·临床教学·

Simodont虚拟仿真口腔培训系统在临床前手部灵巧度训练中的初步应用

辛蔚妮[1]　黄静娜[1]　邹波[1]　许青峰[1]　马辉彬[1]　林曦[1]　凌均棨[2]
[1]汕头大学医学院口腔医学系/口腔门诊部　515000;[2]中山大学光华口腔医学院/附属口腔医院,广州　510055
通信作者:凌均棨,Email:lingjunqi@163.com

【摘要】 目的　使用 Simodont 虚拟仿真口腔培训系统对不同年级口腔学生手部灵巧度进行训练并对结果进行定量评估,探讨该系统的应用价值。**方法**　汕头大学医学院口腔医学系 2015 至 2018 级共 118 名学生进行统一培训后,每位学生给予 5 个不同的手部灵巧度练习模块进行练习,每个模块有 3 个难度进阶,每个模块要求 30 min 内完成。系统自动记录每个学生的操作成绩,包括规定磨除量、底壁和侧壁磨除偏移量及误磨量,均以体积百分比为单位;同时评估操作时间(以秒为单位)、操作过程中口腔用手机位移和口镜位移(以米为单位)。应用 SPSS 25.0 软件进行统计分析。**结果**　对于规定磨除量、底壁和侧壁磨除偏移量及误磨量,系统评估结果显示:已经经过专业课学习和仿真头模等临床前培训的学生(四年级学生)和未进入专业课学习、未经过培训的学生(一到三年级学生)之间差异具有统计学意义(P<0.001)。对于规定磨除量的完成情况,5 个练习模块均能体现年级间差异性并具有统计学意义(P<0.001)。**结论**　Simodont 虚拟仿真口腔培训系统中圈形模块、隧道模块、甜甜圈模块和十字交叉模块具有对不同层次口腔医学学生手部灵巧度能力评估的敏感性,立体边缘模块对手部灵巧度能力评估的敏感性则需要通过进一步的评估。Simodont 虚拟仿真口腔培训系统对手部灵巧度训练结果(如规定磨除量、底壁和侧壁偏移情况等)可进行定量评估,对口腔临床前教育的评价具有重要意义。

用型医学人才、提高医学院校教师队伍的实力的作用[7]。

由上海交通大学医学院耳鼻咽喉科学系组织的本次耳鼻咽喉临床技能大赛为考查年轻医师的临床实践能力提供了良好的平台;来自各单位的教师和学生有机会进行技能上的切磋和交流;组委会通过比赛完成了预设的检测目标,取得了良好的教学效果。来自各支队伍的选手和辅导教师虽然事先做了充分备赛训练,比赛中仍暴露出不少选手在平时临床工作中的细节问题。这些都有待教学团队和参赛选手个人在赛后仔细分析原因、总结经验,并在日后临床工作中加以完善和改进。与此同时,耳鼻咽喉科专业教学工具的匮乏也向临床技能操作的教学工作提出了挑战,需要教师进一步注重相关教具的研发和运用。如能结合市场需求做出合适的模型,相信会有相当大的市场潜力和发展空间。

利益冲突　所有作者均声明不存在利益冲突
作者贡献声明　梁冰:提出论文构思、撰写论文、审订论文;范宇琴、王珮华:参与项目实施;刘艳、吴皓:总体把关、参与项目组织

参考文献

[1] 王毅, 张秀峰. 临床技能与临床思维[M]. 北京: 人民卫生出版社, 2015.
[2] 张芳, 杨博, 常洁, 等. 全国技能大赛对耳鼻咽喉科临床教学的启示[J]. 中国医学教育技术, 2019, 33(1): 114-116. DOI: 10.13566/j.cnki.cmet.cn61-1317/g4.201901028.
[3] 王林娥, 苑黎娜, 沈茜茜, 等. 耳鼻喉科急救培训教学模式的实践与思考[J]. 基础医学教育, 2016, 18(2): 125-127. DOI: 10.13754/j.issn 2095-1450.2016.02.12.
[4] 刘威, 王洪羽, 万晓明, 等. 临床技能大赛对临床技能教学和实训的促进作用[J]. 吉林医药学院学报, 2019, 40 (1): 69-70.
[5] 赵红. 病例教学法在耳鼻喉教学中的应用[J]. 齐齐哈尔医学院学报, 2012, 33(18): 2529-2530. DOI: 10.3969/j.issn.1002-1256.2012.18.060.
[6] 蒙建英, 唐建红, 李海丹. 临床技能大赛对临床医学专业本科生培养和教学改革促进作用的调查研究[J]. 医药前沿, 2018, 8(23): 333-334. DOI: 10.3969/j.issn.2095-1752.2018.23.286.
[7] 李浩然, 文颖, 沈延春. 以临床技能大赛为依托提升学生临床实践能力的探索[J]. 现代医药卫生, 2019, 35(2): 301-303. DOI: 10.3969/j.issn.1009-5519.2019.02.048.

(收稿日期:2020-05-01)
(本文编辑:唐宗顺)

【关键词】 口腔医学教育； Simodent 虚拟仿真口腔培训系统； 手部灵巧度训练
【中图分类号】 R33
基金项目:2019 年广东省科技专项资金医学科技人才培育及临床技术提升计划【汕府科〔2019〕113 号 134】;2017 年度广东省本科高校高等教育教学改革项目【粤高教函 20181221】;2018 年度汕头大学医学院质量工程项目【汕大医〔2018〕53 号】
DOI: 10.3760/cma.j.cn116021-20200706-00639

Application of the Simodont dental trainer in preclinical manual dexterity training

Xin Weini[1], Huang Jingna[1], Zou Bo[1], Xu Qingfeng[1], Ma Huibin[1], Lin Xi[1], Ling Junqi[2]
[1]Department of Stomatology, Clinic of Stomatology, Shantou University Medical College, Shantou 515000, China; [2]The Guanghua Stomatological College of Sun Yat-sen University, The Affiliated Stomatological Hospital of Sun Yat-sen University, Guangzhou 510055, China
Corresponding author: Ling Junqi, Email: lingjunqi@163.com

【Abstract】 Objective To explore the application of the Simodont dental trainer in preclinical manual dexterity training for dental students of different grades, and to discuss its effect by quantitatively evaluating their practice results. **Methods** The evaluation was conducted among 118 students in the Department of Stomatology, Shantou University Medical College from Batch 2015 to Batch 2018. Each student had five different manual dexterity modules for training. Each module had three levels of difficulty and was required to be completed in 30 minutes. The assessment index included Target, Leeway Bottom and Sides, Container Bottom and Sides, which was provided by the Simodont dental trainer. The operating time (in seconds), the displacement of the dental hand pieces and the dental mirrors (in meters) were simultaneously recorded. SPSS 25.0 was used for statistical analysis. **Results** For the index Target, Leeway Bottom and Sides, Container Bottom and Sides, the results showed that there was a statistical difference between students who passed pre-clinical training and who did not take the professional course ($P < 0.001$). For the index Target, differences were showed among students from different grades in all modules ($P < 0.001$). **Conclusion** The circle module, channel module, hollow-circle module and cross-module in the Simodont dental trainer have sensitivity to discriminate the manual dexterity of different levels of dental students. The further assessment of the discrimination of the manual dexterity is required for assume-block module. The Simodont dental trainer can quantitatively measure the manual dexterity of dental students, which is important for the quantitative evaluation of dental preclinical education.

【Key words】 Dental education; Simodont dental trainer; Manual dexterity training
Fund program: Medical Education Talents Training and Clinical Technology Improvement Program of Guangdong Science and Technology Special Fund in 2019 (2019113134); Guangdong Universities Higher Education Reform Project in 2017 (20181221); Quality Engineering Project of Shantou University Medical College in 2018 (201853)
DOI: 10.3760/cma.j.cn116021-20200706-00639

口腔医学专业学生需要在仿真头模上熟悉各种临床操作后,方可进入临床实习。但是仿真头模培训存在一定局限性,没有交互式体验,对实验结果的评估也存在主观性。在 Simodont 数字化虚拟仿真口腔培训系统的虚拟教学环境下,学生可通过交互式视景仿真和信息交流学会操作各种口腔专科器械;可通过力反馈装置帮助学生从训练手部灵巧度开始,逐步过渡到在模拟牙齿上去除龋损、窝洞充填或牙体预备等各种操作[1]。目前该系统已被国外广泛应用于口腔临床前培训[2],国内对该系统在临床前教学中的研究较少。口腔各类操作需要在局限的空间里进行精确的操作, 手部灵巧度不仅体现了手部握持和操纵器械和设备的能力,也同时关系手、眼和脚部(控制脚踏)的协调能力,在口腔医学本科教育

中尤为重要。本研究通过比较 Simodont 不同模块对不同层次口腔医学学生手部灵巧度能力评估的敏感性,探讨该系统在临床前教学定量评估中的应用价值。

1　对象和方法

1.1　研究对象

研究对象为汕头大学医学院口腔医学系本科学生 2015 级到 2018 级共 4 个年级学生(n=118)。要求其在规定时间内,在虚拟仿真实验室 Simodont 虚拟仿真口腔培训系统完成 5 个手部灵巧度练习模块,并记录结果。其中 2015 级(n=28)已经过口腔专业课学习并经过仿真头模的训练,2016 级(n=28)、2017 级(n=31)、2018 级(n=31)学生尚未开始口腔专业课培训。

1.2　Simodont 虚拟仿真口腔培训系统

Simodont 虚拟仿真口腔培训系统包括一套教师系统和具备力反馈装置学生机。教师系统可编辑学生账户及跟踪学生学习进度及评估操作结果,同时可进行病例编辑。学生机配有口腔用手机、虚拟口镜、口腔用脚踏板,兼有设备高度调节机构以及用于调整视景的三维鼠标和 17 寸触摸屏控制平板显示屏。系统课程包含基本手部灵巧度、窝洞预备、牙体预备、开髓练习和虚拟病例。系统主要通过虚拟技术和力反馈技术为操作者提供视觉模拟、音频渲染和操作手感[3]。

1.3　流程

1.3.1　手部灵巧度课程编辑

选取 Simodont 系统课程中手部灵巧度训练模块中 5 个基本模块进行测试。每个模块要求学生按照指定形状使用口腔用手机和口镜磨除一定体积的色块,系统记录规定磨除量完成情况、平均偏移和平均误磨情况以及磨除时间等变量。各色块代表意义如图 1 所示。红色区域(1)代表任务区域,需按要求磨除一定的百分比;绿色区域(2)为允许偏移的区域,一般按进阶难度逐渐减少;米黄色区域(3)为侧壁和底壁,一旦磨除,则不得分。5 个基本模块内容如表 1 所示。每个模块有 3 个等级的难度,每个等级分别要求学生完成规定磨除量的 60%、75%和 90%,各级难度的允许偏差分别为 0.8 mm、0.4 mm和 0.2 mm。

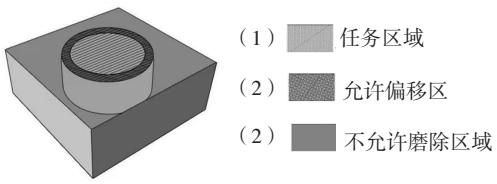


图 1　模块中色块代表的含义

表 1　模块及训练要求

模块名称	模块图片	训练要求
圈形模块		手眼协调、支点的稳定
隧道模块		手眼协调、支点的稳定、器械握持
甜甜圈模块		手眼协调、支点的稳定、器械握持、操作速度
十字交叉模块		手眼协调、支点的稳定、器械握持、操作速度
立方边缘模块		手眼协调、支点的稳定、器械握持、空间感

1.3.2　操作过程

每个模块有 3 个进阶,要求在 30 min 内完成。学生通过使用口腔用手机和虚拟口镜完成任务;触摸屏显示实时操作情况,同时有操作的反馈信息,包括以下变量:规定磨除量、底壁和侧壁偏移情况、底壁和侧壁误磨情况,以体积百分比为单位;同时评估操作时间(以秒为单位)、操作过程中口腔用手机位移和口镜位移(以米为单位)。学生可根据要求完成任务后即停止操作并提交。教师系统会有对每个人每次操作记录快照和评估结果。

每个学生先观看视频培训教程,了解机器使用情况,同时给予 10 min 时间进行自由练习,熟悉操作后开始进入模块练习。学生按要求完成任务后即停止操作并提交。教师系统会有对每个人每次操作的记录快照和评估结果。

1.4　数据分析

所有变量进行正态性检验,如果数据不是正态分布,采用非参数检验进行分析。通过比较各模块和各变量得分,测试模块难度。应用 SPSS 25.0 软件进行统计分析。检验水准 α=0.05。

2　结果

118 名学生平均完成情况见表 2,各个项目完成情况 4 个年级差异有统计学意义。对未进行专业课学习的前 3 个年级进行比较,其口腔用手机平均位移和操作时间的差异没有统计学意义,但是其他项

目的完成情况差异有统计学意义。各年级学生手部灵巧度练习各模块各参数得分情况见表 3。

3　讨论

3.1　传统手部灵巧度训练与 Simodont 虚拟仿真口腔培训系统手部灵巧度训练的差异

传统口腔医学教育的口腔学生手部灵巧度的基本训练开始于骨块备洞、树脂牙备洞和离体牙备洞。其存在几个缺点：①实验室课前准备需要花费大量的时间收集骨块和离体牙；②洞型制备过程中产生

表 2　各年级学生手部灵巧度练习平均完成情况

年级	口镜平均位移（m）	口腔用手机平均位移（m）	操作时间（s）	规定磨除量	底壁平均偏移	侧壁平均偏移	底壁平均误磨	侧壁平均误磨
2018（*n*=31）	1.11 ± 1.20	1.23 ± 0.84	38.59 ± 25.58	0.73 ± 0.20	0.10 ± 0.13	0.08 ± 0.11	0.00 ± 0.01	0.00 ± 0.00
2017（*n*=31）	1.20 ± 1.26	1.18 ± 0.84	40.47 ± 27.67	0.73 ± 0.20	0.05 ± 0.07	0.05 ± 0.06	0.00 ± 0.00	0.00 ± 0.00
2016（*n*=28）	1.31 ± 1.38	1.32 ± 1.20	41.41 ± 31.12	0.73 ± 0.25	0.05 ± 0.07	0.04 ± 0.07	0.00 ± 0.00	0.00 ± 0.00
2015（*n*=28）	2.54 ± 2.50	2.55 ± 2.31	63.14 ± 36.75	0.73 ± 4.41	0.07 ± 0.10	0.05 ± 0.07	0.00 ± 0.00	0.00 ± 0.00
Δ 秩	178.36	224.17	145.35	119.34	47.10	76.88	63.00	19.27
P[a]	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
ξ 秩	10.46	0.95	0.83	56.80	46.60	73.25	44.11	18.18
P 值	0.005	0.622	0.660	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001

注：a，差异具有统计学意义，克鲁斯卡尔-沃利斯检验；Δ，2015 至 2018 四个年级比较的结果；ξ，2016 至 2018 三个年级比较的结果

表 3　各年级学生手部灵巧度练习各模块各参数得分情况比较

年级	模块 / 变量	口镜平均位移（m）	口腔用手机平均位移（m）	操作时间（s）	规定磨除量	底壁平均偏移	侧壁平均偏移	底壁平均误磨	侧壁平均误磨
2018	圈形模块	1.82 ± 1.64	1.69 ± 1.06	50.38 ± 25.63	0.71 ± 0.24	0.11 ± 0.13	0.05 ± 0.08	0.01 ± 0.02	0.00 ± 0.00
2017		1.65 ± 1.42	1.51 ± 1.05	55.11 ± 22.94	0.69 ± 0.21	0.07 ± 0.08	0.03 ± 0.04	0.00 ± 0.00	0.00 ± 0.00
2016		2.14 ± 1.62	1.93 ± 1.46	62.61 ± 31.50	0.65 ± 0.19	0.06 ± 0.05	0.01 ± 0.02	0.00 ± 0.00	0.00 ± 0.00
2015		4.77 ± 3.50	5.15 ± 3.30	100.55 ± 39.33	0.77 ± 0.18	0.10 ± 0.12	0.02 ± 0.03	0.00 ± 0.00	0.00 ± 0.00
秩和		77.33	128.85	97.60	28.58	13.81	25.53	13.78	3.37
P 值		<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	0.003	<0.001	0.003	0.338[Δ]
2018	隧道模块	1.11 ± 1.02	1.28 ± 0.85	40.67 ± 21.80	0.75 ± 0.18	0.10 ± 0.12	0.07 ± 0.09	0.00 ± 0.01	0.00 ± 0.00
2017		1.29 ± 1.57	1.26 ± 0.87	41.72 ± 19.90	0.71 ± 0.18	0.05 ± 0.06	0.03 ± 0.04	0.00 ± 0.00	0.00 ± 0.00
2016		1.58 ± 1.51	1.63 ± 1.42	46.01 ± 23.33	0.70 ± 0.16	0.04 ± 0.05	0.02 ± 0.03	0.00 ± 0.00	0.00 ± 0.00
2015		2.62 ± 1.86	2.52 ± 1.78	61.93 ± 19.01	0.79 ± 0.12	0.06 ± 0.08	0.04 ± 0.04	0.00 ± 0.00	0.00 ± 0.00
秩和		61.25	64.86	54.43	22.84	12.19	17.93	13.36	5.629
P 值		<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	0.007	<0.001	0.004	0.131[Δ]
2018	甜甜圈模块	0.95 ± 1.10	1.18 ± 0.69	46.63 ± 24.66	0.70 ± 0.19	0.11 ± 0.12	0.07 ± 0.08	0.01 ± 0.02	0.00 ± 0.00
2017		1.05 ± 0.95	1.14 ± 0.85	46.51 ± 31.97	0.61 ± 0.21	0.05 ± 0.06	0.04 ± 0.04	0.00 ± 0.00	0.00 ± 0.00
2016		0.81 ± 1.04	0.90 ± 0.70	35.92 ± 28.88	0.51 ± 0.29	0.05 ± 0.06	0.03 ± 0.03	0.00 ± 0.01	0.00 ± 0.00
2015		1.81 ± 1.38	1.82 ± 1.02	68.3 ± 28.27	0.70 ± 0.19	0.06 ± 0.08	0.06 ± 0.06	0.00 ± 0.01	0.00 ± 0.00
秩和		42.92	47.67	58.78	35.84	18.53	24.03	11.30	3.512
P 值		<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	0.010	0.319[Δ]
2018	十字交叉模块	0.87 ± 0.74	1.11 ± 0.64	43.2 ± 20.93	0.71 ± 0.21	0.10 ± 0.12	0.05 ± 0.07	0.01 ± 0.01	0.00 ± 0.00
2017		1.21 ± 1.22	1.2 ± 0.71	46.95 ± 27.02	0.62 ± 0.21	0.03 ± 0.04	0.02 ± 0.03	0.00 ± 0.00	0.00 ± 0.00
2016		1.36 ± 1.28	1.51 ± 1.07	52.67 ± 27.72	0.67 ± 0.2	0.05 ± 0.05	0.03 ± 0.03	0.00 ± 0.00	0.00 ± 0.00
2015		1.99 ± 1.77	2.09 ± 1.36	65.44 ± 23.34	0.73 ± 0.17	0.05 ± 0.07	0.03 ± 0.04	0.00 ± 0.00	0.00 ± 0.00
秩和		39.31	46.52	43.54	23.04	22.45	16.38	30.16	5.629
P 值		<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	0.001	<0.001	0.131[Δ]
2018	立方边缘模块	0.81 ± 1.08	0.89 ± 0.72	12.08 ± 13.35	0.79 ± 0.13	0.10 ± 0.15	0.17 ± 0.17	0.00 ± 0.00	0.00 ± 0.01
2017		0.81 ± 0.86	0.78 ± 0.46	12.07 ± 8.67	0.75 ± 0.12	0.06 ± 0.10	0.11 ± 0.08	0.00 ± 0.00	0.00 ± 0.00
2016		0.67 ± 0.77	0.62 ± 0.51	9.83 ± 10.32	0.62 ± 0.33	0.07 ± 0.11	0.11 ± 0.13	0.00 ± 0.00	0.00 ± 0.00
2015		1.51 ± 1.97	1.18 ± 0.70	19.47 ± 13.70	1.89 ± 9.84	0.07 ± 0.12	0.13 ± 0.11	0.00 ± 0.00	0.00 ± 0.00
秩和		25.51	43.29	40.52	26.32	2.43	13.21	5.534	9.133
P 值		<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	0.488[Δ]	0.004	0.137[Δ]	0.280[Δ]

注：Δ 差异不具有统计学意义，克鲁斯卡尔-沃利斯检验

大量粉尘颗粒,对环境造成污染;③训练模式单一,训练者容易枯燥,且无法重复进行,除非重新准备耗材;④考核结果均为教师的主观性评价,无客观打分依据[4]。

口腔医学教育专家认识到对于初学者而言,手部灵巧度的训练不一定从备洞开始,可以将训练拓展到更大范围。比如给定一个物体磨除一个目标体积,同时尽可能少地磨除周围的边界等;甚至于雕刻、绘画和缝纫也都可以成为提高手部灵巧度的途径[5]。Simodont 虚拟仿真口腔培训系统舍弃了一开始就以牙齿进行训练的模式,设计了大量不同形状的进行手部灵巧度训练的模块。它使学生从建立物体三维空间的评估、操作支点的选择、手眼协调等方面进行训练,弥补了传统手部灵巧度训练的缺陷,提高了学生学习兴趣,减少了实验耗材,环保并具可重复性,同时可以记录学生学习进度。考核结果系统自动给出评估报告[6]。报告形式多样,可以以个体形式进行发送,使学生自己可以更好地了解自己的操作情况;也可以群组方式发送,有利于教师进行整体评估。

3.2 系统模块的选择

Simodont 虚拟仿真口腔培训系统共有 5 类手部灵巧度练习,通过让学生磨除不同形状的物体来训练手部的灵巧度,包括对车针方向的掌握、支点的稳定和口镜的使用。基础模块练习可让全部学生训练手眼协调、支点和器械握持能力等,去腐、备冠和开髓模块则为高年级的学生提供更多练习的方向。本研究在基础模块中选择了圈形模块、隧道模块、甜甜圈模块、十字交叉模块这四个模块。模拟Ⅰ类洞让学生由简到难地进行练习,立方边缘模块的练习则模拟Ⅱ类洞的预备。由于本研究主要是针对所有年级的手部灵巧度训练的比较,因而去腐、备冠和开髓模块未设置为该次研究的课程。国内目前的研究尚未有相关的文献报道,国外近似的研究则采用十字交叉模块作为手部灵巧度练习的基础比较模块[7]。由于低年级学生大部分为首次接触口腔用快机和口镜,因此本研究按照从基础的圈形模块到复杂的立方边缘模块的难度进阶安排训练。

3.3 参数的选择

Simodont 虚拟仿真口腔培训系统的评估报告中,一般包含以下变量:规定磨除量、底壁和侧壁偏移情况、侧壁和底壁误磨情况,以体积百分比为单位;同时评估操作时间(以秒为单位)、操作过程中口腔用手机位移和口镜位移(以米为单位)。本研究的操作时间都限定在 30 min 内,因此操作时间上无差异。口腔用手机位移及口镜位移虽然能在一定程度上反映操作者对手机和口镜的熟悉程度,但与操作者的习惯也有很大关系。因此,这两个位移仅能作为评估报告的参考信息。因此,在评估中以规定磨除量、底壁和侧壁平均偏移量、侧壁和底壁平均误磨量作为主要的完成评价参数。从规定磨除量、底壁和侧壁平均偏移量来看,圈形模块、隧道模块、甜甜圈模块和十字交叉模块均能检测出年级间的差异性;但立体边缘模块则因为具有一定难度,在底壁平均偏移量和底壁平均误磨量方面差异性无法体现。对于侧壁的平均误磨量,各年级学生误磨量较少,因此该参数在各个模块间、各个年级间均无法体现差异,考虑该参数仅作为能力评估的参考。

利益冲突 所有作者均声明不存在利益冲突

作者贡献声明 辛蔚妮:撰写和审订论文、数据处理;黄静娜、邹波、许青峰、马辉彬、林曦:培训学生、数据收集;凌均棨:提出论文构思

参考文献

[1] de Boer IR, Wesselink PR, Vervoorn JM. Student performance and appreciation using 3D vs. 2D vision in a virtual learning environment [J]. Eur J Dent Educ, 2016, 20(3): 142-147. DOI: 10.1111/eje.12152.

[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] de Boer IR, Bakker DR, Serrano CM, et al. Innovation in dental education: the "On-the-Fly" approach to simultaneous development, implementation and evidence collection [J]. Eur J Dent Educ, 2018, 22(4): 215-222. DOI: 10.1111/eje.12331.

[4] de Boer IR, Lagerweij MD, Wesselink PR, et al. The effect of variations in force feedback in a virtual reality environment on the performance and satisfaction of dental students [J]. Simul Healthc, 2019, 14(3): 169-174. DOI: 10.1097/SIH.0000000000000370.

[5] Cleghorn BM, Brillant M, Kraglund F, et al. Value of the manual dexterity test as a screening tool for dental school admissions [J]. J Dent Educ, 2018, 82(8): 878-882. DOI: 10.21815/JDE.018.083.

[6] 权晶晶, 韦曦, 俞笑冉, 等. Simodent 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]. 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.

[7] Mirghani I, Mushtaq F, Allsop MJ, et al. Capturing differences in dental training using a virtual reality simulator [J]. Eur J Dent Educ, 2018, 22(1): 67-71. DOI: 10.1111/eje.12245.

(收稿日期:2020-07-06)
(本文编辑:唐宗顺)