

· 综述 ·

虚拟现实技术在烧伤疼痛干预中的研究进展

吴巍巍¹ 刘淑梅² 贺婷婷¹ 吴世锋³¹ 吉林大学第一医院烧伤外科, 长春 130021; ² 吉林大学第一医院内分泌科, 长春130021; ³ 吉林大学中日联谊医院烧伤整形外科, 长春 130000

通信作者: 吴世锋, Email: wsf19770620@126.com



【摘要】 疼痛是烧伤患者最常见的并发症之一, 烧伤从发病到康复是一个漫长复杂的过程, 其间伤口换药、清创、手术及康复等均会为患者造成不同程度的疼痛。虚拟现实技术作为非药物疼痛管理的手段之一, 其干预效果已逐渐得到了越来越多研究者的认可。本文对虚拟现实技术的定义及其对疼痛的干预机制和烧伤疼痛中的干预效果进行综述, 为虚拟现实技术在临床烧伤患者疼痛管理方面的应用提供参考。

【关键词】 烧伤; 疼痛; 综述; 虚拟现实

DOI: 10.3760/cma.j.cn501120-20190402-00159

Advances in the research of virtual reality technology for pain intervention after burnsWu Weiwei¹, Liu Shumei², He Tingting¹, Wu Shifeng³¹ Department of Burn Surgery, the First Hospital of Jilin University, Changchun 130021, China; ² Department of Endocrine, the First Hospital of Jilin University, Changchun 130021, China;³ Department of Burns and Plastic Surgery, China-Japan Union Hospital of Jilin University, Changchun 130000, China

Corresponding author: Wu Shifeng, Email: wsf19770620@126.com

【Abstract】 Pain is one of the most common complications of burn patients. Burn from onset to rehabilitation is a long and complex process, during which dressing change, debridement, operation, and rehabilitation may cause different degrees of pain to the patients. As one of the means of non-pharmaceutical pain management, the interventional effect of virtual reality technology has gradually been recognized by more and more researchers. This paper reviewed the definition, the interventional mechanisms, and the interventional effect on burn pain of virtual reality technology, to provide a reference for clinical application of virtual reality technology in pain management of burn patients.

【Key words】 Burns; Pain; Review; Virtual reality

DOI: 10.3760/cma.j.cn501120-20190402-00159

烧伤是人类最具有毁灭性的损伤之一, 全球每年约有 265 000 人死于烧伤^[1]。烧伤从发病到康复是一个漫长复杂的过程, 其间伤口换药、清创、手术及康复等均会对患者造成不同程度的疼痛^[2-3]。疼痛对机体的影响不容忽视, 不仅可引起交感及副交感神经反应, 还可引发儿茶酚胺、胰高血糖素、皮质醇、醛固酮等激素和代谢水平的改变^[4-6], 同时会造成长期的后遗症, 如慢性疼痛、抑郁及自杀倾向^[7-9]。药物疼痛管理虽能起到较好的止痛效果, 但却存在一定的风险及不

良反应。非药物疼痛干预是指通过非药物的方法解决或弥补临床上单纯使用药物镇痛存在的不足, 以减轻患者疼痛感受。虚拟现实技术作为非药物疼痛管理的手段之一, 其干预效果已逐渐得到越来越多研究者的认可。本文旨在介绍虚拟现实技术在烧伤疼痛干预方面的研究进展, 以为虚拟现实技术在临床烧伤患者疼痛管理方面的应用提供参考。

1 虚拟现实技术的定义

虚拟现实技术是利用三维图形生成技术、多传感交互技术以及高分辨率显示技术, 生成三维逼真的虚拟环境, 使用者戴上头戴显示器、数据传感设备, 或利用键盘、鼠标等输入设备, 便可以进入虚拟空间, 成为虚拟环境的一员, 进行实时交互, 感知和操作虚拟世界中的各种对象, 从而获得身临其境的感受和体会^[10]。近 20 年间, 虚拟现实技术在全球已有了广泛的普及与应用, 在医学领域中已有应用虚拟现实技术治疗焦虑和创伤后应激障碍及进行疼痛干预的研究报道。目前应用于医疗领域中的虚拟现实技术产品包括护目镜、头戴显示器及视频互动游戏, 以使患者在虚拟环境中, 通过计算机模拟实体的实时交互, 实现视觉、听觉等多感官刺激, 使患者沉浸其中, 最大限度地分散注意力, 从而减轻疼痛^[11-12]。

2 虚拟现实技术对疼痛的干预机制

疼痛由 3 个维度组成, 包括感觉维度, 如疼痛强度; 情感维度, 如疼痛引发的不愉快; 认知维度, 如对疼痛的注意力^[13]。疼痛对人体的影响机制主要为: 身体的伤害感受器检测到疼痛信号后, 主要通过 Aδ 感觉神经纤维和 C 感觉神经纤维将末梢疼痛信号传递到脊髓, 然后沿脊髓丘脑束和脊髓网状束传入大脑皮层, 使人产生疼痛感受^[14]。许多止痛药通过作用于外周或中枢神经系统, 中断神经传导纤维通路或提高脑内抗痛系统功能, 起到镇痛作用。而虚拟现实技术并不中断疼痛信号, 而是直接或间接地作用于疼痛感知, 并通过注意力、情绪、记忆和眼、耳等感觉器官发出信号, 从而分散对疼痛的关注^[14]。Hoffman 等^[15]关于核磁共振成像对疼痛刺激的研究表明, 在疼痛刺激期间, 大脑中有 5 个主要区域产生疼痛, 包括前皮质、初级和次级躯体感觉皮质、岛叶和丘脑, 而在使用虚拟现实技术过程中, 这 5 个中枢神经系统区域的活性降低 50%, 且虚拟现实技术的镇痛效果与中等剂量的阿片类药物的镇痛效果相当。此外, 研究者还观察到阿片类药物与虚拟现实技术联合应用时, 会使大脑活动进一步减少。上述情况可能与虚拟现实技术所起到的分散注

意力作用有关,而分散注意力会导致使用者对疼痛注意的偏离,改变对疼痛刺激的感知,从而减少对止痛药物的需求量,并减轻疼痛^[16]。

3 虚拟现实技术在烧伤疼痛中的应用

烧伤疼痛是指因烧伤造成皮肤、黏膜甚至深部组织结构破坏与完整性受损,导致皮肤神经末梢受损、暴露或受刺激等,以及在烧伤病程中多种诊疗操作给患者带来的各种不愉快感觉与体验^[17]。疼痛受个体影响因素较大,包括患者对疼痛的敏感性,即疼痛的感觉依赖于个人中枢神经系统调节刺激的强度反应及患者心理、社会等因素。对烧伤患者应用虚拟现实技术,除考虑患者信仰、价值观、焦虑情绪和自我疼痛控制及分散能力外,还必须考虑患者的年龄、临床状况、家庭、对虚拟现实技术的接受态度及其兴趣爱好^[1]。为达到更好的干预效果,应考虑到患者的身体情况,是否有体力进行虚拟现实技术体验。对虚拟现实技术软件的设计及选择应达到对患者的最大吸引力,患者参与程度高,才能更好地沉浸其中,达到分散疼痛注意力的作用。虚拟现实技术应用于烧伤疼痛管理几乎无任何不良反应,只有少数报道患者应用虚拟现实技术期间出现恶心反应,但是不能确认该反应是否与联合应用止痛药有关^[1]。但为了避免不良反应的发生,在应用虚拟现实技术前常排除有恶心及晕车史。

在过去的 20 年里,虚拟现实技术在换药、康复及浸浴等操作性疼痛及烧伤引起的相关疼痛与不适中应用效果更佳^[18-20]。有研究者专门为烧伤患者开发的“Snow World”软件已经被广泛应用于烧伤患者的疼痛管理中,其具有 360° 的声音和运动视觉效果,患者通过使用计算机鼠标与虚拟环境中的球、企鹅、雪人等进行交互,达到较好的疼痛干预效果^[17,21-23]。Hoffman 等^[24]还对比了烧伤患者单纯应用药物和虚拟现实技术联合药物进行疼痛干预的效果,观察到使用虚拟现实技术联合药物的患者疼痛感知降低 35% ~ 50%,其止痛效果明显优于单纯应用药物。此外,虚拟现实技术对烧伤儿童及青少年烧伤患者的疼痛干预效果更为显著。Kipping 等^[25]在 41 例烧伤青少年中进行的一项随机对照试验比较了在烧伤换药过程中应用虚拟现实技术与视频分心治疗对疼痛的干预效果,尽管 2 组患者的疼痛评分比较相近,但应用虚拟现实技术的患者 Flacc 儿童疼痛评分表中面部、腿部、活动、哭泣、安慰评分均低于对照组。Jeffs 等^[26]进行的一项随机对照试验表明,30 例平均年龄 13.5 岁的烧伤青少年被随机分为虚拟现实技术组、看电影组及普通护理组,结果显示虚拟现实技术组患者换药过程中疼痛感最低。

目前,大多数虚拟现实技术均需戴上护目镜或头戴显示器,以达到三维效果,这对有头面部烧伤的患者来说,也存在很大限制。针对此问题,美国 Cobra Simulation 公司研发了一款类似于投影仪形式的弧形屏幕,并将其安装于烧伤浸浴治疗室,同时研发了一款虚拟三维游戏,使患者无须佩戴头戴显示器与护目镜就能体验到良好的画面感及声效,并可有效减轻浸浴期间烧伤患儿的疼痛,这种方法的受用人群较多,包括不同年龄段的儿童及成人^[27]。一项随机对照研究表明,与电子游戏相比,使用虚拟现实技术可以提高烧伤患儿的专注力及沉浸感,从而更好地减轻疼痛^[28]。此外,让患

者尽可能地选择他们喜爱的游戏也会达到有效的疼痛干预效果^[29]。目前对于 4 岁以下儿童应用传统头戴式虚拟现实技术干预疼痛的研究较少,考虑 4 岁以下患儿认知能力不足,且缺乏自主配合虚拟现实技术操作的能力。老年人群由于缺乏对虚拟现实技术的兴趣及接受能力,因此也常选择其他疼痛干预手段。另有研究显示,应用虚拟现实技术的优势在于它可以反复多次应用于同一及不同操作中,而不影响疼痛干预效果^[30]。

4 小结

综上所述,虚拟现实技术在烧伤患者疼痛管理中效果较佳,但在使用虚拟现实技术时还需要对患者进行身体状况评估及针对不同个体选择合适设备及软件,以达到最佳的干预效果。此外,虚拟现实技术的疼痛干预效果还取决于操作人员的专业性、技术的先进性和实用性 3 个方面的因素。目前医护人员对于虚拟现实技术尚缺乏系统的培训及教育,这些也会影响虚拟现实技术的干预效果。同时虚拟现实技术的细节,如头戴显示器的质量和影像的清晰度也可能影响疼痛干预的效果。另外,虚拟现实技术的设备及软件开发的高成本制约了该项技术的普及与开展,特别是对于欠发达的国家^[31]。有研究表明,应用便宜的虚拟现实技术护目镜及简单的互动游戏,也会使疼痛强度有所降低^[32],因此,减轻疼痛的核心在于患者在使用虚拟现实技术过程中是否能够全身心投入。由此可见,研究其他更经济的沉浸式疗法对于推广虚拟现实技术也十分重要。目前一些公司已经研发了由 2 个镜头和能够插入智能手机耳机组成的简易虚拟现实技术设备,且售价较低^[33],这些均为虚拟现实技术在医疗领域的推广奠定了良好基础。

利益冲突 所有作者均声明不存在利益冲突

参考文献

- [1] Scapin S, Echevarría-Guanilo ME, Boeira Fuculo Junior PR, et al. Virtual reality in the treatment of burn patients: a systematic review[J]. Burns, 2018, 44(6):1403-1416. DOI: 10.1016/j.burns.2017.11.002.
- [2] Morgan M, Deuis JR, Frøsig-Jørgensen M, et al. Burn pain: a systematic and critical review of epidemiology, pathophysiology, and treatment[J]. Pain Med, 2018, 19(4):708-734. DOI: 10.1093/pm/pnx228.
- [3] Summer GJ, Puntillo KA, Miaskowski C, et al. Burn injury pain: the continuing challenge[J]. J Pain, 2007, 8(7):533-548. DOI:10.1016/j.jpain.2007.02.426.
- [4] James DL, Jowza M. Principles of burn pain management[J]. Clin Plast Surg, 2017, 44(4):737-747. DOI: 10.1016/j.cps.2017.05.005.
- [5] Loizzo A, Loizzo S, Capasso A. Neurobiology of pain in children: an overview[J]. Open Biochem J, 2009, 3:18-25. DOI:10.2174/1874091X00903010018.
- [6] 王荃, 钱素云. 危重儿童常用镇静镇痛评估方法[J]. 中国小儿急救医学, 2014, 21(2):79-83. DOI:10.3760/cma.j.issn.1673-4912.2014.02.005.
- [7] Stoddard FJ Jr, Ryan CM, Schneider JC. Physical and psychiatric recovery from burns[J]. Surg Clin North Am, 2014, 94(4):863-878. DOI:10.1016/j.suc.2014.05.007.
- [8] Andrews KA, Desai D, Dhillon HK, et al. Abdominal sensitivity in the first year of life: comparison of infants with and without

- prenatally diagnosed unilateral hydronephrosis [J]. *Pain*, 2002, 100(1/2):35-46. DOI:10.1016/S0304-3959(02)00288-9.
- [9] Wiechman Askay S, Patterson DR. What are the psychiatric sequelae of burn pain? [J]. *Curr Pain Headache Rep*, 2008, 12(2):94-97. DOI:10.1007/s11916-008-0018-1.
- [10] Arane K, Behboudi A, Goldman RD. Virtual reality for pain and anxiety management in children [J]. *Can Fam Physician*, 2017, 63(12):932-934.
- [11] Aguinias H, Henle CA, Beatty JC Jr. Virtual reality technology: a new tool for personnel selection [J]. *Int J Sel Assess*, 2001, 9(1/2):70-83. DOI:10.1111/1468-2389.00164.
- [12] Indovina P, Barone D, Gallo L, et al. Virtual reality as a distraction intervention to relieve pain and distress during medical procedures: a comprehensive literature review [J]. *Clin J Pain*, 2018, 34(9):858-877. DOI: 10.1097/AJP.0000000000000599.
- [13] Scheffler M, Koranyi S, Meissner W, et al. Efficacy of non-pharmacological interventions for procedural pain relief in adults undergoing burn wound care: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials [J]. *Burns*, 2018, 44(7):1709-1720. DOI: 10.1016/j.burns.2017.11.019.
- [14] Gold JI, Belmont KA, Thomas DA. The neurobiology of virtual reality pain attenuation [J]. *Cyberpsychol Behav*, 2007, 10(4):536-544. DOI:10.1089/cpb.2007.9993.
- [15] Hoffman HG, Richards TL, Van Oostrom T, et al. The analgesic effects of opioids and immersive virtual reality distraction: evidence from subjective and functional brain imaging assessments [J]. *Anesth Analg*, 2007, 105(6):1776-1783. DOI:10.1213/01.ane.0000270205.45146.db.
- [16] 吴巍巍, 路英慧, 程丹, 等. 烧伤患儿的疼痛评估及非药物干预研究进展 [J]. *中华烧伤杂志*, 2020, 36(1):76-79. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1009-2587.2020.01.015.
- [17] 《中华烧伤杂志》编辑委员会. 成人烧伤疼痛管理指南 (2013 版) [J]. *中华烧伤杂志*, 2013, 29(3):225-231. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1009-2587.2013.03.002.
- [18] Khadra C, Ballard A, Déry J, et al. Projector-based virtual reality dome environment for procedural pain and anxiety in young children with burn injuries: a pilot study [J]. *J Pain Res*, 2018, 11:343-353. DOI: 10.2147/JPR.S151084. eCollection 2018.
- [19] Hoffman HG, Patterson DR, Soltani M, et al. Virtual reality pain control during physical therapy range of motion exercises for a patient with multiple blunt force trauma injuries [J]. *Cyberpsychol Behav*, 2009, 12(1):47-49. DOI: 10.1089/cpb.2008.0056.
- [20] Schmitt YS, Hoffman HG, Blough DK, et al. A randomized, controlled trial of immersive virtual reality analgesia, during physical therapy for pediatric burns [J]. *Burns*, 2011, 37(1):61-68. DOI: 10.1016/j.burns.2010.07.007.
- [21] Keefe FJ, Huling DA, Coggins MJ, et al. Virtual reality for persistent pain: a new direction for behavioral pain management [J]. *Pain*, 2012, 153(11):2163-2166. DOI:10.1016/j.pain.2012.05.030.
- [22] Morris LD, Louw QA, Grimmer-Somers K. The effectiveness of virtual reality on reducing pain and anxiety in burn injury patients: a systematic review [J]. *Clin J Pain*, 2009, 25(9):815-826. DOI:10.1097/AJP.0b013e3181aaa909.
- [23] Patterson DR, Jensen MP, Wiechman SA, et al. Virtual reality hypnosis for pain associated with recovery from physical trauma [J]. *Int J Clin Exp Hypn*, 2010, 58(3):288-300. DOI: 10.1080/00207141003760595.
- [24] Hoffman HG, Patterson DR, Seibel E, et al. Virtual reality pain control during burn wound debridement in the hydrotank [J]. *Clin J Pain*, 2008, 24(4):299-304. DOI: 10.1097/AJP.0b013e318164d2cc.
- [25] Kipping B, Rodger S, Miller K, et al. Virtual reality for acute pain reduction in adolescents undergoing burn wound care: a prospective randomized controlled trial [J]. *Burns*, 2012, 38(5):650-657. DOI: 10.1016/j.burns.2011.11.010.
- [26] Jeffs D, Dorman D, Brown S, et al. Effect of virtual reality on adolescent pain during burn wound care [J]. *J Burn Care Res*, 2014, 35(5):395-408. DOI: 10.1097/BCR.0000000000000019.
- [27] Khadra C, Ballard A, Déry J, et al. Projector-based virtual reality dome environment for procedural pain and anxiety in young children with burn injuries: a pilot study [J]. *J Pain Res*, 2018, 11:343-353. DOI: 10.2147/JPR.S151084.
- [28] Miller K, Rodger S, Kipping B, et al. A novel technology approach to pain management in children with burns: a prospective randomized controlled trial [J]. *Burns*, 2011, 37(3):395-405. DOI: 10.1016/j.burns.2010.12.008.
- [29] Brown NJ, Rodger S, Ware RS, et al. Efficacy of a children's procedural preparation and distraction device on healing in acute burn wound care procedures: study protocol for a randomized controlled trial [J]. *Trials*, 2012, 13:238. DOI: 10.1186/1745-6215-13-238.
- [30] Faber AW, Patterson DR, Bremer M. Repeated use of immersive virtual reality therapy to control pain during wound dressing changes in pediatric and adult burn patients [J]. *J Burn Care Res*, 2013, 34(5):563-568. DOI: 10.1097/BCR.0b013e3182777904.
- [31] Brown NJ, David M, Cuttle L, et al. Cost-effectiveness of a non-pharmacological intervention in pediatric burn care [J]. *Value Health*, 2015, 18(5):631-637. DOI: 10.1016/j.jval.2015.04.011.
- [32] Hoffman HG, Meyer WJ, Ramirez M, et al. Feasibility of articulated arm mounted Oculus Rift Virtual Reality goggles for adjunctive pain control during occupational therapy in pediatric burn patients [J]. *Cyberpsychol Behav Soc Netw*, 2014, 17(6):397-401. DOI: 10.1089/cyber.2014.0058.
- [33] Won AS, Bailey J, Bailenson J, et al. Immersive virtual reality for pediatric pain [J]. *Children (Basel)*, 2017, 4(7):E52. DOI: 10.3390/children4070052.

(收稿日期:2019-04-02)

本文引用格式

吴巍巍, 刘淑梅, 贺婷婷, 等. 虚拟现实技术在烧伤疼痛干预中的研究进展 [J]. *中华烧伤杂志*, 2020, 36(7):620-622. DOI:10.3760/cma.j.cn501120-20190402-00159.

Wu WW, Liu SM, He TT, et al. Advances in the research of virtual reality technology for pain intervention after burns [J]. *Chin J Burns*, 2020, 36(7):620-622. DOI:10.3760/cma.j.cn501120-20190402-00159.