组血透时间安排在周二、周四、周六,为期 12 周。

2.2.1. 研究组

运动形式、运动强度、运动时间、运动频率、运动注意事项以及资料收集同对照组。

脚踏车运动的同时全程佩戴头戴式显示设备,从运动开始佩戴一直到运动结束,头戴式显示设备中播放的视频资料及音频资料,根据患者个人喜好在资料库内选择不同场景和音乐。

患者在运动过程中如出现恶心、头晕、胸闷、胸痛、呼吸困难等症状或先兆或其他原因使病人感觉难以忍受的不适时,应立即终止运动及头戴式显示设备的使用,给予休息和对症处理。

2.2.2. 对照组

运动形式:有氧运动,采用下肢脚踏车。

运动强度:患者上机前进行 5 min 热身运动,上机后前两个小时行 20 min 脚踏车运动,运动过程中以主观疲劳程度分级法(RPE 总分 20 分)为主要依据,主观感觉劳累程度:非常累是 18、19、20 分,很累为 17 分,累为 14、15、16 分,稍累为 13 分;较轻为 10、11、12 分,很轻为 9 分,非常轻为 6、7、8 分;一般以 11~13 分是较为适宜的运动强度,运动中监测生命体征,最大心率储备不超 $(220 - \text{年龄})/\text{秒}$ 。

运动时间:透析中前两个小时。④ 运动频率:每周 3 次,持续干预 12 周。⑤ 运动注意事项:如在运动过程中出现诸如恶心、头晕、胸闷、胸痛、呼吸困难等症状或先兆或其他原因使病人感觉难以忍受的不适时,应立即终止运动,给予休息和对症处理。⑥ 资料收集:集患者每月化验指标结果,用于计算

KTV 值。

2.3. 观察指标

2.3.1. 运动依从性

干预前后,对患者依从性进行观察,分为完全依从(能够主动定时定量完成全部脚踏车训练)、部分依从(在医护人员督促与鼓励下可基本完成脚踏车训练,存在中途放弃行为)、不依从(存在排斥、回避行为,无法完成脚踏车训练)。依从率 = 完全依从率 + 部分依从率。

2.3.2. 透析中低血压发生率

透析过程中出现心慌、出汗、恶心、呕吐、肌肉痉挛等症状之一,排除低血糖者,且透析中血压 < 90/60 mmHg 和(或)收缩压下降 > 20 mmHg 和(或)舒张压下降 > 10 mmHg。护士记录两组患者干预 3 个月期间出现透析低血压人次,透析低血压发生率 = 发生透析低血压例次/总透析例次 × 100% (中国医药教育协会肾病与血液净化专业委员会血液透析低血压防治专家组, 2022)。

2.3.3. KT/V 比值

血液透析 KT/V 的正常值应该大于 1.2, 这个指标主要是反映透析充分性。

2.3.4. 匹兹堡睡眠质量量表(Pittsburgh Sleep Quality Index, PSQI)

PSQI 为美国匹兹堡大学 Buysse DJ 等于 1993 年编制的睡眠质量自评量表,共 19 个条目,其中参与计分的有 18 个条目,归属于 7 个因子,每个因子按 0~3 分计分,累计各因子得分为 PSQI 总分,总分范围为 1~21 分,得分越高,表示睡眠质量越差。一般认为 PSQI 总分 > 7 分为成人睡眠质量问题的参考界值(刘贤臣等, 1996)。

2.4. 数据处理

本研究所有数据均录入 SPSS 20.0 统计软件包,计量资料以(均数 ± 标准差)表示,组间比较采用独立样本 t 检验、 χ^2 检验,所有统计处理均为双侧检验,以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

3. 结果

3.1. 研究组与对照组运动依从性比较

研究组干预后的依从率为 94.74%,显著高于对照组的 68.42% ($P < 0.05$),见表 1。

Table 1. Comparison for assessment scale of exercise compliance between study group and control group after intervention (n, %)

表 1. 干预后研究组与对照组运动依从性量表测评结果比较(n, %)

因素	研究组(n = 38)	对照组(n = 38)	χ^2	P
完全依从	15	8	9.504	0.009
部分依从	21	18		
不依从	2	12		
依从率(%)	26 (68.42)	36 (94.74)		

3.2. VR 脚踏车训练对透析效果的影响

对照组低血压发生率为 46.43%,干预组低血压发生率为 14.29%;对照组透析充分的患者占比为 75%,干预组透析充分的患者占比 92.86%,差异有统计学意义($P < 0.05$),结果见表 2。

Table 2. Comparison for incidence rate of hypotension, KT/V in study and control group after intervention
表 2. 干预后研究组与对照组透析低血压发生率和 KT/V 比值比较

指标	研究组(n = 38)		对照组(n = 38)		χ^2	P
	发生例数	发生率(%)	发生例数	发生率(%)		
低血压	4	14.29	13	46.43	6.842	0.009
KT/V 比值 > 1.2	26	92.86	21	75.00	4.383	0.039

3.3. 干预组与对照组 PSQI 评分对比

匹兹堡睡眠质量量表(PSQI)分析结果显示, 干预前研究组对照组得分无显著差别($P < 0.05$); 干预后研究前睡眠质量、睡眠时间、睡眠效率显著增加($P > 0.05$), 入睡时间、睡眠障碍、催眠药物、日间功能障碍分值显著降低($P > 0.05$), 结果见表 3。

Table 3. Between group comparison of PSQI assessment results after intervention (Score, $\bar{x} \pm s$)
表 3. 干预后对照组、研究组 PSQI 测评结果比较(分, $\bar{x} \pm s$)

量表因子	干预前		t	P	干预后		t	P
	研究组	对照组			研究组	对照组		
睡眠质量	1.61 $\pm$ 0.79	1.60 $\pm$ 0.57	0.01	0.977	2.21 $\pm$ 0.63	1.21 $\pm$ 0.74	5.45	0.000
入睡时间	1.57 $\pm$ 0.63	1.68 $\pm$ 0.72	-0.59	0.558	1.21 $\pm$ 0.57	1.54 $\pm$ 0.58	-2.10	0.040
睡眠时间	1.79 $\pm$ 0.63	1.57 $\pm$ 0.69	1.12	0.230	2.00 $\pm$ 0.67	1.21 $\pm$ 0.63	4.53	0.000
睡眠效率	1.68 $\pm$ 0.55	1.54 $\pm$ 0.51	1.01	0.316	2.04 $\pm$ 0.64	1.25 $\pm$ 0.70	4.39	0.000
睡眠障碍	1.54 $\pm$ 0.69	1.57 $\pm$ 0.63	-0.20	0.841	1.18 $\pm$ 0.39	1.50 $\pm$ 0.64	-2.27	0.027
催眠药物	1.82 $\pm$ 0.77	1.79 $\pm$ 0.69	0.18	0.856	1.29 $\pm$ 0.71	1.86 $\pm$ 0.76	-2.91	0.005
日间功能障碍	1.04 $\pm$ 0.58	1.21 $\pm$ 0.63	-1.11	0.273	0.61 $\pm$ 0.50	1.00 $\pm$ 0.54	-2.82	0.007

4. 讨论

慢性肾衰竭大多需要终身血液透析, 缺乏对透析的认知, 病情的漫长的折磨, 使遵医嘱行为和护理工作无法保证, 并发症难以有效预防, 容易损害患者身心健康。虽然文献中大量证实了透析中运动对慢性肾脏病病人是安全及有益处的, 但在实际临床工作中运动训练的开展并不理想。王欣欣等人的调查中显示 27.0%的 MHD 患者对运动没兴趣, 患者运动依从性低, 以及患者对运动方法、运动精神、运动益处等相关知识存在严重缺乏(王欣欣等, 2019)。

本研究旨在通过虚拟现实技术来干预维持性血液透析患者透析中运动依从性, 从而减少并发症的发生, 提高维持性血液透析患者生活质量。运动依从性量表显示, 干预后研究组 MHD 患者的依从性明显优于对照组, 表明 VR 干预后可显著改善 MHD 患者运动依从性。根据结果可分析, VR 运动干预在透析前进行, 方便了患者在透析场地直接运动; 同时 VR 运动的趣味性也提高了患者对运动的兴趣, 从而大大提高了患者对运动的积极性及对运动的适应性。研究显示(Li, Guo, & Chen, 2014), 影响血液透析病人进行运动的因素还有病人感受到的锻炼益处和障碍以及锻炼的规律程度, 病人感受到的锻炼益处越多、障碍因素越少, 以及病人锻炼的规律程度越高, 病人的活动能力和水平越高。

VR 训练干预对透析效果的影响结果显示, 与对照组相比, 干预组低血压发生率显著降低; 干预组透析充分性也显著提高。Noguchi 等研究表明, 血液透析过程中进行脚踏车运动可以显著增加代谢

产物磷酸盐的排出, 提高透析充分性(Noguchi et al., 2022)。Kristen Parker 等对 102 名 MHD 患者进行 6 个月的运动干预, 结果显示患者低血压的发生率显著降低(Parker et al., 2015)。本研究使用匹兹堡睡眠质量表对患者睡眠质量进行了评估, 结果显示, 干预后研究组睡眠质量、睡眠时间、睡眠效率显著高于对照组, 入睡时间、睡眠障碍、催眠药物、日间功能障碍分值显著降低。结果提示, VR 训练干预可以有效改善血透患者睡眠质量。研究指出(Gopichandran et al., 2021), 有氧运动可促进血液透析患者新陈代谢, 增加脏器血流量, 使各脏器功能得以增强, 达到消除或减轻疲乏的目的, 从而改善睡眠质量。

综上所述, 运动 VR 技术可以有效提高血液透析患者运动依从性, 从而提高降低患者低血压发生率, 提高透析充分性, 能明显改善患者睡眠质量, 具有较高的临床价值。

致 谢

感谢联勤保障部队第 904 医院全军心理中心张理义教授在选题和数据分析等方面提供的指导和帮助。

参考文献

- 封蕾, 李云姝, 杨杰, 等(2021). 基于虚拟现实技术的体感游戏融入居家透析运动管理对透析患者跌倒风险及生活质量的影响. *中国血液净化*, 20(5), 302-305, 332.
- 靳子恒, 宋洁, 鹿笑寒, 等(2023). 虚拟现实技术在维持性血液透析患者中应用的范围综述. *中国护理管理*, 23(1), 42-147.
- 李玲芝, 叶扬梅(2023). 维持性血液透析老年患者睡眠障碍与其情绪、营养状况及微炎症的关系. *国际精神病学杂志*, 50(4), 837-840.
- 马兰, 肖琼, 胡艳红, 等(2024). 长透析龄血液透析患者运动锻炼依从性的质性研究. *中国实用护理杂志*, 40(3), 197-202.
- 潘璐璐, 邵国建, 王泽敏, 等(2023). 维持性血液透析患者睡眠障碍的相关危险因素分析. *温州医科大学学报*, 53(3), 245-249.
- 唐剑(2023). 联用参麦注射液与左卡尼汀治疗血液透析期间低血压的效果及对血流动力学的影响. *医学信息*, 36(21), 142-145.
- 王振兴, 毛永辉, 王源, 等(2024). 抗 Xa 因子活性评估血液透析低分子肝素抗凝的效果. *中华预防医学杂志*, 58(2), 254-260.
- 刘贤臣, 唐茂芹, 胡雷 等(1996). 匹兹堡睡眠质量指数信度和效度研究. *中华精神科杂志*, 29(2), 103-107.
- 王欣欣, 吝泽华, 王颖, 等(2019). 血液透析中心运动康复实施障碍的横断面调查. *中国血液净化*, 18(1), 30-34.
- 中国医药教育协会肾病与血液净化专业委员会血液透析低血压防治专家组(2022). 血液透析中低血压防治专家共识(2022). *中华内科杂志*, 61(3), 269-281.
- 张帆, 江杨, 龚宇, 等(2023). 血液透析滤过对终末期肾病患者钙磷代谢及心血管并发症的影响. *中国实验诊断学*, 27(1), 17-20.
- 封蕾, 李云姝, 杨杰, 等(2021). 基于虚拟现实技术的体感游戏融入居家透析运动管理对透析患者跌倒风险及生活质量的影响. *中国血液净化*, 20(5), 302-305, 332.
- 靳子恒, 宋洁, 鹿笑寒, 等(2023). 虚拟现实技术在维持性血液透析患者中应用的范围综述. *中国护理管理*, 23(1), 142-147.
- 李玲芝, 叶扬梅(2023). 维持性血液透析老年患者睡眠障碍与其情绪、营养状况及微炎症的关系. *国际精神病学杂志*, 50(4), 837-840.
- 刘贤臣, 唐茂芹, 胡雷, 等(1996). 匹兹堡睡眠质量指数信度和效度研究. *中华精神科杂志*, 29(2), 103-107.
- 马兰, 肖琼, 胡艳红, 等(2024). 长透析龄血液透析患者运动锻炼依从性的质性研究. *中国实用护理杂志*, 40(3), 197-202.
- 潘璐璐, 邵国建, 王泽敏, 等(2023). 维持性血液透析患者睡眠障碍的相关危险因素分析. *温州医科大学学报*, 53(3), 245-249.
- 唐剑(2023). 联用参麦注射液与左卡尼汀治疗血液透析期间低血压的效果及对血流动力学的影响. *医学信息*, 36(21), 142-145.

- 王欣欣, 吝泽华, 王颖, 等(2019). 血液透析中心运动康复实施障碍的横断面调查. *中国血液净化*, 18(1), 30-34.
- 王振兴, 毛永辉, 王源, 等(2024). 抗Xa 因子活性评估血液透析低分子肝素抗凝的效果. *中华预防医学杂志*, 58(2), 254-260.
- 张帆, 江杨, 龚宇, 等(2023). 血液透析滤过对终末期肾病患者钙磷代谢及心血管并发症的影响. *中国实验诊断学*, 27(1), 17-20.
- 中国医药教育协会肾病与血液净化专业委员会血液透析低血压防治专家组(2022). 血液透析中低血压防治专家共识(2022). *中华内科杂志*, 61(3), 269-281.
- Dunbar, G. B., Badr, L. K., Moukalled, Z., & Mezher, H. (2023). Effects of Exercise on Physiologic and Psychologic Outcomes in Patients with End Stage Kidney Disease on Hemodialysis: A Quasi-Experimental Study. *Nephrology Nursing Journal*, 50, 123-130. <https://doi.org/10.37526/1526-744x.2023.50.2.123>
- Gallagher, R., Damodaran, H., Werner, W. G., Powell, W., & Deutsch, J. E. (2016). Auditory and Visual Cueing Modulate Cycling Speed of Older Adults and Persons with Parkinson's Disease in a Virtual Cycling (V-Cycle) System. *Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation*, 13, Article No. 77. <https://doi.org/10.1186/s12984-016-0184-z>
- Gopichandran, L., Srivastava, A. K., Vanamail, P., Kanniammal, C., Valli, G., Mahendra, J. et al. (2021). Effectiveness of Progressive Muscle Relaxation and Deep Breathing Exercise on Pain, Disability, and Sleep among Patients with Chronic Tension-Type Headache. *Holistic Nursing Practice*, 38, 285-296. <https://doi.org/10.1097/hnp.0000000000000460>
- Li, S., Guo, Q., & Chen, X. Y. (2024). Effects of Personalized Exercise Prescriptions on Sarcopenia in Patients Undergoing Hemodialysis. *Chinese Medical Sciences Journal*, 46, 247-253. <https://doi.org/10.3881/j.issn.1000-503X.15588>
- Noguchi, M., Youhira, Y., Tanaka, M., Kaneko, S., Odaira, M., Anabata, M. et al. (2022). Effects of an Additional Resistance Training Intervention in Hemodialysis Patients Performing Long-Term Ergometer Exercise during Dialysis. *Journal of Physical Therapy Science*, 34, 110-114. <https://doi.org/10.1589/jpts.34.110>
- Parker, K., Zhang, X., Lewin, A., & MacRae, J. M. (2015). The Association between Intradialytic Exercise and Hospital Usage among Hemodialysis Patients. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*, 40, 371-378. <https://doi.org/10.1139/apnm-2014-0326>
- Reilly, R. F. (2014). Attending Rounds: A Patient with Intradialytic Hypotension. *Clinical Journal of the American Society of Nephrology*, 9, 798-803. <https://doi.org/10.2215/cjn.09930913>