

基于混合现实的脊髓损伤患者运动康复护理方案构建及对下肢深静脉血栓的预防效果

唐敏^{1,2},袁峰^{1,2},刘玉平^{1,2},高啸²

1. 徐州医科大学护理学院, 江苏 徐州 221004; 2. 徐州医科大学附属医院, 江苏 徐州 221006

【摘要】目的 构建基于混合现实的脊髓损伤患者运动康复护理方案, 并对其预防下肢深静脉血栓(DVT)效果进行评价, 为脊髓损伤患者康复护理及DVT的预防提供参考依据。**方法** 基于文献分析, 通过2轮专家函询对条目进行修订, 构建基于混合现实的脊髓损伤患者运动康复护理方案, 并选取2023年6月至2024年12月我院收治的120例脊髓损伤患者作为研究对象, 根据随机原则划分为试验组及对照组各60例。试验组采用基于混合现实的脊髓损伤患者运动康复护理方案, 对照组实施常规康复护理, 比较两组患者DVT预防效果。**结果** 2轮专家函询问卷有效回收率均为100%, 专家权威系数为0.89。最终通过文献分析、专家函询及讨论形成干预周期为3个月, 以基础功能训练、平衡与协调训练、步行与移动训练、心理与认知康复为主要内容的混合现实运动康复方案。方案应用后, 试验组患者DVT与肺栓塞发生情况明显低于对照组, 相关凝血指标显著优于对照组, 差异有统计学意义($P < 0.05$)。**结论** 基于混合现实的脊髓损伤患者运动康复护理方案具有较好的科学性和实用性, 可为脊髓损伤患者实施运动康复护理提供参考, 促进患者康复, 预防与减少DVT的发生, 提高整体护理质量。

【关键词】 混合现实; 脊髓损伤; 运动康复护理; 深静脉血栓

【中图分类号】 R473.6

【文献标志码】 A

【文章编号】 1672-6170(2026)02-0111-05

Construction of exercise rehabilitation nursing plan for spinal cord injury patients based on mixed reality and its preventive effect on lower limb deep vein thrombosis TANG Min^{1,2}, YUAN Feng^{1,2}, LIU Yu-ping^{1,2}, GAO Xiao² 1. School of Nursing, Xuzhou Medical University, Xuzhou 221004, China; 2. Affiliated Hospital of Xuzhou Medical University, Xuzhou 221006, China

【Corresponding author】 YUAN Feng

【Abstract】Objective To construct an exercise rehabilitation nursing program for patients with spinal cord injury based on mixed reality and to evaluate its effect in preventing deep vein thrombosis (DVT) of the lower extremities. To provide a reference for rehabilitation nursing and prevention of DVT in patients with spinal cord injury. **Methods** Based on literature analysis, the items were revised through two rounds of expert inquiries to construct an exercise rehabilitation nursing plan for patients with spinal cord injury based on mixed reality. A total of 120 patients with spinal cord injury admitted to our hospital from June 2023 to December 2024 were selected as research subjects. The patients were divided into an experimental group and a control group according to the principle of randomization, 60 in each group. The experimental group adopted the exercise rehabilitation nursing program. The control group received conventional rehabilitation nursing. The preventive effects of DVT in the two groups were compared. **Results** The effective recovery rates of the two rounds of expert inquiry questionnaires were both 100%. The expert authority coefficient was 0.89. Finally, through literature analysis, expert consultation and discussion, a mixed reality sports rehabilitation program with an intervention period of 3 months was formed. The plan mainly consisted basic functional training, balance and coordination training, walking and movement training, and psychological and cognitive rehabilitation. After the application of the plan, the occurrence of DVT and pulmonary embolism in the experimental group was significantly lower than that in the control group, and the related coagulation indicators were significantly better than those in the control group ($P < 0.05$). **Conclusions** The exercise rehabilitation nursing program for spinal cord injury patients

[18] Ostadkarampour M, Putnins EE. Monoamine oxidase inhibitors: a review of their anti-inflammatory therapeutic potential and mechanisms of action[J]. Front Pharmacol, 2021, 12: 676239.

[19] Wang SH, Tsai FC, Lin HH, et al. Inhibition of monoamine oxidase B reduces atherosclerosis and fatty liver in mice[J]. Clin Sci, 2023, 137(1): 17-30.

[20] Naser A. The Gensini Score System is a useful tool in assessing the burden and severity of coronary artery atherosclerotic lesions[J]. Int J Gen Med, 2024, 17: 4227-4228.

[21] 李文波, 崔明亮, 常凤军, 等. 血清抗凝血酶Ⅲ、血浆单胺氧化酶与急性冠状动脉综合征的关系及对介入手术后近期主要不良心血管事件的预测效能研究[J]. 现代生物医学进展, 2024, 24(2): 299-303.

[22] Sturza A, Popoiu CM, Ionică M, et al. Monoamine oxidase-related

vascular oxidative stress in diseases associated with inflammatory burden[J]. Oxid Med Cell Longev, 2019, 2019(1): 8954201.

[23] Elipay V, Mandal A, Singh S. Exploring monoamine oxidase B in nitric oxide dysregulation and vascular disease[J]. Eur J Pharmacol, 2025, 1002: 177863.

[24] Di Sante M, Antonucci S, Pontarollo L, et al. Monoamine oxidase A-dependent ROS formation modulates human cardiomyocyte differentiation through AKT and WNT activation[J]. Basic Res Cardiol, 2023, 118(1): 4.

[25] Jomova K, Raptova R, Alomar SY, et al. Reactive oxygen species, toxicity, oxidative stress, and antioxidants: Chronic diseases and aging[J]. Arch Toxicol, 2023, 97(10): 2499-2574.

(收稿日期:2025-06-27;修回日期:2025-11-11)

(本文编辑:侯晓林)

constructed based on mixed reality has good scientificity and practicality. It provides a reference for the implementation of exercise rehabilitation nursing for spinal cord injury patients. It can promote the patient rehabilitation, and prevent and reduce the occurrence of DVT. Thus, it improves the overall quality of nursing.

【Key words】 Mixed reality; Spinal cord injury; Sports rehabilitation nursing; Deep vein thrombosis

脊髓损伤是一种严重的神经系统损伤,其发生往往导致损伤平面以下肢体严重的功能障碍,包括感觉丧失、运动障碍、大小便失禁等,甚至影响呼吸、血压、消化等自主神经系统的功能,不仅给患者的生活带来了极大的困扰,也给家庭和社会带来了沉重的负担,严重影响生活质量^[1]。此外,相关研究表明,脊髓损伤急性阶段深静脉血栓(Deep vein thrombosis, DVT)发生率高达 40%~80%,其中完全性脊髓损伤(运动、感觉功能完全丧失)患者发生率更高可达 60%~90%,不完全性损伤患者 30%~60%,随着康复训练介入和活动增加,发生率降至 10%~20%,但长期卧床或活动能力差的患者仍维持较高风险^[2,3],其发生不仅会加重下肢功能障碍,延缓康复进程,更可能因血栓脱落引发急性肺栓塞,成为患者早期死亡的首要原因之一。有研究已证实,通过预防措施可使 DVT 发生率降低 50%~70%,显著减少肺栓塞导致的死亡风险,为患者后续康复争取时间,促进功能恢复^[4]。因此,优化脊髓损伤患者康复护理至关重要。混合现实(mixed reality, MR)技术的出现,为脊髓损伤患者的运动康复护理提供了新的可能性和机遇,该护理模式结合了虚拟现实(virtual reality, VR)和增强现实(augmented reality, AR)特点的新兴技术,能够在现实世界中叠加虚拟元素,创造出既真实又虚拟的交互环境,为脊髓损伤患者的运动康复护理带来了前所未有的沉浸感和交互性,使得康复训练更加生动、有趣且有效^[5]。本研究在既往研究的基础上构建基于混合现实的运动康复护理,并将该方案应用于脊髓损伤患者中进行效果评价,以为患者的运动康复护理提供科学参考。

1 资料与方法

1.1 一般资料 选取 2023 年 6 月至 2024 年 12 月我院收治的脊髓损伤患者 120 例。纳入标准:①符合脊髓损伤的影像学 and 临床症状;②且患者肌力达到一定水平(肌力 ≥ 2 级);③无药物过敏史,无药物滥用史,无不良习惯;④患者自愿入组并签署知情同意书。排除标准:①由于各种原因对医嘱无法遵循或不愿配合研究的患者;②合并其他严重并发症者,意识障碍沟通不畅,生活不能自理者;③肌力过

差(肌力 ≤ 1 级且无恢复潜力)或肌力异常亢进(严重痉挛导致关节畸形、无法配合训练)的患者;④中途退出治疗的患者。将患者按照随机数字表法分为对照组及试验组各 60 例。研究经医院医学伦理委员会的审查和批准(XYFY2024-KL519-01)。

1.2 基于 MR 的脊髓损伤患者运动康复护理方案构建方法

1.2.1 拟定函询问卷 护理研究小组(主治医师、主任护师、若干护师、康复师、心理咨询师以及研究生)基于文献分析,结合我国脊髓损伤患者运动康复护理现状,对 40 个患者护理需求项目采用以“变量”为对象的系统聚类法,使用 SPSS23.0 对其进行聚类分析,结果主要包括 4 大类,分别为心理支持、康复训练、日常护理、并发症预防及护理。经护理研究小组反复讨论,并记录护理关键词,使用 Wordart 构建词云图。通过论证和修改后,初步拟定基于混合现实的脊髓损伤患者运动康复护理方案。

1.2.2 确定函询专家 专家入选标准:在骨科、神经外科护理领域有从业或研究经历;具备本科或以上学历背景;拥有副高级或以上职称,或者持有中级职称且至少有 10 年神经内科工作经验;需本人自愿加入本研究项目,并能积极配合完成两轮专家问卷调查。专家排除标准:各种原因无法完成两轮函询。

1.2.3 实施专家函询 采用发送问卷星或当面递交纸质版的形式发送专家函询表,进行 2 轮专家函询,完成后由调查者收回。记录专家意见,并讨论修改后形成最终详细干预方案。

1.2.4 专家基本情况 本研究中,共有 15 位专家参与并顺利完成了两轮专家函询。函询专家的平均年龄为(46.07 \pm 7.56)岁。从工作年限来看,其中有 3 位专家的工作经验 5~9 年,11 位 10~19 年,1 位专家的工作经验超过 20 年。在学历方面,拥有博士学位的专家有 1 位,硕士学位 9 位,本科学历 5 位。10 位专家具有副高级或更高级别的职称。

1.2.5 专家的积极程度和权威程度 本研究两轮均向专家发出了 15 份函询问卷,并成功全部回收,实现了 100%的有效回收率;2 轮专家的权威系数为 0.89,表明纳入的 15 位专家在该研究领域的权威程度较高。

1.3 基于 MR 的脊髓损伤患者运动康复护理方案具体内容 基于前期确定的总样本数,考虑到预试验样本量为总样本量的 10%~20%,最终选取 15 例

【基金项目】江苏省骨髓干细胞重点实验室项目(编号: XZSYSKF2023004)

【通讯作者】袁峰

脊髓损伤患者实施基于混合现实的运动康复护理方案,以基础功能训练、平衡与协调训练、步行与移动训练、心理与认知康复、DVT 的预防护理为主要内容,干预周期为 3 个月。具体方案:①基础功能训练:利用 MR 技术构建的虚拟环境,指导患者或辅助人员正确进行关节运动;构建虚拟训练任务,让患者在主动参与的过程中通过自身力量去完成。②平衡与协调训练:a. 虚拟场景平衡练习:通过 MR 技术展现虚拟的障碍场景,患者需适时调整自己的身体重心来避开这些障碍,以此增强和提升其平衡能力。b. 肢体协调任务:创建一款虚拟的“协同拼图挑战”,要求玩家使用双手协调操作。③步行与移动训练:a. 虚拟步行模拟:患者在跑步机上行走时,配备减重装置以辅助训练,需满足下肢关键肌群肌力 ≥ 2 级,即肌肉能在减重或重力消除状态下主动收缩,如髌屈肌、膝伸肌可完成关节活动。此外,急性期或肌力极差者暂不适用,而稳定期、有基础站立能力且肌力逐步恢复的患者,可通过阶段性康复过渡到跑步机训练。b. 转移训练:构建从床铺至轮椅转换的虚拟情景,通过细致的动作指引,帮助患者学习并掌握安全挪移的方法。④心理与认知康复:a. 沉浸式场景疏导:利用自然风光的模拟景象和互动式的游戏化内容,可以有效减轻患者的焦虑情绪,并增强参与康复训练的积极性和顺从性。b. 任务记忆训练:在模拟环境中执行一系列有序的动作任务,同时促进认知功能的康复。⑤DVT 的预防护理:a. 体位与生活管理:卧床时抬高患肢,高于心脏水平 $15\sim 30^\circ$,避免膝下垫枕,防止静脉受压;定时翻身,每 2 小时 1 次,避免长时间压迫单侧下肢。保证每日饮水量 $1500\sim 2000\text{ ml}$,预防血液浓缩;戒烟,保持大便通畅。b. 被动肢体功能锻炼:协助患者行肢体主动及被动功能锻炼,如下肢踝泵运动,指导患者背伸、跖屈及双脚踝 360° 环绕为一组动作,每次 $20\sim 30$ 组,每天 $3\sim 4$ 次。协助患者进行股四头肌等长收缩等肢体功能锻炼。c. 梯度压力弹力袜:急性期开始穿戴,选择膝长或 thigh-length 型号(根据下肢周径适配),白天持续穿戴,睡眠时可取下,皮肤破损时暂停,通过梯度压力促进静脉血液向心回流。d. 药物预防:根据脊髓损伤情况遵医嘱使用药物去预防并及时关注患者有无不良反应。剂量依据体重进行调整,定期检测血小板计数和 D-二聚体水平,评估预防效果。⑥终止运动指征:患者生理指标异常、患者主观感受不适、运动表现异常。

1.4 两组护理方法

1.4.1 对照组 采用常规康复护理,执行方案严格遵循《脊髓损伤患者深静脉血栓预防指南》。具体

方法:①基础预防:每隔 2 小时翻身一次,病情允许的情况下,鼓励患者尽早进行床上活动,以促进下肢血液循环。给予患者高蛋白、高维生素、高纤维素食物,避免高胆固醇饮食,保持大便通畅,减少因便秘导致的腹内压升高,从而影响下肢静脉回流,保持充足的水分摄入,有助于稀释血液,降低血液黏稠度,预防 DVT 的形成。②机械预防:对于长期卧床或久坐的脊髓损伤患者,建议使用医用弹力袜或压力袜。病情允许情况下,使用体外气压装置对下肢进行间歇性加压,以进一步促进静脉回流和预防 DVT。③药物预防:对于脊髓损伤后处于高凝状态的患者,或已有 DVT 病史的患者,医护人员会根据具体情况给予低分子肝素等抗凝药物预防。

1.4.2 试验组 在对照组的基础上采取基于 MR 的脊髓损伤患者运动康复护理方案。具体方法:由临床医生、骨科专科护士、康复师、心理咨询师、研究生组成康复团队,严格按照方案流程进行实施。康复运动干预前 1 天由骨科专科护士面对面进行运动康复指导,同时发放运动指导手册,并经临床医生评估后符合运动开始指征即可进行运动康复。运动内容包括基础功能训练、平衡与协调训练、步行与移动训练、心理与认知康复,干预周期为 12 周,分阶段进行,损伤后 1~3 周,以卧床休息为主,运动时间控制在每天 $20\sim 30\text{ min}$,7 天/周;损伤后 4~12 周,逐步增加主动训练,运动时间控制在每天 $30\sim 40\text{ min}$,5 天/周,研究人员会在每周的周一、周三和周五通过微信向患者发送锻炼提醒并监督其执行情况,同时,每两周进行一次电话随访,以掌握患者的具体状况。

1.5 评价指标 ①比较两组下肢 DVT 与肺栓塞的发生频率;②比较两组患者部分活化凝血活酶时间、凝血酶原时间、纤维蛋白原水平及 D-二聚体等凝血功能指标。③肢体运动功能:采用 Fugl-Meyer 运动功能评分法(FMA)^[6],上肢运动包含 33 个评估项目,总分 66 分。下肢运动包含 17 个评估项目,总分 34 分,量表分数与患者肢体运动功能恢复程度呈正相关。④日常生活能力:采用日常生活能力量表(ADL)^[7],测量个体在日常生活活动中的功能水平,包括基础生活技能和工具使用能力等方面,采用四级评分制,对每项活动进行独立评分,总分为 100 分,分数越高日常生活能力越好。

1.6 统计学方法 应用 SPSS 23.0 统计软件进行数据分析。计量资料以均数 \pm 标准差表示,组间比较采用 t 检验;计数资料以例数(%)表示,比较采用 χ^2 检验或确切概率法。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 两组患者一般资料比较

两组患者年龄、性

别、教育水平及病情严重程度等一般资料比较,差异无统计学意义($P>0.05$)。见表 1。

表 1 两组患者一般资料比较

项目	组别	试验组($n=60$)	对照组($n=60$)	统计量	P
年龄(岁)		53.48±3.27	54.01±3.31	$t=0.882$	0.379
性别(n)	男	39	35	$\chi^2=3.500$	0.061
	女	21	25		
文化程度(n)	小学程度	33	35	$\chi^2=0.174$	0.917
	中学程度	21	20		
	大学程度	6	5		
疾病严重程度(n)	轻度	26	25	$\chi^2=0.324$	0.851
	中度	32	31		
	重度	2	4		

2.2 两组患者 DVT 与肺栓塞发生频率比较 试验组患者 DVT 与肺栓塞发生频率明显低于对照组,差异有统计学意义($P<0.05$)。见表 2。

表 2 两组患者 DVT 与肺栓塞发生频率比较 [$n(\%)$]

组别	例数	DVT	肺栓塞
试验组	60	2(3.33)	0(0.00)
对照组	60	8(13.33)	6(10.00)
χ^2		3.927	4.386
P		0.047	0.036

2.3 两组患者凝血功能相关指标比较 试验组患者部分活化凝血酶时间、凝血酶原时间少于对照组,纤维蛋白原与 D-二聚体水平低于对照组,差异有统计学意义($P<0.05$)。见表 3。

表 3 两组患者凝血功能相关指标比较

组别	例数	部分活化凝血酶时间(s)	凝血酶原时间(s)	纤维蛋白原(g/L)	D-二聚体(mg/L)
试验组	60	21.75±1.30	8.10±0.45	5.25±0.50	2.85±1.05
对照组	60	25.30±1.55	8.95±1.25	6.95±1.10	6.20±1.35
t		13.593	4.956	10.898	15.173
P		<0.001	<0.001	<0.001	<0.001

2.4 两组患者肢体运动功能和日常生活能力评分比较 干预后,试验组患者肢体运动功能和日常生活

能力评分均较干预前显著提高,且试验组评分明显高于对照组,差异有统计学意义($P<0.05$)。见表 4。

表 4 两组患者干预前后肢体运动功能和 ADL 评分比较(分)

组别	例数	上肢功能		下肢功能		ADL	
		干预前	干预后	干预前	干预后	干预前	干预后
试验组	60	22.37±0.65	56.92±2.47	11.83±1.79	31.59±1.52	54.21±4.84	75.54±5.52
对照组	60	22.46±0.54	46.58±1.65	11.52±1.48	26.46±1.87	52.89±4.57	69.13±4.15
t		0.794	25.977	0.995	15.844	1.478	6.923
P		0.429	<0.001	0.322	<0.001	0.142	<0.001

3 讨论

3.1 基于 MR 的脊髓损伤患者运动康复护理方案的科学性 MR 技术结合了 VR 和 AR 的特点,能够在现实环境中叠加虚拟信息,为患者提供更加沉浸式和交互式的康复体验,其融合既提高了康复训练的趣味性和互动性,还使得康复过程更加个性化和精准化^[8]。相关研究表明,MR 技术能够为患者提供沉浸式的康复体验,患者可以在虚拟环境中进行行走、站立、平衡等各种运动训练,有助于患者更好地适应现实生活,并激发患者的积极性和参与度^[9,10]。本研究遵循循证原则,系统地搜集了脊髓损伤患者运动康复护理领域的文献资料,并进行了

严谨的筛选和评估工作。在深入研读与综合分析这些文献的基础上,紧密结合临床实践情况,展开了相关研究,以科学的方法进行基于 MR 的运动康复护理方案构建,该方案具备一定的理论与实践基础,体现了构建的科学性。

3.2 基于 MR 的脊髓损伤患者运动康复护理方案的可靠性 本研究团队囊括了神经外科、骨科医疗及护理等多个领域的专家,具有广泛的代表性。团队成员中,有 10 位持有副高级或更高职称,另外 13 位则拥有超过十年的丰富工作经验,均确保了研究方案的高度可靠性。同时,MR 技术持续进步,于医疗康复领域的应用正日趋成熟,并已取得显著成

果,通过合理的系统设计和开发,可以构建出稳定、可靠的基于混合现实的脊髓损伤患者运动康复护理方案。此外,多项研究已经证实,将 MR 技术应用于康复护理中,能够显著提升患者的运动能力及日常生活质量^[11]。MR 引导下的主动/辅助运动通过虚拟任务激励患者更主动地参与,增加肢体活动频率和幅度,降低血栓形成风险。由此可见,基于 MR 的脊髓损伤患者运动康复护理方案在便捷性、个性化、资源丰富性和可持续性等方面具有显著优势,具有一定的推广价值。

3.3 基于 MR 的脊髓损伤患者运动康复护理方案的实用性 本研究构建的基于混合现实的脊髓损伤患者运动康复护理方案可有效降低患者 DVT 与肺栓塞发生频率,提高凝血功能,分析原因可能是因为 MR 技术可以提供沉浸式的运动体验,鼓励患者进行踝关节泵动、膝关节屈伸等有针对性的下肢运动训练,进而促进下肢肌肉的收缩和舒张,加速血液循环,减少血液在下肢静脉的滞留^[12,13]。同时,MR 技术可以逼真地模拟行走、上下楼梯等各种日常生活场景,不仅能够帮助患者锻炼下肢肌肉力量,提高关节活动度,还能促进血液循环,减少 DVT 的发生风险^[14]。李鹏等^[15]在研究中干预组脊髓损伤患者实施虚拟现实技术,结果显示,患者下肢功能,平衡能力、躯干控制能力和步行能力得到显著提高。Chu 等^[16]研发了一款 VR 系统,该系统能够实时协调步伐速度与方向的变化,让患者的运动训练更加贴近自然行走的状态。由此可见,基于 MR 的脊髓损伤患者运动康复护理方案有助于提高护理效率、降低医疗成本、增强患者及其家属的参与感以及促进医疗资源均衡分配^[17,18]。

综上,基于 MR 技术的脊髓损伤患者运动康复护理方案,在减少 DVT 及肺栓塞的发生上展现出显著效果,为这类患者的护理工作提供了清晰且有针对性的指导,对全面提升护理服务质量起到了积极作用,并具备在临床实践中广泛推广的价值。未来,为了助力临床护理人员依据证据做出最优护理选择,建议在现有研究成果的基础上^[19],推进包含多样核心要素且样本量大的临床研究,旨在进一步深化和完善这一护理方案。

【参考文献】

[1] Feng L, Wang T, Cai Y, et al. Feasibility and potential effects of a dyadic coping intervention for patients with spinal cord injury and their spouses: a study protocol for a pilot randomised controlled trial [J]. *BMJ Open*, 2024,14(8):e79429.

[2] Hon B, Botticello A, Kirshblum S. Duplex ultrasound surveillance for deep vein thrombosis after acute traumatic spinal cord injury at

rehabilitation admission[J]. *J Spinal Cord Med*, 2020,43(3):298-305.

[3] 曾炜,黄兆曦,吴迪,等. 脊柱骨折伴脊髓损伤患者术后下肢深静脉血栓的形成及其相关因素分析[J]. *颈腰痛杂志*, 2023,44(6):1038-1041.

[4] Zhang J, Fang Y, Pang H, et al. Association of age-adjusted D-dimer with deep vein thrombosis risk in patients with spinal cord injury: a cross-sectional study[J]. *Spinal Cord*, 2022,60(1):90-98.

[5] Du J, Chen R, Xie H. Application of nursing intervention based on Snyder's hope theory in individuals with spinal cord injury[J]. *Am J Transl Res*, 2024,16(4):1246-1255.

[6] 王石艳,杨杭,高真真,等. 脑卒中恢复期患者 Fugl-Meyer 下肢运动评估的最小临床重要性差值分析[J]. *浙江临床医学*, 2023,25(2):207-209.

[7] 陈文秀,蒋茜,李奇,等. Kihon 老年衰弱筛查量表评估老年住院病人衰弱的有效性[J]. *实用老年医学*, 2024,38(1):90-93.

[8] 王慧文,高春红,胡甜. 股骨颈骨折青少年患者混合现实技术引导下微创手术的快速康复护理[J]. *护理学杂志*, 2019,34(10):23-25.

[9] 李卫敏,李兰兰. 混合现实技术引导下的手术室护理对四肢骨折患者康复效果的影响[J]. *航空航天医学杂志*, 2024,35(1):94-96.

[10] Stretton T, Cochrane T, Seigny C, et al. Exploring mobile mixed reality for critical thinking in nursing and healthcare education: A systematic review[J]. *Nurse Educ Today*, 2024,133:106072.

[11] 黄露,韩杉,罗丽莉,等. 下肢康复机器人联合 VR 技术在脊髓损伤患者中的应用[J]. *贵州医药*, 2024,48(7):1087-1089.

[12] 王慧文,王星星,晏蓉,等. 混合现实技术在护理领域的应用现状[J]. *护理学杂志*, 2022,37(11):110-113.

[13] Maggio MG, Bonanno M, Manuli A, et al. Improving outcomes in people with spinal cord injury: encouraging results from a multidisciplinary advanced rehabilitation pathway[J]. *Brain Sci*, 2024,14(2):140.

[14] 於婧,殷云,秦长江. 居家康复护理在脊髓损伤患者恢复期患者中的应用效果观察[J]. *护理实践与研究*, 2021,18(10):1505-1507.

[15] 李鹏,陈思,马炳全. 虚拟现实技术对不完全脊髓损伤患者下肢功能的影响[J]. *河南医学研究*, 2024,33(16):2929-2932.

[16] Chu X, Liu S, Zhao X, et al. Case report: virtual reality-based arm and leg cycling combined with transcutaneous electrical spinal cord stimulation for early treatment of a cervical spinal cord injured patient[J]. *Front Neurosci*, 2024,18:1380467.

[17] 尹之玮,唐六一,胡豷,等. 机器人辅助经皮固定联合局限性椎板切除术治疗单节段老年腰椎结核的疗效观察[J]. *实用医院临床杂志*, 2024,21(3):34-38.

[18] Garcia-Sanchez M, Obrero-Gaitan E, Pinar-Lara M, et al. Early rehabilitation using virtual reality-based therapy can enhance hip function and self-perception of improvement following total hip arthroplasty: a systematic review and meta-analysis [J]. *Geriatr Nurs*, 2024,60:593-601.

[19] 成浩,朱保锋,李峰,等. 核心稳定性训练对脊髓损伤后神经性疼痛的效果及血清炎症因子的影响[J]. *实用医院临床杂志*, 2021,18(6):8-11.

(收稿日期:2025-08-22;修回日期:2025-11-25)

(本文编辑:彭羽)