

· 临床论著 ·

虚拟现实技术在手术患者中应用研究热点的可视化分析

尹月青¹, 严丽洁¹, 王珏², 许叶涛³

1. 南京医科大学第一附属医院麻醉手术科, 江苏 南京 210000; 2. 南京医科大学第一附属医院乳腺外科, 江苏 南京 210000;
3. 南京医科大学第一附属医院产科, 江苏 南京 210000

摘要: **目的** 对虚拟现实(VR)技术在外科手术患者中的应用研究热点进行总结,了解其发展现状和趋势。**方法** 以“virtual reality”“operation”等为主题词,检索 Web of Science 核心合集中收录的从建库至2023年7月VR在手术患者中应用的相关文献,导入书目共现分析系统进行高频关键词的提取,生成词篇矩阵;使用 gCLUTO 软件进行共词聚类分析,生成聚类矩阵图及可视化山丘图。**结果** 共检索到 1 672 篇文献,经去重及筛选后最终纳入有效文献 354 篇。获得高频关键词 27 个,聚类分析得出 4 个热点,归为 3 个方向:VR 技术改进及与其他技术的结合研究、VR 技术与患者结局指标相关的研究、VR 技术提高手术医护人员技能的研究。**结论** 当前 VR 技术在手术患者中的应用研究发展迅速,未来可着眼于 VR 设备的改进设计、老年术后康复等方向进行进一步的研究。

关键词: 虚拟现实技术; 手术; 热点; 可视化分析; 老年康复

中图分类号: R61 TP391.9 **文献标识码:** A **文章编号:** 1674-8182(2024)04-0568-06

Research hotspots on the application of virtual reality technology in surgical patients: a visual analysis

YIN Yueqing*, YAN Lijie, WANG Jue, XU Yetao

* Department of Anesthesiology and Surgery, The First Affiliated Hospital with Nanjing Medical University,
Nanjing, Jiangsu 210000, China

Corresponding author: YAN Lijie, E-mail: ylj820116@126.com

Abstract: Objective To find out the development status and trends of virtual reality (VR) technology in surgical patients by summarizing the research hotspots in its application. **Methods** With “virtual reality” and “operation” as the subject words, the relevant literature on the application of VR technology in surgical patients from the establishment of the database to July 2023 was retrieved in the core collection of Web of Science, and the bibliographic co-occurrence analysis system was introduced to extract high-frequency keywords and generate a word matrix. The gCLUTO was used for co-word clustering analysis to generate clustering matrix diagrams and visual hill maps. **Results** A total of 1 672 articles were retrieved, and 354 effective articles were ultimately included after deduplication and screening. There were 27 high-frequency keywords obtained, and cluster analysis identified 4 hotspots, which were classified into 3 directions: research on VR technology improvement and integration with other technologies, research on VR technology and patient outcome indicators, and research on VR technology improving the skills of surgical staff. **Conclusion** The current research on the application of VR technology in surgical patients is rapidly developing. In the future, further research can focus on improving the design of VR devices and elderly postoperative rehabilitation.

Keywords: Virtual reality technology; Surgery; Hotspot; Visual analysis; Elderly rehabilitation

Fund program: National Natural Science Foundation of China (82001578)

DOI: 10.13429/j.cnki.cjcr.2024.04.017

基金项目: 国家自然科学基金青年基金项目 (82001578)

通信作者: 严丽洁, E-mail: ylj820116@126.com

出版日期: 2024-04-20

虚拟现实(virtual reality, VR)技术即通过构建三维视听触动一体化的虚拟环境,使患者与虚拟环境产生类似真实的交互性体验,被列为信息技术领域重点发展的前沿技术^[1]。随着人工智能领域逐渐取得突破性进展,VR技术在介入诊断、脊柱矫正、医学生培训、手术实践、疼痛管理、慢性病及外科术后康复等医疗护理多个领域中应用越来越广泛^[2],且都取得了较好的效果^[3]。近年来,学者们对VR技术在手术患者中的应用进行了大量研究,但内容较多,研究方向错综复杂,尚缺乏对该领域文献的整体分析和梳理。本文借助文献计量学软件,分析当下VR技术在外科手术患者中的研究热点和发展趋势,为我国VR技术在手术患者中的应用和发展提供参考依据。

1 资料与方法

1.1 文献检索策略 检索 Web of Science 核心合集(Web of Science Core Collection, WOSCC)数据库中VR技术在手术患者中应用的相关文献,检索词为主题词与自由词相结合,检索策略为TS=(“virtual reality”) AND (operation OR postoperative OR intraoperative OR perioperative OR surgery OR surgical) AND(patient*),时间跨度为建库至2023年7月,初步检索出1 672篇文献。阅读文献题目、摘要或全文进行进一步筛查。纳入标准:以VR技术在手术患者中的应用为核心,文献类型为文章、会议论文集、综述。排除标准:(1)学位论文、会议通知、稿约、新闻等;(2)重复发表的文献。筛选后最终纳入453篇文献,将目标文献导出为TXT格式文档,包括标题、作者、关键词、摘要、期刊名称等。

1.2 研究方法 将文献题录导入书目共现分析系统(Bicomb)^[4],运用该软件进行关键词共词聚类分析,以下为具体步骤。(1)整理关键词:运用Bicomb提取各文献中的关键词,阅读原文的题目和摘要并结合研究经验,由两位研究者根据专业知识以及借助Bicomb软件对1 159个关键词进行数据清洗,主要包括合并同义词(如3D与three-dimensional合并、game与games合并)和删除广义及无实际意义的词(如study、review、web of science等),清洗后最终剩余326个关键词;(2)统计频次:计算所有关键词出现的频次、百分比和累计百分比,按频次高低进行排序;(3)确定高频关键词:按照出现频次进行关键词排序,利用高低词频T公式,频次阈值为15,导出高频关键词共现矩阵;(4)聚类分析:采用图形聚类工具

包gCLUTO软件进行聚类分析,依此测试聚类团个数,达到类内相似性尽量高的情况下类间相似性尽量低,确定最佳聚类数。本研究最终确定最佳聚类团为4个,得到可视化山峰图和矩阵图,每个山峰代表目前VR技术在外科手术患者中应用的研究热点。

2 结果

2.1 发文数量趋势及国家、期刊、机构分布情况

VR技术在外科手术患者中应用相关领域每年发文量稳步增长,发文量最多年份为2022年,共计89篇,见图1,由于2023年仅统计至7月,故2022至2023年呈现下降趋势。VR技术在外科手术中的应用引起世界性的关注,发文涉及多个国家,美国发文量最多,共发表137篇,占比30.2%,其次为德国50篇(11.0%)和中国49篇(10.8%),中国在该领域中的发文量占据一定优势,但与美国相比仍有不小的差距。发文共有878个基金支持,数量排名前3位的基金为中国国家自然科学基金11篇(2.4%),美国卫生与公众服务部基金10篇(2.2%),美国国立卫生研究院基金8篇(1.8%),我国国家自然科学基金支持的文献数量排名第一,体现了我国对VR技术在外科手术中应用研究的重视。文献共发表在284个期刊上,发文量排名前3名的期刊分别为*World Neurosurgery* 13篇(2.9%),*Surgical Endoscopy and Other Interventional Techniques* 12篇(2.6%),*Journal of Clinical Medicine* 10篇(2.2%)。发文机构较分散,其中发文量前3名的机构分别是法国研究型大学17篇(3.8%),伦敦帝国学院16篇(3.5%),多伦多大学15篇(3.3%)。

2.2 计量分析 根据Bicomb 2.0软件数据提取结果得出高频关键词,其中“virtual reality”占比最高,为15.98%。见表1。

2.3 聚类分析

2.3.1 聚类山丘图 利用gCLUTO 1.0软件,将高频关键词生成可视化聚类山丘图,经过多次调整聚类方案,进行聚类效果比较,最终得出聚类数为4类,每个山丘代表1个聚类,各山丘相对独立,分布明显,表示聚类效果较好。聚类1山丘体积较大,表示相关研究较多;聚类0、聚类1和聚类2峰顶为红色,表示其类内相似性较强,研究主题高度一致;聚类3峰顶为黄色,说明组内标准差较低,研究主题较分散。见图2。

2.3.2 聚类矩阵图 利用gCLUTO 1.0软件,生成可视化聚类矩阵图。左侧为聚类树状图,右侧为高频关键词组成的4个聚类,由上至下分别为聚类0、聚类3、聚类2、聚类1。见图3。

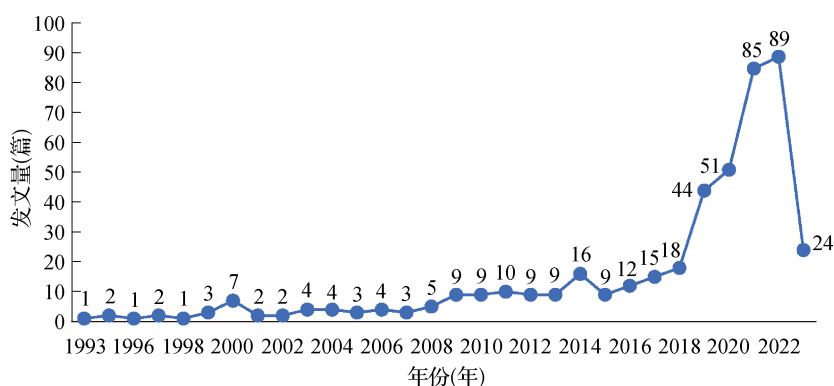


图 1 VR 技术在外科手术患者中应用研究的发文量年度趋势图

Fig. 1 Annual trend of publication volume of research on VR technology application in surgical patients

表 1 1993 至 2023 年 VR 技术在外科手术患者中应用研究热点高频关键词

Tab. 1 High frequency keywords of research hotspots on the application of VR technology in surgical patients from 1993 to 2023

序号	关键字段	频次	占比(%)	累计百分比 (%)	序号	关键字段	频次	占比(%)	累计百分比 (%)
1	virtual reality	286	15.98	15.98	15	neurosurgery	20	1.12	46.42
2	simulation	98	5.47	21.45	16	nursing	19	1.06	47.49
3	surgery	69	3.85	25.31	17	patient experience	19	1.06	48.55
4	anxiety	56	3.13	28.44	18	robotic surgery	19	1.06	49.61
5	pain	54	3.02	31.45	19	computer-assisted	18	1.01	50.61
6	augmented reality	43	2.40	33.85	20	cardiac surgery	18	1.01	51.62
7	laparoscopic surgery	31	1.73	35.59	21	knee arthroplasty	18	1.01	52.63
8	surgical planning	28	1.56	37.15	22	endoscopic surgery	17	0.95	53.58
9	perioperative care	28	1.56	38.72	23	mixed reality	17	0.95	54.53
10	rehabilitation	27	1.51	40.22	24	3D printing	17	0.95	55.47
11	technology	24	1.34	41.56	25	anesthesia	16	0.89	56.37
12	physical therapy	24	1.34	42.91	26	pediatrics	15	0.84	57.21
13	telehealth	22	1.23	44.13	27	game	15	0.84	58.04
14	3D	21	1.17	45.31					

2.4 聚类结果分析

2.4.1 聚类 0 (VR 技术与其他技术联合使用效果) 包含关键词: neurosurgery、mixed reality、augmented reality、technology、robotic surgery、3D printing。代表文献 0000000053 中, Han 等^[5]联合使用 VR 技术、AR 技术、3D 打印和机器人辅助导航技术, 构建了一种新的数字化手术流程, 完成了带血管的自体腓骨移植物和即刻牙种植, 提高了手术精度并简化了流程。代表文献 0000000244 中, Kelly 等^[6]在手术早期阶段进行达芬奇机器人结合 VR 技术的练习对手术的效果, 结果发现外科医生的手术技术未受影响。Elmi-Terander 等^[7]前瞻性使用增强现实手术导航和术中 3D 成像进行椎弓根螺钉置入术, 结果发现定位精度高, 且可将手术并发症的风险降至最低。关于 VR 技术与其他技术联合使用的研究结果不一, 尚需要高质量的研究来进一步探索其效果。

2.4.2 聚类 1 (术后患者远程 VR 康复及护理效果) 包含关键词: patient experience、telehealth、knee

arthroplasty、rehabilitation、physical therapy、game。代表文献 0000000004 中, García-Sánchez 等^[8]的 meta 分析结果表明, 沉浸式和非沉浸式 VR 在全膝关节置换术后康复中均有效, 对膝关节功能改善和疼痛缓解的影响可维持 3 或 6 个月以上, 且患者满意度和对康复方案的依从性高。代表文献 00000000101 中, Gazendam 等^[9] meta 分析结果显示, 基于 VR 技术的康复使用术后 10 d 至 6 个月的全膝关节置换术患者功能有所改善, 且远程 VR 康复比传统康复成本降低。此外, 基于游戏的 VR 训练可以作为脊髓损伤患者的有用康复辅助手段^[10], 当其与传统康复方案相结合时, 可提高患者平衡、运动和认知技能。基于 VR 技术的术后康复作为一个新兴的快速发展的领域, 未来需更多的研究来进一步探索其效用。

2.4.3 聚类 2 (VR 技术改善围手术期患者不适体验) 包含关键词: anesthesia、cardiac surgery、perioperative care、pediatrics、anxiety、pain、nursing。代表文献 00000000131 中, Wang 等^[11]的一项综合评价显示

VR技术对外科手术患者镇痛药的使用、生命体征、功能能力和住院时间等临床结果和疼痛、焦虑和满意度等患者体验都有潜在的改善。然而,研究结果存在异质性,尚需进一步研究来探索和确定VR技术在术后急症护理中的有效性。代表文献00000000170中, Laghlam等^[12]的一项随机对照试验显示心脏手术后胸腔引流管拔除期间患者对VR技术的耐受性良好,尽管研究结果显示其对减轻拔管期间短暂疼痛的效果有限,但作为术后辅助疗法,其具有良好的耐受性、非侵入性,且可以减轻压力和焦虑。此外,多项meta分析均显示VR技术干预可减轻儿科患者围手术期的疼痛、焦虑和恐惧^[13-14],建议未来可将VR纳入手术程序,以减轻儿童负面情绪。

2.4.4 聚类3(VR技术辅助手术训练及计划) 包含关键词:3D、computer-assisted、surgical planning、endoscopic surgery、laparoscopic surgery、simulation、surgery、virtual reality。代表文献00000000150中, Singh等^[15]通过3D VR技术用于胶质瘤手术,包括术前的表面标记和导航、术中介入手术通道的识别,发现使用3D VR技术进行图像引导神经外科手术是一种经济、易学的模拟手术的方法。代表文献

00000000380中, Ikonen等^[16]对12项手术使用模拟器的随机试验和4项对照研究的系统分析显示,经过VR术前培训后,新手外科医生能减少胆囊切除术中的错误,降低患者受伤和并发症的风险。一项随机对照试验显示3D打印结合VR技术可提高医生对经椎弓根穿刺的理解能力、学习效率和自学能力,提升临床实践技能^[17]。此外,多项研究表明,VR技术可提高脑血管手术、神经介入手术、颈椎手术的诊断准确性,有助于规划手术治疗策略及评估术后效果^[2, 18]。

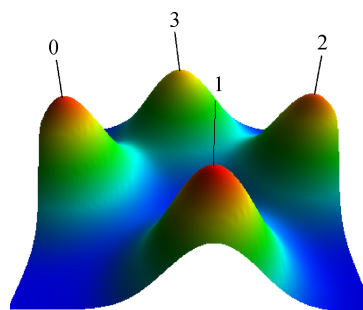


图2 VR技术在外科手术患者中应用可视化聚类山丘图
Fig. 2 Visual clustering hill map of VR technology application in surgical patients

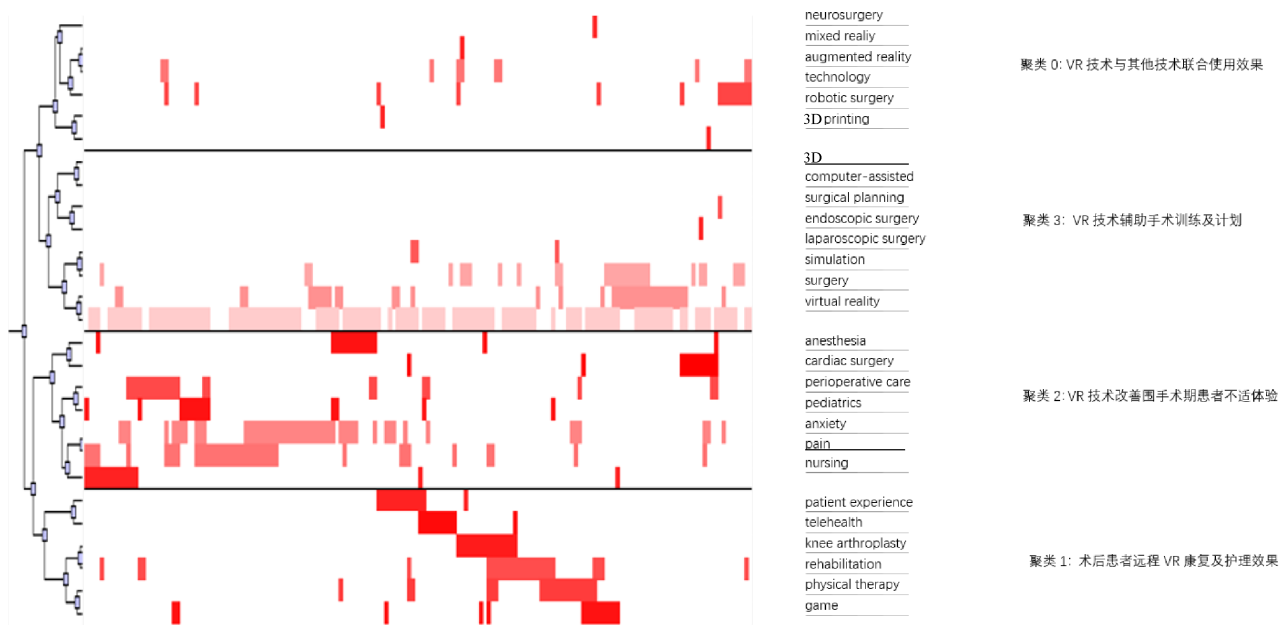


图3 VR技术在外科手术患者中应用的关键词聚类矩阵图
Fig. 3 Keywords clustering matrix diagram of VR technology applied in surgical patients

3 讨论

3.1 VR技术在外科手术患者中应用研究发展迅速但尚不完善 作为新媒体技术的代表元素,VR技术在当今社会中的应用价值与日俱增,相关研究快速发

展,为其在外科手术患者中的广泛应用提供了可能。从基金支持上看,我国为VR技术在外科手术患者中应用研究领域提供了较强的政策及科研基金支持。从期刊的数目来看,WOSCC数据库收录的我国VR技术在外科手术患者中的应用研究较少,一方面可能

与我国发表于国际期刊的论文较少有关,另一方面也可能因为我国VR技术发展起步较晚,实际应用性研究仍较少;从研究类型看,当前VR术后相关领域的研究偏重于临床循证,对基础理论的探索较少,导致本土创新不足和同质化现象增多;此外,VR技术在外科手术患者中的应用研究有区域发展不平衡、协作交流不足、高质量文献较少等问题,需进一步加强区域合作、长期持续研究、产出高质量成果,为该方面的研究提供临床数据支撑和参考。

3.2 热点方向 (1) VR技术改进及与其他技术的结合研究:患者对术后康复方案依从性低与术后疼痛、僵硬和虚弱加剧、康复时间、交通因素、运动器材的使用以及物理治疗课程的费用等诸多因素有关^[9]。术后患者远程康复尽管解决了地理和交通障碍,但治疗师的成本和可及性仍然是患者术后康复的障碍,基于VR技术的术后康复可以在家中进行,无需治疗师,可消除这些障碍^[9],并提高患者术后的运动依从性、降低术后康复成本及再入院率。但当前VR技术的使用存在场景单一、动作种类单一、无实时反馈、缺少智能语音交互、智能程度有待提高、数据共享设备便携性差等问题,还需在研究中不断完善^[19]。此外,VR技术与AR技术、MR技术等的使用也是今后的研究重点。(2) VR技术与患者结局指标相关的研究:通过使用头盔等VR设备为患者呈现愉悦的环境、分散患者的注意力,有助于缓解其焦虑不适,减少与护理相关的痛苦感觉。最近一项meta分析显示VR技术可使急性疼痛评分降低50%^[20];在缓解慢性疼痛上,已有研究证明VR可以有效治疗传统阿片类药物和物理疗法无效的慢性疼痛^[21];而目前VR技术对短期急性疼痛的效果存在争议,尚需进一步研究证实。(3) VR技术提高手术医护人员技能的研究:VR技术可通过术前模拟手术帮助外科医生提高知识及手术技能,利于为患者量身定制手术计划。另一方面,该技术也已被用于培训医疗保健专业人员的沟通、团队合作和态势感知等非技术技能^[22],将来VR可能还适用于手术室技术人员的培训,这是未来研究的一个趋势。

3.3 对我国VR技术在外科手术患者中应用研究启示 VR技术在临床环境中的应用仍具有挑战性,由于每种VR设备可能并不适用于所有术后患者,一些患者可能需要更多交互性、自我定制和社交互动的VR设备才能获得完整的VR体验。在相关研究中可改进VR的设计,将医护人员的经验及建议作为VR

技术设计研发的参考,创作出满足患者个性化需求、内容丰富、适合不同术式和体位的高质量虚拟现实资源,增加VR设备与术后患者的契合度,使其具有更高的视频质量、更身临其境的环境,以达到虚拟现实作用的最大化,提高干预效果。另一方面,老年术后康复及护理成为一大主题,我国医护人员的短缺及家庭和门诊护理的成本导致临床实践中的供需不匹配,VR技术可应用到康复领域的附加流程中,以减少医生和患者的康复成本和时间负担;而研究发现VR技术在老年人群中的接受程度往往较低^[23],提示可加大对VR技术在老年人群中的质性研究等以提高老年患者对VR技术的使用体验,并予以针对性干预。此外,VR技术在外科手术患者的使用缺乏标准化指南,尚需进一步研究。

本研究采用文献计量的共词分析和聚类分析方法,总结了建库至2023年7月VR技术在手术患者中应用相关研究的发展趋势和研究热点,可看出该应用越来越受到重视且研究逐渐深入。然而,当前VR技术在手术患者中的使用尚处于较早的、不成熟的阶段,需要进一步完善和优化,同时还需要设计更严谨的研究来评估该应用的风险和获益,使VR技术在促进手术患者健康上发挥更大作用。

利益冲突 无

参考文献

- [1] 张述林.基于VR技术的地理教学[J].地理教学,2018(7):43-46.
Zhang SL. Geography teaching based on VR technology [J]. Geogr Teach, 2018(7): 43-46.
- [2] Mishra R, Narayanan MDK, Umana GE, et al. Virtual reality in neurosurgery: beyond neurosurgical planning [J]. Int J Environ Res Public Health, 2022, 19(3): 1719.
- [3] 吴晓青,张丰年,王凤琴,等.虚拟现实技术对初产妇第一产程进展的促进作用[J].中国临床研究,2022,35(2):218-221.
Wu XQ, Zhang FN, Wang FQ, et al. The role of virtual reality technology in promoting the progress of the first stage of labor of primipara [J]. Chin J Clin Res, 2022, 35(2): 218-221.
- [4] 崔雷,刘伟,闫雷,等.文献数据库中书目信息共现挖掘系统的开发[J].现代图书情报技术,2008(8):70-75.
Cui L, Liu W, Yan L, et al. Development of a text mining system based on the co-occurrence of bibliographic items in literature databases [J]. N Technol Libr Inf Serv, 2008(8): 70-75.
- [5] Han JJ, Sodnom-Ish B, Eo MY, et al. Accurate mandible reconstruction by mixed reality, 3D printing, and robotic-assisted navigation integration [J]. J Craniofac Surg, 2022, 33(6): e701-e706.
- [6] Kelly JD, Kowalewski TM, Brand T, et al. Virtual reality warm-up before robot-assisted surgery: a randomized controlled trial [J]. J

- Surg Res, 2021, 264: 107-116.
- [7] Elmi-Terander A, Burström G, Nachabe R, et al. Pedicle screw placement using augmented reality surgical navigation with intraoperative 3D imaging[J]. Spine, 2019, 44(7): 517-525.
- [8] García-Sánchez M, García-Robles P, Osuna-Pérez MC, et al. Effectiveness of virtual reality-based early postoperative rehabilitation after total knee arthroplasty: a systematic review with meta-analysis of randomized controlled trials[J]. Appl Sci, 2023, 13(7): 4597.
- [9] Gazendam A, Zhu M, Chang YP, et al. Virtual reality rehabilitation following total knee arthroplasty: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials[J]. Knee Surg Phys Traumatol Arthrosc, 2022, 30(8): 2548-2555.
- [10] Sengupta M, Gupta A, Khanna M, et al. Role of virtual reality in balance training in patients with spinal cord injury: a prospective comparative pre-post study[J]. Asian Spine J, 2020, 14(1): 51-58.
- [11] Wang SL, Lim SH, Abu Bakar Aloweni FB. Virtual reality interventions and the outcome measures of adult patients in acute care settings undergoing surgical procedures: an integrative review[J]. J Adv Nurs, 2022, 78(3): 645-665.
- [12] Laghnam D, Naudin C, Coroyer L, et al. Virtual reality vs. Kalinox © for management of pain in intensive care unit after cardiac surgery: a randomized study[J]. Ann Intensive Care, 2021, 11(1): 74.
- [13] Gao Y, Xu YW, Liu NQ, et al. Full title: effectiveness of virtual reality intervention on reducing the pain, anxiety and fear of needle-related procedures in paediatric patients: a systematic review and meta-analysis[J]. J Adv Nurs, 2023, 79(1): 15-30.
- [14] Simonetti V, Tomietto M, Comparcini D, et al. Effectiveness of virtual reality in the management of paediatric anxiety during the perioperative period: a systematic review and meta-analysis[J]. Int J Nurs Stud, 2022, 125: 104115.
- [15] Singh GJ, Sarbesh T, Tarunesh S, et al. Simulation of surgery for supratentorial gliomas in virtual reality using a 3D volume rendering technique: a poor man's neuronavigation[J]. Neurosurg Focus, 2021, 51(2): E23.
- [16] Ikonen TS, Antikainen T, Silvennoinen M, et al. Virtual reality simulator training of laparoscopic cholecystectomies-a systematic review[J]. Scand J Surg, 2012, 101(1): 5-12.
- [17] 刘涛,牛国旗,陈辉,等.3D打印结合VR技术在经皮椎弓根穿刺教学中的应用效果[J].安徽医学,2021,42(6):692-695.
Liu T, Niu GQ, Chen H, et al. The application effect of 3D printing combined virtual reality(VR) technology in teaching of percutaneous pedicle puncture[J]. Anhui Med J, 2021, 42(6): 692-695.
- [18] Zawy Alsofy S, Stroop R, Fusek I, et al. Virtual reality-based evaluation of surgical planning and outcome of monosegmental, unilateral cervical foraminal Stenosis[J]. World Neurosurg, 2019, 129: e857-e865.
- [19] 王丽娜,来李鑫,李慧林,等.虚拟现实技术在乳腺癌术后康复训练中的应用进展[J].护理学杂志,2023,38(6):15-18.
Wang LN, Lai LX, Li HL, et al. Application progress of virtual reality technology in rehabilitation training after breast cancer surgery[J]. J Nurs Sci, 2023, 38(6): 15-18.
- [20] Chan E, Foster S, Sambell R, et al. Clinical efficacy of virtual reality for acute procedural pain management: a systematic review and meta-analysis[J]. PLoS One, 2018, 13(7): e0200987.
- [21] Pourmand A, Davis S, Marchak A, et al. Virtual reality as a clinical tool for pain management[J]. Curr Pain Headache Rep, 2018, 22(8): 53.
- [22] Bracq MS, Michinov E, Jannin P. Virtual reality simulation in non-technical skills training for healthcare professionals[J]. Sim Healthcare, 2019, 14(3): 188-194.
- [23] Cipresso P, Giglioli IAC, Raya MA, et al. The past, present, and future of virtual and augmented reality research: a network and cluster analysis of the literature[J]. Front Psychol, 2018, 9: 2086.
- 收稿日期:2023-08-08 修回日期:2023-10-20 编辑:叶小舟

(上接第 567 页)

- [16] 李晓强,张福先,王深明.深静脉血栓形成的诊断和治疗指南(第三版)[J].中国血管外科杂志(电子版),2017,9(4):250-257.
Li XQ, Zhang FX, Wang SM. Guidelines for diagnosis and treatment of deep venous thrombosis (third edition)[J]. Chin J Vasc Surg Electron Version, 2017, 9(4): 250-257.
- [17] Liu LL, Zhou J, Zhang YQ, et al. A nomogram for individualized prediction of calf muscular vein thrombosis in stroke patients during rehabilitation: a retrospective study[J]. Clin Appl Thromb Hemost, 2022, 28: 10760296221117991.
- [18] Chopard R, Albertsen IE, Piazza G. Diagnosis and treatment of lower extremity venous thromboembolism: a review[J]. JAMA, 2020, 324(17): 1765-1776.
- [19] Cheng HR, Huang GQ, Wu ZQ, et al. Individualized predictions of early isolated distal deep vein thrombosis in patients with acute ischemic stroke: a retrospective study[J]. BMC Geriatr, 2021, 21(1): 140.
- [20] Pan X, Wang Z, Fang Q, et al. A nomogram based on easily obtainable parameters for distal deep venous thrombosis in patients after acute stroke[J]. Clin Neurol Neurosurg, 2021, 205: 106638.
- [21] 潘萌,张新霞.体外反搏在心脏康复中的应用进展[J].中国心血管杂志,2016, 21(2): 158-161.
Pan M, Zhang XX. Application progress of enhanced external counterpulsation in the cardiac rehabilitation[J]. Chin J Cardiovasc Med, 2016, 21(2): 158-161.
- [22] Bernardi E, Camporese G. Diagnosis of deep-vein thrombosis[J]. Thromb Res, 2018, 163: 201-206.
- [23] Chen C, Liu Y, Wu H, et al. The outcome of isolated calf muscle vein thrombosis after open reduction and internal fixation for closed intra-articular distal femur fractures: a prospective cohort study[J]. BMC Musculoskelet Disord, 2021, 22(1): 397.
- 收稿日期:2023-06-29 修回日期:2023-07-28 编辑:王国品