

数字化效果模拟器在口腔正畸临床教学中的应用效果评估

郑金绚 孟博文 余榕丞 吴莉萍 陈正元 刘冠琪 曹阳

中山大学附属口腔医院, 光华口腔医学院, 广东省口腔医学重点实验室, 广州 510055

通信作者: 曹阳, Email: caoyang34@163.com

【摘要】 目的 评估数字化效果模拟器在口腔正畸临床教学中的应用效果。方法 选取2020—2021年于中山大学附属口腔医院正畸科就诊的安氏Ⅰ类、安氏Ⅱ类和安氏Ⅲ类错殆畸形病例共6个,完善问诊、临床检查和X线片检查后,提供相应的石膏模型和数字化模型。中山大学光华口腔医学院口腔正畸学专业的2018~2021级研究生28人通过分层随机抽样法分为两组(每组14人),分别进行传统的石膏模型排牙预测(A组)和数字化效果模拟器预测(B组),并完成正畸诊断和治疗计划。由具有硕士生导师资格的3位教师对其诊断和治疗计划进行评估,同时讲授其依据。两组学生分别对传统石膏排牙预测和数字化效果模拟器预测过程进行评价。**结果** 在“制定方案主动性”和“考虑牙移动细节”方面,B组学生得分高于A组,差异具有统计学意义($P < 0.001$)。相比于A组,B组中更多学生认为数字化模拟器可提高学习兴趣(A组78.57%、B组100%)、加深对诊断与治疗计划的理解(A组75.00%、B组89.28%)和考虑更多三维牙移动(A组64.28%、B组75.00%)。在教师评价中,B组在治疗计划讲授过程得分高于A组($P < 0.001$)。**结论** 数字化效果模拟器可锻炼学生的临床思维能力,提高口腔正畸诊断与治疗计划的制定的教学效果。

【关键词】 正畸学; 数字化效果模拟器; 诊断; 计算机辅助教学; 教学评价

基金项目:国家自然科学基金(81900958,81970963);广东省自然科学基金(2020A1515010059、2021A1515012535);广东省医学科学技术研究基金(A2020201);2022年度中山大学校级本科教学质量工程类项目(教务[2022]20号)

引用著录格式:郑金绚,孟博文,余榕丞,等.数字化效果模拟器在口腔正畸临床教学中的应用效果评估[J/OL].中华口腔医学研究杂志(电子版),2022,16(2):113-117.

DOI:10.3877/cma.j.issn.1674-1366.2022.02.008

Effect of outcome simulator on orthodontic clinical teaching

Zheng Jinxuan, Meng Bowen, Yu Rongcheng, Wu Liping, Chen Zhengyuan, Liu Guanqi, Cao Yang

Hospital of Stomatology, Guanghua School of Stomatology, Sun Yat-sen University, Guangdong Provincial Key Laboratory of Stomatology, Guangzhou 510055, China

Corresponding author: Cao Yang, Email: caoyang34@163.com

【Abstract】 Objective To evaluate the effect of outcome simulator in the clinical teaching of orthodontics. **Methods** Six typical malocclusion cases, derived from patients treated in Department of Orthodontics Hospital of Stomatology during 2020 to 2021, including Angle Class I, Angle Class II and Class III malocclusion were selected. All clinical materials including contented consultation, clinical examination, X-ray analysis, plaster models and digital models were provided. 28 graduated students (grade 2019 to 2021) majoring in Orthodontics, Guanghua School of Stomatology, Sun Yat-sen University, were divided into two groups (Group A and Group B) by stratified random sampling. The students performed tooth arrangement on traditional plaster model (Group A) or outcome simulator (Group B) respectively, and then made diagnostic analysis and treatment plans. The diagnosis analysis and treatment plans from Group A and Group B were evaluated by 3 teachers (postgraduate tutors) and the explanations are given as well. The students and teachers conducted self-evaluation after undergoing different teaching methods. **Results** Students in Group B got higher scores in “Initiative of making treatment plans” and

“Consider more tooth movement details” compared to students in Group A ($P < 0.001$). The ratios of agreement in “promoting interests in study” (78.57% in group A, 100% in group B), “easier to understand treatment plans” (75% in group A, 89.28% in group B) and “more consideration of 3D tooth movement” (64.28% in group A, 75.00% in group B) in Group B were higher than Group A. Moreover, the teaching efficiency was higher in Group B compared to Group A ($P < 0.001$), rating by the teachers.

Conclusion The outcome simulator can help build up students' logical thinking power in clinical work and improve the teaching effect of making diagnosis and clinical treatment plans for orthodontics.

【Key words】 Orthodontics; Outcome simulator; Diagnosis; Computer aided teaching; Teaching evaluation

Fund programs: National Natural Science Foundation of China (81900958, 81970963); Natural Science Foundation of Guangdong Province (2020A1515010059, 2021A1515012535); Medical Science and Technology Research Fund of Guangdong Province (A2020201); Undergraduate Education Quality Program of Sun Yat-sen University (Academic Affairs [2022] No.20)

DOI:10.3877/cma.j.issn.1674-1366.2022.02.008

口腔正畸学是研究牙、颌及颅面之间关系不协调的病因、诊断、预防和治疗的一门学科,其中在诊断和治疗计划制定的过程中,拥挤度分析、诊断性排牙试验等为正畸学教学中重点和难点部分。单纯理论教学常常难以理解,学生需要结合模型分析进行实际操作才可分析数据。传统石膏模型分析的方法费时、费力,且在操作中因为模型容易变形、主观操作误差大等导致学习过程中出现困难,不能满足精准临床口腔正畸教学的要求^[1]。

随着数字化技术的发展,越来越多的口腔数字化三维扫描工具得到开发和使用,数字化三维扫描由于其操作简便、结果准确直观、高效便捷、结构可视化等优势,在口腔正畸的诊疗评估等方面已广泛应用^[2]。在制定正畸方案时,数字化三维扫描结合OrthoCAD软件处理能帮助临床医生快速获得一系列测量数据,如牙齿近远中径、牙弓长度的测量或Bolton指数的计算,且其结果准确、可靠和可重复,因此可在数字化三维扫描仪上和(或)数字化三维扫描仪网站上进行数字化模型分析^[3]。数字化三维扫描仪使用时既可以在诊间直接进行口内扫描和对石膏模型进行口外扫描,也可以向患者直观模拟治疗方案的效果,还可以将数字化三维模型分析和数字化模拟预测技术相结合,因此又称为数字化效果模拟器(outcome simulator)。临床上,iTero等数字化效果模拟器已常规用于医患沟通时展示治疗计划的重要辅助手段。本课题旨在将数字化效果模拟器运用到正畸临床错殆畸形治疗计划制定的教学中,利用iTero三维扫描仪和数字化效果模拟器的优势,加强学生对正畸治疗计划的理解,探索新的实验教学方法的有效性,从而提高教学质量,为正

畸临床研究生的诊断分析与治疗细化学习打下坚实的基础。

资料与方法

一、研究对象与设备

1. 研究对象:2018~2021级中山大学附属口腔医院正畸科在读研究生28人作为受试对象。

2. 病例资料:2020—2021年于中山大学附属口腔医院正畸科就诊的安氏Ⅰ类错殆畸形(2例)、安氏Ⅱ类错殆畸形(2例)和安氏Ⅲ类错殆畸形(2例)共6例患者。检查与诊断所需的病例资料包括:患者口外正侧面照、口内照、石膏模型、数字化模型、全颌曲面断层片和头颅侧位片。

3. 仪器设备:口内扫描仪(iTero Element 2,爱齐,美国)2台。

二、研究方法

1. 分组方法:在开始实验前,统一对28位研究生进行传统石膏排牙实验和数字化矫治预测培训,确保学生操作规范。将28位研究生采用分层随机抽样法分为2组,每组14人。其中,A组为传统石膏排牙组、B组为数字化矫治预测组。

2. 实验方法:将口外正侧面照、口内照、全颌曲面断层片和头颅侧位片由本研究团队进行统一分析后,提供给受试者,病例的基本检查数据在两组中是一致的。A组使用石膏模型进行预测分析,B组使用数字化模型进行矫治预测分析。两组分析结束后制定治疗方案,3位教师对A组和B组学生的诊断与治疗计划进行评价与讲授(详见研究方法第3点),28位研究生对整个实验过程进行评价量表填写。

表1 硕士生导师对研究生正畸诊断与治疗计划的计分量表

序号	内容	分值(总分50分)
1	学生制定的方案的合理性	0~10分
2	增强学生自主制定方案的积极主动性	0~10分
3	学生在治疗过程考虑牙齿移动细节	0~10分
4	有利于对不同类型错殆畸形的分类进行讲解	0~10分
5	有利于讲解不同骨面型的不同方案的治疗效果	0~10分

表2 硕士生导师对研究生正畸诊断与治疗计划的评价计分细则

序号	计分细则(精确到小数点后一位)
1	分别从以下方面进行打分:治疗时机(2分)、拔牙方案(2分)、矫治器的选择(2分)、矫治过程的体现(排齐整平1分、关闭间隙1分、精细调整1分、保持1分)。
2	导师在与学生沟通反馈的过程中对学生的积极主动性进行评估(0~10分):以“10分为非常积极,5分为一般,0分为不积极”为参考。
3	牙齿移动过程中是否考虑到扭转(1分)、轴倾角(2分)和转矩控制(2分);牙弓形态的控制(3分);牙弓宽度的控制(2分)。其中,每一个细点是否给足1、2、3分由教师评估学生是否考虑充分来决定。
4	通过讲授至学生全部能够理解的时间来评估是否方便教师进行错殆畸形分类的讲解,5分钟以内为10分,每多3分钟扣2分,直至0分。
5	通过讲授至学生全部能够理解的时间来评估是否方便教师进行凸面型、凹面型与直面型治疗方案的讲解,5分钟以内为10分,每多3分钟扣2分,直至0分。

表3 研究生对实验内容的评价量表

序号	内容	评价
1	加深了对牙体解剖知识的掌握	完全不赞同,不太赞同,中立,赞同,完全赞同
2	提高了学习兴趣	完全不赞同,不太赞同,中立,赞同,完全赞同
3	有助于对正畸诊断与设计方案的理解	完全不赞同,不太赞同,中立,赞同,完全赞同
4	有利于预估治牙齿进行三维方向的移动	完全不赞同,不太赞同,中立,赞同,完全赞同
5	进一步理解 Andrews 六要素	完全不赞同,不太赞同,中立,赞同,完全赞同

3. 教师评价内容:具有硕士生导师资格的中山大学附属口腔医院正畸科教师3人。3位教师将对A组和B组的同学进行评分,单项满分10分,总分为50分。分别从学生制定诊疗方案的合理性、学生自主积极性、学生制定方案时的细节考虑情况和教师讲解治疗方案时的方便性等进行评分(表1~2)。

4. 学生自我评价:A组和B组学生分别完成病例的诊断设计之后,填写评价量表(表3)。赞同率计算公式如下

$$\text{赞同率}(\%) = [(n_{\text{赞同}} + n_{\text{完全赞同}}) / n_{\text{学生}}] \times 100\%$$

式中, $n_{\text{赞同}}$ 为赞同的学生人数, $n_{\text{完全赞同}}$ 为完全赞同的学生人数, $n_{\text{学生}}$ 为参与组的学生总人数。

三、统计学处理方法

采用SPSS 23.0软件对数据进行统计学分析。首先对计量资料进行正态性检验,在《教师对两组学生的正畸诊断与治疗计划的计分量表》中,序号

1、2数据符合正态分布且方差齐采用独立样本 t 检验,序号3数据方差不齐、序号4、5数据分布不符合正态分布,因此序号3、4、5的数据采用秩和检验。以 $P < 0.05$ 表示差异具有统计学意义。

结 果

一、教师对研究生诊断和治疗计划与讲授过程的评价

如表4所示,在学生制定的方案合理性层面来说,A组和数字化排牙预测的评分接近。B组学生制定方案的积极性更高,制定的方案中考虑更多牙齿移动的细节。导师在讲解错殆畸形的类型(安氏I类、安氏II类、安氏III类)的时候,无论采用石膏模型还是数字化模型均可以得到较好的教学效果,但在讲解不同骨面型(如骨性上颌前突、骨性下颌前突)的治疗方案及效果方面,数字化矫治预测能够让学生更加清楚地理解。

表4 本研究28位研究生诊断和治疗计划得分情况比较($\bar{x} \pm s$)

内容	A组分值(n=14)	B组分值(n=14)	检验值	P值
学生制定的方案的合理性	7.4±1.0	7.1±1.1	t=1.26	>0.05
增强学生自主制定方案的积极主动性	6.8±1.0	8.1±0.5	t=-8.97	<0.001
学生在治疗过程考虑牙齿移动细节	5.4±0.8	8.4±1.0	T=105.00	<0.001
有利于对不同类别错殆畸形的分类进行讲解	9.0±0.6	8.8±0.8	T=167.50	>0.05
有利于讲解不同骨面型的不同方案的治疗效果	4.0±1.1	7.4±1.4	T=105.00	<0.001

二、研究生对石膏模型分析预测和数字化模型分析预测的赞同率比较

传统的石膏排牙预测可以加深学生对牙体解剖知识的掌握(85.71%),相较之下,数字化矫治预测反而没有加深学生对牙体解剖知识的理解(57.14%)。在石膏排牙预测和数字化预测的过程中,学生同样能够较好地理解 Andrews 六要素(96.42%,两组相同)。数字化矫治预测学生的学习兴趣(100%)明显高于石膏排牙预测组(78.57%)。相比于石膏排牙预测(64.28%),数字化矫治预测可给学生提供更为直观的牙齿三维方向的移动情况(75.00%,表5)。

表5 两组研究生对石膏排牙和数字化预测的评价结果
[以赞同率为比较(%)]

内容	A组(n=14)	B组(n=14)
加深了对牙体解剖知识的掌握	85.71	57.14
提高了学习兴趣	78.57	100.00
有助于对正畸诊断与治疗计划的理解	75.00	89.28
有利于预估治牙齿进行三维方向的移动	64.28	75.00
有进一步理解 Andrews 六要素	96.42	96.42

讨 论

一、传统治疗计划的制定教学效果需提高

治疗计划的制定是口腔正畸临床授课的难点。学生需要综合考虑患者的口内外检查、X线片检查和模型分析结果,做出正确的诊断,列出问题列表,提出解决问题的完整治疗方案。在口腔正畸科实验课授课和临床教学中,治疗计划的制定往往是采用口授的方式。如何评估学生对计划的掌握程度,以及调动学生的主动性参与制定存在诸多困难。在制定治疗计划时,为观测预期矫治效果而进行石膏模型的排牙实验,即在模型上进行牙齿的重新定位。但是,传统的排牙实验存在操作步骤繁琐、耗时费力、精度不足,以及缺少对牙根的定位等诸多缺点^[4]。且存在学生的主观性误差,无法实现治疗前后的牙齿移动量对比等缺点,教学效率低,影响临床教学效果。

二、数字化效果模拟器可提高治疗方案制定的教学效率

随着数字化模型技术的发展,近年来出现了更准确、更有利于观测的计算机模拟排牙技术^[5]。本研究显示,相比于石膏排牙,iTero 数字化效果模拟器可以节省石膏排牙的繁琐步骤,提高了学生参与治疗计划制定的兴趣。教师在运用软件的同时,增强师生间的互动,有助于学生理解正畸牙移动的方式,更加直观地预估三维方向的牙齿移动。还可直接进行治疗前后的模型对比和重叠,更直观地看到牙齿移动的量,学生更容易理解。但牙体解剖在石膏模型上更清楚,学生更方便查看。

数字化扫描对牙体解剖形态的扫描存在一定的不足,比如牙齿邻面的接触情况的精准度有待提高。其缺陷是:iTero 数字化效果模拟器并没有增加牙根的三维移动情况。未来将结合其他的数字化模拟系统,利用包含牙冠、牙根及颌骨信息的数字化模型能在较大程度上解决以往排牙中存在的问题,避免发生骨开窗、骨开裂,使排牙更符合个体解剖生理特征^[6]。

iTero 等三维扫描技术目前已经广泛应用于口腔修复、种植和正畸治疗领域。数字化技术的应用将手术治疗成为快速、精确且便于医患沟通的治疗方法,获得越来越多正畸医生的青睐^[7]。iTero 等扫描仪也可用在正畸正颌联合治疗、唇腭裂治疗等手术辅助设计、进行颌位记录^[8-9]和幫助监测和控制牙周病进展^[10]。在正畸临床教学中采用 iTero 数字化效果模拟器可让学生熟悉数字化正畸的内容,并逐步应用到多学科联合的诊疗工作中。

三、数字化效果模拟器可锻炼学生方案设计的逻辑思维能力

虽然本研究中对治疗方案的合理性两组的差异无统计学意义,但对学生理解治疗方案的制定逻辑,数字化组明显强于传统石膏组。口腔正畸治疗计划的制定需要考虑治疗时机、拔牙模式、矫治器和治疗过程,是学生对错殆畸形的治疗逻辑的体

现。其中,只要患者的检查资料齐全,无论采取何种方式进行效果预测,均不影响治疗时机的判断。但拔牙模式、矫治器的选择和治疗过程的动态变化,却无法在一次石膏排牙试验中体现。相反,数字化效果模拟器由于内设了牙齿移动三维方向的大数据,学生可以反复尝试不同拔牙模式和其治疗后的结果,有利于学生理解拔牙模式的选择逻辑。同时,治疗过程的动态体现也是数字化效果模拟器的优势,通过牙齿移动的动画体现长达2~3年的矫治过程的牙移动情况,学生可反复试错,继而进一步强化学生对治疗过程(排齐整平、内收间隙、精细调整、保持)与所引起的治疗效果的逻辑性的理解。因此,数字化效果模拟器的应用可锻炼学生方案设计时的逻辑思维能力。

综上所述,数字化效果模拟器可弥补传统石膏排牙预测在临床教学中的不足,尤其是在思维训练上更加具有优势。

利益冲突 所有作者均声明不存在利益冲突

作者贡献声明 郑金绚:实验操作、量表制作与收集、数据整理、论文撰写、经费支持;孟博文、余榕丞:实验操作、数据整理、论文撰写;陈正元、刘冠琪:量表制作与收集;吴莉萍、曹阳:研究指导、论文修改、经费支持

参 考 文 献

- [1] Kirschneck C, Kamuf B, Putsch C, et al. Conformity, reliability and validity of digital dental models created by clinical intraoral scanning and extraoral plaster model digitization workflows [J]. *Comput Biol Med*, 2018, 100: 114 - 122. DOI: 10.1016/j.combiomed.2018.06.035.
- [2] 白玉兴. 三维数字化技术在正畸诊断和治疗设计中的应用 [J]. *中华口腔医学杂志*, 2016, 51(6): 326-330. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1002-0098.2016.06.002.
- [3] Warnecki M, Nahajowski M, Papadopoulos MA, et al. Assessment of the reliability of measurements taken on digital orthodontic models obtained from scans of plaster models in laboratory scanners. A systematic review and meta-analysis [J]. *Eur J Orthod*, 2022:cjac005. DOI:10.1093/ejo/cjac005.
- [4] 厉松, 苏茹甘. 数字化技术在口腔正畸临床中的应用 [J]. *口腔疾病防治*, 2019, 27(2): 69-73. DOI: 10.12016/j.issn.2096-1456.2019.02.001.
- [5] Pei Y, Ai X, Zha H, et al. 3D exemplar-based random walks for tooth segmentation from cone-beam computed tomography images [J]. *Med Phys*, 2016, 43(9): 5040. DOI: 10.1118/1.4960364.
- [6] Lee RJ, Pi S, Park J, et al. Three-dimensional evaluation of root position at the reset appointment without radiographs: a proof-of-concept study [J]. *Prog Orthod*, 2018, 19(1): 15. DOI: 10.1186/s40510-018-0214-4.
- [7] Hammoudeh JA, Howell LK, Boutros S, et al. Current status of surgical planning for orthognathic surgery: Traditional methods versus 3D surgical planning [J]. *Plast Reconstr Surg Glob Open*, 2015, 3(2): e307. DOI: 10.1097/GOX.000000000000184.
- [8] Solaberrieta E, Garmendia A, Brizuela A, et al. Intraoral digital impressions for virtual occlusal records: Section quantity and dimensions [J]. *Biomed Res Int*, 2016, 2016: 7173824. DOI: 10.1155/2016/7173824.
- [9] Stafeev A, Ryakhovsky A, Petrov P, et al. Comparative analysis of the reproduction accuracy of main methods for finding the mandible position in the centric relation using digital research method. Comparison between analog-to-digital and digital methods: A preliminary report [J]. *Int J Environ Res Public Health*, 2020, 17(3): 933. DOI: 10.3390/ijerph17030933.
- [10] Schlenz MA, Schubert V, Schmidt A, et al. Digital versus conventional impression taking focusing on interdental areas: A clinical trial [J]. *Int J Environ Res Public Health*, 2020, 17(13): 4725. DOI: 10.3390/ijerph17134725.

(收稿日期:2021-12-09)
(本文编辑:王嫚)