

虚拟现实技术在肺癌患者健康管理中的应用研究进展

江宁¹,莫瑜威¹,林雯雯¹,徐梅¹,王莉²,朱艳丽³,宁丽²

(1.浙江中医药大学 护理学院,浙江 杭州 310051;

2.杭州市第一人民医院 护理部,浙江 杭州 310006;3.杭州市第一人民医院 心胸外科)

全球癌症统计数据显示,2020年肺癌新发病例已超220万,死亡病例达179万,占癌症相关死亡和发病的首位与次位^[1]。随着早期筛查的普及、治疗手段的发展,肺癌患者的生命周期得到了延长^[2]。但有调查^[3-4]显示,肺癌患者依旧承受着较其他癌种更为沉重的负担与痛苦,存在更高水平的支持性护理需求,而这也对肺癌患者的健康管理提出了更大的挑战。虚拟现实(virtual reality,VR)作为一种新兴的人机交互技术,可融合视、听、力、触、以及运动觉等多种感觉为一体来构建三维虚拟环境^[5],具有沉浸性、交互性、想象性的特征^[6]。当下,VR技术作为一种非药物干预措施,在肿瘤症状管理、运动康复、健康教育中取得了良好的应用效果。本文综述VR技术在肺癌患者健康管理中的应用进展,以期推动VR在此领域中的深入探索。

1 VR技术的概念与分类

VR技术的概念最早可追溯至20世纪60年代^[7],该技术以计算机为核心,借助传感技术、多媒体技术、人工智能以及计算机图形技术等生成三维动态与实时交互的虚拟环境。通过模拟视觉、触觉等多感知的反馈,使用户获得身临其境的感受^[8]。根据沉浸程度与参与形式,VR技术被分为桌面式、沉浸式、分布式与增强式4类^[9]。其中桌面式VR允许用户通过显示屏查看交互虚拟环境,通过鼠标和键盘等输入设备与虚拟世界互动而无需使用头戴式显示器,因而此类技术具有高经济性、低沉浸性的特点^[10];沉浸式VR通过头戴式显示器或结合其他形式的传感器以实现全身运动捕捉。相比桌面式VR,沉浸式VR能为用户带来更高层次的沉浸效果,更具交互性与真实感^[11]。分布式VR是一种允许多个处于不同地理位置的用户同时进行互动的VR技术,可有效增强协同工作与社会交互能力^[11];增强式VR则是将真实世界的元素嵌入虚拟环境

中,是VR和增强现实技术的融合,更强调与真实环境的交互^[12]。

2 VR技术在肺癌患者健康管理中的应用

2.1 适用人群 相关研究验证了VR技术在肺癌患者中应用的可行性,具体人群包括18岁及以上的肺癌放疗期^[13]、化疗期^[14]、围术期^[15]以及术后康复期^[16]患者,分期涵盖II至IV期。鉴于人群特异性,研究纳入标准差异较大,但均排除以下患者:有精神疾病(服用抗抑郁药物、认知障碍)、意识障碍(谵妄、大脑皮质受损)、药物依赖、严重躯体疾病(癫痫、心肝肾肾脏疾病、身患多类肿瘤)、佩戴禁忌证(视听障碍、眩晕症)、因各种原因要求退出研究等无法使用VR设备的患者。

2.2 应用方法 操作前,完成VR技术相关培训的医护人员向患者及家属介绍VR设备的使用目的、操作方式与注意事项等,嘱其签署知情同意后采集患者一般资料、生理参数等信息。操作时,医护人员应严密观察患者反应,处理突发问题,在确保设备正常运行的同时做好患者数据的核验与存储。操作后,医护人员可通过访谈、问卷调查等方式收集患者体验与成效,适时优化方案。

2.2.1 基于VR技术的健康教育 健康教育是增强患者对于疾病认知、康复的有效手段。相较于传统健康教育模式,基于VR技术的健康教育能够为患者提供个性化和动态的学习路径,优化患者结局。针对手术患者,郑佳莉等^[17]通过Adobe-Premiere软件定制沉浸式VR教育视频,路径涵盖入院当天至出院前整个流程,内容包含肺癌知识、手术信息及肺康复训练。在放疗患者中,Wang等^[13]借助Oculus Quest头戴式显示器的先进技术,创建房间级虚拟环境,将患者的CT数据转换至3D透明人形中,其中黄色的光束被传导至该透明模型的对应病灶中;嘱4例肺癌患者于放疗前在VR空间中任意走动并从多角度查看肺部解剖结构与放疗靶体积,医护人员予以实时解释放疗细节,全程时长约30min。对于化疗患者,王宁等^[18]通过定制VR视频,向患者及家属展示化疗注意事项与肺功能锻炼、有效排痰的方法。此外,Birkhoff等^[19]基于认知-动机-关

【收稿日期】 2023-09-05 【修回日期】 2023-12-05

【基金项目】 浙江省基础公益研究计划项目(LGF22H160079);浙江省医药卫生科技计划项目(2023KY178);杭州市医学重点学科护理学(OO20200265)

【作者简介】 江宁,硕士在读,电话:0571-56007520

【通信作者】 宁丽,电话:0571-56007520

系理论定制了 16 min 的 VR 视频进行试点研究,其视频章节包括生命体征的测量、化疗药物的准备、护士检查、化疗药物的管理等内容,拍摄地点涉及候诊室、输液室、药房、药物室和护士主导的咨询室,有效提升了患者的自我效能。对于康复期的患者,Brown-Johnson 等^[20]通过开发“mHealth TLC”创建虚拟医疗环境,指导患者通过游戏闯关的方式促其在虚拟世界中有效地与医生沟通,强化疾病认知,弱化疾病污名。

2.2.2 基于 VR 技术的认知干预 有研究^[21-22]发现,肺癌患者认知障碍的发生率可达 12.1%,表现为记忆力、学习力及执行力下降等,在治疗后可持续数月甚至数年。因此,有效的干预至关重要。赵瑞莹等^[14]将 70 例肺癌化疗患者随机分为 VR 组与常规组,VR 组患者在 VR 认知训练平台上分别完成包括记忆力(九宫格拼图、音乐学唱)、执行力(动作模仿)、信息处理(连连看游戏)、注意力(虚拟迷宫游戏)等 4 个部分的训练,1 次/d,每周共 5 次,持续 8 周,以达到改善认知的效果。

2.2.3 基于 VR 技术的情绪管理 消极的心理状态可能会加剧化疗相关不良反应,VR 技术通过转移患者注意力,可缓解患者的不良情绪。舒晓等^[15]随机分配 100 例肺癌患者至试验组与观察组,前组在术前 1 d 观看与肺癌手术相关的 VR 视频基础上联合心理护理。此外,赵瑞莹等^[14]在将 VR 认知训练系统与心理干预联合,通过组织心理讲座(每 2 周 1 次,共 4 次)、引导患者分享训练经验来改善患者认知,以达到间接舒缓情绪的效果。然而,尽管上述学者将负性情绪作为测量的结局指标,但其心理干预内容未做 VR 处理。因此,未来有待开发全方位的 VR 肺癌心理干预方案。

2.2.4 基于 VR 技术的疼痛管理 慢性疼痛作为肺癌术后的常见并发症,其发生率可高达 65%^[23]。VR 技术基于注意力分散机制,可达到减痛效果。Bernard 等^[24]基于 HTC Vive 头戴式显示器开发了令患者身临其境的 2 种 VR 环境:在正念冥想环境中,患者可在放松的音乐和音频提示下穿越森林进行沉思与放松,亦可想象蝴蝶飞行完成冥想;在认知环境中,患者可在轻松的氛围下完成 3D 拼图,在充满故事情节的“外星世界”中探索谜题;研究每次干预 30 min,持续 6 d,共 4 周;结果肯定了 VR 技术在管理慢性疼痛中的价值。

2.2.5 基于 VR 技术的疲乏管理 癌因性疲乏在肺癌治疗过程中的发生率可达 59%~100%,严重影响患者预后^[25]。雷黎黎等^[26]运用头戴式显示器,应用 Steam VR Tracking 1.0 技术与 Chaperone 引导

系统构建虚拟环境,将包括 13 例肺癌在内的 60 例化疗患者随机分组;试验组在常规治疗的基础上给予 3 次/周、30 min/次的 VR 干预,为期 3 个月;尽管结果证明 VR 对改善癌因性疲乏有一定疗效,但关于 VR 干预的具体内容作者并未详尽描述,其在癌因性疲乏中的应用效果需进一步验证。

2.2.6 基于 VR 技术的康复训练 肺癌患者的康复训练漫长且枯燥,提升其康复积极性与依从性尤为关键。VR 技术的融入个性化地丰富了训练内容,改善了患者训练的乏味。Hoffman 等^[16]通过一款 VR 游戏机(任天堂)行走和平衡锻炼程序开发了新型居家锻炼方案,患者可借助压力感应型平衡板结合 VR 游戏进行肢体平衡训练,并通过计步器远程监测效果,为肺癌患者的居家康复提供了新视角。作为试点研究,其样本量及具体方案未明,因而可行性有待商榷。郑佳莉等^[17]基于 VR 技术与肺癌护理要点使用 BioMaster 虚拟情景互动训练系统进行干预,患者通过配戴 VR 眼镜和可穿戴式无线传感器进行肺康复训练(包括呼吸功能训练及站在平衡板上进行关节活动度锻炼),手术前后每日训练 2 次,30 min/次,以达到康复效果。此外,美国布里奇波特大学的一个研究小组为 125 例肺癌患者开发了一种基于 VR 的全新呼吸疗法^[27],患者通过观察虚拟肺部变化促进有效呼吸,通过将减少的肺癌细胞可视化来激发免疫系统;尽管作者未详述干预疗程,但该技术有望在肺康复领域展现潜力,为患者增加新的治疗选择。

3 VR 技术在肺癌患者健康管理中的应用效果

3.1 应用效果的结局指标 VR 应用效果的结局指标涉及自我效能、认知、心理、症状、生活质量、麻醉复苏及呼吸功能评估:自我效能评估选用癌症行为量表^[19];认知功能评估应用简易智能精神状态检查量表^[14];心理评估量表包括汉密尔顿焦虑与抑郁量表^[14]、焦虑自评量表^[15]等;症状评估运用视觉模拟评分法^[24]及 McGill 疼痛问卷^[24]评估疼痛、运用匹兹堡睡眠质量指数评估睡眠^[26]、应用 Piper 疲乏量表评估癌因性疲乏^[18];生活质量评估采用生活质量测定量表^[14];麻醉复苏评估包括躁动评分和 Ramsay 评分^[15];呼吸效能评估主要包含肺活量和肺部大小^[27]。

3.2 应用效果 应用 VR 技术的干预效果旨在提升肺癌患者的自我效能、改善认知、缓解负性情绪、促进症状管理和提升生活质量。研究^[13,15,17-20]表明,VR 技术的高互动性与仿真性易于提升宣教效果及患者治疗依从性,并提高自我效能,对改善负性情绪也有一定效果。研究^[14]发现,VR 认知干预在提高患者认知水平的同时也有助于减轻焦虑和抑郁

情绪。此外,研究^[24,26]表明,基于VR技术的沉浸式体验能有效分散注意力,缓解慢性疼痛和癌因性疲乏。研究^[16-17,27]表明,VR技术革命性地影响了肺癌康复,其个性化、趣味性特点提升了患者参与度和依从性,强化了康复效果。

4 VR技术在肺癌患者健康管理中的发展前景与挑战

4.1 为肺癌患者的健康管理领域提供新发展方向

VR技术在肺癌患者健康管理中具备潜力,但目前研究数量及深度还较为欠缺,后续研究可专注于:(1)放化疗的症状毒性管理。如利用VR分心干预,帮助患者缓解疼痛、疲乏、焦虑和抑郁等放化疗毒性症状,亦可通过VR辅助呼吸功能锻炼,提升呼吸效能。(2)针对老年肺癌患者的个性化康复锻炼。现有研究多使用商业化游戏,不乏射击、恐怖类内容,易引起患者的不适体验;鉴于肺癌患者多为老年群体,未来还需研发符合我国文化的多样化阶梯康复游戏。(3)全周期的健康教育。利用VR为患者及家属提供立体的信息支持,如实景模拟手术和症状应对,亦可联合医护人员进行虚拟互动教育,增强患者及家属的健康管理参与度。

4.2 VR技术在肺癌患者健康管理应用中的挑战

4.2.1 VR技术的安全性有待提升 首先,个别患者在应用VR设备后反馈有头晕、恶心、呕吐、疲劳等不良反应^[24],或对患者造成安全隐患。因此,对于医护人员,需密切观察患者反应,选择合适的干预时间;对于开发者,可通过优化分辨率、刷新率、视点渲染等方式提升设备性能。其次,在使用VR技术的过程中,患者不可避免地会暴露个人健康信息与行为数据。因此,未来仍需加强技术攻关,保护患者的数据隐私安全,避免非法访问,提升数据安全性。

4.2.2 VR技术的经济效益有待关注 近年来,鲜少有研究评价VR设备的经济效益。不论是初始装备购入、设备运营和软件的维护还是医护人员的培训,VR的经济成本均相对较高,因此未来有待于将VR应用成本、患者经济与医疗成本进一步对比,以期实现成本效益最大化。

4.2.3 VR技术的长期干预效果有待进一步验证 现有研究多集中于短期效果,关于其长期效果的追踪极为有限。因此,未来研究或可收集用户反馈体验,亦可将其与可穿戴设备相结合,实现健康数据的持续性监测,以期验证VR技术的长期干预效果与稳定性。

5 小结与展望

基于VR技术的健康管理打破了传统的医疗、

护理模式,在肺癌患者的不同群体与情境中均有应用,其应用效果已得到了初步验证。但是,VR技术在肺癌患者健康管理的相关研究仍处于起步阶段,以探索性研究为主,研究数量较少且研究的样本量亦较小,对VR技术的应用周期、应用频率、具体应用过程的描述有待深入。未来仍需开展多中心的随机对照试验进一步对VR技术的安全性、经济性、长效性等进行验证;还可拓展交叉融合路径,加大跨学科人才的培养,以期为肺癌患者提供更为安全、有效、可行的健康支持,进一步提高肺癌患者的生活质量,优化其生存结局。

【关键词】 虚拟现实技术;肺癌;健康管理;综述

doi: 10.3969/j.issn.2097-1826.2024.02.020

【中图分类号】 R473.56 【文献标识码】 A

【文章编号】 2097-1826(2024)02-0086-04

【参考文献】

- [1] SUNG H, FERLAY J, SIEGEL R L, et al. Global cancer statistics 2020: GLOBOCAN estimates of incidence and mortality worldwide for 36 cancers in 185 countries[J/OL]. (2023-07-05). <https://acsjournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.3322/caac.21660>. DOI: 10.3322/caac.21660.
- [2] 杨丽敏, 刘佳丽, 刘琪, 等. 中晚期肺癌患者功能失调性疾病进展恐惧现状及影响因素分析[J]. 中国护理管理, 2023, 23(8): 1153-1157.
- [3] COCHRANE A, WOODS S, DUNNE S, et al. Unmet supportive care needs associated with quality of life for people with lung cancer: a systematic review of the evidence 2007-2020[J/OL]. (2021-11-02). <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34729855>. DOI: 10.1111/ecc.13525.
- [4] ZHU L, YAO J, SCHROEVERS M J, et al. Patterns of unmet supportive needs and relationship to quality of life in Chinese cancer patients[J]. Psycho-Oncology, 2018, 27(2): 600-606.
- [5] RUTKOWSKI S. Management challenges in chronic obstructive pulmonary disease in the COVID-19 pandemic: telehealth and virtual reality[J/OL]. (2021-03-18). <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33803853>. DOI: 10.3390/jcm10061261.
- [6] 王建华, 李润美. “元宇宙”视域下基于虚拟现实技术的语言教学研究[J]. 外语电化教学, 2022(1): 40-47, 107.
- [7] 宋娇, 耿丽. 虚拟现实技术在ICU重症病人谵妄预防中的应用研究进展[J]. 护理研究, 2023, 37(15): 2755-2759.
- [8] 史小雪. 虚拟现实技术的应用现状及发展趋势[J]. 数字技术与应用, 2023, 41(6): 77-79.
- [9] 郑朱婷, 袁长蓉, 吴傅蕾, 等. 虚拟现实技术在孕产妇健康管理中的应用现状与前景展望[J]. 解放军护理杂志, 2022, 39(5): 72-75.
- [10] ALRIMY T, ALHALABI W, MALIBARI A, et al. Desktop virtual reality offers a novel approach to minimize pain and anxiety during burn wound cleaning/debridement in infants and young children: a randomized crossover pilot study[J/OL]. [2023-07-28]. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37568388/>. DOI: 10.3390/jcm12154985.
- [11] 新智元. 从VR到元宇宙: 虚拟现实30年[J]. 中国工业和信息化, 2022(6): 80-84.

(下转第92页)

- gram in wild-type and *Opn4 (-/-) Gnat1 (-/-)* mice [J]. *J Biol Rhythms*, 2022, 37(2): 216-221.
- [17] RAYMACKERS J M, ANDRADE M, BAEY E, et al. Bright light therapy with a head-mounted device for anxiety, depression, sleepiness and fatigue in patients with Parkinson's disease [J]. *Acta Neurol Belg*, 2019, 119(4): 607-613.
- [18] MITSUI K, SAEKI K, TONE N, et al. Short-wavelength light exposure at night and sleep disturbances accompanied by decreased melatonin secretion in real-life settings: a cross-sectional study of the HEIJO-KYO cohort [J]. *Sleep Med*, 2022, 90: 192-198.
- [19] REUTRAKUL S, CROWLEY S J, PARK J C, et al. Relationship between intrinsically photosensitive ganglion cell function and circadian regulation in diabetic retinopathy [J/OL]. (2020-01-31). <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32005914>. DOI: 10.1038/s41598-020-58205-1.
- [20] NANKIVELL V A, TAN J T M, WILSDON L A, et al. Circadian disruption by short light exposure and a high energy diet impairs glucose tolerance and increases cardiac fibrosis in *Psammomys obesus* [J/OL]. (2021-05-06). <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33958671>. DOI: 10.1038/s41598-021-89191-7.
- [21] ENGWALL M, FRIDH I, JOHANSSON L, et al. Lighting, sleep and circadian rhythm: an intervention study in the intensive care unit [J]. *Intensive Crit Care Nurs*, 2015, 31(6): 325-335.
- [22] PAMUK K, TURAN N. The effect of light on sleep quality and physiological parameters in patients in the intensive care unit [J/OL]. (2020-01-31). <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35840273>. DOI: 10.1016/j.apnr.2022.151607.
- [23] STEFANI O, FREYBURGER M, VEITZ S, et al. Changing color and intensity of LED lighting across the day impacts on circadian melatonin rhythms and sleep in healthy men [J/OL]. (2021-01-18). <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33378563>. DOI: 10.1111/jpi.12714.
- [24] BROUWER A, NGUYEN H T, SNOEK F J, et al. Light therapy: is it safe for the eyes? [J]. *Acta Psychiatr Scand*, 2017, 136(6): 534-548.
- [25] DUMPALA S, ZELE A J, FEIGL B. Outer retinal structure and function deficits contribute to circadian disruption in patients with type 2 diabetes [J]. *Invest Ophthalmol Vis Sci*, 2019, 60(6): 1870-1878.
- [26] ADHIKARI P, PRADHAN A, ZELE A J, et al. Supplemental light exposure improves sleep architecture in people with type 2 diabetes [J]. *Acta Diabetol*, 2021, 58(9): 1201-1208.
- [27] VERSTEEG R I, STENVERS D J, VISINTAINER D, et al. Acute effects of morning light on plasma glucose and triglycerides in healthy men and men with type 2 diabetes [J]. *J Biol Rhythms*, 2017, 32(2): 130-142.
- [28] CHEUNG I N, ZEE P C, SHALMAN D, et al. Morning and evening blue-enriched light exposure alters metabolic function in normal weight adults [J/OL]. (2016-05-18). <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27191727>. DOI: 10.1371/journal.pone.0155601.
- [29] HARMSSEN J F, WEFERS J, DOLIGKEIT D, et al. The influence of bright and dim light on substrate metabolism, energy expenditure and thermoregulation in insulin-resistant individuals depends on time of day [J]. *Diabetologia*, 2022, 65(4): 721-732.
- [30] TOUITOU Y, REINBERG A, TOUITOU D. Association between light at night, melatonin secretion, sleep deprivation, and the internal clock: health impacts and mechanisms of circadian disruption [J/OL]. (2017-03-15). <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28214594>. DOI: 10.1016/j.lfs.2017.02.008.
- [31] XU Z, JIN J, YANG T, et al. Outdoor light at night, genetic predisposition and type 2 diabetes mellitus: a prospective cohort study [J/OL]. (2022-12-23). <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36572333>. DOI: 10.1016/j.envres.2022.115157.
- [32] MASON I C, GRIMALDI D, REID K J, et al. Light exposure during sleep impairs cardiometabolic function [J/OL]. (2022-03-14). <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35286195>. DOI: 10.1073/pnas.2113290119.
- (本文编辑: 陈晓英)
-
- (上接第 88 页)
- [12] 栾琳琳, 丁敏, 卢振玲, 等. 虚拟现实技术在 ICU 危重症患者中的应用进展 [J]. *中华护理杂志*, 2021, 56(8): 1255-1260.
- [13] WANG L J, CASTO B, LUH J Y, et al. Virtual reality-based education for patients undergoing radiation therapy [J]. *J Cancer Educ*, 2022, 37(3): 694-700.
- [14] 赵瑞莹, 许妍. 虚拟认知训练在肺癌化疗患者中的应用价值分析 [J]. *内科*, 2021, 16(5): 674-677.
- [15] 舒晓, 刘军晓, 刘俊鹏. VR 视频宣教联合心理护理对肺癌患者术前焦虑及麻醉恢复的影响 [J]. *癌症进展*, 2022, 20(12): 1256-1259.
- [16] HOFFMAN A J, BRINTNALL R A, COOPER J. Merging technology and clinical research for optimized post-surgical rehabilitation of lung cancer patients [J/OL]. (2016-01-10). <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26889481>. DOI: 10.3978/j.issn.2305-5839.2016.01.10.
- [17] 郑佳莉, 张桃, 吴晓, 等. 沉浸式虚拟现实技术在肺癌患者肺康复健康教育中的应用 [J]. *护理学杂志*, 2023, 38(19): 96-99.
- [18] 王宁, 张静, 王晓丹, 等. VR 在肺腺癌化疗患者健康宣教中的应用研究 [J]. *中国继续医学教育*, 2020, 12(30): 180-184.
- [19] BIRKHOFF S, WADDINGTON C, WILLIAMS J, et al. The effects of virtual reality on anxiety and self-efficacy among patients with cancer: a pilot study [J]. *Oncol Nurs Forum*, 2021, 48(4): 431-439.
- [20] BROWN-JOHNSON C G, BERREAN B, CATALDO J K. Development and usability evaluation of the mHealth tool for lung cancer (mHealth TLC): a virtual world health game for lung cancer patients [J]. *Patient Educ Counsel*, 2015, 98(4): 506-511.
- [21] 骆佳慧, 罗园园, 方庆虹, 等. 肺癌患者认知功能的现状及影响因素分析 [J]. *护理学报*, 2023, 30(18): 1-5.
- [22] 于亚萍, 李永亮, 冯蓓, 等. 癌症相关认知功能障碍的研究进展 [J]. *临床放射学杂志*, 2023, 42(9): 1531-1535.
- [23] PAUL G, KARIN R A, PAUL S M. Transition from acute to chronic pain after surgery [J/OL]. [2023-10-14]. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30983589>. DOI: 10.1016/S0140-6736(19)30352-6.
- [24] BERNARD M G, GORDON T, TARNIA T, et al. Patients perceptions of virtual reality therapy in the management of chronic cancer pain [J/OL]. [2023-10-11]. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32426540/>. DOI: 10.1016/j.heliyon.2020.e03916.
- [25] 杨恒. 肺癌患者癌因性疲乏与中医体质类型的相关性研究 [D]. 南宁: 广西中医药大学, 2021.
- [26] 雷黎黎, 刘坤, 雷娜, 等. 虚拟现实对癌因性疲乏的疗效及癌因性疲乏的影响因素 [J]. *肿瘤研究与临床*, 2021, 33(5): 383-385.
- [27] AHMAD A, MIAD F. Augmenting breath regulation using a mobile driven virtual reality therapy framework [J]. *IEEE J Bio Health Inf*, 2014, 18(3): 746-752.
- (本文编辑: 陈晓英)