

数字化在口腔内科学实验教学中的应用思考

刘 洁 马雪敏 韩 雪 李 琳

石家庄人民医学高等专科学校 河北 石家庄 050000

摘 要: 数字化技术在口腔内科学实验教学上的运用给以尝试。现如今医学院校教育资源不均等, 数字化技术成为解决这一问题必须应对和改善的一项关键。其是沉浸式、交互式、流程重构的课堂模式。虚拟现实让学生可以在毫无风险的情况下训练自身, 提高注意力与反应能力; 三维建模还原了解剖结构、模拟操作过程。混合式教学使得教学资源有弹性且需要全程跟踪, 提升学生的操作准确率与学习满意度、加快学生的课堂效率, 还突破传统教学方法的局限性, 通过AI及时反馈, 使整个教学形成闭环, 促进学生的操作规范性与主动性。

关键词: 数字化; 口腔内科; 实验教学; 应用思考

引言

在医学教育领域中, 口腔内科学实验是培养专业的口腔医学人才必不可少的一个环节。因此, 以数字化技术为依托对于口腔内科学实验教学具有智能化、可视化和个性化等新兴特点, 通过数字化技术进行实验课程操作, 就可以对学生的操作情况做出评价和反馈; 基于可视化技术, 把复杂的口腔解剖结构和操作流程展示给大家, 根据学习进度和特征提供定制化的学习方案。借助数字化技术, 为了提高口腔内科学实验教学效率和质量, 让学生获得更好的学习体验, 赋予口腔医学教育崭新活力。

1 数字化教学改革的背景与动因

当前, 医学教育面临着资源不均、手段单一、实践匮乏等问题。传统的教学模式已经无法满足高精度、重复性和安全性培养临床技能所需要的课程体系。随着信息化浪潮影响下的医学教育发展以智能化、可视化和个性化为代表, 是提升医学教育质量最主要的方向。数字化技术的兴起给医学教育带来了新的机遇, 数字化技术不再仅仅是辅助工具, 而是成为改变教学结构和学习路径的核心力量。通过搭建虚拟仿真实验、在线教学平台等形式打破时间和空间的限制让学生随时随地进行学习和实践; 同时智能化的教学系统也会根据学生的学习情况提供个性化的学习方案, 使学生更加有效率。

1.1 教学痛点与技术契机

传统的实验教学在口腔内科学中由于设备投入大, 操作技能需要依靠个体经验进行示范、训练时间长和难以形成规模化普及等原因一直处于传统的局限性地位, 尤其面对某些复杂解剖结构或者精细操作技能缺少充分的机会。真实材料和临床环境无法获得与完全仿真, 容易受到教师水平以及实验室情况影响, 学习效果也存在

较大差异^[1]。虚拟现实(VR)和三维建模技术的出现缓解了这方面问题。通过制作高保真度数字化解剖模型和沉浸式操作模拟空间可以对临床各种操作流程做出更加丰富多样化还原, 让学生在安全、可控的虚拟空间中反复操作, 有助于学生培养自身优秀的手感操作技巧。此类新颖的技术已然表明在训练学生空间认知和动作协调性上具有较好的竞争力。

1.2 政策支持与行业趋势

国家近年来不断鼓励教育的数字化转型, 出台了《虚拟现实与行业应用融合发展行动计划》、将虚拟现实技术在教育领域的运用作为优先考虑的重点研究项目之一。“加快推进数字教育资源共建共享开放应用”, 鼓励和引导好的教学资源流动到各个区域、院校, 缓解教育资源分配不均等问题; 同时随着智慧教育平台的普及以及在线教学系统的搭载, 使得更易于追踪过程并可数据化管理, 基于数字化平台的混合式教学逐渐成为主流, 从而实现由“以教师为中心”向“以学习者为中心”的转变, 改善教学内容、教学方法与教学评估。

1.3 中级职称教师的创新角色

目前研究多集中于高级职称专家或科研团队为主的数字化教学改革项目, 重技术和开发能力等方面, 而对中级职称教师在实际工作中发挥主体作用并不十分关注。然而, 由于中级职称老师长期在一线从事教学与管理工作, 有着丰富的临床经验和良好的组织领导能力, 是联系理论与现实、融合技术与具体教学过程的桥梁, 同时其还拥有课程设计、课堂流程和学生反馈调整这些优势, 所以很难找到可复制与推广的案例^[2]。目前缺乏以中级职称教师作为教学实施者进行实证型教学改革的案例资料, 因此我们也就无法将他们作为数字化教学成果的参照范本去探索新的教学路径, 尝试将口腔内科学实

验教学的虚拟现实技术与三维仿真技术相结合，希望构建出一种可推广、可评估的教学模式，弥补当前的数字化教学研究缺少更多实施主体的空白，促进数字化教学的常态化、制度化发展。

2 数字化技术在口腔实验教学中的核心应用架构

数字化技术逐渐转向以单一工具为依托的系统教学，是融合了沉浸性、交互性和流程重构等特征为基础的综合性教学。它主要从研究学生的认知规律与临床能力培养出发，通过虚拟现实、三维建模和混合式教学手段立体呈现、操作过程仿真及学习行为跟踪全程记录；在新技术引领下，传统的“老师示范—学生模仿”单向传授形态逐步让位于以学生为中心、数据支撑、智能引擎的新型教学方式，其关键点在于运用多种感知模式、动态反馈机制、闭环式学习路径等创造出一个更加仿真且可量化并扩展的课堂教学环境来提高实验教学效率与

质量。

2.1 虚拟现实与沉浸式教学的应用特征

利用虚拟现实技术，为学生提供一个真切的、能够与其交互的三维场景，让学生在无风险环境中完成相关临床操作训练。这里主要是通过让学生亲近身体和情境化任务设计来激发学习动机和专注力，使他们可以进行空间定位和动作捕捉来追踪操作路径、动作幅度、时间节奏等信息，获得行为数据^[3]。VR实训后学生针对牙体预备、根管治疗等高精度操作平均集中注意力时长增加了37.2% ($p < 0.01$)；同时基于沉浸式学习环境，让学生选择不同的工作环境，如急诊、复杂病例等情况应变更有利于提升临床应变能力。教学场景重构能力可以帮助医师根据教学目标设置病例种类及操作难易程度，建立个性化训练路径。

表1 虚拟现实与沉浸式教学应用特征分类表

应用类型	核心特征	教学场景	技术支持
沉浸式学习	身临其境、多感官交互	VR实训室、远程教学	VR设备、空间定位
交互式操作	实时反馈、动态响应	临床模拟、技能考核	触觉反馈、动作捕捉
教学场景重构	多情境切换、自由探索	病例教学、应急演练	场景生成、用户自定义
教学流程重构	课前预习、课中实操、课后复盘	翻转课堂、混合式教学	学习平台、数据追踪

2.2 三维建模与仿真技术的功能归类

三维建模技术是基于医学影像数据（CT、CBCT）和参数化的建模算法，实现口腔解剖结构的高精度还原。它主要包括对人体解剖结构进行三维重建、将操作路径动态展示，并在局部细节上放大展示和交互式操作反馈等几个方面来开展临床认知和训练。解剖结构三维重建可以通过图像配准和体素分割得到具有牙体、牙周膜、骨组织等不同层次结构的可视化模型。由基于CBCT数据重建的上颌窦解剖模型的结构精度达98.7%，与真标本误差小于0.3mm；能够多角度旋转、剖切、透明化解剖模型，让学生可以从任意角度观察复杂的解剖关系，增强

空间认知。动态仿真功能利用物理引擎和时间轴控制，可以实现操作过程的动态模拟。如在牙体预备中，使用不同的器械模拟切割牙体组织时所产生的力、温度变化与材料移除速率，真实反映临床操作中的物理效果。这样能让学生在没有任何创伤情况下就掌握手持器械运行的节奏和力度；局部细节放大功能，方便观察较小的局部结构，如牙髓腔、根管系统等，并且自动标注等，减少认知负担。交互式操作反馈机制采取AI识别算法，对操作路径、角度、压力等进行实时比对，若偏离指定规范，立即发出语音或者视觉警示，实现“边学边改”的闭环训练。

表2 三维建模与仿真技术在口腔实验教学中的功能归类表

功能维度	具体功能	应用场景	技术实现方式
高精度建模	解剖还原	基础教学、病理模拟	影像重建、参数化建模
动态仿真	过程可视化	治疗演示、技能训练	物理引擎、时间轴控制
多角度观察	视角切换、局部放大	解剖认知、细节操作	三维旋转、剖切功能
智能反馈	路径分析、误差提示	技能评估、纠错训练	AI识别、评分模型

2.3 混合式教学流程的重构路径

数字化技术的加入和应用使教学流程由线性逐渐走向闭环。根据“课前预习—课中实操—课后复盘”，可

以适时调整授课资源、记录课堂学习情况^[4]。在上午课前让学生登陆线上平台进行虚拟实训的理论预习和模拟操作，系统会自动跟踪其学习时间、操作频率和错误类

型；在课中使用校园内线下实体设备和数字系统对于学生的预习状态和活动等进行收集和整合；而在下课之后，系统还可以为学生提供不同节点的操作评价结果，比如路径是否恰当、花费了多少时间、发现错误类型等信息，方便学生完成回顾总结和教师更有针对性地予以引导。

该流程的智能化主要体现在数据驱动进行了反馈，例如学习平台提供多种可用数据并以此来获得学习状态，比如操作轨迹、界面交互日志、答题记录等，使用数据挖掘技术找出问题所在。通过查询发现某一名学生根管预备时经常会有多次器械进入过深等情况，系统将自动推送其它模块中去训练，最终收效果良好。实施闭环教学模式下，班级技能考核平均分87.3分，比传统模式有18.6% ($p < 0.05$)；课堂效率相对于传统模式提高约40%左右。而且，在教学资源利用上虚拟实训平台可支持300人次/天并发访问，缓解了实验难度较大等问题。

系统化流程设计，提高教学效率并推广可复制、可评估的教学模式。以中级职称教师为主体，遵循标准操作路径和AI反馈机制，降低个人经验对于教学影响。我们的调查结果显示：在使用该系统后，教师花费比较少35%左右的时间进行教育而学生满意度达到92.1%左右。未来要继续扩展多中心验证，加强AI模型在复杂病例上泛化能力，同时还应注重跨校之间的数字资源共建、完善教师数字素养培训等方面工作，不断发展数字化教学范式。

3 讨论

在口腔内科学实验教学中，数字化技术给口腔内科学实验教学带来了一场深刻的变革，是推动口腔内科学实验教学发展的新力量。虚拟现实与三维仿真相结合也让口腔内科学实验教学焕发出青春的活力，使得学生不仅能够更好地达到操作指标要求而且可以清楚明确地掌握口腔的操作流程和解剖层次，让学生感觉自己置身于真正的口腔诊疗中，极大的提高学习效果。加入AI实时反馈机制的加入，使得教师的教学更具有精准性和动态适应能力，在对学生操作情况进行检测、跟踪后系统及时对偏差进行纠正，弥补传统教学中教师观察不全面的缺陷，使得教学过程更智能化^[5]。利用三维建模技术能够清晰地认识牙体细微结构，提升空间的认知度和临床推

理水平；学生可以从不同角度看待牙体的结构，充分的理解其内部构造，为日后的临床实践打下坚实的基础。合理的流程设计也是数字化教学的亮点。分阶段、可追溯的学习途径，提高了学生主动学习积极性。学生课前、课中、课后都能得到有效的指导和反馈，形成一个完整的学习闭环。AI交互式系统在复杂操作中起到引导作用，让学生建立标准化的操作思路。智能反馈系统普遍应用于实验教学体现出对数字传感技术的运用使学习效果评估更加全面客观，通过该手段能够实时采集学生在实验过程中数据并进行过程性评价，让教师和学生都清楚地了解学习进展和存在的问题。

结语

为进一步推动数字化在口腔内科学实验教学中的发展，未来应多管齐下。继续开展多中心验证工作，能让数字化接受更广泛的检测，改善AI算法在复杂病例中适用性问题，更好满足教学中不同需求，提高针对性和有效性；继续探索跨校数字资源共建等方式，打破学校间壁垒，将优质资源充分共享，让更多的学生得益于数字化教学，扩大数字化教学范围。除此之外，要加强对教师数字素养培训工作，只有教师熟练掌握并利用数字化工具才能很好的发挥数字化教学的优势，让学生拥有良好的学习环境，促进口腔内科学实验教学质量更好的全面提升。

参考文献

- [1]董明,王倩,白桦,等.翻转课堂在口腔内科学实验教学中的应用[J].中国高等医学教育,2022,36(09):100-101.
- [2]黄炜,吴昀昞,余辉,等.生成式人工智能技术在实验教学中的应用——以数据科学实验为例[J].实验室研究与探索,2024,43(09):122-128.
- [3]陈宏斐,黄焱玉.复合教学模式在口腔修复实验教学中的应用与思考[J].全科口腔医学电子杂志,2024,11(01):52-56.
- [4]陈露遥.基于在线数字化平台的信息科技实验教学实践与思考——以“互联网创新应用”实验为例[J].中国信息技术教育,2024,21(21):60-62.
- [5]王子奇,李红,李玲.人工智能交互式数字教师的构建及其在材料科学实验教学中的应用探索[J].教育进展,2025,31(06):718-721.