

三维数字化设计软件在牙体解剖形态教学中的应用效果评价

陈佳敏 钟梅 罗有成 余培 黄江勇 李江 吴哲

广州医科大学附属口腔医院修复科·广州市口腔再生医学基础与应用研究重点实验室 510182

通信作者:吴哲, Email:zhewudentist@gzhmu.edu.cn

【摘要】 目的 探讨三维数字化设计软件在牙体解剖形态教学中的应用效果。**方法** 以广州医科大学2019级口腔医学专业52名本科生为研究对象,SPSS随机数分组法分成A、B两组,每组26人。两阶段课程内容依次为前牙组、后牙组牙体解剖形态,采用交叉对照设计,第一次授课,A组采用传统课堂教学,B组采用数字化课堂教学;第二次授课,A组采用数字化课堂教学,B组采用传统课堂教学。通过随堂测验及问卷调查分析三维数字化设计软件辅助牙体解剖形态教学的效果及学生满意度。对两组随堂测验评分进行独立样本 t 检验,并对问卷调查结果进行描述性分析。**结果** “数字化课堂”组的随堂测验成绩优于传统课堂组。在前牙及尖牙教学中,“数字化课堂”组与传统课堂组随堂测验得分分别为 (30 ± 4) 和 (27 ± 8) 分,差异无统计学意义($t=-1.459, P=0.151$);在前磨牙及磨牙的教学中,“数字化课堂”组与传统课堂组随堂测验得分分别为 (53 ± 9) 和 (47 ± 9) 分,差异有统计学意义($t=-2.455, P=0.018$)。调查问卷显示,大部分学生高度认同“数字化课堂”,认为“牙体三维模型能真实反映解剖特征”“能更生动形象地帮助学习牙体解剖形态”“具有更好的学习互动体验”。**结论** 三维数字化设计软件辅助牙体解剖形态教学可以在一定程度上提升学生课堂学习效果,可应用于其他知识模块,为探索数字化口腔医学教育的教学改革提供参考。

【关键词】 数字技术; 形态和显微发现; 教学; 三维; 牙体解剖形态

基金项目:广东省高等教育教学改革项目(粤教高函[2020]20号-482);广州医科大学教育科学规划校长重大课题项目(20207215)

引用著录格式:陈佳敏,钟梅,罗有成,等. 三维数字化设计软件在牙体解剖形态教学中的应用效果评价[J/OL]. 中华口腔医学研究杂志(电子版), 2021, 15(3):178-184.

DOI:10.3877/cma.j.issn.1674-1366.2021.03.009

Application effect of three-dimensional digital design software in the teaching of dental morphology

Chen Jiamin, Zhong Mei, Luo Youcheng, Yu Pei, Huang Jiangyong, Li Jiang, Wu Zhe

Department of Prosthodontics, Affiliated Stomatology Hospital of Guangzhou Medical University, Guangzhou Key Laboratory of Basic and Applied Research of Oral Regenerative Medicine, Guangzhou 510182, China

Corresponding author: Wu Zhe, Email:zhewudentist@gzhmu.edu.cn

【Abstract】 Objective To research on the effect of three-dimensional digital design software in the teaching of dental morphology. **Method** Fifty-two undergraduates majoring in stomatology from grade 2019 of School of Stomatology, Guangzhou Medical University were randomized by SPSS software into two groups (Group A and B) with 26 cases in each. Tooth morphology courses of anteriors and posteriors were delivered in sequence to both groups with a cross-over design. In the first course on anteriors, traditional classroom teaching was applied in group A while digital classroom teaching in group B. During the second course on posteriors, students of group A were engaged in digital classroom teaching while group B in traditional classroom teaching. In-class quizzes and surveys were conducted to evaluate the application effect and satisfaction degree of the three-dimensional digital design software in the teaching of dental morphology from the perspective of students. The results of the two groups were analyzed by independent sample t -test and descriptive analysis. **Results** With the application of three-dimensional digital design

software, students had better performance in the quizzes. In the teaching of anteriors, the test scores of the digital group and traditional group were (30 ± 4) and (27 ± 8) without statistical significance ($t = -1.459$, $P = 0.151$). In the teaching of posteriors, the test scores of the digital group and traditional group were (53 ± 9) and (47 ± 9) , respectively, with statistical significance ($t = -2.455$, $P = 0.018$). The results of questionnaire demonstrated that most students highly approved the following viewpoints: "Three-dimensional virtual dental model can truly represent the anatomical characteristics of teeth and it is vividly shown to help students understand the knowledge of dental morphology and provide a better interactive learning experience". **Conclusions** Three-dimensional digital design software-aided tooth morphology teaching is conducive to improve academic performance to some extent and it is worth of promotion in other knowledge modules. This paper can serve as an example for reform and innovation of digital dentistry teaching.

【Key words】 Digital techniques; Morphological and microscopic findings; Teaching; Three-dimensional; Dental morphology

Fund programs: Higher Education Teaching Reform Project of Guangdong Province (YGJH-2020-20-482); Education Sciences Planning President Key Project of Guangzhou Medical University (20207215)

DOI: 10.3877/cma.j.issn.1674-1366.2021.03.009

《口腔解剖生理学》是口腔医学的主要基础课程之一,颌面部牙体解剖“形态学”特征的记忆与理解是学习口腔临床医学课程与专业技术的基础^[1-2]。由于牙体形态结构复杂,专业概念抽象,且课程开设早,学生尚缺乏临床实践,无法形成三维立体的认识,在理解本课程内容时仍有困难^[3-4]。再者,国内大多数院校现有的教学资源无法很好地揭示牙体三维解剖形态与运动规律。传统课堂上牙体二维解剖图像在多视角观察及仿真度上均存在缺点。标准牙模型形态单一,颜色、质感不如离体牙真实。离体牙标本是最好的学习资源,但由于解剖标本来源限制、交叉感染以及伦理问题,离体牙的获取越来越困难。临床诊疗活动来源的离体牙亦多数存在牙体磨损、缺损,难以收集一整套完整的离体牙标本以揭示牙体解剖结构的基本特征、规律。另一方面,离体牙的收集、消毒、制作、保存成本高,加之教学活动中的损耗,在日常课堂教学中也难以普及^[2,5-7]。此外,传统课堂教学常以讲授式为主导,学生单向接受知识,往往缺乏学习积极性^[8]。

随着数字化多媒体系统和信息技术的快速发展,三维数字化设计软件凭借其交互性、集成性、前瞻性的特点已在口腔诊疗中应用广泛,并也逐渐渗透到口腔医学教学^[9]。三维数字化设计软件能以人体切片、实物标本,石膏模型和硅橡胶阴模为基础,通过对锥形束CT(cone-beam computer tomography, CBCT)、显微CT(Micro-CT)或激光扫描等采集设备重建的三维模型进行可视化设计以辅助临床诊疗^[10]。近年来,国内外口腔医学院校已将数字化扫描、计算机辅助设计与制作(CAD-CAM)、3D打印等

技术应用到口腔医学教学^[5,11-12]。Lugassy等^[13]及Höhne等^[14]通过数字化设计软件构建了包含龋损、髓腔仿真结构的病理模型,经3D打印生成塑料模型牙用于实践技能教学^[13-14]。Boer等^[15]运用ColorMapEditor®软件对CBCT采集的离体牙数据进行加工设计,建立虚拟模型用于Simodont系统仿真训练。Wang等^[5]通过扫描标准石膏模型并打印塑料模型牙以辅助牙体雕刻实践教学^[5]。国内外在数字化教学改革研究中多着重于构建模拟治疗操作的仿真模型,尚缺乏牙体解剖形态理论教学的相关实践。Callan等^[12]及Boer等^[16]在其研究中对离体牙、塑料模型牙、三维“数字牙”应用于牙体解剖形态教学的情况,问卷调查显示三维“数字牙”能较好地还原牙体解剖形态,但其研究中缺乏对牙体解剖知识点掌握情况的客观比较。

牙体三维模型能在数字化设计软件上更加直观,立体地展示三维解剖特征,并进行可视化设计、改良。在缺乏整套“标准”离体牙标本或传统实验教具仿真性差的情况下,改良的牙体三维模型既能降低教学成本,又能弥补教学资源不足^[17]。

本研究从口腔牙体解剖教学中存在的上述问题入手,以2019级口腔医学专业本科生为研究对象,对比数字化牙体解剖课堂与传统牙体解剖课堂的教学效果,为探索数字化口腔医学教育的教学改革提供参考。

对象与方法

一、研究对象

选取广州医科大学口腔医学专业2019级的52名

本科生为研究对象。

二、研究方法

1. 仪器与材料:锐珂 CS 3600扫描仪,Exocad 软件,卡瓦标准牙模教具,离体牙标本若干。

2. 数据库创建:通过锐珂 CS 3600扫描获取标准牙模三维数据,并经 Exocad 软件按照《口腔解剖生理学》教材单颗恒牙解剖标准形态对冠、根细节进行改良设计,生成标准牙体三维解剖形态数据库。将临床口内牙列三维模型数据,导入到三维数字化设计软件 Exocad 中,建立临床个性化口内牙体形态数据库(图1)。

3. 实验分组:将52名学生通过SPSS编号、生成随机数字、排序分组,随机分为A、B两组,每组26人。

4. 教学设计:两组学生于同一时间分别在不同多媒体教室采用不同授课方法学习牙体解剖形态,两次授课共计8个学时,每次4个学时。传统课堂教学主要采用以讲授为基础的学习(lecture-based

learning, LBL)完成牙体解剖形态的理论教学,课堂上辅以牙体二维图像,离体牙标本及标准牙模教具辨认解剖特征;数字化课堂教学主要采用讲授式结合工作坊教学模式,通过学生实践操作三维数字化设计软件增加师生互动。第一次授课讲授前牙组解剖形态,A组采用传统课堂教学,B组采用数字化课堂教学;第二次授课讲授后牙组解剖形态,A组采用数字化课堂教学,B组采用传统课堂教学。数字化课堂组课后教师将牙体三维解剖数据上传云平台,学生通过手机下载“SView 看图纸”应用或者电脑上安装“CS Mesh Viewer”软件可以进行远程复习(图2),同时开放安装有 Exocad 软件的多媒体教学实验室供学生课后复习与拓展学习修复体形态设计模块。

三、评价指标

1. 教学效果评价:每次理论授课结束后,A、B两组同时进行牙体解剖相关理论知识的随堂测验(图3),前牙区共35分,后牙区共65分,由教研室另一



图1 Exocad软件查看牙体三维解剖模型 A:经Exocad软件改良设计的标准单颗恒牙三维模型;B:临床个性化口内牙列三维模型

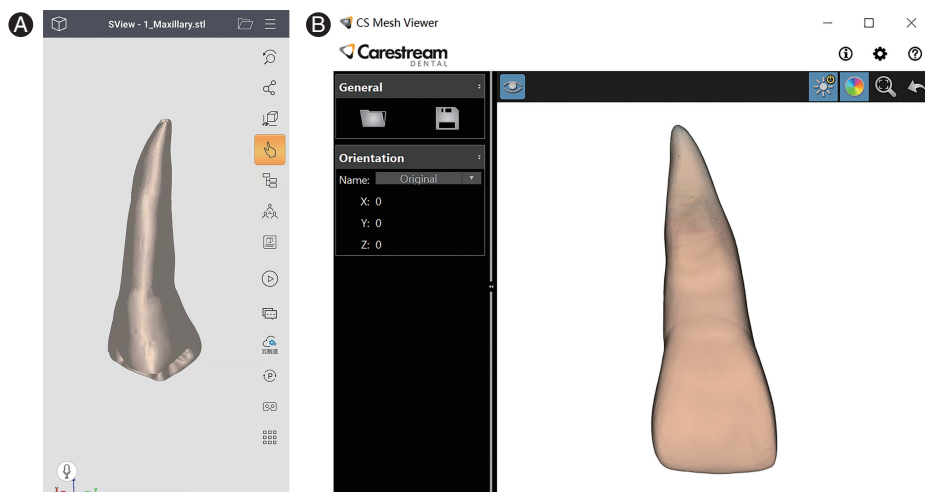


图2 数字化课堂组学生课后通过应用软件进行牙体三维模型远程学习 A:手机应用“SView 看图纸”远程复习;B:电脑应用“CS Mesh Viewer”远程复习

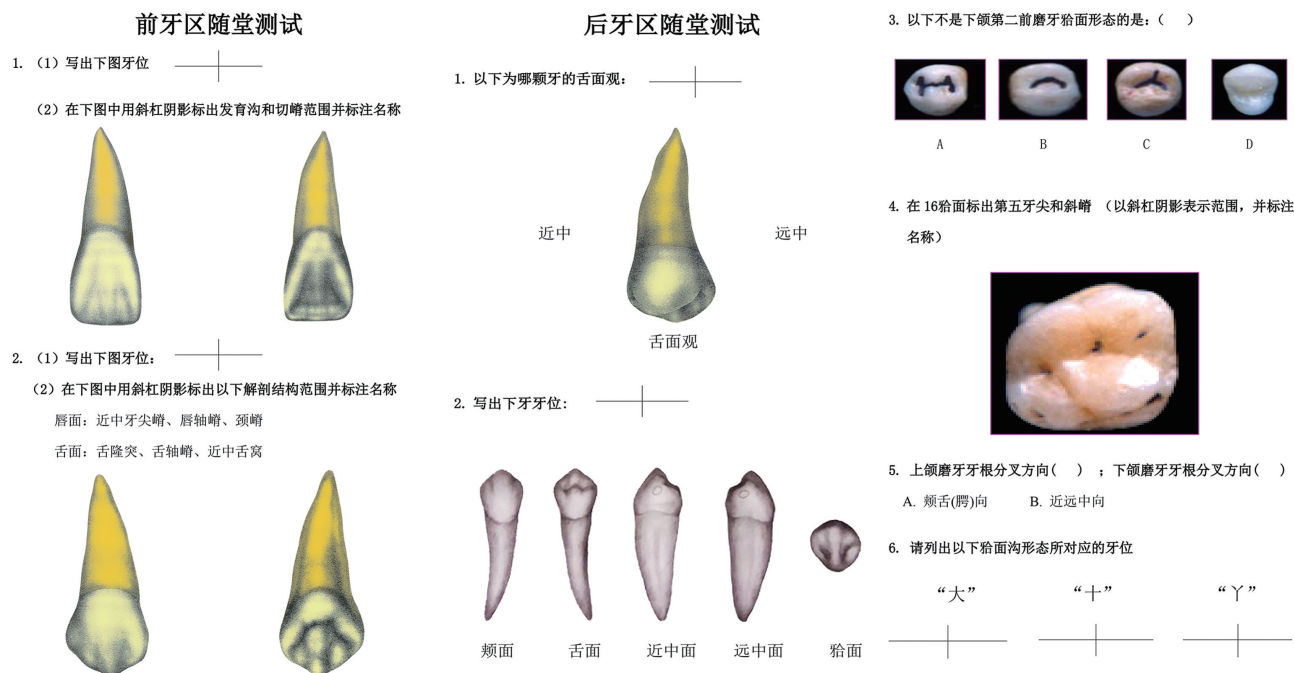


图3 广州医科大学口腔医学专业牙体解剖课堂随堂测试题

名不参与本次授课的老师根据评分标准(表1)统一批改评定。

表1 广州医科大学口腔医学专业牙体解剖课堂随堂测验评分标准

组别	题号	评分项目	分数
前牙组 (35分)	1	正确识别右上颌中切牙	10
		画出中切牙发育沟	3
		画出中切牙切嵴	2
	2	正确识别右上颌尖牙	10
		画出右上颌尖牙近中牙尖嵴	2
		画出右上颌尖牙近中唇轴嵴	1
		画出右上颌尖牙颈嵴	1
后牙组 (65分)	1	正确识别右上颌第一前磨牙	10
		画出右上颌第一前磨牙的第五尖	5
		画出右上颌第一前磨牙的斜嵴	5
	2	正确识别右下颌第一前磨牙	10
		画出右下颌第一前磨牙的第五尖	5
	3	掌握下颌第二前磨牙殆面形态	10
		画出下颌第二前磨牙的第五尖	5
	4	掌握上颌磨牙牙根分叉方向	5
		画出上颌磨牙牙根分叉方向	5
	5	掌握下颌磨牙牙根分叉方向	5
		画出下颌磨牙牙根分叉方向	5
		掌握殆面形态为“大”的磨牙	5
	6	掌握殆面形态为“十”的磨牙	5
		掌握殆面形态为“丫”的磨牙	5

2. 问卷调查反馈:课后发放电子问卷(图4)调查2019级口腔医学专业本科生对三维数字化设计软件辅助牙体解剖形态教学效果的满意度。

四、统计学处理方法

将A、B两组学生两次随堂测验的成绩导入SPSS 19.0软件,分别对第一次授课和第二次授课A、B两组应用独立样本 t 检验进行统计分析,以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。授课结束后收集问卷调查数据分析课堂教学满意度。

结 果

一、随堂测验结果

第一次授课(前牙及尖牙),B组随堂测验分数优于A组,差异无统计学意义($P > 0.05$),提示数字化课堂与传统课堂教学在前牙区的教学效果相当;第二次授课(前磨牙及磨牙),A组随堂测验分数优于B组,差异有统计学意义($P < 0.05$,表2),提示数字化课堂在后牙区的教学效果优于传统课堂。

表2 广州医科大学口腔医学专业2019级本科生牙体解剖相关理论知识随堂测验评分比较(分, $\bar{x} \pm s$)

组别	学生数	前牙及尖牙组	后牙组
A组	26	27 $\pm$ 9	53 $\pm$ 9
B组	26	30 $\pm$ 4	47 $\pm$ 9
t 值		-1.459	-2.455
P 值		0.151	0.018

二、问卷调查结果

在两次授课结束后,对2019级口腔医学专业本科生A、B两组学生发放电子调查问卷(图4),共发

三维数字化设计软件辅助牙体解剖形态教学问卷调查

1. 你认为运用三维数字化软件辅助教学可以更好地理解牙体解剖外形和帮助记忆
A.是 B.否 C.不一定
2. 你认为三维数字化软件中的三维模型可以真实反映牙体解剖形态的特征和重点
A.是 B.否 C.不一定
3. 你认为三维数字化软件中的三维模型可以取代离体牙模型或者模型教具
A.是 B.否 C.不一定
4. 你认为三维数字化课堂上多媒体示教系统的清晰度如何
A.较差 B.一般 C.良好 D.非常好
5. 在三维数字化教学的课堂上,你对授课内容中地重点、难点掌握程度
A.全部可以掌握 B.大部分可以掌握 C.小部分可以掌握 D.全部没有掌握
6. 你认为三维数字化教学的课堂互动性及体验性如何
A.一般,不能完全满足需求 B.很好,课堂更加生动有趣 C.较差,还需进一步改进
7. 牙齿的三维图像可以在移动设备随时察看有助于我更好地学习和复习牙体解剖形态
A.是 B.否 C.不一定
8. 相比传统课堂教学,你在三维数字化课堂上的注意力
A.更加集中 B.容易走神 C.差不多
9. 关于牙体解剖形态的学习,你更喜欢传统课堂学习还是三维数字化课堂教学
A.传统课堂 B.三维数字化课堂 C.差不多
10. 你是否希望今后口腔解剖相关知识的学习继续应用三维数字化设计软件
A.是 B.否 C.不清楚
11. 你认为三维数字化课堂教学的方式是否适合在其他学科课堂上开展
A.一般,不是很必要 B.不清楚 C.很适合,值得推广

图4 广州医科大学口腔医学专业三维数字化设计软件辅助牙体解剖形态教学调查问卷

出问卷52份,收回有效问卷50份,问卷回收率96.2%,学生对三维数字化设计软件辅助牙体解剖形态教学的总体评价如表3所示,结果显示大部分学生高度认同数字化课堂,但72%(36/50)的学生认为牙体三维解剖模型尚且不能完全替代离体牙模型或者标准模型教具。

表3 广州医科大学口腔医学专业2019级本科生对三维数字化设计软件辅助牙体解剖形态教学相对于传统教学的效果评价

调查问卷	调查结果		
	“是”	“否”	“不一定”
加深牙体解剖外形的理解	84%(42)	0%(0)	16%(8)
三维模型真实反映解剖结构	94%(47)	0%(0)	6%(3)
可取代离体牙或传统教具	28%(14)	26%(13)	46%(23)
多媒体示教系统上三维模型清晰度良好	74%(37)	26%(13)	N/A
能掌握课堂上大部分重、难点内容	82%(41)	18%(9)	N/A
课堂注意力更集中	78%(39)	4%(2)	18%(9)
有良好课堂互动及学习体验	72%(36)	28%(14)	N/A
移动查看有助于复习和学习	96%(48)	0%(0)	4%(2)
更喜欢三维数字化课堂	74%(37)	2%(1)	24%(12)
希望能在其他解剖章节应用	98%(49)	0%(0)	2%(1)
适合在其他学科教学中尝试	32%(16)	12%(6)	56%(28)

注:N/A表示对应调查问题未设置此评价项目

讨论

社会经济的进步、网络信息化的发展、传统医学模式的转变对高等口腔医学教育也提出了新的要求。我国高等口腔医学教育课程体系和教学内容改革的总体方案中指出,要培养理论知识扎实,有较强临床工作能力和初步科研工作能力且富有创新精神的新时代高素质口腔医学临床工作人才^[18]。为适应数字化新时代教学改革需要,作为培养口腔医学专门人才的高等口腔医学院校,教师应该“教为主导,学为主体”,重视学生的个体差异和自主学习、创造能力的培养,灵活运用多媒体技术设备、临床先进的医疗仪器实现教学内容、课程体系、教学方法和手段的现代化。本研究将三维数字化设计软件应用于本科生牙体解剖形态教学以提升教学质量,在教学实践中发现其具备以下特点。

一、丰富教学资源,降低教学成本

传统课堂上学生往往难以通过二维牙体解剖图像形成立体的认识,标准牙模教具形态单一,仿真性差,而离体牙模型来源受限,在课堂教学中无法普及。经三维数字化设计软件修饰渲染的牙体

三维解剖数字化模型既还原了牙体真实解剖形态,又兼具有传送方便、学习过程模型无损耗的优点。本研究通过口腔数字化扫描技术建立的牙体三维解剖模型教学资源库,存储为Ply或者Stl格式,通过多屏协同共享,师生可以实时互动,降低了教学成本,也弥补了教具资源的不足。同时,对临床数字化软件、设备、材料的高效利用也是对教学投入的智慧节省。

虽然牙体解剖教学中离体牙标本、标准塑料模型牙、三维模型牙几种不同教具的应用效果尚存争议^[19],但牙体三维模型数据的开发,无疑丰富了牙体解剖多媒体教学资源,能整合到传统教学中,更好地适应数字化新时代教学需要^[20]。

二、促进牙体解剖形态教学的生动化、形象化

传统课堂牙体二维图像色泽、形态难以真实反映牙体解剖的真实形态结构,缺乏“立体感”;教材上的解剖名称是“文字性”的,学生在传统课堂上被动地获取知识,难以建立感性的认识,学习自然也缺乏积极性。为提高牙体解剖教学质量,本课程从调动学生学习兴趣入手,活跃课堂氛围。课程的导入以牙体解剖基本理论知识联系到学生自己的牙,诱发学生对自身的关注、求知欲。在课堂上让学生在三维虚拟数字化软件界面对牙体进行任意的旋转,放大,缩小以观察牙面形态以及牙尖、嵴、窝、发育沟等细微的解剖标志,便于学生能更直观地学习牙体解剖形态。并且鼓励学生提问,这种以学生为中心,师生之间的互动可以让学生提高学习牙体解剖形态的兴趣,便于学生理解和记忆。

数字化课堂上,随堂测验的成绩均优于传统课堂。前牙与尖牙牙体解剖形态结构与前磨牙、磨牙相比相对简单,后牙有着多个牙尖、牙尖嵴、形态复杂的发育沟,所以在前牙及尖牙教学时,数字化课堂与传统课堂的随堂测验差异无统计学意义,而在前磨牙及磨牙教学时,数字化课堂的特点、优势更明显,差异有统计学意义。大部分学生亦反馈三维牙体模型清晰、逼真,能真实反映解剖结构特点,并且在数字化课堂上体验及互动性更好,注意力也更加集中,相对更喜欢数字化课堂。调查显示几乎所有人都希望在其他章节解剖知识的讲解中能继续使用三维数字化设计软件辅助教学。

三、提高了牙体解剖形态教学的临床实践性

《口腔解剖生理学》是一门重要的基础学科^[1],是其他口腔应用学科的基础。仅通过传统课堂讲

授、标准牙模型展示难以揭示临床上口内牙体解剖形态的个体差异,使口腔医学生在实习时设计或制作的牙冠形态容易脱离临床实际,因此在理论授课中不仅应讲授标准的牙体解剖外形,也应让学生对患者个性化的牙体解剖建立感性的认识^[21]。本研究通过临床口内扫描留存大量的个性化牙列三维模型,在真实的牙列中去进一步学习和理解标准牙体解剖形态,于异中求同,增强了课程的专业实践性。同时,Exocad三维数字化设计软件还提供了修复体形态结构设计的功能,为学生提供了一种无创无损的训练方式,让学生在课余扩展学习修复体形态设计中能够强化牙体解剖知识,并早期接触临床实践。

四、利于培养学生自主学习

数字化牙体解剖教学课堂,教师更多扮演着一个引导学习者的角色,学生课堂上打开三维数字化设计软件上的牙体三维模型进行自主学习,教师学生交互探讨。课后通过牙体三维解剖数据库的共享,课后学生仍可以通过手机应用“SVIEW看图纸”或者通过电脑软件“CS Mesh Viewer”打开三维牙体解剖数据,随时随地进行远程学习。同时在我校口腔医学院多媒体教学实验室也开放有30台安装有Exocad三维数字化设计软件的电脑,课余可进行复习与修复体形态设计拓展学习,方便学生进行讨论,充分调动学生课堂外的学习主动性,转变教师“灌输知识”,学生“被动学习”的教学方式,提高学习效率。

五、不足与未来展望

三维数字化设计软件的应用丰富了牙体解剖形态教学资源,推进了传统教学模式的改革,数字化口腔医学教育在发展的同时也对教学设备、授课教师提出了更高的要求^[22]。新的数字化课堂要求任课教师除了具备扎实的专业知识和临床经验,还需熟练操作多媒体互动示教系统以及三维数字化设计软件。本研究首次将三维数字化设计软件应用到牙体解剖教学中,在课前预习、课堂教学、课后测验、远程访问学习、调查反馈等环节的资源衔接上还需进一步改进,在教学设计上还存在很大的进步空间。口腔解剖生理学的数字化教学改革,应当努力建设虚拟仿真学习平台,针对口腔解剖生理学在不同学科的应用场景、在不同年级课程体系中的侧重点不同,通过该平台整合不同模块知识,建立起完善的口腔多学科课程体系。

综上所述,三维数字化设计软件辅助牙体解剖形态教学可以丰富教学资源,并在一定程度上提升学生课堂学习效果。但本研究尚未建立完整的《口腔解剖生理学》课程模块,目前仅仅是针对牙体形态这个模块,且样本量小,今后有待于在国内院校合作推广,整合各年级不同模块知识,优化随堂测验和问卷调查,深化课程改革,以评估数字化教改实践的远期效果,提高教学水平和质量。

利益冲突 所有作者均声明不存在利益冲突

参 考 文 献

- [1] Kato A, Ohno N. Construction of three-dimensional tooth model by micro-computed tomography and application for data sharing [J]. Clin Oral Investig, 2009, 13 (1): 43-46. DOI: 10.1007/s00784-008-0198-4.
- [2] Lone M, McKenna JP, Cryan JF, et al. A Survey of tooth morphology teaching methods employed in the United Kingdom and Ireland[J]. Eur J Dent Educ, 2018, 22(3): e438-e443. DOI: 10.1111/eje.12322.
- [3] 吴巍,朱辛奕,李咏梅,等.口腔修复学课程与口腔解剖生理学课程的并行实践[J].中国医药科学, 2015, 5(13): 40-42.
- [4] 于世宾,董广英,焦凯,等.口腔医学生牙体形态学教学中的问题分析及对策[J].牙体牙髓牙周病学杂志, 2018, 28(1): 55-57. DOI: 10.15956/j.cnki.chin.j.conserv.dent.2018.01.011.
- [5] Wang H, Xu H, Zhang J, et al. The effect of 3D-printed plastic teeth on scores in a tooth morphology course in a Chinese university[J]. BMC Med Educ, 2020, 20(1): 469. DOI: 10.1186/s12909-020-02390-0.
- [6] Cantín M, Muñoz M, Olate S. Generation of 3D Tooth Models Based on Three-dimensional Scanning to Study the Morphology of Permanent Teeth[J]. Int J Morphol, 2015, 33(2): 782-787. DOI: 10.4067/S0717-95022015000200057.
- [7] Lone M, Vagg T, Theocharopoulos A, et al. Development and Assessment of a Three-Dimensional Tooth Morphology Quiz for Dental Students[J]. Anat Sci Educ, 2019, 12(3): 284-299. DOI: 10.1002/ase.1815.
- [8] Al-Thobity AM, Farooq I, Khan SQ. Effect of software facilitated teaching on final grades of dental students in a dental morphology course[J]. Saudi Med J, 2017, 38(2): 192-195. DOI: 10.15537/smj.2017.2.15627.
- [9] 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: 10.3969/j.issn.1002-4956.2014.05.002.
- [10] 钱蕴珠,王梦,吴伟华,等.口腔修复学数字化3D虚拟教学的实践与探索[J].南京医科大学学报(社会科学版), 2016, 16(1): 82-84. DOI: 10.7655/NYDXBSS20160120.
- [11] Parashar V, Whaites E, Monsour P, et al. Cone beam computed tomography in dental education: a survey of US, UK, and Australian dental schools[J]. J Dent Educ, 2012, 76(11): 1443-1447. DOI: 10.1002/j.0022-0337.2012.76.11.tb05405.x.
- [12] Callan RS, Blalock JS, Cooper JR, et al. Reliability of CAD CAM technology in assessing crown preparations in a preclinical dental school environment[J]. J Dent Educ, 2014, 78(1): 40-50. DOI: 10.1002/j.0022-0337.2014.78.1.tb05655.x.
- [13] Lugassy D, Levanon Y, Rosen G, et al. Does Augmented Visual Feedback from Novel, Multicolored, Three-Dimensional-Printed Teeth Affect Dental Students' Acquisition of Manual Skills?[J]. Anat Sci Educ, 2020. DOI: 10.1002/ase.2014.
- [14] Höhne C, Schmitter M. 3D Printed Teeth for the Preclinical Education of Dental Students[J]. J Dent Educ, 2019, 83(9): 1100-1106. DOI: 10.21815/JDE.019.103.
- [15] Boer IRD, Wesselink PR, Vervorm JM. The creation of virtual teeth with and without tooth pathology for a virtual learning environment in dental education[J]. Eur J Dent Educ, 2013, 17(4): 191-197. DOI: 10.1111/eje.12027.
- [16] Boer IRD, 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.
- [17] 高璐,张晓红,金海威,等.虚拟现实技术在口腔颌面部解剖及三维数字模型构建中的应用[J].中国组织工程研究, 2015, 19(46): 7492-7497. DOI: 10.3969/j.issn.2095-4344.2015.46.021.
- [18] 王嘉德,刘宏伟,冯海兰,等.逐步建立有中国特色的高等口腔医学教育课程体系和教学内容——“中国高等口腔医学教育课程体系和教学内容”改革的总体方案[J].医学教育, 2000(1): 14-16.
- [19] Chytas D, Piagkou M, Johnson EO. Can Three-Dimensional Visualization Technologies be More Effective than Cadavers for Dental Anatomy Education?[J]. Anat Sci Educ, 2020, 13(5): 664-665. DOI: 10.1002/ase.1953.
- [20] Estai M, Bunt S. Best teaching practices in anatomy education: A critical review[J]. Ann Anat, 2016, 208: 151-157. DOI: 10.1016/j.aanat.2016.02.010.
- [21] 高润涛,李燕.提高口腔解剖生理学教学质量的思考[J].现代口腔医学杂志, 2012, 26(5): 352-353.
- [22] 张茹,张凯宇,席思思,等.数字化口腔医学(成像技术)在口腔生理教学中的应用探索[J].医学教育研究与实践, 2020, 28(1): 88-91. DOI: 10.13555/j.cnki.c.m.e.2020.01.022.

(收稿日期:2021-02-06)

(本文编辑:王媛)