

风险导向虚拟现实干预模式在重症医学科 神经外科患者谵妄预防中的应用效果

付霞 王华军 申叶林 陈苑亭 李碧惠

南方医科大学附属广东省人民医院(广东省医学科学院)重症医学科,广东广州 510080

通信作者:王华军, Email: 420484093@qq.com

【摘要】 目的 构建重症医学科神经外科患者谵妄风险导向干预体系,联合虚拟现实(VR)放松训练,探讨其预防谵妄的效果。**方法** 选择 2025 年 3 月至 2026 年 2 月南方医科大学附属广东省人民医院重症医学科收治的 116 例神经外科患者作为研究对象。2025 年 3 月至 8 月收治的 58 例神经外科重症患者为对照组,实施重症谵妄常规预防方案;2025 年 9 月至 2026 年 2 月收治的 58 例神经外科重症患者为干预组,在常规谵妄预防基础上,开展风险导向分层管理联合 VR 放松训练的综合干预。两组均依据谵妄风险评估模型开展风险筛查。观察两组患者谵妄发生和持续时间、谵妄严重程度[采用记忆谵妄评定量表(MDAS)评估]以及睡眠质量[采用匹兹堡睡眠质量指数(PSQI)量表评估]、疼痛程度[采用数字评定量表(NRS)评估]、焦虑水平[采用状态-特质焦虑量表状态分量表(STAI-S)评估]、患者护理满意度评分[采用 5 级李克特量表(Likert 5)]与不良事件发生情况。**结果** 最终纳入分析的 116 例患者中,干预组谵妄发生率明显低于对照组[13.79%(8/58)比 31.03%(18/58), $P < 0.05$],谵妄持续时间较对照组明显缩短($h: 31.62 \pm 9.18$ 比 48.31 ± 11.46 , $P < 0.05$), MDAS 评分(分: 10.31 ± 3.42 比 15.55 ± 4.11)、PSQI 评分(分: 6.05 ± 2.00 比 8.63 ± 2.38)、NRS 评分(分: 2.28 ± 1.03 比 3.78 ± 1.18)、STAI-S 评分(分: 12.28 ± 3.10 比 16.78 ± 3.48)均较对照组明显降低(均 $P < 0.05$),患者护理满意度评分明显提高(分: 4.40 ± 0.51 比 3.55 ± 0.62 , $P < 0.05$)。干预组和对照组不良事件发生率比较差异无统计学意义[10.34%(6/58)比 13.79%(8/58), $P > 0.05$]。**结论** 风险导向 VR 干预可有效预防神经外科重症患者谵妄的发生,并改善其身心状态,且安全性良好,值得在临床推广。

【关键词】 风险导向; 虚拟现实干预; 神经外科重症患者; 谵妄预防; 非药物干预; 重症监护护理
基金项目: 广东省医学科研基金(B2025436)

DOI: 10.3969/j.issn.1008-9691.2026.04.010

The application of risk-oriented virtual reality intervention model in the prevention of delirium in neurosurgical intensive care unit

Fu Xia, Wang Huajun, Shen Yelin, Chen Yuanting, Li Bihui

Department of Critical Care Medicine, Guangdong Provincial People's Hospital, Guangdong Academy of Medical Sciences, Southern Medical University, Guangzhou 510080, Guangdong, China

Corresponding author: Wang Huajun, Email: 420484093@qq.com

【Abstract】 Objective To establish a risk-oriented intervention system for delirium combined with virtual reality (VR) relaxation training, and explore its efficacy in delirium prevention among neurosurgical critically ill patients in the critical care medicine. **Methods** A total of 116 neurosurgical patients admitted to the department of critical care medicine of Guangdong Provincial People's Hospital, Guangdong Academy of Medical Sciences, Southern Medical University, from March 2025 to February 2026 were selected as the study subjects. The 58 neurosurgical critically ill patients admitted from March to August 2025 served as the control group and received the routine intensive care delirium prevention protocol. The 58 neurosurgical critically ill patients admitted from September 2025 to February 2026 served as the intervention group and received a combined intervention of risk-stratified tiered management plus VR relaxation training on the basis of the routine delirium prevention protocol. The incidence, duration, and severity of delirium assessed [memorial delirium assessment scale (MDAS)], as well as sleep quality assessed [Pittsburgh sleep quality index (PSQI)], pain evaluated [numerical rating scale (NRS)], anxiety [state-trait anxiety inventory-state subscale (STAI-S)], patient nursing satisfaction score [5-point Likert scale (Likert 5)], and the occurrence of adverse events were observed in both groups. **Results** Among the 116 patients included in the final analysis, the incidence of delirium in the intervention group was significantly lower than that in the control group [13.79% (8/58) vs. 31.03% (18/58), $P < 0.05$]. The duration of delirium was significantly shorter in the intervention group than in the control group (hours: 31.62 ± 9.18 vs. 48.31 ± 11.46 , $P < 0.05$). The MDAS score (10.31 ± 3.42 vs. 15.55 ± 4.11), PSQI score (6.05 ± 2.00 vs. 8.63 ± 2.38), NRS score (2.28 ± 1.03 vs. 3.78 ± 1.18), and STAI-S score (12.28 ± 3.10 vs. 16.78 ± 3.48) were significantly lower in the intervention group than those in the control group (all $P < 0.05$). The patient's nursing satisfaction score was significantly higher in the intervention group than that in the control group (4.40 ± 0.51 vs. 3.55 ± 0.62 , $P < 0.05$). There was no statistically significant difference in the incidence of adverse events between intervention group and control group [10.34% (6/58) vs. 13.79% (8/58), $P > 0.05$]. **Conclusion** Risk-oriented VR intervention can effectively prevent delirium,

improve the physical and mental status of neurosurgical critically ill patients, with favorable safety profile; therefore, it is worthy of clinical promotion.

【Key words】 Risk orientation; Virtual-reality intervention; Neurosurgical critically ill patients; Delirium prevention; Non-pharmacological intervention; Intensive care nursing

Fund program: Guangdong Medical Scientific Research Foundation (B2025436)

DOI: 10.3969/j.issn.1008-9691.2026.04.010

谵妄是重症医学科和神经外科患者高发且危害较大的急性脑功能障碍,以起病急、意识波动、认知紊乱为核心表现,可显著延长住院时间、增加医疗费用,并对远期神经功能恢复造成不可逆影响^[1]。受颅内病变、手术创伤、镇静镇痛药物使用、重症监护病房(intensive care unit, ICU)环境刺激、睡眠剥夺等多重危险因素叠加作用,神经外科患者谵妄发生率远高于普通 ICU 患者^[2]。已成为重症护理领域亟待解决的临床难题^[3]。

当前谵妄预防存在的突出短板主要表现为:传统模式以同质化常规护理为主,缺乏标准化风险评估与精准分层,对高危人群识别滞后、干预靶向性不足,难以从源头阻断谵妄发生通路;现有非药物干预多聚焦单一技术,未形成系统化、协同化防控体系,整体预防效果有限。虚拟现实(virtual reality, VR)技术可通过沉浸式视听刺激实现情绪调节、注意力转移与睡眠改善,在镇静、镇痛及心理支持方面具备良好应用前景^[4],但现有研究仅单独采用 VR 干预或常规风险评估,未将精准风险分层与 VR 放松训练有机整合,干预针对性不足、效果受限^[5],无法满足神经外科 ICU 个体化、精准化护理需求。

为此,本研究构建风险导向 VR 干预模式,通过整合多项危险因素建立谵妄风险评估模型,以实现高危人群快速识别与精准分层;基于风险等级实施个性化靶向预防,优化睡眠节律、疼痛控制、镇静管理与早期活动;同步联合标准化 VR 放松训练,形成“精准评估—靶向干预—症状调控”闭环。该模式兼具风险防控的精准性与 VR 干预的安全性、高依从性,可有效弥补单一干预缺陷,为神经外科 ICU 谵妄预防提供标准化、可复制的循证依据。

1 资料与方法

1.1 研究对象:选择 2025 年 3 月至 2026 年 2 月广东省人民医院重症医学科收治的神经外科患者为研究对象,所有符合纳排标准的连续入组患者共 116 例纳入最终分析。

1.1.1 纳入标准:① 年龄 ≥ 18 岁者;② 符合神经外科疾病诊断并入住 ICU 者;③ 预期 ICU 住院时

间 ≥ 48 h 者;④ 患者本人或其法定代理人签署知情同意书者。

1.1.2 排除标准:① 既往有谵妄或精神病史者;② 严重认知功能障碍者;③ 入组时生命体征不稳定者;④ 合并严重心、肝、肾等重要器官功能衰竭者。

1.1.3 伦理学:本研究研究过程严格遵循伦理学相关规定,并经本院医学伦理委员会审核批准(审批号:KY2025-595-02),所有入选患者或其法定代理人均已签署知情同意书,自愿参加本研究。

1.2 研究分组:以 2025 年 9 月本科实施风险分层干预联合 VR 放松训练为时间节点,2025 年 3 月至 8 月收治的 58 例神经外科重症患者为对照组;2025 年 9 月至 2026 年 2 月收治的 58 例神经外科重症患者为干预组。两组患者入住 ICU 后全部统一采用谵妄风险评估模型完成谵妄风险分层筛查,以评分 ≥ 13 分判定为高风险, < 13 分为低风险。

1.3 干预方法

1.3.1 对照组:实施神经外科 ICU 患者常规谵妄预防措施,即保持环境安静、规律体位更换、基础口腔护理、睡眠周期维护、遵医嘱镇静镇痛、每日进行意识评估与早期活动指导。

1.3.2 干预组:在对照组常规谵妄预防措施基础上,实施风险动态分层联动 VR 沉浸式干预的全流程闭环管理模式。

1.3.2.1 动态风险评估与精准分层:采用科室临床建立的重症医学科神经外科患者谵妄专科风险评估指标体系,整合年龄、手术类型、镇静药物暴露、颅内压波动、睡眠障碍、疼痛评分 6 项核心危险因素^[6],每日动态计算风险指数,划分为高、低风险层,实现谵妄风险实时识别与动态更新^[7]。该风险评估模型的具体赋值与评分细则如下:年龄(≥ 60 岁记 2 分, < 60 岁记 0 分)、手术类型(开颅手术记 2 分,微创手术记 1 分,其他记 0 分)、镇静药物暴露(连续使用丙泊酚或咪达唑仑 > 24 h 记 2 分, ≤ 24 h 记 1 分)、颅内压波动[日波动 > 15 mmHg (1 mmHg ≈ 0.133 kPa)记 2 分,5 ~ 15 mmHg 记 1 分, $<$

5 mmHg 记 0 分)、睡眠障碍〔匹兹堡睡眠质量指数(Pittsburgh sleep quality index, PSQI) >7 分记 2 分, 5~7 分记 1 分, <5 分记 0 分〕、疼痛评分〔疼痛数字评定量表(numerical rating scale, NRS)评分 >4 分记 2 分, 3~4 分记 1 分, <3 分记 0 分〕, 总分 0~12 分, 将总分 ≥7 分判定为高风险患者, <7 分为低风险患者。

1.3.2.2 风险匹配的靶向个性化干预:针对高风险患者实施“一患一策”精准防控措施, 构建昼夜节律调节体系优化睡眠环境; 采用四级梯度早期活动方案平衡康复效果与管路安全^[8]; 精细化多模式镇痛维持 NRS 评分 ≤3 分; 基于“eCASH 理念”〔即包括合理镇痛、最小化镇静剂使用及最大化人文关怀的早期舒适照护策略(early comfort using analgesia, minimal sedatives and maximal humane care, eCASH)〕的优化镇静方案, 维持躁动-镇静量表(richmond agitation-sedation scale, RASS)评分 -1~1 分, 从源头阻断谵妄诱发通路^[9]。

1.3.2.3 风险适配的 VR 沉浸式放松训练:采用头戴式 VR 设备, 按风险等级动态调整干预参数, 高风险患者每日 2 次、每次 20 min, 低风险患者每日 1 次、每次 15 min。内容为定制化 3D 自然场景 + 渐进式呼吸引导 + 低频舒缓音乐。干预前评估患者生命体征与颅内压, 全程持续监测, 出现不适立即终止^[10]。

1.4 观察指标及方法

1.4.1 主要指标:①谵妄发生率: 采用 ICU 意识模糊评估法(confusion assessment method for the ICU, CAM-ICU)量表于每日 08:00、14:00、20:00 评估患者的谵妄情况, 连续评估至转出 ICU 或术后 7 d^[11]; ②谵妄持续时间: 记录首次出现谵妄(阳性)至连续 2 次谵妄消失(阴性)的时间; ③谵妄严重程度: 采用记忆谵妄评定量表(memorial delirium assessment scale, MDAS)评估患者的谵妄严重程度, 总分为 0~30 分, 分数越高表示症状越重^[12]。

1.4.2 次要指标:①睡眠质量: 采用 PSQI 量表评估; ②疼痛程度: 采用 NRS 评估患者疼痛程度; ③焦虑水平: 采用状态-特质焦虑量表状态分量表(state-trait anxiety inventory-state subscale, STAI-S)简版量表评估患者的焦虑水平; ④患者护理满意度: 转出 ICU 时采用 5 级李克特量表(5-point Likert scale, Likert 5)评价患者的护理满意度; ⑤不良事件: VR 相关不适、生命体征波动、管路异常、颅内

压增高等。

1.5 统计学方法:使用 SPSS 26.0 统计软件分析数据。符合正态分面的计量资料以均数 ± 标准差($\bar{x} \pm s$)表示, 组间比较采用独立样本 t 检验, 重复测量数据采用重复测量方差分析; 计数资料以例(%)表示, 组间比较采用 χ^2 检验或 Fisher 确切概率法。检验水准 $\alpha = 0.05$, $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 两组基线资料比较(表 1):两组性别、年龄、疾病类型(高血压、糖尿病)患者比例、手术时长、风险指数等基线资料比较差异均无统计学意义(均 $P > 0.05$), 说明两组资料均衡, 有可比性。

表 1 是否实施动态风险分层联合 VR 谵妄预防方案
两组重症医学科神经外科患者基线资料比较

组别	例数 (例)	性别(例)		年龄 (岁, $\bar{x} \pm s$)	高血压 [例(%)]
		男性	女性		
对照组	58	34	24	53.69 ± 10.75	23 (39.7)
干预组	58	36	22	54.21 ± 11.12	26 (44.8)
统计量值		$\chi^2 = 0.139$		$t = 0.256$	$\chi^2 = 0.342$
P 值		>0.050		>0.050	>0.050
组别	例数 (例)	糖尿病 [例(%)]		手术时长 (h, $\bar{x} \pm s$)	风险指数 (分, $\bar{x} \pm s$)
		男性	女性		
对照组	58	13 (22.4)		4.13 ± 1.38	12.39 ± 3.02
干预组	58	15 (25.9)		4.20 ± 1.33	12.54 ± 3.10
统计量值		$\chi^2 = 0.183$		$t = 0.279$	$t = 0.264$
P 值		>0.050		>0.050	>0.050

2.2 两组主要结局指标比较(表 2):与对照组比较, 干预组谵妄发生率、MDAS 评分明显降低, 谵妄持续时间明显缩短(均 $P < 0.05$)。

表 2 是否实施动态风险分层联合 VR 谵妄预防方案
两组重症医学科神经外科患者主要结局指标比较

组别	例数 (例)	谵妄发生率 [例(%)]	谵妄持续时间 (h, $\bar{x} \pm s$)	MDAS 评分 (分, $\bar{x} \pm s$)
对照组	58	18 (31.03)	48.31 ± 11.46	15.55 ± 4.11
干预组	58	8 (13.79)	31.62 ± 9.18	10.31 ± 3.42
统计量值		$\chi^2 = 4.978$	$t = 3.424$	$t = 2.975$
P 值		<0.050	<0.050	<0.050

2.3 两组次要结局指标比较(表 3):干预组 PSQI、NRS、STAI-S 评分均明显低于对照组, 患者满意度评分明显高于对照组, 差异均有统计学意义(均 $P < 0.05$)。

2.4 两组不良事件发生情况比较(表 4):干预前、干预后两组眩晕/恶心、生命体征波动、管路移位/脱落、颅内压增高等不良事件发生率比较差异均无统计学意义(均 $P > 0.05$)。

表 3 是否实施动态风险分层联合 VR 谵妄预防方案
两组重症医学科神经外科患者次要结局指标比较 ($\bar{x} \pm s$)

组别	例数 (例)	PSQI 评分 (分)	NRS 评分 (分)	STAI-S 评分 (分)	护理满意度 评分(分)
对照组	58	8.63 ± 2.38	3.78 ± 1.18	16.78 ± 3.48	3.55 ± 0.62
干预组	58	6.05 ± 2.00	2.28 ± 1.03	12.28 ± 3.10	4.40 ± 0.51
<i>t</i> 值		6.012	6.768	6.785	7.518
<i>P</i> 值		<0.050	<0.050	<0.050	<0.050

表 4 是否实施动态风险分层联合 VR 谵妄预防方案
两组重症医学科神经外科患者不良事件发生情况比较

组别	例数 (例)	眩晕 / 恶心 [例(%)]	生命体征波动 [例(%)]	管路移位 / 脱落 [例(%)]
对照组	58	2 (3.45)	3 (5.17)	2 (3.45)
干预组	58	3 (5.17)	2 (3.45)	1 (1.72)
χ^2 值		0.210	0.210	0.342
<i>P</i> 值		>0.050	>0.050	>0.050

组别	例数 (例)	颅内压增高 [例 (%)]	总发生率 [% (例)]
对照组	58	1 (1.72)	13.79 (8)
干预组	58	0 (0.00)	10.34 (6)
χ^2 值		1.009	0.324
<i>P</i> 值		>0.050	>0.050

3 讨 论

3.1 风险导向干预可提升谵妄早期识别与预防精准性:重症医学科神经外科患者因为颅内原发病变、手术创伤、麻醉药物残留、水和电解质紊乱、睡眠剥夺和环境刺激等诸多危险因素的共同作用,谵妄的发生率要比其他重症人群高很多^[13]。传统的谵妄预防多采用同质化护理措施,没有对危险因素进行动态分层评估和靶向干预,不能对高风险个体起到有效的保护作用。本研究建立的每日动态风险评估模型是以年龄、手术种类、镇静镇痛方案、颅内压变化情况、疼痛程度、睡眠状况等可以量化的临床指标为基础,通过赋予各指标不同权重,用统计学的方法完成风险赋值及指数计算,实现高危人群实时识别与动态更新,并把有限的护理资源投入到最需要的患者身上^[14]。以危险因素控制为中心,从源头上阻断谵妄发生的病理生理通路,改善睡眠环境,保持昼夜节律,开展四级梯度早期活动,精细化疼痛管理,合理调整镇静药物用量^[15]。对高危患者实施体位管理、感官刺激调节、认知定向沟通、循环呼吸支持等干预措施可以有效降低应激反应强度、保证脑灌注稳定、维持神经递质平衡,为分级 VR 干预提供稳定的生理基础,从而提高整个预防链的有效性及针对性^[16]。

3.2 VR 放松训练可改善情绪与睡眠,降低谵妄发生:VR 技术凭借沉浸式视听交互体验,可在封闭刺

激环境中为 ICU 患者提供安全、可控、舒适的外部感知输入,实现注意力转移、焦虑缓解、自主神经调节与睡眠结构改善。神经外科 ICU 患者常因制动、噪音、灯光、频繁操作等导致睡眠片段化、昼夜节律倒置与情绪躁动,而上述因素均为谵妄发生的重要诱因。本研究将风险适配型分级 VR 放松训练纳入到风险导向干预体系中,按风险等级调整干预频次与时长,实施定制化 3D 自然场景、呼吸引导、舒缓音频等沉浸式内容,可以有效降低交感神经张力,提高副交感神经活性,减轻疼痛感知和降低焦虑水平,延长连续睡眠时间并提高睡眠效率^[17]。VR 干预与风险导向策略配合使用,可进一步降低环境应激、减少躁动发作、维持意识清晰度和认知定向能力,从而降低谵妄发生率^[18]。本研究结果显示,干预后干预组 PSQI、NRS、STAI-S 评分均显著优于对照组,提示 VR 放松训练可作为非药物干预手段稳定融入 ICU 护理流程,在不增加医疗风险的前提下改善患者身心状态^[19]。

3.3 联合模式可降低谵妄严重程度并缩短持续时间:谵妄的持续时间、严重程度同 ICU 住院时间、并发症发生率和远期认知功能转归呈正相关,长时间、高频率的谵妄可造成术后认知障碍、生活不能自理甚至增加死亡的风险^[20]。动态风险导向干预重在预防原因,从危险因素入手进行实时识别与分层干预;分级 VR 放松训练注重对症状的调控,以改善情绪和睡眠为目标来实现神经功能稳定,二者构成“动态评估—靶向干预—精准调控闭环模式”。联合干预可减轻中枢神经炎症反应,维持脑内神经递质平衡,改善脑代谢与氧供状态,从而延缓谵妄进展、减轻症状强度并缩短病程^[21]。本研究结果显示,干预组谵妄持续时间较对照组显著缩短,MDAS 严重程度评分显著低于对照组,提示风险导向与 VR 联合模式可有效改善谵妄临床转归,提升神经保护效果。相较于单一干预,该模式兼顾精准分层与技术赋能,更符合危重症护理精准化、个体化、循证化的发展方向,具备向临床推广的实践价值。

3.4 干预模式安全性良好,适合神经外科 ICU 实施:神经外科 ICU 患者病情危重、颅内环境脆弱,对于干预措施的安全性与稳定性要求极高。本研究在 VR 实施前严格设定纳入与终止指征,训练全程持续监测心率、血压、血氧饱和度及颅内压变化,出现眩晕、恶心、眼疲劳、生命体征波动或颅内压升高 > 20 mmHg 时立即停止干预并启动应急处理流程,最

大限度降低操作风险^[22]。风险导向策略与 VR 放松训练均为非侵入性、非药物性干预,不增加器官负担、不干扰常规治疗、不诱发药物相互作用,可与现有 ICU 护理流程无缝衔接。干预过程中不良事件发生率,且与对照组比较差异无统计学意义,提示该模式安全性可靠、耐受性良好^[23]。同时,干预操作标准化程度高、培训成本低、设备便携易部署,可在各级医院神经外科 ICU 落地执行,具备较强的临床可行性与可复制性,为构建规范化谵妄预防体系提供可行路径^[24]。

3.5 研究局限性:本研究为单中心前后对照的护理质量改进研究,受非随机分组设计的限制,干预前、干预后两个队列分不同时间段纳入患者,可能存在时间趋势偏倚、选择偏倚等混杂因素,在一定程度上影响研究结论的外推性;同时样本量小,研究对象来源比较集中,结果外推有一定局限。干预效果只考察短期临床指标,未对出院后远期认知功能、日常生活能力及 ICU 后综合征等进行长期随访评估,因此无法判断本干预模式是否对患者长期神经认知恢复和生活质量产生持续获益,远期疗效有待进一步验证。风险评估模型尚未经过外部的队列检验,VR 干预最佳时长、频率、内容模块还需进一步优化。未来可以开展多中心的大样本长期随访临床研究来扩大研究人群的覆盖面、完善风险模型外部验证,细化 VR 干预参数并创建标准化的操作流程,将可穿戴设备、智能监测等技术融入到风险动态评估和干预实时调整当中,最终形成可推广、可量化、可评价的神经外科 ICU 谵妄预防标准化临床路径。

4 结 论

动态风险导向联合分级 VR 干预模式可以精准识别出神经外科 ICU 谵妄的高危人群,利用动态分层预防与分级 VR 放松训练协同作用,可显著降低谵妄发生率、缩短持续时间,减轻病情严重程度,并且有助于改善睡眠、缓解疼痛和调节情绪状态,安全性好。该模式符合危重症护理精准化、个体化、非药物化的趋势,可作为神经外科 ICU 谵妄预防的标准化方案进行推广。

利益冲突 所有作者均声明不存在利益冲突

参考文献

- [1] 王茹霞,冯亚男,刘建欣.神经外科患者术后谵妄评估及护理对策的研究进展[J].当代护士,2024,31(20):15-18. DOI: 10.19792/j.cnki.1006-6411.2024.20.004.
- [2] 李雪梅,张伟英.神经外科重症监护室谵妄危险因素的研究现状[J].护士进修杂志,2022,37(10):892-896. DOI: 10.16821/j.cnki.hsjx.2022.10.006.

- [3] 纪媛媛,王军,欧梦仙,等.神经外科重症患者谵妄综合干预方案的构建[J].中国护理管理,2023,23(10):1569-1574. DOI: 10.3969/j.issn.1672-1756.2023.10.025.
- [4] Liang S, Wang X, Su JJ, et al. Effectiveness of virtual reality interventions for delirium prevention in intensive care units: a systematic review and meta-analysis[J]. Intensive Crit Care Nurs, 2026, 93: 104318. DOI: 10.1016/j.iccn.2025.104318.
- [5] 谷瑞媛,胡乔书,靳珂,等.虚拟现实技术在危重病人 ICU 后综合征中应用的研究进展[J].护理研究,2024,38(12):2188-2193. DOI: 10.12102/j.issn.1009-6493.2024.12.022.
- [6] An S, Kim EM, Lee H. A comparison of data sampling techniques for predicting postoperative delirium in neurosurgery[J]. Stud Health Technol Inform, 2025, 329: 1836-1837. DOI: 10.3233/SHIT251239.
- [7] 左贤芳,张爱琴.ICU 病人谵妄风险预测模型的应用价值比较[J].护理研究,2023,37(5):776-781. DOI: 10.12102/j.issn.1009-6493.2023.05.004.
- [8] 李曼,张娜芹,王军,等.神经外科重症患者四级康复护理活动方案构建及应用[J].中国实用神经疾病杂志,2025,28(1):88-93. DOI: 10.12083/SYSJ.231744.
- [9] 刘慧敏.基于 eCASH 理念的神经外科 ICU 患者身体约束缩减方案构建及初步应用[D].南京:东南大学,2024.
- [10] Hirota K. Preoperative management and postoperative delirium: the possibility of neurorehabilitation using virtual reality[J]. J Anesth, 2020, 34(1): 1-4. DOI: 10.1007/s00540-019-02660-2.
- [11] 文佳,董芳辉,张亚娟,等.ICU 成年患者谵妄分型预防护理方案内容框架的构建[J].重庆医学,2024,53(3):466-471. DOI: 10.3969/j.issn.1671-8348.2024.03.027.
- [12] 吴智鑫,吴清玉,吴曦,等.ICU 谵妄患者不同临床分型与短期预后的关系[J].广东医学,2024,45(8):1071-1076. DOI: 10.13820/j.cnki.gdyx.20241666.
- [13] 梁媛,叶朝,许俭.神经外科患者术后谵妄危险因素及早期识别的研究现状[J].天津护理,2023,31(4):485-490. DOI: 10.3969/j.issn.1006-9143.2023.04.027.
- [14] Huang HW, Zhang GB, Li HY, et al. Development of an early prediction model for postoperative delirium in neurosurgical patients admitted to the ICU after elective craniotomy (E-PREPOD-NS): a secondary analysis of a prospective cohort study[J]. J Clin Neurosci, 2021, 90: 217-224. DOI: 10.1016/j.jocn.2021.06.004.
- [15] 王芳,李雯,何敏,等.成人神经外科 ICU 患者身体约束替代措施的证据总结[J].当代护士,2025,32(8):27-31. DOI: 10.19792/j.cnki.1006-6411.2025.08.008.
- [16] Wanjari M, Mittal G, Prasad R, et al. Retraction note: integration of virtual reality in neurosurgical training and planning: current developments[J]. Neurosurg Rev, 2025, 48(1): 146. DOI: 10.1007/s10143-025-03315-5.
- [17] 徐云峰,钱佳栋,陈玉杏,等.基于虚拟现实技术的 3D 可视化教学在神经外科临床实习中的应用[J].中国现代医生,2024,62(15):100-103. DOI: 10.3969/j.issn.1673-9701.2024.15.022.
- [18] 丁林平.ICU 成人患者术后发生谵妄的危险因素分析[J].河南外科学杂志,2023,29(3):93-96.
- [19] 林伟,陈燕伟,董冀晨,等.虚拟现实技术在神经外科临床教学中的探索与实践[J].医学教育研究与实践,2021,29(3):482-486. DOI: 10.13555/j.cnki.c.m.e.2021.03.034.
- [20] Fiani B, Figueras RA, Samones P, et al. Long-term intensive care unit (ICU) stays can lead to long-term cognitive impairment (LTCl): neurosurgery nursing strategies to minimize risk[J]. Cureus, 2022, 14(9): e28967. DOI: 10.7759/cureus.28967.
- [21] Chakrabarti D, Bharadwaj S, Akash VS, et al. Postoperative delirium after intracranial neurosurgery: a prospective cohort study from a developing nation[J]. Acta Neurochir (Wien), 2023, 165(6): 1473-1482. DOI: 10.1007/s00701-023-05610-w.
- [22] Giraldo JP, Cho SS, Eghrari NB, et al. Advances in neurosurgical education: literature review of mixed-reality simulation models and novel mixed-reality spine prototype[J]. J Neurosurg Spine, 2025, 42(3): 385-398. DOI: 10.3171/2024.8.SPINE24237.
- [23] 孙肖肖,黄源,方宗平,等.虚拟现实技术在 ICU 患者早期活动中的应用进展与发展方向[J].解放军医学杂志,2025,50(11):1353-1358. DOI: 10.11855/j.issn.0577-7402.1298.2025.0926.
- [24] 吕文曼,金银姬.ICU 患者谵妄的危险因素及护理的研究新进展[J].中国老年保健医学,2022,20(6):106-110. DOI: 10.3969/j.issn.1672-2671.2022.06.025.

(收稿日期:2026-04-30)

(责任编辑:邸美仙)