

# 虚拟现实技术在小儿外科围手术期健康教育中的应用：知晓率影响因素预测模型的构建与验证

汤雅<sup>1</sup>, 杨海滨<sup>2</sup>, 彭涛<sup>2</sup>, 杨建萍<sup>2</sup>, 罗晶<sup>1</sup>, 石秋霞<sup>1</sup>, 陈清雯<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>吉首大学第一附属医院小儿疝外科, 湖南 湘西

<sup>2</sup>吉首大学第一附属医院护理部, 湖南 湘西

收稿日期: 2026年2月3日; 录用日期: 2026年2月26日; 发布日期: 2026年3月4日

## 摘要

目的: 分析行VR的术前宣教后影响健康知晓率的因素, 并建立预测模型。方法: 2024~2025年我院进行外科手术的500例患者, 并随机将80%的病人纳入建模组(400例), 20%的病人纳入验证组(100例)。进行单因素及多因素Logistic回归分析时, 我们使用了SPSS25.0软件来鉴定潜在的影响因素。使用R 4.2.1软件构建了Nomogram预测模型, 通过绘制受试者操作特性(ROC)曲线并计算其曲线下面积(AUC), 评估了模型的区分能力。同时, 通过绘制校准曲线, 我们进一步评价了模型的校准精度。结果: 年龄、所在地区、文化程度、家长素养、诊断在影响健康知晓率存在差异性, Nomogram预测模型的AUC = 0.81% (95% CI: 75.8~86.0), 预测具有一定的预测能力。结论: VR技术干预效果受到患者年龄、地区、文化程度、家长素养以及诊断等多种因素的共同影响, 且预测模型具有良好的效果。

## 关键词

虚拟现实技术, 健康教育, 预测模型

# Application of Virtual Reality Technology in Perioperative Health Education for Pediatric Surgery: Development and Validation of a Predictive Model for Factors Influencing Awareness Rates

Ya Tang<sup>1</sup>, Haibin Yang<sup>2</sup>, Tao Peng<sup>2</sup>, Jianping Yang<sup>2</sup>, Jing Luo<sup>1</sup>, Qiuxia Shi<sup>1</sup>, Qingwen Chen<sup>1\*</sup>

\*通讯作者。

文章引用: 汤雅, 杨海滨, 彭涛, 杨建萍, 罗晶, 石秋霞, 陈清雯. 虚拟现实技术在小儿外科围手术期健康教育中的应用: 知晓率影响因素预测模型的构建与验证[J]. 临床医学进展, 2026, 16(3): 781-789. DOI: 10.12677/acm.2026.163848

<sup>1</sup>Department of Pediatric Hernia Surgery, The First Affiliated Hospital of Jishou University, Xiangxi Hunan

<sup>2</sup>Nursing Department, The First Affiliated Hospital of Jishou University, Xiangxi Hunan

Received: February 3, 2026; accepted: February 26, 2026; published: March 4, 2026

## Abstract

**Objective:** To analyze factors influencing health knowledge rates after preoperative education for VR procedures and establish a predictive model. **Methods:** From 2024 to 2025, 500 patients undergoing surgical treatment at our hospital were enrolled. Eighty percent (400 patients) were randomly assigned to the modeling group, and 20% (100 patients) to the validation group. Univariate and multivariate logistic regression analyses were performed using SPSS 25.0 software to identify potential influencing factors. A nomogram prediction model was constructed using R 4.2.1 software. The model's discriminatory ability was evaluated by plotting receiver operating characteristic (ROC) curves and calculating the area under the curve (AUC). Calibration accuracy was further assessed by plotting calibration curves. **Results:** Age, region, educational attainment, parental literacy, and diagnosis significantly influenced health knowledge rates. The nomogram prediction model demonstrated an AUC of 0.81 (95% CI: 0.758~0.860), indicating moderate predictive capability. **Conclusion:** The effectiveness of VR technology interventions is influenced by multiple factors including patient age, region, educational level, parental literacy, and diagnosis. The predictive model developed in this study exhibits satisfactory performance.

## Keywords

Virtual Reality Technology, Health Education, Predictive Model

Copyright © 2026 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 引言

外科手术是一项高度复杂且技术要求极高的医疗操作，其核心在于通过不同的手术方式进入人体表层或深部组织以实施治疗。在手术实施前，患者需在身心两方面获得充分准备，以保证手术顺利开展。其中，患者的积极配合是影响手术成败的关键因素之一[1]，然而，临床中大量患者由于对疾病缺乏充分了解，对手术程序知之甚少，常表现出恐惧、困惑等负性情绪，进而导致紧张、焦虑等心理反应的出现。此类不良情绪不仅会增强机体应激反应，使血压升高、心率加快等生理指标发生变化，不利于手术过程的平稳推进，还可能影响术后恢复进程。由此可见，在手术前实施有效干预以减轻患者的心理压力和生理应激反应尤为重要。

虚拟现实(virtual reality, VR)技术作为近年来迅速发展的新型人机交互技术，能够依托计算机软硬件构建逼真、可交互的三维虚拟环境，使体验者以第一视角沉浸于模拟情境中[2]。VR 技术通过视觉、听觉、触觉等多通道刺激，为用户提供沉浸式体验，并可通过 VR 头盔等终端设备实现实时互动反馈。其交互性、沉浸性和可控性等优势，使其在医学教育、康复训练、心理护理及疼痛管理等领域展现出广泛的应用前景[3] [4]，在手术宣教方面，VR 可将患者被推入手术室后的流程、术前准备及手术实施的关键环节以直观方式呈现，使患者在虚拟环境中提前“体验”手术全过程，从而加深其认知、减少未知带来的恐惧，提高术前准备依从性。

基于上述背景,本研究以吉首大学第一附属医院接受小儿外科手术治疗的 500 例患儿为研究对象,采用分组对照设计,探讨 VR 技术下的影响健康知晓率的因素。

## 2. 资料与方法

### 2.1. 一般资料

本研究采用随机数字表法,选取 2024 年 9 月至 2025 年 9 月在我院接受疝及阑尾炎外科手术的 500 例患者作为研究对象,并将其分为训练集与验证集。根据随机分配原则,其中 400 例纳入训练集,100 例纳入验证集。

纳入标准:

- (1) 符合外科手术治疗适应证,意识清楚,精神状态正常。
- (2) 患者及其监护人知情并签署知情同意书。
- (3) 因阑尾炎接受手术治疗。
- (4) 因小儿疝接受手术治疗。

排除标准:

- (1) 年龄 > 2 岁或 < 14 岁者。
- (2) 存在凝血功能障碍。
- (3) 合并严重全身感染。
- (4) 妊娠期或哺乳期患者。
- (5) 合并恶性肿瘤。
- (6) 既往有精神疾病史。
- (7) 伴严重呼吸系统或心血管系统疾病,难以耐受手术者。
- (8) 未行手术治疗。

### 2.2. 干预方法

#### 2.2.1. 低知晓组

术前 1 天(干预后)使用《疾病知识掌握情况调查表》进行评估,评价内容包括临床表现、手术方法、术后护理、发病原因及注意事项 5 个维度,每个维度均以 100 分为满分,得分越高表明患者对疾病相关知识的掌握程度越好。当 5 项总分 < 80 分时,认为健康教育知识知晓情况欠佳。

#### 2.2.2. 高知晓组

术前 1 天(干预后)使用《疾病知识掌握情况调查表》进行评估,评价内容包括临床表现、手术方法、术后护理、发病原因及注意事项 5 个维度,每个维度均以 100 分为满分,得分越高表明患者对疾病相关知识的掌握程度越好。当 5 项总分 > 80 分时,认为健康教育知识知晓情况优秀。

### 2.3. 观察指标

疾病知识掌握情况:基于 VR 技术的术前宣教干预。具体方法如下:在完成常规术前谈话后,由专人引导患者佩戴 VR 眼镜,观看预先拍摄并制作完成的术前宣教视频。视频内容涵盖手术全过程的关键环节,包括:(1) 术前准备与三方核查过程:由手术室护士、手术医生及麻醉医生带领患者以第一视角“进入”手术室环境,依次进行三方核查,重点演示对患者姓名、性别、年龄、住院号、拟行手术方式等一般资料的严格核对,并以通俗易懂的语言讲解相关疾病知识与手术大致流程,同时展示术野皮肤准备、静脉通路建立等操作步骤。(2) 麻醉诱导过程:模拟麻醉医师为患者开放静脉通路、连接心电监护设备、给

予吸氧等操作场景,使患者直观了解麻醉实施的主要步骤及注意事项。(3) 术毕麻醉苏醒过程:呈现麻醉医师在手术结束后唤醒患者的过程,以及气管插管留置与拔管的操作演示,使患者对术后苏醒阶段的体验有更为清晰的预期。术前 1 天使用《疾病知识掌握情况调查表》进行评估,评价内容包括临床表现、手术方法、术后护理、发病原因及注意事项 5 个维度,每个维度均以 100 分为满分,得分越高表明患者对疾病相关知识的掌握程度越好。

## 2.4. 统计学方法

对基线特征的描述采用相应的描述性统计方法。对于符合正态分布的连续变量,以均值  $\pm$  标准差 ( $\bar{x} \pm s$ ) 表示,组间比较采用独立样本  $t$  检验;对不符合正态分布的连续变量,以中位数及四分位数 [ $M (P_{25}, P_{75})$ ] 表示,并采用秩和检验进行比较。分类变量以频数和百分比 [ $n (%)$ ] 描述,组间比较采用卡方 ( $\chi^2$ ) 检验。首先对收集的临床资料进行单因素分析,以筛选与结局相关的潜在影响因素。随后将单因素分析中具有统计学意义的变量纳入多因素 Logistic 回归模型,采用逐步后退法 (backward stepwise) 筛选独立危险因素,并据此构建预测模型。模型通过列线图 (nomogram) 的形式进行可视化展示。模型性能从区分度和校准度两方面进行评估。区分度采用受试者工作特征曲线 (ROC) 及曲线下面积 (AUC) 衡量;校准度通过 Hosmer-Lemeshow 拟合优度检验以及绘制校准曲线 (calibration curve) 进行评价。所有统计分析均在 R 软件 (版本 4.2.1) 中完成。双侧检验中以  $P < 0.05$  为差异具有统计学意义。

## 3. 结果

### 3.1. 训练集低知晓率组及高知晓率组情况对比

共 400 例患者纳入训练集,根据《疾病知识掌握情况调查表》得分情况,将训练集分为两类:健康教育知识知晓情况一般组 77 例,健康教育知识知晓情况优秀组 323 例。

**Table 1.** Comparison of disease knowledge mastery between two groups in the training set  
**表 1.** 训练集两组疾病知识掌握情况比较

变量	高知晓率组(n = 323)	低知晓率组(n = 77)	t/z/ $\chi^2$	P
年龄(岁)	9.58 $\pm$ 2.35	8.7 $\pm$ 2.56	-2.02	0.04
性别, n (%)			0.15	0.881
女	221 (68.4)	52 (74.4)		
男	102 (31.6)	25 (25.6)		
所在地区, n (%)			-4.13	P < 0.05
城镇	226 (70)	35 (69.8)		
乡村	97 (30)	42 (30.2)		
文化程度, n (%)			-2.76	P < 0.05
小学以下	117 (36)	41 (65.1)		
小学及以上	206 (64)	36 (34.9)		
家长素养, n (%)			-5.22	P < 0.05
高中及以上	242 (10.8)	31 (11.6)		
高中以下	81 (89.2)	46 (88.4)		

续表

诊断, n (%)			6.12	P < 0.05
阑尾炎	95 (10.8)	46 (51.0)		
腹股沟疝	229 (89.2)	31 (49.0)		
身体质量指数(Kg/m <sup>2</sup> )	19.50 ± 2.99	19.36 ± 3.03	-1.62	0.105
是否第一次入院, n (%)			0.198	0.843
是	227	55		
否	96	22		

### 3.2. 训练集影响健康知晓率的多因素分析

在将单因素分析中具有统计学意义的变量(见表 1)纳入多因素 Logistic 回归模型后,结果显示:年龄、所在地区、文化程度、家长素养以及诊断均对预测患者健康教育知识知晓情况具有显著影响(P < 0.05),见表 2。上述因素被确定为行 VR 后健康教育知识知晓情况的关键独立预测因素。

**Table 2.** Multivariate Logistic regression analysis of the training set

**表 2.** 训练集多因素 Logistic 回归分析

变量	B	SE	Wald	P
年龄	0.17	0.05	8.78	P < 0.05
所在地区	-1.33	0.31	18.19	P < 0.05
文化程度	-0.72	0.29	6.08	0.014
家长素养	-1.49	0.31	22.69	P < 0.05
诊断	0.96	0.29	10.99	P < 0.05

### 3.3. 复发预测模型构建及列线图可视化

将多因素变量有统计学意义的根据中位数进行二分类处理,处理后行统计学分析后见表 3,根据表 3 行

**Table 3.** Predictors and statistical test results of the Logistic regression prediction model

**表 3.** Logistic 回归预测模型的预测因子及统计检验结果

变量	B	SE	Wald	P
年龄	0.17	0.05	8.78	P < 0.05
所在地区	-1.33	0.31	18.19	P < 0.05
文化程度	-0.72	0.29	6.08	0.014
家长素养	-1.49	0.31	22.69	P < 0.05
诊断	0.96	0.29	10.99	P < 0.05
常量	0.79	0.60	1.71	

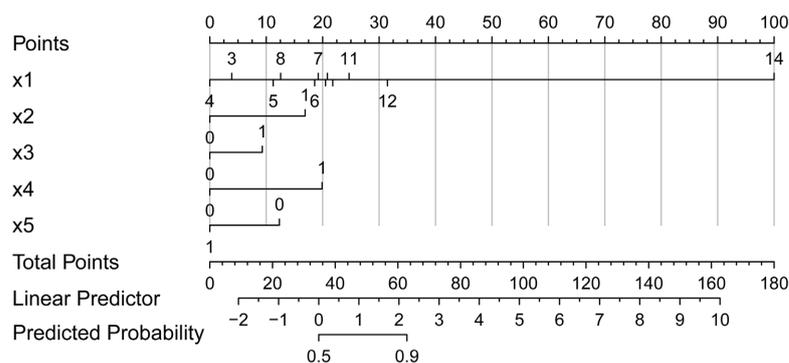
Logistic 回归预测模型的预测因子及统计检验结果中 B 值构建预测模型，公式为： $Prob = 1/(1 + e^{-Y})$ ， $Y = 0.79 + 0.17 * 年龄 - 1.33 * 所在地区(城镇记为 0, 农村记为 1) - 0.72 * 文化程度(学龄后组记为 1, 学龄前组记为 0) - 1.49 * 家长素养(高中及以上记为 1, 高中以下记为 0) + 0.96 * 诊断(腹股沟疝记为 1, 阑尾炎记为 0)$ 。

### 3.4. 构建并验证影响健康知晓率的预测模型

基于建模组多因素分析筛选出的 5 个独立危险因素构建 Nomogram 预测模型，用以预测是否行 VR 的术前宣教概率(见图 1)。Nomogram 显示，注意事项干预后值越大对是否行 VR 的术前宣教判断最大。发病原因干预后、临床表现干预后和手术方法干预后和手术配合干预后对是否行 VR 的术前宣教预测影响大致相同。所构建模型 AUC 为 0.81(见图 2)，验证队列 AUC 为 0.74(见图 3)，提示模型对于复发预测的能力较好，见图 2，图 3。模型的校准曲线显示了预测与观察之间一致性也较为不错，见图 4，图 5。

## 4. 讨论

本研究探讨了虚拟现实(Virtual Reality, VR)技术干预效果在不同患者特征人群中的差异，结果显示患者年龄、所在地区、文化程度、家长素养以及诊断均在不同程度上影响 VR 技术的应用效果。这一发现提示，VR 作为一种新兴的数字化干预手段，其效果不仅取决于技术本身，还受到个体及家庭社会学因素的显著影响。



注：x1 = 年龄；x2 = 所在地区；x3 = 文化程度；x4 = 家长素养；x5 = 诊断。

Figure 1. Column chart model of health education awareness effect

图 1. 健康教育知晓率效果列线图模型

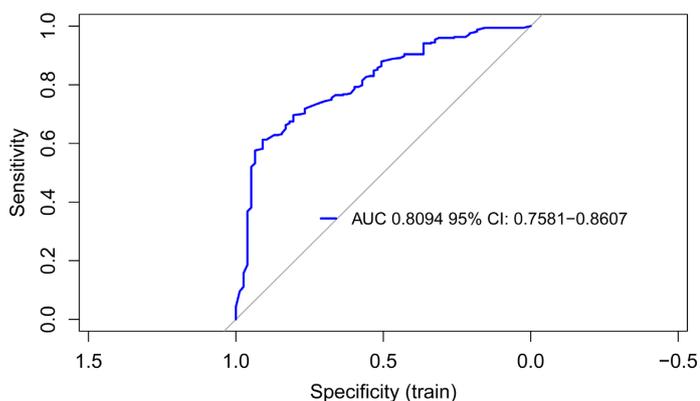


Figure 2. ROC curve of training set

图 2. 训练集 ROC 曲线

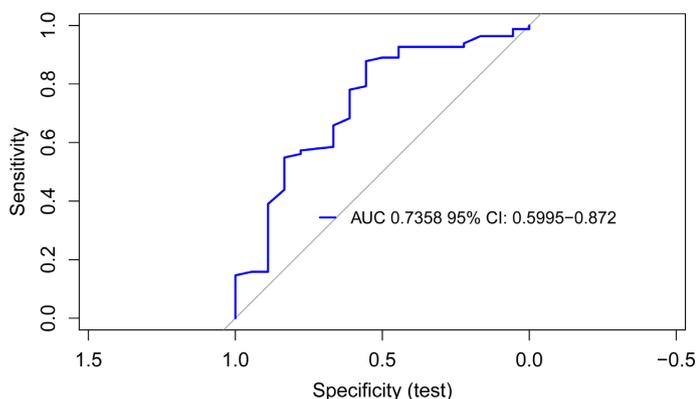


Figure 3. ROC curve of validation set

图 3. 验证集 ROC 曲线

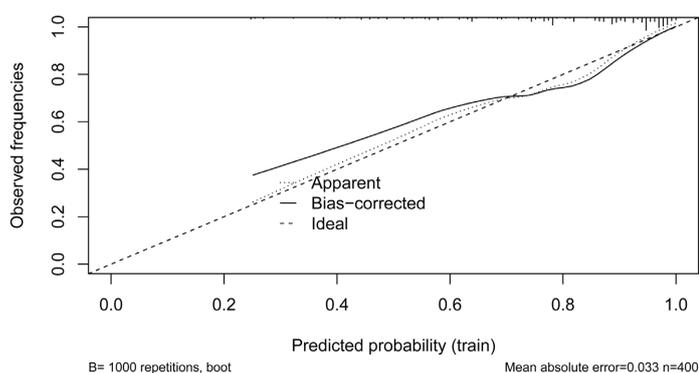


Figure 4. Preoperative education calibration curve of whether VR is applied to the training set

图 4. 训练集是否行 VR 的术前宣教校准曲线

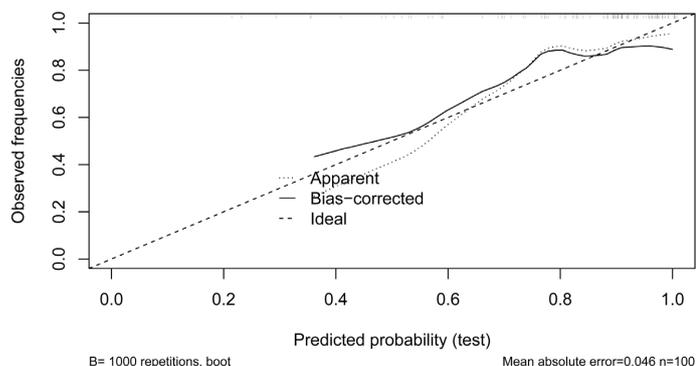


Figure 5. Preoperative education calibration curve for verifying whether VR is performed on the validation set

图 5. 验证集是否行 VR 的术前宣教校准曲线

虚拟现实(Virtual Reality, VR)技术是一种能够构建并呈现高度逼真虚拟环境的计算机模拟技术,具有沉浸性、交互性与控制性强等特点,近年来已在医学教育、康复训练、心理护理等多个医疗领域得到广泛应用[5][6],而其效果又受多方面因素影响,但使用VR效果存在差异,但总体趋势仍支持VR宣教的积极作用。VR宣教通过将手术准备、麻醉诱导及术后苏醒等关键环节以动态、直观、可重复观看的方式呈现,使患者更易理解并接受相关信息,加深对疾病和手术流程的认知。同时,该方式能够有效缓解患者对手术的不确定性和恐惧感,显著改善紧张、焦虑等心理反应,使其更积极地参与术前准备并主动配

合手术流程,从而减少因不配合带来的潜在风险,提高围手术期安全性[7][8]。同时,VR视频可作为患者术前复习与巩固知识的有效工具,使其能够在术前反复观看相关内容,从而进一步加强对手术流程及注意事项的理解。这种多次、可控、沉浸式的学习方式,不仅提升了健康教育的效率,还显著提高了患者对疾病及手术相关知识的掌握程度,进而改善术前准备的质量,有利于提高手术的整体质量与成功率。通过VR技术,患者能够以第一视角提前了解进入手术室后的全流程,包括麻醉诱导、手术实施直至麻醉苏醒的关键环节,使手术过程更加透明化、可预期。这种直观呈现有助于患者在术前建立合理心理预期,有效缓解紧张与焦虑情绪,同时减少因信息缺乏所引发的误解或恐惧,从而降低潜在医患矛盾,减少不必要的医疗纠纷[9][10]。本研究结果表明,不同年龄段患者对VR技术的干预反应存在差异。年龄较小的患儿在设备操作理解、虚拟情境适应等方面可能存在一定困难,而年龄较大的患儿更易被沉浸式虚拟情境吸引,参与度和依从性相对较高,从而有利于干预效果的发挥,进而影响干预效果。提示在临床应用中应根据不同年龄阶段的认知及行为特点,对VR干预内容和操作方式进行分层设计。而在地区因素方面,本研究发现不同地区患者的VR干预效果存在差异。分析其原因,可能与地区经济发展水平、医疗信息化程度及新技术普及程度不均衡有关。医疗资源相对丰富、信息获取渠道较多的地区,患者及家属对VR技术的认知和接受度较高,更有利于其干预效果的实现。相反,部分地区由于对VR技术了解不足,可能影响其应用依从性和实际效果。湘西属于偏远地区,城镇化水平相对较低,因此,在推广VR技术的过程中,应加强基层及欠发达地区的技术培训和健康宣教。在患儿文化程度方面,研究结果显示,小学及以上的患儿在VR技术干预中获益相对更明显。其可能原因在于该患儿的理解能力和学习能力较强,能够更好地掌握设备使用方法并理解干预内容,从而提高干预依从性和有效性。未接受义务教育的患儿在操作和理解方面可能存在一定困难,影响VR干预效果的充分发挥。提示临床应用中应优化VR内容的可理解性,简化操作流程,以提高不同文化层次患者的适用性。此外,本研究还发现家长素养对VR技术干预效果具有重要影响。家长素养较高者能够更好地理解干预目的,积极配合干预过程,并在患者使用VR过程中给予指导与监督。相反,家长支持不足可能在一定程度上限制VR技术的实际应用效果。因此,加强家长健康教育和相关技术培训,对提高VR技术干预效果具有积极意义。并且主诊断也对干预效果有一点影响,可以发现小儿疝的知晓率高于阑尾炎知晓率,可能是因为家长对于小儿疝有一个长期的了解过程,而阑尾炎属于急性病变,家属及患儿的了解情况没那么高,所以我们更加应该通过VR干预降低术前焦虑,不仅有助于改善患者的身心状态,也可能对术后疼痛管理和恢复过程产生积极影响[11],增强手术信心,降低生理应激反应,为手术顺利进行打下良好基础,从而获得更高的患者满意度[12][13]。

本研究虽取得较为积极的效果,但仍存在一定局限性。首先,本研究样本量相对有限,尽管已排除2岁以下幼儿,但年龄偏小的患者仍可能因认知能力差异导致结果产生一定偏倚。其次,本研究所采用的VR内容尚未覆盖手术过程的全部关键环节,未实现对整个手术流程的全方位呈现,可能影响其最大化干预效果。因此,未来研究有必要在多中心开展更大样本量的前瞻性研究,并在技术层面进一步丰富和优化VR内容,以全面评估基于VR的术前宣教对长期预后的影响。

综上所述,VR技术干预效果受到患者年龄、地区、文化程度、家长素养以及诊断等多种因素的共同影响。临床实践中应充分考虑上述因素,实施个体化、分层化的VR干预策略,以提高其临床应用价值。未来仍需在多中心、大样本研究基础上,进一步探讨不同社会人口学因素对VR技术干预效果的作用机制,为其规范化推广和应用提供循证依据。

## 基金项目

吉首大学校级科研项目资助(Jdzd24065)。

## 参考文献

- [1] 郑晓红, 王季芳, 郑克. 三种宣教模式在屈光术前风险告知中的效果研究[J]. 中国眼耳鼻喉科杂志, 2024, 24(3): 210-214.
- [2] 杨秋, 刘美连, 邵明霞, 等. 虚拟现实技术在国内外护理领域中应用的研究进展[J]. 护士进修杂志, 2023, 38(7): 620-623.
- [3] 田继红, 蒋岱. 从虚拟现实(VR)发展看未来医学教育的变革[J]. 中国管理信息化, 2017, 20(6): 209-210.
- [4] 周忠, 周颐, 肖江剑. 虚拟现实增强技术综述[J]. 中国科学:信息科学, 2015, 45(2): 157-180.
- [5] Taghian, A., Abo-Zahhad, M., Sayed, M.S. and Abd El-Malek, A.H. (2023) Virtual and Augmented Reality in Biomedical Engineering. *BioMedical Engineering Online*, **22**, Article No. 76. <https://doi.org/10.1186/s12938-023-01138-3>
- [6] 韩静, 张明生, 刘东伯, 等. 虚拟现实技术联合案例教学法在肿瘤康复治疗师教学中的应用分析[J]. 安徽医药, 2021, 25(9): 1905-1908.
- [7] 张兰. 基于 ERAS 理念的手术室护理路径在行腹腔镜胆囊切除术患者中的应用[J]. 实用中西医结合临床, 2023, 23(18): 117-119.
- [8] 徐建英, 徐蓉, 刘荣财, 等. 内镜下脑脊液鼻漏修补术前曼陀罗绘画干预配合健康宣教对患者焦虑程度及血流动力学的影响[J]. 浙江临床医学, 2022, 24(4): 594-595.
- [9] 陈美玲. 情景模拟联合 PBL 健康宣教在提高子宫肌瘤切除手术患者自我护理能力中的应用效果研究[D]: [硕士学位论文]. 十堰: 湖北医药学院, 2022.
- [10] 姜朝霞, 刘闽, 马雯. 虚拟现实技术在腹主动脉瘤介入治疗术前健康宣教中的应用[J]. 医学理论与实践, 2023, 36(17): 3035-3037.
- [11] Pekcan, Y.O., Tuncali, B. and Erol, V. (2023) Effect of Preoperative Anxiety Level on Postoperative Pain, Analgesic Consumption in Patients Undergoing Laparoscopic Sleeve Gastrectomy: An Observational Cohort Study. *Brazilian Journal of Anesthesiology*, **73**, 85-90. <https://doi.org/10.1016/j.bjane.2021.11.003>
- [12] 赵莹莹. 两种视频宣教方法对 PCI 住院患者健康教育效果的比较研究[D]: [硕士学位论文]. 石河子: 石河子大学, 2017.
- [13] 郭阳阳, 张倩, 严丽洁, 等. “门诊-病区-手术室”三位一体宣教模式对乳腺癌患者焦虑标志物水平的影响[J]. 中国临床研究, 2024, 37(3): 473-476.