

• 医学教育 • doi:10.3969/j.issn.1671-8348.2024.10.025

网络首发 [https://link.cnki.net/urlid/50.1097.R.20240228.1125.023\(2024-02-28\)](https://link.cnki.net/urlid/50.1097.R.20240228.1125.023(2024-02-28))

# 3D 打印技术在口腔显微根尖手术教学中的应用研究\*

程小刚,肖敏,郝秀瑞,余擎,徐宁<sup>△</sup>

(口颌系统重建与再生全国重点实验室/国家口腔疾病临床医学研究中心/陕西省口腔医学重点实验室/  
第四军医大学口腔医院牙体牙髓病科,西安 710032)

**[摘要]** 目的 探讨 3D 打印技术在口腔显微根尖手术教学中的应用效果。方法 选取该院 2022 级 30 名住院医师规范化培训学员并随机分为两组( $n=15$ ),分别进行显微根尖手术 3D 打印技术辅助教学(试验组)和传统教学(对照组),包括理论教学、实践操作(实操)。课后通过考核和调查问卷评价教学效果。结果 理论教学中,试验组成绩( $90.00\pm 5.29$ )分高于对照组成绩( $79.47\pm 5.78$ )分( $P<0.001$ )。实操考核中,试验组成绩( $6.90\pm 0.54$ )分高于对照组成绩( $4.97\pm 0.88$ )分( $P<0.001$ )。调查问卷结果表明,试验组学员均认为 3D 打印技术的应用在对病例信息的提取、诊断和鉴别诊断的分析、治疗方案的制订和学习兴趣的提高等方面具有积极意义。结论 3D 打印技术对口腔显微根尖手术的教学有积极意义,有助于学员对理论知识的分析掌握和实操能力的提升。

**[关键词]** 3D 打印技术;显微根尖手术;口腔教学;效果评价;牙体牙髓病学

**[中图分类号]** R-4

**[文献标识码]** B

**[文章编号]** 1671-8348(2024)10-1578-03

口腔显微根尖手术(apical microsurgery, AMS)是在手术显微镜下,利用超声器械、微型手术器械等通过外科手术的方式切除根尖,清除坏死和感染组织,严密封闭根管系统,促进软硬组织新生及新的附着形成的治疗方法<sup>[1]</sup>,成功率 90% 以上<sup>[2-4]</sup>。传统 AMS 教学多采用理论知识和图片展示,仅能实现二维的手术讲解;实操练习使用的离体牙参数不一,效果难以统一评估<sup>[5]</sup>。20 世纪 90 年代,3D 打印技术被引入我国<sup>[6]</sup>,一方面能通过制作三维教具实现直观化的理论教学,另一方面可以通过制作统一参数的实操模型实现同质化的练习和评价<sup>[7]</sup>。本研究拟探讨 3D 打印技术在 AMS 教学中的应用效果。

## 1 资料与方法

### 1.1 一般资料

本研究纳入第四军医大学口腔医院 2022 级 30 名住院医师规范化培训学员,其中男 13 人,女 17 人,平均年龄( $23.13\pm 1.57$ )岁。30 名学员仅接受过本科阶段 AMS 理论学习,均无实操练习经历。所有学员对本研究知情同意。

### 1.2 方法

将学员随机分为试验组(3D 打印技术辅助教学模式)和对照组(传统教学模式),每组 15 名。教学内容包括以临床病例为引导的理论教学和体外手术模型实操教学两个部分。

#### 1.2.1 教学实施

##### 1.2.1.1 理论教学

授课方法以临床典型病例为基础,通过完整诊疗资料的讲解进行 AMS 理论教学,具体过程如下:通过多媒体向对照组学员依次展示病例的基本信息、病史信息、临床检查资料、影像学检查资料,引导学员进行诊断和鉴别诊断,制订合理的治疗方案。依据治疗方案,引导学员探讨 AMS 的适应证、非适应证、术前准备、局部麻醉要点、切口的设计与翻瓣、去骨、开窗、病变区搔刮、根尖切除、根截面检查、根管倒预备、根管倒充填、瓣膜复位与缝合、术后医嘱、拆线和复查等手术流程。试验组由同一教员使用相同病例资料进行理论教学,课前应用 3D 打印技术根据病例的锥形束 CT(cone beam CT, CBCT)数据制作颌骨和患牙病损的实体模型(保证每位学员一个),上课时利用实体模型向学员立体展示颌骨和患牙的解剖关系、病损情况、病损区临近的重要解剖结构,在理论讲解和实物观摩的基础上引导学员分析病情、确定诊断、探讨治疗方案,理解 AMS 的整个操作流程及术中注意事项。

两组学员理论教学随堂考核试卷相同,内容包括 AMS 的适应证、非适应证、病情分析、治疗方案选择、手术难度评估、规范化操作步骤(理论)、病例分析等。

##### 1.2.1.2 实操教学

教员示教时,为对照组学员选取一颗上颌第一前磨牙离体牙,按照规范化治疗标准完成根管预备和充填。将充填后的离体牙固定在上颌阴模前磨牙的位置,根尖区使用红蜡片模拟骨质病损情况,使用超硬石膏灌制模型,将模型固定在仿真头模上。教员在显

\* 基金项目:陕西省创新能力支撑计划项目(2022KJXX-101);空军军医大学研究生课程教学改革课题项目;空军军医大学第三附属医院教育研究课题项目(2020kqjyyjyb-cxg)。 <sup>△</sup> 通信作者, E-mail: xuning0991@163.com。

显微镜下示教手术过程,包括局部麻醉、瓣膜设计、去骨开窗、根尖切除、根管倒预备和倒充填、术区清理等操作步骤。试验组示教由同一教员完成且内容同对照组,不同的是,使用上颌第一前磨牙 3D 打印模型牙灌制模型。学员实操练习及考核中,对照组选择形态尽可能相似的离体上颌第一前磨牙进行模型灌制,每位学员分发 4 副模型,其中 3 副用于练习,1 副用于测试。试验组使用同一参数的上颌第一前磨牙 3D 打印模型牙进行模型灌制,每位学员分发 4 副模型,其中 3 副用于练习,1 副用于测试。

1.2.2 评分标准

学员在仿真头模上完成考核后,取出模型,由 2 位非授课教员分别对每个模型进行打分。评分内容包括:去骨开窗直径、根尖切除长度、根尖切除角度、根尖倒预备深度、根尖倒充填密合程度,每个单项满分 2 分,总分 10 分。每个模型评分差值在 2 分以内的计平均值,评分差值>2 分的则由第 3 名教员再次独立评分,取其中计分值接近的 2 个评分的平均值。

1.2.3 问卷调查

课程结束后,向试验组学员发放无记名调查问卷,调查 3D 打印技术的应用是否有提升 AMS 教学效果的作用。

表 2 3D 打印技术在 AMS 教学中的应用效果问卷调查结果[n(%),n=15]

项目	非常同意	比较同意	不确定	不同意
有助于提高对理论知识的理解	15(100)	0	0	0
有助于提高对病例信息的提取能力	14(93.33)	1(6.67)	0	0
有助于对患牙解剖细节和病损状态的理解	15(100)	0	0	0
有助于明确诊断和鉴别诊断	12(80.00)	3(20.00)	0	0
有助于制订合理的治疗方案	14(93.33)	1(6.67)	0	0
有助于提高对规范化操作步骤的理解和掌握	13(86.67)	2(13.33)	0	0
有助于提高学习兴趣	15(100)	0	0	0
有助于提高临床工作兴趣	15(100)	0	0	0

3 讨 论

由于根管解剖系统的复杂性、根管外细菌生物膜的形成及真性囊肿的存在,仍有部分牙髓病和根尖周病无法通过非手术治疗方式治愈,需要手术治疗<sup>[8-10]</sup>。AMS 对手术技巧和医疗设备要求较高,然而本科阶段学员仅接受过理论知识教学,未经历过实操培训,常导致临床存在适应证把握不准、操作不规范、术中造成神经血管损伤等问题<sup>[5,11]</sup>。目前,AMS 的系统培训多通过继续教育完成,形式多以理论学习结合仿真头模实操练习为主,有以下不足之处:理论知识抽象,难以理解;操作过程烦琐,细节多,技术要点多,难以掌握;实操模型标准化难,无法实现示教的“复刻”,导致学员目标不明确、实操效果不理想;评价无法标准化。本研究问卷调查结果中,试验组所有学员对

1.3 统计学处理

采用 SPSS20.0 软件进行数据统计分析。采用 Shapiro-Wilk 检验进行正态性检验。满足正态分布的计量资料用  $\bar{x} \pm s$  表示,组间比较采用  $t$  检验。检验水准  $\alpha = 0.05, P < 0.05$  为差异有统计学意义。

2 结 果

2.1 考核成绩

理论教学随堂考核中,试验组成绩(90.00±5.29)分高于对照组成绩(79.47±5.78)分( $P < 0.001$ )。实操考核中,试验组成绩(6.90±0.54)分高于对照组成绩(4.97±0.88)分,差异有统计学意义( $P < 0.001$ )。见表 1。

表 1 两组学员理论和实操考核成绩比较( $\bar{x} \pm s$ ,分)

组别	<i>n</i>	理论考核成绩	实操考核成绩
对照组	15	79.47±5.78	4.97±0.88
试验组	15	90.00±5.29	6.90±0.54
<i>t</i>		-5.21	-7.27
<i>P</i>		<0.001	<0.001

2.2 问卷调查结果

试验组 15 名学员均完成问卷调查,结果见表 2。

AMS 教学中 3D 打印技术的应用有助于理论知识的理解和掌握予以充分肯定。3D 打印技术的应用帮助学员直观地观察、分析和理解患牙的基本情况、解剖特点及与邻近组织的解剖关系,继而明确掌握非手术治疗及 AMS 治疗的适应证和非适应证<sup>[12]</sup>。同时,3D 打印技术能够将 CBCT 展现的抽象的患牙与颌骨病变的联系及毗邻重要解剖结构(如上颌窦、下颌神经管等)间的三维空间关系具象化构建并展现在学员面前,有助于学员设计出合理的手术方案,进而提升教学的质量<sup>[13]</sup>。

传统 AMS 实操示教及练习使用离体牙石膏模型,制备流程<sup>[14]</sup>如下:(1)单个离体牙完成常规根管预备和充填;(2)用红蜡片包裹根尖部分,模拟根尖周囊肿;(3)利用硅胶阴模,将离体牙包埋于超硬石膏中,

完成实操模型制备。传统离体牙石膏模型存在以下不足之处:离体牙收集困难且个体差异大,与标准阴模参数匹配困难,此外石膏模型灌制复杂、参差不齐,因此不易于示教和练习的“标准化”和“同质化”;现有市售成品模型除上述不足之处外,还存在成本高导致无法供学员大量练习使用的弊端。此外,随着口腔诊疗技术的不断提高,以及人们对天然牙保留意识的日渐增强,收集满足学员练习要求的离体牙更是难上加难。因此,亟待设计一种来源广泛、成本低廉、参数统一且可控的 AMS 实操练习模型。而 3D 打印模型牙取材方便,供应充足,标准化好,能充分满足 AMS 的操作练习需求。

本研究中,依据临床实际影像数据资料通过 3D 打印技术制作模型牙,除了模拟不同患牙的形态和病损情况,还可以根据学员技能基础调整模型的操作难度。参数确定后可以批量打印模型牙,解决了离体牙收集困难和参数不统一的难题,可供学员反复练习。同时,标准化的 3D 打印模型牙方便了学员练习效果的评估,可以准确测量学员手术过程中切除牙根的长度及角度,实现了实操考核的客观化和标准化<sup>[15-16]</sup>。但其应用仍存在一定的不足和改进空间:比如现阶段 3D 打印模型牙的质地偏软,与离体牙存在一定的差异,后期需寻求更接近牙齿质地的 3D 打印材料,以提升学员实操的“临床手感”;其次,由于打印精度的局限性,诸如颌骨内细小血管和神经的走形及分布等尚无法完全复制,后期应提升打印的精度,争取复刻出术区解剖结构,实现学员的精准练习,以规避手术风险,减轻术后并发症。此外,本研究仅为小样本前瞻性研究,应用 3D 打印技术辅助 AMS 教学的应用效果有待进一步研究。

综上所述,3D 打印技术对 AMS 的理论和实操教学均有积极意义,提高了教学过程的直观性和生动性,调动了学员的积极性和主动性,实现了教学评价的标准化,有助于学员对理论知识的掌握和理解及实操技能的提高,显著提升了教学效果。随着 3D 打印技术的不断成熟,成本将不断下降、操作也将不断简化,其在口腔教学中的应用将更加广泛化、多样化、智能化,对口腔教学产生积极作用。

### 参考文献

[1] 周学东. 牙体牙髓病学[M]. 5 版. 北京:人民卫生出版社,2020.

[2] TSESIS I, ROSEN E, TASCHIERI S, et al. Outcomes of surgical endodontic treatment performed by a modern technique:an updated meta-analysis of the literature[J]. J Endod, 2013,

39(3):332-339.

[3] MADDALONE M, GAGLIANI M. Periapical endodontic surgery: a 3-year follow-up study[J]. Int Endod J, 2003, 36(3):193-198.

[4] 岳林, 王晓燕. 牙体牙髓病学[M]. 3 版. 北京:北京大学医学出版社, 2022.

[5] 王捍国, 余擎. 显微根管外科手术相关临床问题的思考[J]. 中华口腔医学杂志, 2019, 54(9): 598-604.

[6] 白石柱, 毕云鹏, 高蕊, 等. 3D 打印及其在口腔医学中的应用(四):经验总结[J]. 实用口腔医学杂志, 2022, 38(5):683-688.

[7] 陆俊卿, 王倩婷. 3D 打印在牙体牙髓领域的研究进展与应用[J]. 临床口腔医学杂志, 2022, 38(5):316-318.

[8] 王捍国. 显微根管外科彩色图谱[M]. 北京:人民卫生出版社, 2016.

[9] 王捍国. 显微根尖外科手术难度评估系统的初步建立[J]. 实用口腔医学杂志, 2022, 38(5):557-564.

[10] 林正梅, 何颖聪, 黄舒恒, 等. 显微根尖外科手术临床决策的口腔多学科考量[J]. 口腔疾病防治, 2022, 30(10):685-691.

[11] 陈蕾, 童方丽. 显微根尖外科手术中的常见问题与解析[J]. 口腔疾病防治, 2016, 24(4):197-203.

[12] 吴桐, 白宇宏, 李任, 等. 3D 打印技术在牙髓病学研究中的应用进展[J/OL]. 中文科技期刊数据库(全文版)医药卫生. [2022-05-07]. <http://www.cqvip.com/QK/72149X/202201/epub100003292307.html>.

[13] 邵秉一, 甘宁. 3D 打印技术在显微根尖手术临床教学中的应用[J]. 教育教学论坛, 2019, (19): 79-80.

[14] 郭敏, 彭志翔, 权晶晶, 等. 显微根尖手术教学模型的制备与应用[J/CD]. 中华口腔医学研究杂志(电子版), 2016, 10(5):360-363.

[15] 陈晨, 王富市, 张睿, 等. 计算机辅助显微根尖手术的体外模型研究[J]. 中华口腔医学杂志, 2022, 57(1):44-51.

[16] 王安琪, 吴丽, 赵丹, 等. 3D 打印根尖切除手术导板的设计及体外模型效果评价[J]. 实用口腔医学杂志, 2021, 37(6):739-742.