

• 护理论坛 Nursing window •

虚拟现实技术减轻肝动脉化疗栓塞患者术中疼痛的
随机对照研究

薛幼华, 姚永芳, 高 岚, 黄郑丽, 杨 颖, 王博渊, 王晓燕

【摘要】 目的 探讨虚拟现实技术(virtual reality, VR)对减轻 TACE 患者术中疼痛的效果。
方法 入组 2023 年 6 月至 2024 年 1 月在东南大学附属中大医院接受 TACE 治疗的患者 76 例,采用随机数字表法分为对照组 38 例和试验组 38 例,对照组术中采用常规护理,试验组在常规护理基础上使用 VR 以缓解患者术中疼痛,比较两组患者术中疼痛程度、焦虑症状、术中不良反应发生率和患者满意度。
结果 试验组患者术中疼痛程度低于对照组,组间差异无统计学意义($P>0.05$),年龄 ≤ 55 岁和肝癌侵犯血管的患者应用 VR 的镇痛效果明显($P<0.05$);试验组的焦虑评分低于对照组,患者满意度评分高于对照组,组间差异均有统计学意义($P<0.05$);不良反应发生率组间差异无统计学意义($P>0.05$)。
结论 沉浸式 VR 可有效降低 TACE 患者术中疼痛程度,尤其是 55 岁及以下年龄患者效果更好,同时还可减轻患者的焦虑水平,并能提高患者术中满意度。

【关键词】 虚拟现实技术;肝癌;肝动脉化疗栓塞术;疼痛

中图分类号:R735.7 文献标志码:A 文章编号:1008-794X(2024)-10-1125-06

Application of virtual reality technology in reducing the intraoperative pain in patients receiving hepatic arterial chemoembolization: a randomized controlled study XUE Youhua, YAO Yongfang, GAO Lan, HUANG Zhengli, YANG Ying, WANG Boyuan, WANG Xiaoyan. Department of Interventional and Vascular Surgery, Affiliated Zhongda Hospital of Southeast University, Nanjing, Jiangsu Province 210009, China

Corresponding author: WANG Xiaoyan, E-mail: xywangseu@163.com

【Abstract】 Objective To explore the effect of virtual reality (VR) technology on relieving intraoperative pain in patients receiving transcatheter hepatic artery chemoembolization(TACE). **Methods** A total of 76 patients, who received TACE from June 2023 to January 2024, were enrolled in this study. Using random number table method, the patients were divided into control group($n=38$) and study group($n=38$). Intraoperative routine nursing was carried out for the patients of the control group, while on the basis of routine nursing additional VR technology was adopted to relieve the intraoperative pain for the patients of the study group. The degree of intraoperative pain, anxiety symptoms, incidence of intraoperative adverse reactions and patient satisfaction with nursing were compared between the two groups. **Results** The degree of intraoperative pain in the study group was lower than that in the control group, but the difference between the two groups was not statistically significant ($P>0.05$). The analgesic effect of VR was much obvious in patients aged ≤ 55 years and in patients with vascular invasion of liver cancer ($P<0.05$). The anxiety score in the study group was lower than that in the control group, the patient satisfaction score in the study group was higher than that in the control group, and the differences between the two groups were statistically significant (both $P<0.05$). No statistically significant difference in the incidence of adverse reactions existed between the two groups ($P>0.05$). **Conclusion** Immersive VR technology can effectively reduce the degree of intraoperative pain in patients

DOI:10.3969/j.issn.1008-794X.2024.10.016

基金项目:东南大学附属中大医院护理科研基金(KJZC-HL-202213)

作者单位:210009 江苏南京 东南大学附属中大医院介入与血管外科(薛幼华、高 岚、黄郑丽、杨 颖),护理部(王晓燕);东南大学医学院护理系(姚永芳、黄郑丽、杨 颖、王博渊)

通信作者:王晓燕 E-mail:xywangseu@163.com

receiving TACE, especially in patients aged ≤ 55 years. Besides, VR technology can also reduce the anxiety degree of patients, and improve the degree of intraoperative patient satisfaction with nursing.

【Key words】 virtual reality technology; liver cancer; hepatic arterial chemoembolization; pain

TACE 是中晚期肝癌首要的治疗方法^[1]。TACE 术中及术后急性疼痛对患者产生多种不利影响,如持续慢性疼痛和创伤后应激障碍等,影响患者术后恢复及后续治疗的积极性^[2]。肝癌患者行 TACE 治疗术后疼痛与术前心理状态关系密切,在患者术前及术中通过护理措施来减轻患者术前焦虑状态,有利于缓解患者 TACE 后疼痛^[3]。虚拟现实技术(virtual reality, VR)通过头戴式显示器,使患者观看、互动并沉浸在模拟 3D 虚拟世界的视频、游戏等多感官体验中,转移注意力,从而减轻焦虑,有效缓解疼痛^[4]。既往研究表明,VR 已经逐渐应用在疼痛护理、康复训练、心理干预等多个医疗领域^[5-8],均取得良好效果。本研究将 VR 应用于 TACE 术中,探讨其对减轻患者术中疼痛程度的作用,现报道如下。

1 材料与方法

1.1 研究对象

采用随机、对照研究方法,选取 2023 年 6 月至 2024 年 1 月在东南大学附属中大医院行 TACE 的患者 76 例,分为对照组 38 例和试验组 38 例。纳入标准:经临床医师诊断需行 TACE 的患者;意识清楚,无交流、认知、视听障碍;2 次疼痛数字评定量表(NRS)评分 ≤ 3 分;自愿参加本试验研究并书面签署知情同意书;年龄 18~80 岁。排除标准:无法佩戴 VR 设备者;应用 VR 技术易眩晕者;有精神疾病或有药物滥用史者;癫痫或癫痫发作史的患者;畏光和糖尿病视网膜病变的患者;伴有高血压、心脏病、重要器官严重功能不全者;重要器官严重功能不全或合并严重并发症者;感染性疾病患者;经研究者判定认为不适合参加本试验者。肿瘤周围是否出现门静脉小分支显影为碘化油乳剂栓塞的终点^[9]。本次纳入参与 TACE 的患者均达到了此栓塞程度。本研究已获得东南大学附属中大医院伦理委员会的批准(2023ZDSYLL201-P01)。

1.2 干预方法

1.2.1 对照组 术前 1 d 向患者进行术前宣教、疼痛评分,术前测量并记录生命体征,进行疼痛评分。术中密切监测患者生命体征,注意保暖,予以心理护

理,适时告知手术进程,教授患者心理调节方法,动态进行疼痛、焦虑评分。如患者出现不良反应,及时处理。

1.2.2 试验组 在常规护理基础上使用杭州心景科技有限公司 VR 设备,由护士为患者佩戴 VR 设备,术中全程跟台,密切观察患者有无眩晕症状及血压、心率和血氧饱和度变化。术中应用 3D VR 实施干预,患者手术时佩戴由 3D 视频头盔显示器眼镜、配套音乐和无线耳机构成的 VR 一体机,根据患者喜好选择“海边风铃”“雪中暖屋”“高山瀑布”等放松场景,“内观情绪”正念场景及“开阔心灵”音乐场景的 360°全景虚拟场景,术中护士密切监测患者生命体征,及时处理任何不适。

1.3 评价指标

1.3.1 疗效指标 疼痛:采用 NRS 于术前 1 d、手术开始前、手术结束时由护士对患者进行评估。NRS 由 0~10 间隔相同的 11 个数字组成,0 代表“无痛”,10 代表“最强烈的疼痛”,患者选择一个数字代表其评分时的疼痛强度。记录术中镇痛药使用时间、剂量、原因及次数。

焦虑:采用焦虑自评量表(SAS)于手术开始前、手术结束时由护士对患者进行评估。SAS 采用 4 级评分,“1”没有或很少时间有;“2”小部分时间有;“3”大部分时间有;“4”绝大部分或全部时间都有。SAS 的 20 个项目中,第 5,9,13,17,19 条,此 5 个项目的计分为反向计算。20 个项目的总分乘以 1.25 为标准分,标准分越高说明症状越严重。

无主诉疼痛不间断完成手术率:无主诉疼痛且不间断完成手术的患者例数/总例数 $\times 100\%$ 。

患者满意度:采用 Likert 5 级评分制于手术结束时由护士进行患者满意度调查。根据满意程度分别赋值,非常不满意 = 1,比较不满意 = 2,不确定 = 3,比较满意 = 4,非常满意 = 5。

1.3.2 安全性指标 不良反应发生率:观察患者是否出现 VR 常见的不良反应(如眩晕、恶心、呕吐);使用多功能监护仪监测患者术中及手术结束时血压、心率、血氧饱和度的变化,每 15 min 测量 1 次,采用血压、心率的平均值。将依据 NCI-CTCAE 5.0 标准评价不良事件的严重程度。

1.4 统计学方法

采用 SPSS 26.0 软件对数据进行统计学分析。对连续变量进行正态性检验,正态分布的连续变量采用均值±标准差表示,使用独立样本 *t* 检验;非正态分布的连续变量采用中位数和四分位数表示,使用 Mann-Whitney *U* 检验。分类变量采用计数法, $N>5$ 时使用 χ^2 检验, $N\leq 5$ 时使用 Fisher 精确概率检验。 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。亚组统计分析采用 Stata 17 软件,试验组和对照组的疼痛评分根据不同亚组进行分类比较,效应量用加权均数差(weighted mean difference, WMD)表示,并计算 95% 置信区间(CI)。

2 结果

2.1 两组患者一般资料比较

试验组和对照组患者在性别、年龄、文化程度、慢性肝病的主要原因、有无肝癌治疗史、有无血管入侵、手术次数、肿瘤数量、最大病灶直径、肝功能分级、是否合并肝硬化、是否是原发性肝癌进行比较,术前疼痛、焦虑、收缩压、舒张压、心率、血氧饱和度、镇静镇痛药物使用等比较,组间差异均无统计学意义($P>0.05$),见表 1。

2.2 术中疼痛比较

试验组患者术中疼痛评分低于对照组患者,组间差异无统计学意义($P>0.05$),见表 2。

分别比较了性别、年龄、文化程度、有无血管入侵、第几次 TACE、肿瘤个数、肝功能分级、是否合并肝硬化、原发或继发性肝癌进行了亚组分析,结果显示在 ≤ 55 岁和肝癌侵犯血管的患者中,试验组与对照组组间疼痛差异有统计学意义($P<0.05$),见图 1。

2.3 术中焦虑、手术时长和患者满意度变化比较

试验组患者焦虑程度较对照组低,患者满意度较对照组高,组间差异有统计学意义($P<0.05$);试验组和对照组手术时长组间差异无统计学意义($P>0.05$),见表 3。

2.4 术中及手术结束时安全指标比较

试验组和对照组在术中及手术结束时的血压、呼吸、SpO₂ 比较,组间差异均无统计学意义($P>0.05$),见表 4。术中试验组发生 1 例恶心和呕吐,依据 NCI-CTCAE 5.0 分级标准为 1 级,轻度;对照组术中无不良反应发生。术后试验组发生 2 例恶心,依据 NCI-CTCAE 5.0 分级标准均为 1 级,轻度;对照组发生 1 例寒战。

表 1 两组患者一般资料比较

变量	试验组 (<i>n</i> = 38)	对照组 (<i>n</i> = 38)	$\chi^2/t/Z$ 值	<i>P</i> 值
性别(<i>n</i>)				
男	29	30	0.076 ^a	0.783
女	9	8		
年龄(岁, $\bar{x}\pm s$)	60.29±8.42	61.53±10.36	-0.571 ^b	0.570
文化程度(<i>n</i>)			2.464 ^a	0.292
小学及文盲	10	13		
初中	15	18		
高中及大学	13	7		
有无肝癌治疗史(<i>n</i>)			精确概率 ^d	0.674
有	36	34		
无	2	4		
有无血管入侵(<i>n</i>)			0.000 ^a	1.000
有	18	18		
无	20	20		
第几次做 TACE(<i>n</i>)			0.312 ^a	0.855
第 1 次	10	8		
第 2 次	7	8		
≥3 次	21	22		
肿瘤数量(<i>n</i>)			0.672 ^a	0.715
1 个	9	11		
2 个	9	10		
≥3 个	20	17		
最大肿瘤直径[mm, $M(P_{25}, P_{75})$]	55(28, 97)	37.5(18, 79.75)	-1.003 ^c	0.316
肝功能分级(<i>n</i>)			2.850 ^a	0.091
A 级	33	27		
B 级	5	11		
是否合并肝硬化(<i>n</i>)			1.317 ^a	0.251
是	16	21		
否	22	17		
是否是原发性肝癌(<i>n</i>)			精确概率 ^d	1.000
是	33	34		
否	5	4		
NRS[分, $M(P_{25}, P_{75})$]	1(0, 2)	1(0, 2)	-0.163 ^c	0.870
SAS(分, $\bar{x}\pm s$)	40.89±9.86	43.47±10.67	-1.094 ^b	0.277
术前镇静镇痛药物使用(<i>n</i>)			0.923 ^a	0.630
无	18	21		
地西洋 10 mg	8	5		
氟比洛芬酯 50 mg	12	12		

NRS:疼痛评分;SAS:焦虑评分;^a卡方检验;^b*t* 检验;^cMann-Whitney *U* 检验;^dFisher 精确概率检验

表 2 术中疼痛比较[$M(P_{25}, P_{75})$]

变量	试验组(<i>n</i> = 38)	对照组(<i>n</i> = 38)	<i>Z</i> 值	<i>P</i> 值
NRS(分)	1(0, 2)	2(0.75, 3)	-1.82 ^a	0.069

NRS:疼痛评分;^a非参数检验

3 讨论

本研究发现,VR 可缓解 TACE 术中患者的疼痛,尤其对于年龄小于 55 岁以及肝癌侵犯血管的患者而言,VR 镇痛的效果更为显著。介入治疗全周期的规范化疼痛管理已成为介入医学发展的必然趋势。TACE 术中发生疼痛的主要原因是靶向灌注化

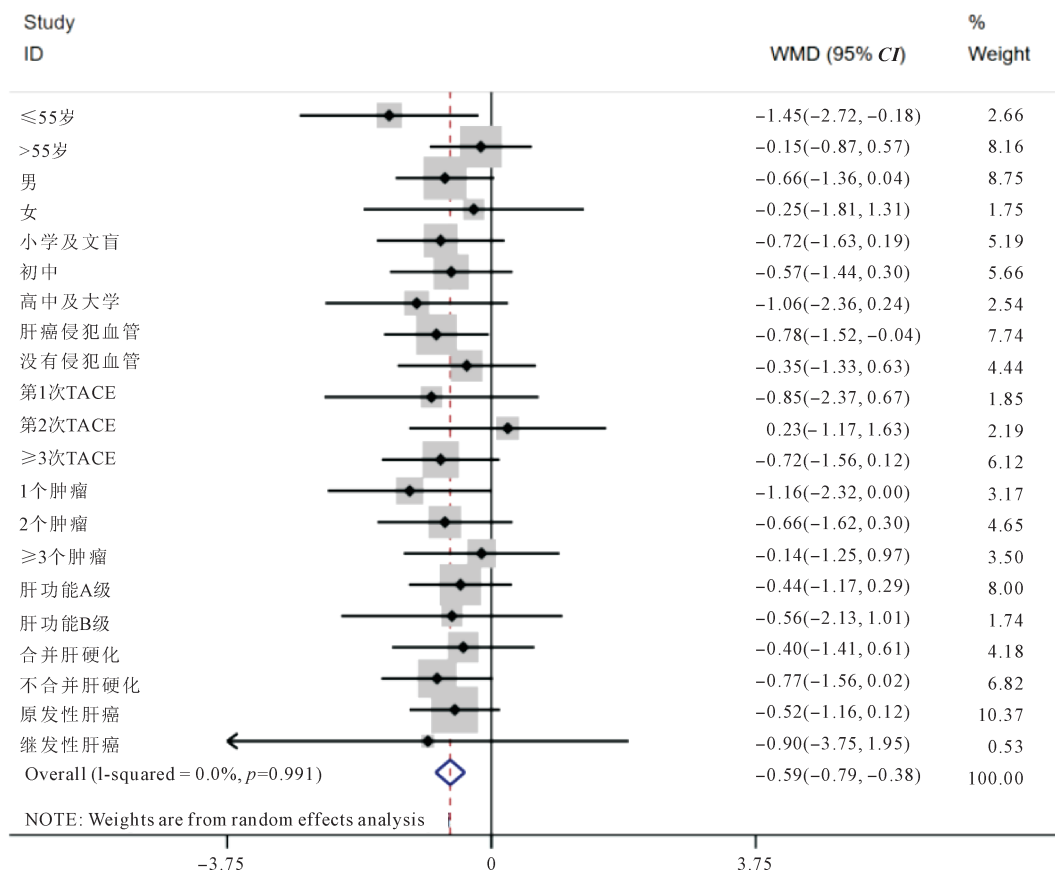


图1 试验组与对照组的亚组间疼痛比较

表3 术中焦虑、手术时长和患者满意度比较[M(P₂₅, P₇₅)]

变量	试验组(n=38)	对照组(n=38)	Z 值	P 值
SAS(分)	30(27, 36, 25)	40.5(35, 48)	-3.832*	<0.001
手术时长(min)	57.5(45, 70, 5)	52.5(43, 75, 62, 75)	-1.169*	0.243
满意度(分)	5(5, 5)	4(3, 5)	-2.991*	0.003

SAS:焦虑评分; *Mann-Whitney U 检验

疗药物及栓塞剂导致的肿瘤组织急性缺血、坏死,而且肝癌患者常需多次接受 TACE,围术期疼痛会导致患者在下次术中对疼痛更加敏感^[10-11]。本研究根据患者喜好选择播放“海边风铃”“高山瀑布”“内观情绪”等 360°全景虚拟场景,结果表明其可有效缓解接受 TACE 的肝癌患者术中疼痛,但疼痛的组间差异不显著,对焦虑的缓解差异有统计学意义。本研究进一步进行了亚组分析,发现 55 岁及以下接受 TACE 的患者,较 55 岁以上患者术中疼痛缓解效果更显著,这说明 VR 对中青年患者的镇痛效果更好,这可能与中青年患者更容易接受 VR 的佩戴,更易被 VR 分散注意力有关。本研究还发现,VR 应用于肝癌侵犯血管的患者中镇痛效果有统计学意义,可能和肝癌侵犯血管的患者疼痛评分较高有关^[12],因此 VR 的镇痛效果更明显。

本研究中试验组患者焦虑程度较对照组低,患

者满意度较对照组高,且手术时长无差异。Micheluzzi 等^[13]的研究中,VR 可以有效降低接受心脏手术患者的焦虑水平。同时, Sewell 等^[14]在门诊宫腔镜手术患者中使用 VR 作为标准护理的辅助手段,减轻了门诊宫腔镜手术期间患者的焦虑。行博荣等^[15]研究发现 VR 可以缓解患者 TACE 术中疼痛及焦虑,但该项研究没有进行两组术前镇痛药使用情况的比较,仅告知了 TACE 是在局部麻醉下进行。本研究的 TACE 术前有部分患者应用了镇痛药,这可能是导致本研究与之评分有差异的原因,还可能与 VR 技术类型、长度和频率的差异等有关。

本研究的 VR 设备不仅是 360°沉浸式场景,而且环境和真实环境几乎一致,重要的是其带有头部追踪功能,观察者头部能够利用位置追踪器在 3D 环境中自由移动,从而产生运动视差信息,即模拟场景的图像随着运动而改变,这种处理方式更加贴近真实体验。有研究表明,技术的持续改进和更沉浸式的环境均会增加患者对 VR 技术的满意度^[14]。在干预性研究中,清醒状态下的局麻手术中 VR 可以减轻焦虑,还可提高患者的满意度^[16-17]。这一结

表 4 两组患者术前、术中及手术结束时安全指标比较

变量	试验组 (n = 38)	对照组 (n = 38)	t/Z 值	P 值
SBP(mmHg, $\bar{x} \pm s$)				
术前	133.76 \pm 14	131 \pm 19	0.722 ^a	0.473
术中	136.24 \pm 16.6	139.42 \pm 20.75	-0.739 ^a	0.462
手术结束时	137.13 \pm 16.7	137.66 \pm 22.89	-0.114 ^a	0.910
DBP(mmHg, $\bar{x} \pm s$)				
术前	83.71 \pm 6.46	80.55 \pm 9.83	1.656 ^a	0.102
术中	81.76 \pm 8.6	82.03 \pm 8.68	-0.133 ^a	0.895
手术结束时	83.39 \pm 10	83.63 \pm 11.43	0.310 ^a	0.757
HR(次/分钟, $\bar{x} \pm s$)				
术前	74.74 \pm 9.32	73.97 \pm 8.08	0.381 ^a	0.704
术中	73.79 \pm 9.7	74.32 \pm 9.12	-0.244 ^a	0.808
手术结束时	74.29 \pm 10.07	73.63 \pm 8.78	0.304 ^a	0.762
SpO ₂ [% , M(P ₂₅ , P ₇₅)]				
术前	97.00(96.25, 98.00)	97.00(97.00, 98.00)	-1.185 ^b	0.236
术中	97.50(96.00, 98.00)	97.00(96.75, 98.00)	-0.381 ^b	0.703
手术结束时	97.00(96.00, 98.00)	97.00(96.00, 98.00)	-0.603 ^b	0.547
恶心呕吐(n)				
术中	1	0	N/A	N/A
术后	0	0		
恶心(n)				
术中	0	0	N/A	N/A
术后	2	0	N/A	N/A
寒战(n)				
术中	0	0	N/A	N/A
术后	0	1		

SBP:收缩压;DBP:舒张压;HR:心率;SPO₂:血氧饱和度;^at 检验;^bMann-Whitney U 检验

论和本研究相似,在系统评价中也说明了 VR 可以提高手术患者的满意度^[18]。

本研究中两组患者 TACE 术中及手术结束时的血压、呼吸、SpO₂ 比较以及术中和术后并发症差异均无统计学意义。其他非药物疗法如音乐疗法^[19]虽简单易行,但其只能通过听觉转移人们对疼痛的注意力。催眠疗法^[20]或分心卡^[21]需要医护人员与患者沟通,这增加了医护人员工作量。VR 可以通过视觉和听觉同时让患者沉浸在 360°模拟环境中,计算机生成的 3D 沉浸式环境让患者感觉自己仿佛是虚拟环境的一部分。与传统的分散注意力方法相比,沉浸式互动体验的分散注意力效果更强^[22-23],且在手术的应用中是安全有效的^[24]。

综上所述,近年来无痛介入理念深入人心,并且自 2018 年以来非药物疼痛管理已成为联合委员会认证医院绩效的一个可评分因素^[25]。在我国 TACE 已广泛应用于肝癌患者,逐步成为肝癌患者的重要治疗手段,VR 可以缓解疼痛和焦虑,从而提升患者就医的依从性,推进肝癌患者介入治疗舒适化体验。未来需要开展多中心、大样本的临床研究,

以进一步探究 VR 的应用效果。

[参考文献]

[1] 中国医师协会介入医师分会临床诊疗指南专委会. 中国肝细胞癌经动脉化疗栓塞(TACE)治疗临床实践指南(2023 年版)[J]. 中华医学杂志,2023,103:2674-2694.

[2] Hoffman HG,Boe DA,Rombokas E,et al. Virtual reality hand therapy: a new tool for nonopioid analgesia for acute procedural pain, hand rehabilitation, and VR embodiment therapy for phantom limb pain[J]. J Hand Ther,2020,33:254-262.

[3] 周碧云,陈美珠,陈巧雅,等. 肝癌患者 TACE 治疗前的焦虑状况与术后疼痛的相关性研究[J]. 吉林医学,2016,37:1500-1502.

[4] Ahmadpour N,Randall H,Choksi H,et al. Virtual reality interventions for acute and chronic pain management[J]. Int J Biochem Cell Biol,2019,114:105568.

[5] 张 媛,郭锦丽. 沉浸式虚拟现实技术在创面操作性疼痛管理中的应用进展[J]. 中华护理杂志,2023,58:243-249.

[6] 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,2023,38:15-18.

[7] Demeco A,Zola L,Frizziero A,et al. Immersive virtual reality

- in post-stroke rehabilitation; a systematic review[J]. *Sensors (Basel)*, 2023, 23: 1712.
- [8] 万亚会, 高海静, 周凯丽, 等. 虚拟现实技术治疗对慢性失眠患者睡眠质量、睡眠结构及神经心理特征的影响[J]. *中华神经医学杂志*, 2023, 22: 690-699.
- [9] 国家卫生健康委办公厅. 国家卫生健康委办公厅关于印发原发性肝癌诊疗指南(2022 年版)的通知[EB/OL]. www.nhc.gov.cn/yzygj/s7659/202201/a01ceb75c62b486fa459e36ba0fdbc.shtml, 2022-01-21.
- [10] 肝癌中国医师协会介入医师分会介入围手术专委会, 中国医师协会介入医师分会介入临床诊疗指南专委会. 肝脏恶性肿瘤介入治疗围术期疼痛管理专家共识(2022)[J]. *介入放射学杂志*, 2022, 31: 943-948.
- [11] Khalaf MH, Sundaram V, AbdelRazek Mohammed MA, et al. A predictive model for postembolization syndrome after transarterial hepatic chemoembolization of hepatocellular carcinoma[J]. *Radiology*, 2019, 290: 254-261.
- [12] Bian L, Zhao X, Gao B, et al. Predictive model for acute abdominal pain after transarterial chemoembolization for liver cancer[J]. *World J Gastroenterol*, 2020, 26: 4442-4452.
- [13] Micheluzzi V, Burrai F, Casula M, Serra G, et al. Effectiveness of virtual reality on pain and anxiety in patients undergoing cardiac procedures; a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials[J]. *Curr Probl Cardiol*, 2024, 49: 102532.
- [14] Sewell T, Fung Y, Al-Kufaishi A, et al. Does virtual reality technology reduce pain and anxiety during outpatient hysteroscopy? A randomised controlled trial[J]. *BJOG*, 2023, 130: 1466-1472.
- [15] 行博荣, 李育玲, 王 嵘, 等. 沉浸式虚拟现实技术对肝动脉化疗栓塞术患者术中焦虑与疼痛的影响[J]. *现代临床护理*, 2023, 22: 32-37.
- [16] McCullough M, Osborne TF, Rawlins C, et al. The impact of virtual reality on the patients and providers experience in wide-awake, local-only hand surgery[J]. *J Hand Surg Glob Online*, 2023, 5: 290-293.
- [17] Ko SY, Wong EM, Ngan TL, et al. Effects of virtual reality on anxiety and pain in adult patients undergoing wound-closure procedures; a pilot randomized controlled trial[J]. *Digit Health*, 2024, 10: 20552076241250157.
- [18] Ding L, Hua H, Zhu H, et al. Effects of virtual reality on relieving postoperative pain in surgical patients; a systematic review and meta-analysis[J]. *Int J Surg*, 2020, 82: 87-94.
- [19] Donghia R, Convertino S, Grasso M, et al. Effect of music therapy in patients undergoing endoscopy: pilot study of anxiety, pain, and cardiopulmonary parameters[J]. *Br J Surg*, 2023, 110: 1013-1014.
- [20] Tezcan B, Ademoglu D, Can M, et al. A randomized clinical trial on the effect of hypnosis on anxiety and pain in rigid cystoscopy patients[J]. *J Endourol*, 2021, 35: 47-53.
- [21] Basak T, Demirtas A, Yorubulut SM. Virtual reality and distraction cards to reduce pain during intramuscular benzathine penicillin injection procedure in adults; a randomized controlled trial[J]. *J Adv Nurs*, 2021, 77: 2511-2518.
- [22] Garrett B, Taverner T, Masinde W, et al. A rapid evidence assessment of immersive virtual reality as an adjunct therapy in acute pain management in clinical practice[J]. *Clin J Pain*, 2014, 30: 1089-1098.
- [23] Hoffman HG, Chambers GT, Meyer WJ 3rd, et al. Virtual reality as an adjunctive non-pharmacologic analgesic for acute burn pain during medical procedures[J]. *Ann Behav Med*, 2011, 41: 183-191.
- [24] Joo Y, Kim EK, Song HG, et al. Effectiveness of virtual reality immersion on procedure-related pain and anxiety in outpatient pain clinic: an exploratory randomized controlled trial[J]. *Korean J Pain*, 2021, 34: 304-314.
- [25] Tick H, Nielsen A, Pelletier KR, et al. Evidence-based nonpharmacologic strategies for comprehensive pain care; the consortium pain task force white paper[J]. *Explore (NY)*, 2018, 14: 177-211.

(收稿日期: 2024-05-25)

(本文编辑: 茹 实)