

基于高精度三维数字化模型的 3Dbody 系统在口腔临床本科教学中的探索与实践

李慧

安徽理工大学第一附属医院，安徽淮南，中国

【摘要】为了探究高精度三维数字化模型（3Dbody 系统）在口腔医学本科临床教学中的应用效果及价值。将针对目前传统口腔教学中三维解剖结构难以理解、实践操作风险大、教学资源匮乏等问题，把 3Dbody 系统融入到口腔解剖生理学、牙体牙髓病学、口腔颌面外科学等课程的教学工作中，在构建出具有可交互、可重演、无风险的虚拟仿真实训教学环境下强化学生的三维空间认知和临床操作技能，并通过对教学效果利用理论考核+操作评估+问卷调查的方式进行综合评价。结果显示：与对照组比较，使用 3Dbody 系统的实验组学生在解剖结构辨识准确率、理论考试成绩以及虚拟操作评分上均优于对照组 ($P<0.05$)。根据问卷调查得知，大多数学生认为此种方式能够增加学生的学习兴趣，加强了对于所学知识的记忆，降低了他们对于操作的紧张感。结论：作为教学新工具的 3Dbody 系统能够突破传统口腔临床教学中的局限，提高教学质量及效率，有利于培养自身拥有较强的空间想象能力以及较强的临床前瞻性思维的口腔医学人才。

【关键词】 三维数字化模型；3Dbody 系统；口腔医学教育；临床教学

1.引言

口腔医学是一门既具备很强的理论性又带有强烈的实践性特点的一门学科，它以准确无误的三维解剖形态和近乎完美的精细操作为主要内容，这是对培养学生的基本要求之一[1]。但是由于学生的年龄较小，对复杂的颅颌面解剖结构，特别是牙齿、神经、血管及其相邻关系很难单纯依靠二维的平面图像或是少量有限的实物标本来理解，所以使教学过程很难达到理论联系实际的要求，是需要长期重点突破的教学难点[2]。传统教学模式：教学中以教材图谱、离体牙标本、石膏模型以及教师讲述等方式为主，学生大多只在脑海中建立了十分抽象的形象，需要调动很强的空间想象能力来完成知识内化及转化的过程，效果不好。另外，在临床前的技能培训阶段，“高风险、高成本、低容错”问题严重：学生只能通过在仿头模上做牙体预备、开髓、拔牙等工作练手；在使用标本时耗材、材料、工具耗损大；不能反复使用[3]；不能展现操作过程内部的影响，比如备牙深度是否接近髓腔、拔牙器械与神经管的关系等等[4]；最终影响了学员培训后的第一反应面对真人操作的紧张与焦躁情绪[5]。

伴随着数字医学技术的发展和三维重建以及虚拟仿真技术的成熟，解决了以上教学

难题[6]，以高精度的三维数字化模型为核心建立的 3Dbody 系统利用数字化手段将人体解剖结构 1: 1 建模，打造出可任意复制、任意操控、无风险操作的虚拟学习空间[7,8]。本文主要研究 3Dbody 系统如何深入口腔医学本科临床教学，并阐述在实际教学运用过程中的具体方法及科学测评其教学效果，为口腔医学教育的数字化改革奠定基础。

2. 3Dbody 系统在教学中的应用模式构建

本研究将 3Dbody 系统作为核心教学工具，将其应用于口腔解剖生理学、牙体牙髓病学及口腔颌面外科学三门核心课程的理论与实验教学中，构建了“观察模拟规划评估”一体化的教学新模式。

2.1 三维交互式解剖学教学

在口腔解剖生理学教学中，3DBody 软件内部搭载着一套高精度数字化牙颌系统模型替代了传统的图谱，用于授课的主体部分，并能实现任意的旋转和缩放，从多角度了解牙齿的形态，如咬合面、颊舌面、近远中面以及牙齿的个数、弯曲程度、分叉的情况；其次还能做到透明、分层剥离，根据透明度显示的状态将牙釉质、牙本质依次进行隐藏和分解，从而可以清楚看到髓室形态、根管口位置、根管走向等；随后剥离牙槽骨，能够动态展现出牙根与固有牙槽骨、下牙槽神

经管、上颌窦底等结构的关系，并通过侧边栏工具进行神经血管束的透明化显示，突出牙齿根尖与下牙槽神经管及血管之间的密切关系（见图1）。同屏对比示教时会把3DBody教学系统的牙胚发育复杂的过程转变为一条逻辑清晰、通俗易懂的四维（三维+时间）的故事线（见图2），极大的提高了学生的认知度和接受度，从而使学生的注意力更为集中；实验课时学生不是局限于在一台机器上观看，而是每个人都要在计算机上自主操作1学时来完成老师安排的任务，如：“寻找下颌第一前磨牙牙根表面的纵沟”、“追踪腮大神经血管束的走行”……真正做到了从“被动听讲”变为“主动探索”，从而达到了更好的理解解剖学知识的效果。

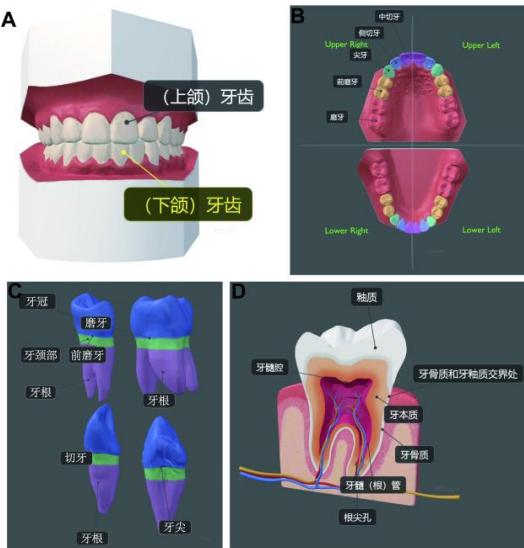


图 1. 3Dbody 软件界面截图。A: 上下颌牙列整体结构展示; B: 牙列分区与命名示意; C: 各类恒牙的外形及冠根比例展示; D: 牙齿纵剖面结构示意

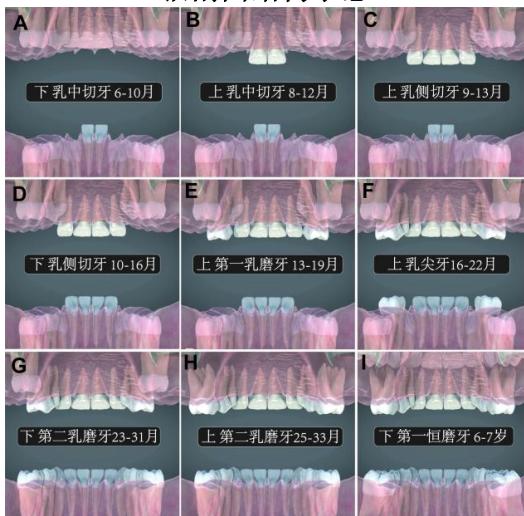


图 2. 动态展示乳牙发生过程

2.2 无风险临床操作模拟训练

先介绍3Dbody系统中模拟训练模块的教学运用，牙体预备模拟：学生虚拟操作牙体预备II类洞制备、全瓷冠牙体预备等，同时3Dbody系统会实时显示车针去除的牙体组织量，并以颜色的变化来标示：例如当磨除量过大临近牙髓时呈现红色，过少时呈现蓝色；演练完毕系统将自动生成包括预备量、平滑度、边缘连续性等参数在内的评估报告，学生可以此为反馈重新实践、继续重置（见图3）。外科手术模拟：在颌面外科教学部分重点进行“复杂下颌智齿拔除术”的模拟教学，通过三维模型方式让学员提前根据所给条件进行切口、翻瓣、去骨、分牙的方案规划，在实际的操作过程中，当器械靠近到下牙槽神经管的危险距离时系统会实时给予声光提示并累计错误次数，多次反复模拟操作能够让学生更加深刻地感受到“如何规避风险”而不仅仅是“如何完成操作”，而并没有对实体材料产生损耗，可以通过无数次尝试模拟操作，让学生在零风险的环境中加强手法与操练，如模拟智齿拔出时，当显示牙挺接触牙根时，屏幕一侧便会有警示框弹出，提示“距离下牙槽神经管仅0.3mm”，并伴有距离测量线（见图4），可让学生充分打磨好自己的基本功，为后面的仿头模或者临床操作打下一个坚实的心理基础和扎实的技能水平。



图 3. 大屏幕投映下学生裸眼第一视角所见：一个巨大的、被剖开的牙根及其内部的根管系统

2.3 基于真实病例的个性化手术规划教学

为提高高年级学生在将基础知识应用于临床中，在高年级使用3Dbody结合真实患者匿名的CBCT数据完成真人的个性化学习，即在将获得的临床患者资料利用3Dbody将其中的数据灌入到系统中，通过软件自动生

成患者本人的个性化三维颌骨。让学生以小组形式承担一个真人的病例学习（例如种植修复患者），使用建好的虚拟模型中的数据进行术前测量（例如，在虚拟模型中测出牙槽骨的高度、宽度以及密度等），确定种植体放置的位置、方向以及深度，并且做到与邻牙之间、与神经管的安全距离等。然后每组安排一个人向老师和同学介绍小组设计的治疗方案，请老师带领大家做一下讨论评价及比较分析，经过这样的练习可以训练学生的三维影像读片能力和空间测量能力，同时也可以培养学生以患者为中心的个性化诊疗思维，实现从“学技术”到“用技术解决临床问题”的飞跃。

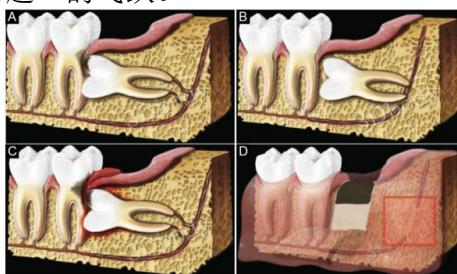


图 4. 虚拟智齿拔除模拟界面截图。A: 正常下颌第三磨牙萌出路径示意；B: 水平阻生智齿形成阶段；C: 阻生智齿导致局部病变示意；D: 阻生智齿拔除术操作示意

3. 教学效果评估与方法

为科学评估 3Dbody 系统的教学效果，我们设计了多元化的评价体系。

3.1 评价对象

选取我校口腔医学专业本科三年级两个平行班的学生为研究对象，随机分为实验组（n=60）和对照组（n=60）。两组学生由同一教师授课，授课内容、学时数完全相同。对照组采用传统教学模式（图谱+标本+教师示教），实验组在传统模式基础上，增加上述 3Dbody 系统辅助教学环节。

3.2 评价方法

3.2.1 理论考核

每堂课结束后都要统一给两个班级的学生进行闭卷考试，在闭卷考试试卷里会设置一些考察学生的三维空间认识能力的问题。例如给出某根 CBCT 轴状面图像对应的是正确的一组冠状面/矢状面图像；如画出某颗牙齿根尖部分毗邻解剖结构图，并准确标记其中有关的重要关系等。

3.2.2 操作技能评估

在牙体预备实验课上，要求两组学生在仿头模上制作相同的 II 类洞，并使用两位事

先不知道分组情况的高年资老师，在严格的盲法下按统一标准（包括洞形、深度、洞壁质量、穿髓等情况）进行打分。

3.2.3 问卷调查

课程结束后，对实验组学生发放匿名问卷，测评其使用 3Dbody 系统后的教学体验，包括学习兴趣、知识掌握程度、记忆程度、操作信心等，采用 Likert5 级评分法。

3.3 统计学处理

采用 SPSS 25.0 软件进行数据分析。理论考核成绩和操作技能评分以均数±标准差（ $\bar{x} \pm s$ ）表示，组间比较采用独立样本 t 检验。P<0.05 为差异具有统计学意义。

4. 结果

4.1 理论考核结果

实验组学生在理论考核中整体表现优于对照组。通过 3Dbody 系统辅助教学，学生在空间结构理解与知识应用方面的掌握更加全面，尤其是对于关键解剖位置和临床关联知识的识记与理解。结果显示，3Dbody 系统能有效提升学生对复杂口腔颌面结构的认知水平以及理论知识整合能力。

4.2 操作技能考核结果

在实验操作环节中，实验组学生在洞形制备规范性、操作连贯性及细节控制方面表现出更好。3Dbody 系统能使学生能够在模拟环境中提前建立空间操作概念，从而在实际操作中展现出更好的准确性与稳定性。

4.3 学生问卷调查结果

对所评价学生的调查问卷结果显示，绝大多数实验组学生对使用 3Dbody 系统的教学持积极态度（见图 5）。多数学生认为该系统显著提高了学习兴趣，增强了课堂参与度，帮助他们更好地理解复杂的解剖结构，并在学习过程中获得更深刻的知识记忆。

此外，多数学生反馈，3Dbody 系统的可视化与交互特性有效缓解了临床操作前的紧张情绪，提升了对操作任务的信心。绝大部分学生表示希望此类三维可视化教学方式能在其他课程中得到推广与应用。

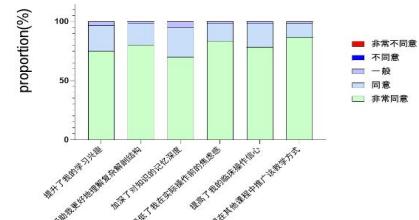


图 5. 实验组学生对 3Dbody 系统教学效果的评价 (n=60)

4.4 教学观察

教学观察显示,实验组学生在课堂中的互动明显增强,主动发言和讨论次数较多,对知识的探索欲与实践兴趣显著提高。教师反馈认为,3Dbody 系统的应用提升了教学直观性和课堂参与度,学生在病例分析与方案设计等任务中表现出更强的空间理解力与临床思维能力。

5.讨论

研究表明,运用 3Dbody 系统开展口腔本科临床教学效果良好,是因为它很好地解决了口腔本科临床教学中遇到的诸多问题[9]。首先,此技术很好地解决了三维空间的认知转化问题,通过空间旋转的三维立体动画把抽象的文字描述、二维图转变为具体可见的可以触摸(仅限于视觉、触觉)的实物形象,符合人的认知方式,减少学生的认知负担,提高学习效果与知识记忆量[10]。本文实验组理论成绩中,尤其空间题目成绩均明显高于对照组[11];且通过构造一套系统完整的临床技能训练平台,不仅可以实现多中心共享教学资源的目的,也为学生开展“无限次试错”和“可逆操作”的教学演练方式提供了可能,给予学生宽松的学习氛围与空间[12]。同时,为学生搭建起实时反馈与量化评分系统,就像有一位不辞辛苦的老师时刻帮助其发现问题与改正错误,使学生知道自己在何处出了差池,从而使学生的实践操作水平更加稳定,错误率降低[13]。另外,在一定程度上可以使学生缓解临床焦虑情绪。医学教育或者外科教育有这样一个经典的“看做教”模式,学生从“看”转变为“做”跨越必然要经历很长一段时间的培训和练习,心理压力大、技能增长慢,为了帮其过渡,3Dbody 在二者之间添加了一个“模拟”环节,先于他们接受患者前,已经有过无数次的“成功经验”或“失败教训”。问卷调查结果表明,“降低焦虑感”“提高操作信心”的高认同度支持着这种做法[14];同时,将基于真实病例的个性化教学加入到实践中来也是一大亮点[15]。其既打破传统教学模式下的基础教学与临床实践脱节壁垒,又可让学生尽早接触到临床情景,在解决真实问题的过程中应用和巩固已学知识,有利于培养学生批判性思维、提升复杂临床问题解决能力,完成从传统教学模式向“以岗位胜任力为导向”的现代医学教育理念转变[16]。

当然,在推广应用这项技术时也遇到了

一些问题,首先是前期要投大量的人力、物力和财力,再者就是老师们的思维观念和技术水平能否适应新时代的教育;第三就是要把新技术有效地融入到课程当中去,并不是简单的相加[17,18]。以上这些问题有待于我们在以后的教学改革中加以重视并解决。

6.结论与展望

综上所述,基于高精度三维数字化模型的 3Dbody 系统正在把新鲜血液带入传统的口腔医学本科临床教学中。这一高逼真度和强互动性的训练场景向医学生充分展示了复杂而繁杂的人体解剖结构,进一步加强了学生空间解剖的认知水平、强化了学生的临床操作技能、养成了医学生的早期临床思维意识,取得了较为显著的教学效果,有很大的应用前景和较好的推广意义。随着技术的发展进步,以后 3Dbody 也许会加上力反馈来模拟真实的操作触感,也会有更多人工智能的技术加进来提供更加个性化的学习路径及辅导,最后通过 AR、3D 打印等技术的应用与串联实现从虚拟设计到实体操作这样一个全过程的教学闭环,给今后口腔医学教育带来新的可能。

参考文献

- [1] 覃文聘, 闫舰飞, 牛丽娜, 等.虚拟现实技术在口腔解剖生理学本科生教学中的应用研究[J].重庆医学, 2021, 50 (3) : 529-532.
- [2] 高璐, 张晓红, 金海威, 丛蔚, 王福.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.
- [3] 玉琨, 甘有洪, 邝海, 等.新医科背景下口腔医学虚拟仿真实验教学资源的建设与思考[J].大众科技, 2023, 25 (10) : 139-142.
- [4] 李丹, 王珊珊, 刘永红.数字化导航技术在牙髓病学领域的研究进展[J].北京口腔医学, 2023, 31 (3) : 222-224.
- [5] 丛磊, 廖崇珊, 苏俭生, 等.口腔医学专业学生临床实习前焦虑状况及其相关因素探析[J].中华医学教育杂志, 2011, 31 (5) : 708-711.
- [6] 王鹤云, 张倩倩, 杨兴强, 等.数字化在口腔医学技术实践教学的探索与应用[J].中国口腔医学继续教育杂志, 2023, 26 (2) : 154-159.
- [7] 吴天秀, 符华春, 蔡洁.三维虚拟仿真教学系统 3Dbody 在系统解剖学实验教学中的

- 应用体会[J].解剖学杂志, 2020, 43 (01) : 77-79.
- [8] 张文斌, 房笑, 曹霞, 等.基于 3Dbody APP 的口腔颌面外科翻转课堂设计和实施[J].中国医学教育技术, 2020, 34 (05) : 638-641.
- [9] 王海霞, 何阳阳, 蔡智慧, 等.“3D Body”系统在高职院校专业课程教育中的应用研究[J].现代商贸工业, 2024, 45 (10) : 263-265.
- [10] 肖敏, 梅笑寒, 余擎, 等.虚拟现实技术在牙体牙髓病学实训教学中的应用效果研究[J].重庆医学, 2023, 52 (3) : 4.
- [11] 高鹏程, 谢理哲, 严斌.牙颌模型三维数字化技术及其在口腔正畸学中的应用进展[J].口腔生物医学, 2014 (3) : 152-157.
- [12] 罗有成, 吴哲, 黄江勇, 等.数字化虚拟仿真技术在口腔修复学临床教学中的探索[J].口腔材料器械杂志, 2022, 31 (1) : 63-66.
- [13] 朱彤, 潘子建, 刘姝琪, 等.虚拟仿真技术在口腔教学中应用的系统评价[J].中国多媒体与网络教学学报, 2022, (10) : 9-12.
- [14] 刘典伟, 王彬晨, 曲伟栋, 等.三维 (3D) 数字化解剖模型在口腔解剖生理学教学中的应用[J].医学教育研究与实践, 2022, 30 (6) : 737-740.
- [15] 张雪晶, 吴家媛, 陶文静, 等.虚拟仿真实验教学在口腔医学创新型人才培养中的探索及应用[J].中国卫生产业, 2025, 22 (07) : 36-40.
- [16] 邹芳, 许红淼, 刘惠娜, 冯惠玲, 任婷.基于虚拟仿真技术的临床思维训练课程的构建与实践[J].微型计算机, 2025 (5) : 214-216.
- [17] 李春林.信息化背景下口腔医学技术专业教学改革的实践与创新思考[J].学周刊, 2024 (25) : 1-4.
- [18] 王振慧, 杨宏业.虚拟仿真技术在口腔医学教育中的应用[J].口腔医学研究, 2022, 38 (9) : 811-814.