

CAD/CAM 软件教学对口腔修复工艺精度 把控能力的影响

石聪

沈阳市中医药学校

摘要: 随着数字化技术在口腔修复领域的广泛应用, CAD/CAM 软件是口腔修复工艺专业学生必备的技能。笔者试图对 CAD/CAM 软件教学带来的口腔修复工艺精度把控能力带来影响。在教学内容、方法及学生实践效果等方面加以分析, 揭示 CAD/CAM 软件教学如何改善学生在口腔修复工艺中对精度的把控, 同时探讨教学过程中存在的问题及改进策略, 以期为提高口腔修复工艺教学质量提供参考。

关键词: 内控制度的教学; 方法; 口腔修复; 控制能力

【DOI】 10.12252/j.issn.2096-6288.2025.03.126

引言

口腔修复工艺的精度将直接关系到修复体的质量, 以及患者的治疗效果。传统的口腔修复工艺采用手工制作, 手工修复工艺精度受人为因素影响较大。CAD/CAM 技术的出现使口腔修复工艺发生了翻天覆地的革命性变化。CAD/CAM 软件可以进行精确的数字化设计和制造, 极大地提高了口腔修复体的精度。口腔修复工艺专业教学中引入 CAD/CAM 软件教学已成为必然趋势。研究 CAD/CAM 软件教学对学生口腔修复工艺精度把控能力的影响, 有助于优化教学方法, 培养适应数字化口腔修复领域需求的专业人才。

一、CAD/CAM 软件教学内容与口腔修复工艺精度的关系

(一) 数字化模型构建教学

数字化模型构建是 CAD/CAM 软件教学的基础环节。首先, 学生应熟练掌握专业的口腔扫描软件, 利用高精度的口腔扫描仪, 将患者口腔印模等实体信息准确地转化为数字化模型。这一过程的教学内容涵盖了多个重要层面, 模型扫描环节要求学生严格遵循扫描规范, 仔细捕捉口腔内的每一处解剖结构细节, 保证获得完整而准确的原始数据。例如, 在扫描全口牙列时应注意扫描顺序与角度, 避免遗漏任何一颗牙齿及周边组织。在数据处理阶段, 学生学习运用软件中降噪, 平滑等工具, 对扫描所得的原始数据进行优化。由于扫描过程中受到口腔内的唾液、光线等因素的干扰, 原始数据经常有噪声点, 通过特定的数据处理算法与软件功能, 可以去除干扰信息, 提高数据的准确性与完整性。而模型重建则是将处理后的离散数据点构建成连续、光滑、符合口腔实际解剖形态的三维模型, 这需要学生掌握复杂的曲面构建技巧与模型调整方法。精确的数字化模型构建是口腔修复工艺精度的前提, 在全冠修复中模型存在误差, 冠边缘的密合度将大打折扣, 可能会导致修复体与基牙之间出现缝隙, 影响修复体的密封性与长期稳定性, 进而

对修复体的整体形态与功能产生负面影响。同时通过系统的 CAD/CAM 软件教学, 学生能够掌握高精度的模型构造方法, 尽量降低模型误差, 为后期的修复设计打下坚实基础。

(二) 修复体设计教学

修复体设计是 CAD/CAM 软件教学的核心内容之一。学生在学习过程中, 用专业的 CAD 设计软件, 对各种嵌体、桥体、贴面等口腔修复体展开全面设计。在设计过程中, 教学重点重视对修复体尺寸、形态、空间位置的精确控制。以固定桥修复设计为例, 精确计算桥体的长度不仅与缺牙间隙一致, 而且还要考虑相邻牙齿的位置关系, 以保证修复后牙列的连续性与完整性。桥体宽度的设计则要根据患者的咬合习惯、对颌牙形态的需求、咀嚼功能的需求进行考虑, 过宽或过窄都会影响咀嚼的效率和美观效果。连接体的位置和形貌同样重要, 合理连接体的设计能分散咬合力, 提高修复体的力学性能, 防止因应力集中造成修复体断裂或松动。CAD/CAM 软件提供了丰富多样的设计工具, 如参数化建模工具可快速准确地创建各种修复体的基本形状, 布尔运算工具用于精确调整修复体的形态与细节。

(三) 数控加工参数设置教学

CAD/CAM 软件不仅用于设计, 还与数控加工设备紧密相连。教学中涉及数控加工参数的设置, 这对修复体的精度同样具有重要影响。不同的加工材料, 如金属、陶瓷、树脂等, 以及不同的修复体类型, 其物理性质与加工特性差异较大, 因而需要适配不同的加工参数。切削速度是影响修复体表面质量与加工效率的关键参数之一, 例如在切削金属修复体时, 较高的切削速度可提高加工效率, 但过高则可能导致刀具磨损加剧, 影响修复体精度; 而在切削陶瓷修复体时, 切削速度需严格控制, 以避免因过热产生崩瓷等缺陷。进给量决定了刀具在单位时间内沿加工方向移动的距离, 合理的进给量能保证切削过程的平稳性, 减少加工误差。切

削深度则与加工效率和修复体的形状精度相关，过深的切削深度可能导致加工表面粗糙度增加，甚至损坏刀具与工件。

学生通过学习这些参数设置的原理和方法，加深对加工过程与修复体质量影响机制的理解，能根据具体的加工材料、修复体类型和加工设备性能，灵活准确地调整加工参数，降低加工误差，改善修复体精度和表面质量。例如，切削陶瓷修复体，合理调整切削速度、进给量和切削深度，使修复体表面光滑、边缘整齐、不易产生崩瓷等缺陷，保证修复体的精度和美观，满足患者口腔修复的高要求。

二、CAD/CAM 软件教学方法对精度把控能力培养的作用

（一）案例教学法

案例教学法应用于 CAD/CAM 软件教学。教师通过展示实际的口腔修复案例，引导学生应用 CAD/CAM 软件分析和设计。再如：给出一个复杂的牙列缺损案例，学生根据患者的口腔情况和修复需求，利用软件设计修复体并进行模拟加工。通过这一过程，学生能直观地感受到精度把控对实际修复中的重要性，在实际操作中不断提高对精度的控制能力。案例教学法让学生将理论知识与实践相结合，增强了学生解决实际问题的能力，有利于培养学生对口腔修复工艺中精度的敏锐感知和准确把握。

（二）项目驱动教学法

项目驱动教学法以具体的项目任务为导向，让学生在完成项目的过程中学习和应用 CAD/CAM 软件。又如布置口腔修复体制作项目，要求学生在完成修复体制作过程中，从患者口腔数据采集、模型构建、修复体设计到数控加工，采用 CAD/CAM 软件，完成全过程。在项目实施过程中，学生还要对每一个环节的精度严格把控，才能保证最终修复体的质量。这种教学方法促进了学生的学习主动性和创造性，学生在解决项目中遇到的精度问题中，能了解 CAD/CAM 软件的应用技巧，提高精度把控能力。同时，项目驱动教学法培养了学生的团队协作能力，因为口腔修复工艺往往需要多学科团队合作，共同保证修复体的精度和质量。

（三）虚拟仿真教学法

虚拟仿真教学法就是利用计算机模拟技术为学生提供虚拟的口腔修复操作环境。学生可以在虚拟仿真环境中进行 CAD/CAM 软件的操作练习，模拟各种修复体的设计和加工过程。虚拟仿真教学法具有安全性高，成本低，可重复性强等优点。学生可以在虚拟环境中反复练习，不同参数设置及操作方法的尝试，观察对修复体精度的影响。如全瓷冠的边缘设计，让学生在虚拟的环境中进行仿真调整，观察边缘设计对密合度的影响，不断的优化设计方案。

三、CAD/CAM 软件教学对学生口腔修复工艺精度把控能力的提升效果

（一）理论认知提升

通过系统且深入的 CAD/CAM 软件教学，学生对口腔修复工艺精度的理论认知实现了质的飞跃。在课程学习过程中，学生全面且深入地了解数字化技术相较于传统手工操作在提高精度方面所具备的显著优势。数字化技术借助先进的算法和高精度的设备，能够实现对口腔修复各个环节的精准把控，有效减少人为因素导致的误差。例如，在数字化模型构建阶段，学生深入学习数据处理的相关知识，知晓如何运用专业软件中的滤波算法、降噪工具等，对扫描获取的原始数据进行精细处理。通过去除因口腔环境复杂（如唾液反光、黏膜变形等因素）产生的噪声干扰，使模型数据更加准确地反映口腔的真实解剖结构，从而显著提高模型的准确性，为后续修复设计提供可靠基础。

（二）实践操作能力增强

在实践操作领域，经历了 CAD/CAM 软件教学的系统训练后，学生在口腔修复体的设计与模拟加工方面展现出了更为娴熟的技能。在模型构建环节，学生能够熟练且迅速地操作口腔扫描仪，精准获取口腔印模的数字化信息，不放过任何细微的解剖结构特征。随后，运用所学的数据处理技巧，对采集到的数据进行高效处理，如运用网格优化算法对模型表面进行平滑处理，通过调整控制点来完善模型细节，从而实现高质量的模型重建。在修复体设计过程中，学生能够根据患者的个性化口腔状况，灵活运用 CAD 软件丰富的设计工具，精确绘制出符合要求的修复体轮廓。如在设计复杂的多单位固定桥修复体时，学生能够准确地计算各桥体之间的连接角度，桥体的长度和宽度，连接体的形状和位置，充分考虑力学分布和美观要求，确保修复体与患者口腔结构完美适配。

（三）质量意识培养

CAD/CAM 软件教学对于学生质量意识培养起到了至关重要的作用，形成了强烈的质量意识。鉴于 CAD/CAM 技术对精度近乎苛刻的要求，学生在整个学习和实践的过程中，逐步明白精度对口腔修复质量的决定作用。学生从最开始的数据采集阶段，就清楚准确的口腔数据是修复体高质量的基础，任何细微的数据偏差都有可能后续环节被放大，严重影响修复效果。因此他们对口腔扫描仪的操作非常注意扫描角度、范围以及原始数据的完整性，争取获得最精确的原始数据。在模型构建、修复体设计、数控加工等环节中，学生一直以高标准严格要求自己，把精度控制渗透到每个操作环节。比如在修复体设计完成后，学生除了从理论层面反复检查设计是否合理外，还会借助软件的模拟分析功能，模拟对修复体在不同受力情况下的性能进行测试，以保证设计方案的无懈可击性。学生在数控加工过程

中密切关注加工参数的变化及设备运行状态,一旦发现任何可能影响修复体精度的异常,立即停机排查,调整。这种自始至终对精度的执着追求和严格把控,使学生从学习期间就养成了良好的质量意识习惯。这种质量意识将会像一颗颗种子一样影响到他们今后的职业发展,使他们在以后的工作中,始终将修复体质量放在首位,为患者提供高品质的口腔修复服务。

四、CAD/CAM 软件教学过程中存在的问题及改进策略

(一) 理论认知提升

通过系统深入的 CAD/CAM 软件教学,使学生对口腔修复工艺精度的理论认知有了质的飞跃。在课程学习过程中,学生全面、深入地了解数字化技术较传统手工操作在提高精度方面具有的显著优势。数字化技术利用先进的算法和高精度的设备可以精确控制口腔修复的各个环节,减少人为因素造成的误差。又如,数字化模型构建阶段,学生学习数据处理的相关知识,知道如何运用专业软件中的滤波算法、降噪工具等对扫描得到的原始数据进行细致的处理。由于口腔环境复杂,如唾液反光、黏膜变形等因素产生的噪声干扰得以消除,使模型数据更加能真实地反映口腔的实际解剖结构,大大提高了模型的精度,为以后的修复设计提供可靠依据。

(二) 实践操作能力增强

在实践操作领域,在经历了 CAD/CAM 软件教学的系统训练后,学生口腔修复体的设计与模拟加工技能更加娴熟。在模型构建环节,学生能熟练迅速地运用口腔扫描仪,精准获取口腔印模的数字化信息,不放过任何细微的解剖结构特征。然后通过所学的数据处理技巧,对采集到的数据进行高效的处理,例如通过网格优化算法,对模型表面进行平滑的处理,通过调整控制点,对模型细节进行完善,从而实现高质量的模型重建。在修复体设计过程中,学生根据患者的个体化口腔状况,根据 CAD 软件中丰富的设计工具,绘制出符合要求的修复体轮廓。又比如,在设计复杂的多单位固定桥修复体时,学生能够准确地计算出各桥体之间的连接角度、桥体的长度和宽度以及连接体的形状和位置,充分考虑力学分布和美观需求,使修复体与患者口腔结构相协调。在数控加工参数设置方面,学生能够根据修复体材料如金属、陶瓷、树脂等的不同、加工要求如粗加工、精加工等的不同,合理和精准地调整切削速度、进给量、切削深度等关键参数。例如在切削陶瓷修复体时,学生知道过高的切削速度会引起陶瓷材料过热崩裂,所以会根据陶瓷材料的特性,控制适宜的切削速度和进给量,控制切削深度,保证加工过程平稳,不出现崩瓷等缺陷,使修复体的精度和表面质量得到大大提高。学生实践操作能力的全方位加强,直观而又显著地体现在制作的口腔修复体精度大为提高,修复体边缘密合度、形态准确性、整体质量均达到更高的水平。

(三) 质量意识培养

CAD/CAM 软件教学对培养学生质量意识发挥了举足轻重的作用,培养了学生强烈的质量意识。由于 CAD/CAM 技术对于精度的要求是近乎苛刻的,学生在整个学习和实践的过程中,逐步深刻认识到精度对于口腔修复质量的决定性作用。学生从开始的数据采集,就懂得准确的口腔数据是高质量修复体的基础,任何微小的偏差会在后续环节被放大,严重影响修复效果。因此在使用口腔扫描仪时他们特别关注扫描角度、范围以及数据的完整性,以求得原始数据的最准确。学生自始至终都高标准严格要求自己,在模型构建、修复体设计、数控加工等环节,把精度控制贯穿于每一个操作步骤。譬如,在修复体设计后,学生不仅从理论层面反复检查设计的合理性,还利用软件的模拟分析功能,对修复体在不同的受力情况下的性能进行模拟测试,使设计方案无懈可击。在数控加工过程中,学生密切关注加工参数的变化、设备运行状态,对任何可能影响修复体精度的异常情况及时停机排查并调整。这种对精度从始至终的执着追求和严格把控,使学生在学期间就养成了良好的质量意识习惯。这种质量意识将会像种子一样根深蒂固,对他们以后的工作将会产生深远而积极的影响,从而促使他们在今后的工作中始终将修复体质量放在首位,为患者提供高质量的口腔修复服务。

结语

CAD/CAM 软件教学对于口腔修复工艺精度把控能力的提高有着重要的影响。合理设置教学内容,运用有效的教学方法,能显著提高学生对口腔修复工艺精度的理论认识和操作能力,培养学生的质量意识。但是在教学过程中还存在一些问题,需要通过更新教学软件、丰富实践教学资源、提高教师专业能力等策略加以改进。只有不断优化 CAD/CAM 软件教学,才能培养出更多适应数字化口腔修复领域需求的高素质专业人才,推动口腔修复工艺行业的发展。

参考文献

- [1] 付彤彤. 基于问题导向的口腔医学技术人才培养模式研究 [J]. 科教导刊, 2024, (20): 47-49.
- [2] 桑磊, 颜家振, 李宁, 辛成来, 王群, 刘畅. 激光工艺参数对激光选区熔化牙科钴铬合金孔隙、表面粗糙度和硬度的影响 [J]. 华西口腔医学杂志, 2024, 42 (04): 462-469.
- [3] 王瑶, 郑亨元, 冯海, 姜雨汐. 3D 打印技术在口腔医学教学模型中的应用进展 [J]. 实用口腔医学杂志, 2024, 40 (02): 289-296.
- [4] 战文吉, 刘华英, 姜少萍, 闫静. 中职口腔修复工艺专业人才培养实践与探索 [J]. 新智慧, 2024, (03): 81-83.
- [5] 金燕婷, 徐敏, 朱颖. 口腔修复工艺专业学徒制中高职贯通人才培养模式研究 [J]. 经济师, 2023, (05): 166-167+170.