

# Simodont 系统辅助照明条件 对口腔临床技能训练的影响



扫码阅读电子版

吴雁格<sup>1</sup> 阿依宝塔·沙那别克<sup>1</sup> 周璐平<sup>1</sup> 吕嘉怡<sup>1</sup> 郑庆华<sup>2</sup> 王诗达<sup>2</sup> 王亚<sup>2</sup>

<sup>1</sup>口腔疾病研究国家重点实验室,国家口腔疾病临床医学研究中心,四川大学华西口腔医学院,成都 610041; <sup>2</sup>国家级实验教学示范中心,四川大学华西口腔医学院,成都 610041

通信作者:王亚,Email:wy345345@163.com

**【摘要】** 目的 探讨Simodont虚拟仿真系统中虚拟涡轮机机头的辅助光照对实际操作的影响,为口腔临床技能训练提供指导。方法 选取四川大学华西口腔医学院口腔医学专业本科生56人为研究对象,按随机数表法随机分为两组,实验组(虚拟仿真牙科训练机的涡轮机头的辅助灯处于打开状态)和对照组(虚拟仿真牙科训练机的涡轮机头的辅助灯处于关闭状态)的学生分别使用Simodont虚拟仿真系统在不同辅助光照情况下进行练习和考核,并在临床冷光灯条件下使用玻璃板模拟临床操作,采用 $t$ 检验对比分析两组的得分。并通过问卷调查了解学生的使用体验。结果 不同辅助光照条件下,Simodont虚拟训练机操作总分( $t=1.342, P=0.181$ )和临床冷光灯条件下玻璃板的操作结果( $t=-0.585, P=0.561$ )差异均无统计学意义;但Simodont总分构成项中“Leeway sides(洞缘偏差)”项有光组学生分数为 $5.38 \pm 4.69$ ,大于无光组分数( $4.32 \pm 2.92$ ),差异有统计学意义( $t=2.252, P=0.025$ )。结论 尚不能认为Simodont系统在有辅助灯的情况下可以影响医学生的培训效果,但在有辅助照明的情况下操作可能更容易误碰到规定区域边界的侧方。问卷结果显示,Simodont虚拟仿真系统是一种值得推广的教学模式。

**【关键词】** 口腔临床技能培训; 虚拟现实技术; Simodont系统; 辅助照明

**基金项目:**四川大学大学生创新创业训练计划(201710612189)

**引用著录格式:**吴雁格,阿依宝塔·沙那别克,周璐平,等. Simodont系统辅助照明条件对口腔临床技能训练的影响[J/CD]. 中华口腔医学研究杂志(电子版), 2020, 14(6):377-383.

DOI:10.3877/cma.j.issn.1674-1366.2020.06.007

## Effect of auxiliary illumination of Simodont dental trainer on oral clinical skill training

Wu Yan<sup>1</sup>, Ayibaota·Shanabieke<sup>1</sup>, Zhou Luping<sup>1</sup>, Lyu Jiayi<sup>1</sup>, Zheng Qinghua<sup>2</sup>, Wang Shida<sup>2</sup>, Wang Ya<sup>2</sup>

<sup>1</sup>State Key Laboratory of Oral Diseases & National Clinical Research Center for Oral Diseases & West China School of Stomatology, Sichuan University, Chengdu 610041, China; <sup>2</sup>National Central Lab for Stomatology Education & West China School of Stomatology, Sichuan University, Chengdu 610041, China  
Corresponding author: Wang Ya, Email:wy345345@163.com

**【Abstract】 Objective** To investigate the effect of the auxiliary illumination of virtual turbine head on operation in Simodont Dental Trainer and to help instruct oral clinical skill training. **Methods** Fifty-six undergraduates majored in stomatology in West China School of Stomatology were randomly distributed into two groups according to the method of random number table. Students in the experimental group (with auxiliary illumination of virtual turbine head on operation in Simodont Dental Trainer) and the control group (without auxiliary illumination of virtual turbine head on operation in Simodont Dental Trainer) were practiced and tested under different auxiliary light conditions through Simodont, and glass plates were used to simulate clinical operations under clinical cold light. The scores of the two groups were compared by  $t$ -test. Students' perception of use experience was analyzed through questionnaires. **Results** There was no significant difference in the total score of Simodont ( $t=1.342, P=0.181$ ) and the result of glass plate

( $t = -0.585, P = 0.561$ ), but the score of Leeway sides in the light group was higher than that in the non-light group ( $t = 2.252, P = 0.025$ ). **Conclusions** It was not yet believed that the auxiliary illumination of Simodont Dental Trainer can affect the training effect of dental students, but it may be easier to mistakenly touch the boundary of the prescribed area when operating with auxiliary illumination. The result of the questionnaire showed that the Simodont Dental Trainer was of high recommendation in the dental preclinical teaching.

**【Key words】** Oral clinical skills training; Virtual reality; Simodont Dental Trainer; Auxiliary illumination

**Fund program:** Training Program of Innovation and Entrepreneurship for Undergraduates of Sichuan University (201710612189)

DOI:10.3877/cma.j.issn.1674-1366.2020.06.007

口腔医学是一门实践性很强的学科,所有的治疗都需要医生的精细操作,而对口腔医学生实践技能的培养已成为口腔医学教育的关键<sup>[1]</sup>。目前,我国的口腔临床技能训练主要以离体牙和人工塑料牙灌制的石膏模型联合仿头模训练系统为主。然而离体牙获取数量有限,而仿真牙又存在结构简单、与离体牙材质差别大等缺点<sup>[2-3]</sup>,这些因素对临床教学的顺利实施产生了不利影响。

随着科技的发展,近年来虚拟现实技术(virtual reality, VR)逐渐被认可并应用于医学教学中<sup>[4-7]</sup>。三维虚拟仿真互动软件和虚拟课堂的应用使教学模式得以实现重复性和可逆性,对提高医学教学质量起到了极大的促进作用<sup>[3,8]</sup>。为顺应虚拟仿真技术在口腔医学教育的发展趋势,四川大学华西口腔医学院于2013年引进了美国Moog(穆格)公司与荷兰阿姆斯特丹牙科学术中心(ACTA)联合开发的Simodont数字化虚拟仿真牙科培训系统。应用该系统时,操作者只需戴上3D眼镜就可以在观察屏上清晰地看到牙齿与器械的3D影像<sup>[9]</sup>,在钻磨操作时还可以获得临床钻磨患牙时真实的力学感受<sup>[3,10]</sup>,Simodont系统甚至还能模拟涡轮机机头的辅助照明环境、显微镜下的放大操作、机头出水的喷雾效果等临床的不同操作情况<sup>[11]</sup>。利用VR能让操作者感受到临床治疗患者时的真实操作体验,以逼真的方式指导学生精确地掌握去龋备洞、窝洞充填等技能<sup>[9]</sup>。然而,在实际运用中,虚拟三维口腔技能训练机不同的环境模拟情况可能会影响其对口腔学生的训练效果,有无辅助照明就是其中一种。

本研究旨在评估在应用Simodont系统时,当虚拟仿真牙科训练机的涡轮机头的辅助灯处于打开和关闭的两种不同工作环境下,零操作基础的口腔医学本科生的临床技能训练的效果对比。并通过

问卷调查的形式了解学生的使用体验。

## 对象与方法

### 一、研究对象

选取四川大学华西口腔医学院2015级口腔医学专业本科生共56人,除早期见习外,这些学生均未正式进入临床实习,也从未使用过Simodont系统。

### 二、研究方法

实验流程见图1,具体如下。

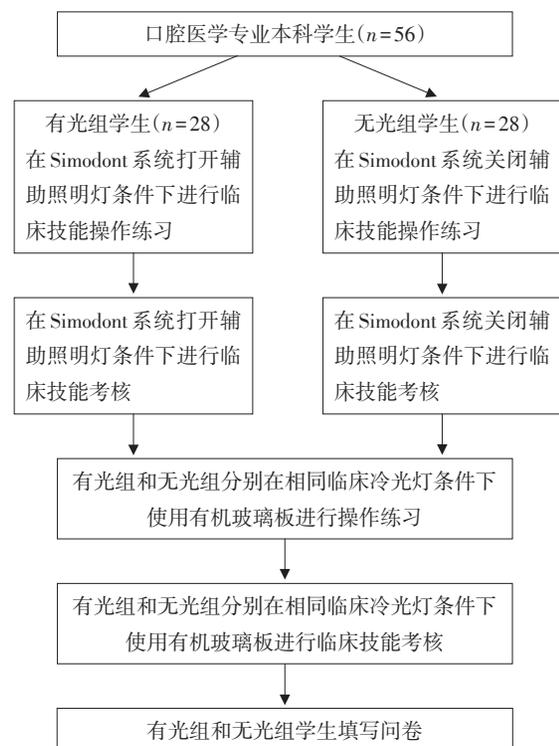


图1 实验流程图 有光组为有辅助光照组,无光组为无辅助光照组

1. 编写教材和问卷:按照 Simodont 数字化虚拟仿真培训系统的英文说明书编写《Simodont 系统操

作说明手册》,主要包括对系统的总体介绍、操作界面的分区讲解、操作步骤和评分细则等。编写《虚拟三维口腔技能训练机问卷调查》,包括对Simodont系统的使用体验,尤其是操作过程中光照对实际操作的影响。参考Simodont手部技能训练模块设计临床冷光灯考核图案(图2),并制定考核要求。

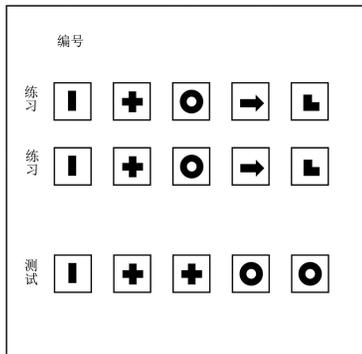


图2 临床冷光灯条件下用于练习和考核的有机玻璃板设计图

2. 实验分组:按照高等教育出版社《医学统计学》中随机数表法对56名学生进行随机分组,分为有光组(有辅助光照组)和无光组(无辅助光照组),每组28人。

3. 规范化培训:讲解《Simodont系统操作说明手册》,使学生了解Simodont系统的使用方法。讲解临床冷光灯下玻璃板操作的考核要求,使学生熟悉评分标准。向学生讲解具体的实验流程以及注意事项,并对学生提出的问题及时解释说明。

4. 练习和考核过程:统一组织两组学生利用Simodont数字化虚拟仿真培训系统以Demo User账号进行自由练习,遇到问题及时进行反馈和指导,时间为30 min;练习时间结束后,安排学生以前期注册的个人账号进入Simodont考核系统进行考核,在考核前明确告知学生考试限定时间和要求。其中有光组学生在Simodont系统打开辅助照明灯条件下进行临床技能操作练习和考核,无光组学生则在关闭辅助照明灯条件下进行练习和考核,其余条件保持一致,由实验人员提前做好Simodont系统的相关设置(图3)。

随后,安排两组学生使用有机玻璃板进行操作(图3),玻璃板厚度为6 mm,操作车针为裂钻(工作端为4 mm长平头斜锯齿刃锥形),模拟备洞洞型图案见设计图(图2),辅助光源使用仿头模的灯源设备(即临床冷光灯条件)。两组学生首先在有机玻璃板上进行30 min的洞型预备练习,随后进行限



图3 实验练习和考核过程 A:学生操作Simodont系统;B:学生操作有机玻璃板;C:有机玻璃板操作结果

时考核,最后由实验人员盲法目测评估等级评分,对学生预备的有机玻璃板进行质量评估。

5. 问卷调查:采用无记名的方法进行,要求学生在限定时间内完成《虚拟三维口腔技能训练机问卷调查》,包括Simodont系统操作体验,有机玻璃板操作体验,以及本次实验的设计合理性(图4)。

6. 临床冷光灯操作量化考核方法:对临床冷光灯条件下玻璃板操作结果进行目测评估等级评分,并将其量化为分数,分别为5、4、3、2、1、0。评分内容及标准参考口腔执业医师实践技能考试GV. Black I类洞评分标准,具体的评分细则见表1。

### 三、统计学处理方法

使用SPSS 21.0统计软件对数据进行统计学分析。有光组和无光组操作的总体得分情况,有光组和无光组操作的各项分数构成差异,不同组学生对不同光照条件操作的主观评价均采用独立样本 $t$ 检验进行比较。以 $P < 0.05$ 认为差异有统计学意义。

## 结 果

### 一、不同光照条件下操作的总体得分情况

不同光照条件下操作的总体得分情况如表2所

### 虚拟三维口腔技能训练机问卷调查

完全不符合=1, 比较不符合=2, 不确定=3, 比较符合=4, 完全符合=5

1. 我能很快适应虚拟仿真系统的操作并开始练习
2. 我觉得虚拟仿真系统对实际操作的模拟很真实
3. 我觉得75%的Target比较容易达到
4. 我在达到75%的Target后还想继续操作以获得更高的分数
5. 我在虚拟系统上操作时看不清侧边界(Leeway sides)容易扣分甚至穿髓
6. 我在虚拟系统上操作时看不清底边界(Leeway bottom)容易扣分甚至穿髓
7. 我觉得虚拟系统的光照比较刺眼而影响了我的成绩
8. 我觉得在虚拟仿真系统上操作时间比较长而我的疲劳影响了我的成绩
9. 我觉得在玻璃板上操作时喷水和卡针等问题影响了我的成绩
10. 我觉得30分钟的考试时长很合适
11. 我觉得若考试时间更长(足够长)的话我能获得更好的成绩
12. 在虚拟仿真系统的练习与操作对我在临床操作有很大帮助
13. 我觉得穆格的照明感受非常接近临床冷光灯条件下的照明
14. 相比临床操作(玻璃板), 我更倾向于用虚拟系统来练习, 提高技能
15. 我觉得穆格Simodont虚拟仿真系统总体来说是一个非常好的发明

图4 虚拟三维口腔技能训练机问卷调查

表1 临床冷光灯条件下玻璃板操作考核评分细则

| 分数 | 评分标准   |
|----|--|
| 5  | 完成所要求的任务, 图形线条轮廓清晰<br>窝洞深度保证2 mm左右, 底平壁直点线角圆钝<br>无穿髓及破坏牙体健康组织              |
| 4  | 完成所要求的任务, 图形线条轮廓基本清晰<br>窝洞深度基本保证2 mm左右, 基本满足底平壁直点线角圆钝<br>无穿髓及破坏牙体健康组织      |
| 3  | 完成所要求的任务的80%, 能看出图形线条轮廓<br>窝洞深度基本保证1~3 mm左右, 基本满足底平壁直点线角圆钝<br>无穿髓及破坏牙体健康组织 |
| 2  | 完成所要求的任务的60%, 能看出图形线条轮廓<br>窝洞深度基本保证1~3 mm左右, 大致满足底平壁直点线角圆钝<br>无穿髓及破坏牙体健康组织 |
| 1  | 完成所要求的任务的30%, 能基本看出图形轮廓<br>有一定的窝洞深度, 有一定的底平壁直点线角圆钝<br>无穿髓及破坏牙体健康组织         |
| 0  | 穿髓或破坏牙体健康组织  |

示。虚拟三维口腔技能训练机分数( $t=1.342, P=0.181$ )和临床冷光灯条件下玻璃板分数( $t=-0.585, P=0.561$ )差异均无统计学意义。

## 二、不同光照条件下操作的各项分数构成的差异

不同光照条件下操作的各项分数构成的差异如表3所示。虚拟三维口腔技能训练机总分的五项构成因素中有且仅有洞缘偏差(Leeway sides)一项有统计学意义, 有光组 Leeway sides 平均分数为  $5.38 \pm 4.69$ , 无光组为  $4.32 \pm 2.92$ , 两组比较差异有统计学意义( $t=2.252, P=0.025$ )。

### 三、学生对于穆格系统的评价

1. 学生对 Simodont 系统的总体评价: 学生对 Simodont 系统的总体评价如表4所示。所有针对穆格 Simodont 虚拟仿真系统的正向评价的题目的评分均值都大于3, 且相当一部分题目的均值大于4。

2. 不同组学生对不同光照条件操作的主观评价: 不同组学生对不同光照条件操作的主观评价如表5所示: “我在虚拟系统上操作时看不清侧边界(Leeway sides)容易扣分甚至穿髓”( $t=2.257, P=0.030$ ); “我觉得虚拟系统的光照比较刺眼而影响了我的成绩”( $t=2.609, P=0.013$ ); “我觉得在虚拟仿真系统上操作时间比较长而我的疲劳影响了我的成绩”( $t=2.026, P=0.050$ ); 有光组学生对这3道题的认可度更高, 差异有统计学意义。

## 讨论

数字化虚拟仿真培训系统将虚拟仿真技术与口腔临床技能训练完美结合, 很大程度上减轻了教学的难度与成本。在口腔医学教育逐渐发展的今日, 将虚拟仿真技术应用到更多的技能训练领域似乎已经是一个必然趋势<sup>[3]</sup>。以 Simodont 系统为例, VR 的应用不仅节约了昂贵的离体牙或人工塑料牙的所需费用, 还能无限循环利用, 在伦理和环保问题上增加可行性<sup>[2]</sup>。而且相比离体牙操作, Simodont 系统所使用的虚拟牙齿可以显示多种类型口腔疾病患者的病变牙齿。通过设置不同的密度参数, 从而模拟釉质、牙本质, 甚至是龋洞和根部牙骨质的真实触觉感受, 让学生能直观清晰地感受不同情况、不同疾病的发展, 而不会受限于现实模型所能提供的学习效果<sup>[12]</sup>。

表2 不同光照条件下操作的总体学生得分情况( $\bar{x} \pm s$ )

| 操作项目          | 有光组( $n=28$ )     | 无光组( $n=28$ )     | $t$ 值  | $P$ 值 |
|---------------|-------------------|-------------------|--------|-------|
| 虚拟三维口腔技能训练机操作 | $69.66 \pm 17.52$ | $66.31 \pm 23.19$ | 1.342  | 0.181 |
| 临床冷光灯条件下玻璃板操作 | $2.32 \pm 1.70$   | $2.59 \pm 1.74$   | -0.585 | 0.561 |

**表3** 不同光照条件下操作的各项学生分数构成的差异( $\bar{x} \pm s$ )

| 项目   | 有光组(n=28)   | 无光组(n=28)   | t值     | P值     |
|------|-------------|-------------|--------|--------|
| 目标分  | 83.14±10.89 | 80.34±12.78 | 1.953  | 0.052  |
| 洞底偏差 | 5.79±4.49   | 5.10±3.32   | 1.448  | 0.149  |
| 洞缘偏差 | 5.38±4.69   | 4.32±2.92   | 2.252  | 0.025* |
| 底穿   | 0.04±0.20   | 0.09±0.29   | -1.550 | 0.123  |
| 侧穿   | 0.00±0.00   | 0.01±0.09   | -1.000 | 0.319  |

注:\*P<0.05表示两组间差异具有统计学意义;目标分(Target):本实验设置为75%;洞底偏差(Leeway bottom):底边界的临界状态,从已获得的目标分中扣除;洞缘偏差(Leeway sides):侧边界的临界状态,从已获得的目标分中扣除;底穿(Container bottom):出现底穿时总分直接记为零分;侧穿(Container sides):出现侧穿时总分直接记为零分;当Container bottom和Container sides均为零时,总分=Target-(Leeway bottom)-(Leeway sides)

以往关于VR的研究多着眼于应用Simodont等系统对提升学生临床技能的有效性<sup>[13-14]</sup>,亦或者将虚拟仿真技术与传统教学模式的应用效果相比较<sup>[15-17]</sup>,而探讨Simodont系统本身不同的环境模拟情况对口腔技能训练的影响的研究较少。国外de Boer等<sup>[18]</sup>探讨了Simodont系统的力反馈对学生操作成绩的影响,而在本实验中,设计了有无涡轮机机头辅助照明这一变量,旨在为Simodont系统在口腔临床技能训练的应用提供指导。

本实验显示,有光组学生和无光组学生的虚拟三维口腔技能训练机分数以及临床冷光灯条件下玻璃板分数差异均无统计学意义,总体上看尚不能

**表4** 学生对Simodont系统的总体评价( $\bar{x} \pm s, n=56$ )

| 问卷项目                                    | 评分        |
|---|-----------|
| 我能很快适应虚拟仿真系统的操作并开始练习                    | 4.20±0.64 |
| 我觉得虚拟仿真系统对实际操作的模拟很真实                    | 4.10±0.63 |
| 我觉得75%的Target比较容易达到                     | 4.20±0.81 |
| 我在达到75%的Target后还想继续操作以获得更高的分数           | 4.61±0.59 |
| 我在虚拟系统上操作时看不清侧边界(Leeway sides)容易扣分甚至穿髓  | 3.61±1.05 |
| 我在虚拟系统上操作时看不清底边界(Leeway bottom)容易扣分甚至穿髓 | 3.59±1.12 |
| 我觉得虚拟系统的光照比较刺眼而影响了我的成绩                  | 2.83±0.97 |
| 我觉得在虚拟仿真系统上操作时间比较长而我的疲劳影响了我的成绩          | 3.05±1.12 |
| 我觉得在玻璃板上操作时喷水和卡针等问题影响了我的成绩              | 3.95±0.87 |
| 我觉得30 min的考试时长很适合                       | 3.73±0.81 |
| 我觉得若考试时间更长(足够长)的话我能获得更好的成绩              | 3.49±1.03 |
| 在虚拟仿真系统的练习与操作对我在临床操作有很大帮助               | 4.27±0.84 |
| 我觉得穆格的照明感受非常接近临床冷光灯条件下的照明               | 3.49±0.90 |
| 相比临床操作(玻璃板),我更倾向于用虚拟系统来练习,提高技能          | 3.83±1.09 |
| 我觉得穆格Simodont虚拟仿真系统总体来说是一个非常好的发明        | 4.46±0.60 |

注:完全不符合=1,比较不符合=2,不确定=3,比较符合=4,完全符合=5

**表5** 不同组学生对不同光照条件操作的主观评价( $\bar{x} \pm s$ )

| 问卷题目                                    | 有光组(n=28) | 无光组(n=28) | t值     | P值     |
|---|-----------|-----------|--------|--------|
| 我能很快适应虚拟仿真系统的操作并开始练习                    | 4.14±0.48 | 4.25±0.79 | -0.524 | 0.604  |
| 我觉得虚拟仿真系统对实际操作的模拟很真实                    | 4.14±0.65 | 4.05±0.60 | 0.471  | 0.640  |
| 我觉得75%的Target比较容易达到                     | 4.14±0.73 | 4.25±0.91 | -0.417 | 0.679  |
| 我在达到75%的Target后还想继续操作以获得更高的分数           | 4.71±0.46 | 4.50±0.69 | 1.164  | 0.253  |
| 我在虚拟系统上操作时看不清侧边界(Leeway sides)容易扣分甚至穿髓  | 3.95±0.80 | 3.25±1.16 | 2.257  | 0.030* |
| 我在虚拟系统上操作时看不清底边界(Leeway bottom)容易扣分甚至穿髓 | 3.90±0.77 | 3.25±1.33 | 1.915  | 0.065  |
| 我觉得虚拟系统的光照比较刺眼而影响了我的成绩                  | 3.19±0.75 | 2.45±1.05 | 2.609  | 0.013* |
| 我觉得在虚拟仿真系统上操作时间比较长而我的疲劳影响了我的成绩          | 3.38±0.97 | 2.70±1.17 | 2.026  | 0.050* |
| 我觉得在玻璃板上操作时喷水和卡针等问题影响了我的成绩              | 4.10±0.70 | 3.80±1.01 | 1.096  | 0.280  |
| 我觉得30 min的考试时长很适合                       | 3.71±0.72 | 3.75±0.91 | -0.140 | 0.889  |
| 我觉得若考试时间更长(足够长)的话我能获得更好的成绩              | 3.57±0.93 | 3.40±1.14 | 0.529  | 0.600  |
| 在虚拟仿真系统的练习与操作对我在临床操作有很大帮助               | 4.24±0.89 | 4.30±0.80 | -0.234 | 0.816  |
| 我觉得穆格的照明感受非常接近临床冷光灯条件下的照明               | 3.48±0.98 | 3.50±0.83 | -0.084 | 0.934  |
| 相比临床操作(玻璃板),我更倾向于用虚拟系统来练习,提高技能          | 3.76±1.09 | 3.90±1.12 | -0.400 | 0.691  |
| 我觉得穆格Simodont虚拟仿真系统总体来说是一个非常好的发明        | 4.43±0.60 | 4.50±0.61 | -0.380 | 0.706  |

注:\*P<0.05表示两组间差异具有统计学意义

认为虚拟三维口腔技能训练机在有无辅助光照条件下对口腔医学生的临床技能培训效果有影响。而现有的分数差异可能是由偶然误差引起的,比如学生本身的体力、态度和注意力的集中程度等,这些都是实验设计过程中不可避免的因素。值得注意的是本实验关于不同光照条件下操作的各项分数构成差异的统计分析。虚拟三维口腔技能训练机的总分与5项因素密切相关,其中 Leeway sides 一般译为洞缘偏差,应从已完成的 Target 中扣除相应分数。有光组此项分数大于无光组,提示在使用 Simodont 系统进行操作时,有辅助照明的情况下更容易误碰到规定区域边界的侧方,即在 Leeway sides 一项中更容易失误,这一方面无辅助光照条件下的操作更优。

问卷调查的结果也非常支持上述结论。“我在虚拟系统上操作时看不清侧边界(Leeway sides)容易扣分甚至穿髓”“我觉得虚拟系统的光照比较刺眼而影响了我的成绩”这两道题都直接提到了光照对操作的影响。“我觉得在虚拟仿真系统上操作时间比较长而我的疲劳影响了我的成绩”一题虽然从题干来看更关注于疲劳,但是除了时间引起的操作疲劳,也可能还有过于强烈的光照引起的视觉疲劳。目前并没有文献明确指出减少操作时间,或佩戴保护眼镜等会更有利于虚拟三维口腔技能训练机的操作,仅有人体工程学方面的文献指出视觉辐辏调节冲突(vergen-accommodation conflict, VAC)是虚拟环境中视觉疲劳的主要原因<sup>[19]</sup>,也有问卷调查显示 58% 的学生同意长时间佩戴 Simodont 系统的 3D 眼镜进行操作会有头晕的感觉<sup>[11]</sup>,虽然这些观点并不直接涉及辅助光照的影响,但这些研究结论的方向与本实验是一致的。

但是,需要指出的一点是,这是建立在 Simodont 虚拟三维口腔技能训练机的屏幕背景光照充足的前提下再讨论虚拟涡轮机的辅助照明的效果。本实验全程在华西口腔医学院实验教学示范中心进行,基础光照充足,确保实验的顺利进行,针对性研究基础光照充足的条件下辅助光照对实验结果的影响。如果本身的基础光照不充足,使用者的练习和测试过程均可能受到不同程度的影响,那辅助照明的必要性就是另一种试验情况了。另外,Simodont 对涡轮机辅助照明的模拟与临床不可能完全一致,临床操作中涡轮机有辅助灯条件下是否会影响学生对侧边界的判定还有待研究。

此外,实验过程中仍然存在一些需要完善和提高的部分。相比虚拟三维口腔技能训练机客观专业的评分系统,玻璃板的分数划分采取的是基于各玻璃板之间比较的一种优劣排序,参考标准还不够细化和权威,虽然实验人员经验丰富,组间一致性也满足实验要求,但这种评分方式仍然不能完全避免主观因素,且等级评分相比数字化评估系统必然有信息损失,这也是玻璃板实验结果阴性的可能原因之一。其次,临床磨刻玻璃板的真实操作环境和虚拟的理想环境有很大出入,问卷结果也显示会出现卡车针、针头黏附碎屑、不断有水喷出等可能影响磨刻效果的情况,学生可能不能很好的联系之前在虚拟训练机上的操作体验。这些问题应当在以后的研究中不断完善,深入研究,力求克服上述问题造成的影响。

总而言之,Simodont 数字化虚拟仿真培训系统可反复使用,节约时间和空间,操作安全方便,记录精细,可大大改善教学质量。参与本实验的学生对于 Simodont 系统认可度非常高,愿意选择 Simodont 系统进行操作练习。虽然 Simodont 系统并不能完全取代传统的教学模式<sup>[20]</sup>,不能使用虚拟技术作为唯一的教学方法<sup>[21]</sup>,但它仍然是一种值得推广的有效提高教学效果的系统。除了本实验关于辅助照明对于口腔临床技能训练的影响,Simodont 系统对其他不同环境的模拟情况也是值得继续探讨的问题,对这些因素的研究将使 Simodont 在口腔医学教学领域的应用更为精准有效。

**利益冲突** 所有作者均声明不存在利益冲突

#### 参 考 文 献

- [1] 张文,王冠博,凌均荣,等. Simodont 虚拟仿真系统和 KaVo 仿真头模在龋病学实验课教学中的联合应用[J/CD]. 中华口腔医学研究杂志(电子版), 2015, 9(3): 226-231. DOI: 10.3877/cma.j.issn.1674-1366.2015.03.009.
- [2] 柳毅,郑园娜,刘月莲,等. 虚拟实验室 Simodont 在荷兰口腔医学教学中的应用简介[J]. 上海口腔医学, 2013, 22(2): 237-239.
- [3] 石巧,侯建霞. 虚拟现实技术在口腔诊疗操作培训中的应用[J]. 国际口腔医学杂志, 2015, 42(1): 69-74. DOI: 10.7518/gjkq.2015.01.018.
- [4] Gorman PJ, Meier AH, Rawn C, et al. The future of medical education is no longer blood and guts, it is bits and bytes[J]. Am J Surg, 2000, 180(5): 353-356. DOI: 10.1016/s0002-9610(00)00514-6.
- [5] 冯军,胡晓松. 虚拟仿真技术在医学实验教学中的应用[J]. 科技创新导报, 2015, 12(20): 118-119. DOI: 10.3969/j.issn.1674-

- 098X.2015.20.076.
- [6] Huang TK, Yang CH, Hsieh YH, et al. Augmented reality (AR) and virtual reality (VR) applied in dentistry [J]. *Kaohsiung J Med Sci*, 2018, 34(4): 243-248. DOI: 10.1016/j.kjms.2018.01.009.
- [7] Joda T, Bornstein MM, Jung RE, et al. Recent Trends and Future Direction of Dental Research in the Digital Era [J]. *Int J Environ Res Public Health*, 2020, 17(6): 1987. DOI: 10.3390/ijerph17061987.
- [8] Pohlenz P, Grobe A, Petersik A, et al. Virtual dental surgery as a new educational tool in dental school [J]. *J Craniomaxillofac Surg*, 2010, 38(8): 560-564. DOI: 10.1016/j.jcms.2010.02.011.
- [9] 王冠博,张婧,张文. Simodont 虚拟仿真系统在龋病学实验课教学中的应用[J]. *中国医学教育技术*, 2017, 31(1): 33-37. DOI: 10.13566/j.cnki.cmet.cn61-1317/g4.201701010.
- [10] 周学东,张凌琳,叶玲,等. 虚拟仿真技术在口腔医学教育领域的应用[J]. *实验技术与管理*, 2014, 31(5): 4-6, 16. DOI: 10.16791/j.cnki.sjg.2014.05.002.
- [11] 权晶晶,韦曦,俞笑冉,等. Simodont 虚拟仿真评分与传统主观评分在龋病备洞实验教学中的比较分析[J/CD]. *中华口腔医学研究杂志(电子版)*, 2017, 11(4): 242-245. DOI: 10.3877/cma.j.issn.1674-1366.2017.04.010.
- [12] 王艳红,朱晓华,李斯文,等. 虚拟实验室 Simodont 系统用于口腔医学窝洞预备教学的效果评价[J/CD]. *中华口腔医学研究杂志(电子版)*, 2017, 11(2): 119-125. DOI: 10.3877/cma.j.issn.1674-1366.2017.02.010.
- [13] Murbay S, Neelakantan P, Chang J, et al. Evaluation of the introduction of a dental virtual simulator on the performance of undergraduate dental students in the pre - clinical operative dentistry course [J]. *Eur J Dent Educ*, 2020, 24(1): 5-16. DOI: 10.1111/eje.12453.
- [14] Gottlieb R, Lanning SK, Gunsolley JC, et al. Faculty impressions of dental students' performance with and without virtual reality simulation [J]. *J Dent Educ*, 2011, 75(11): 1443-1451. DOI: 10.1002/j.0022-0337.2011.75.11.tb05201.x.
- [15] Jasinevicius TR, Landers M, Nelson S, et al. An evaluation of two dental simulation systems: virtual reality versus contemporary non-computer-assisted [J]. *J Dent Educ*, 2004, 68(11): 1151-1162. DOI: 10.1002/j.0022-0337.2004.68.11.tb03860.x.
- [16] LeBlanc VR, Urbankova A, Hadavi F, et al. A preliminary study in using virtual reality to train dental students [J]. *J Dent Educ*, 2004, 68(3): 378-383. DOI: 10.1002/j.0022-0337.2004.68.3.tb03754.x.
- [17] de Boer IR, Lagerweij MD, Wesselink PR, et al. Evaluation of the appreciation of virtual teeth with and without pathology [J]. *Eur J Dent Educ*, 2015, 19(2): 87-94. DOI: 10.1111/eje.12108.
- [18] de Boer IR, Lagerweij MD, de Vries MW, et al. The Effect of Force Feedback in a Virtual Learning Environment on the Performance and Satisfaction of Dental Students [J]. *Simul Healthc*, 2017, 12(2): 83-90. DOI: 10.1097/SIH.0000000000000208.
- [19] Iskander J, Hossny M, Nahavandi S. Using biomechanics to investigate the effect of VR on eye vergence system [J]. *Appl Ergon*, 2019, 81: 102883. DOI: 10.1016/j.apergo.2019.102883.
- [20] Zafar S, Lai Y, Sexton C, et al. Virtual Reality as a novel educational tool in pre - clinical paediatric dentistry training: Students' perceptions [J]. *Int J Paediatr Dent*, 2020. DOI: 10.1111/ipd.12648.
- [21] Plessas A. Computerized Virtual Reality Simulation in Preclinical Dentistry: Can a Computerized Simulator Replace the Conventional Phantom Heads and Human Instruction? [J]. *Simul Healthc*, 2017, 12(5): 332-338. DOI: 10.1097/SIH.0000000000000250.

(收稿日期:2020-06-10)

(本文编辑:王嫚)