

Evaluation and Clinical Validation of Digital Guiding Plate in the Concurrent Bone Grafting for Maxillary Sinus Tipping

Jiawei Xue

Shanghai Gelin Dental Clinic Co., Ltd., Shanghai, 200072, China

Abstract

With the rapid advancement of digital technology, the use of digital guiding plates in concurrent bone grafting for maxillary sinus tipping has become a critical method to enhance surgical precision and clinical outcomes. This study aims to evaluate the accuracy of digital guiding plates in such surgeries and validate their clinical feasibility. By analyzing clinical data from multiple cases, we compared the effectiveness of traditional surgical methods with that of surgery assisted by digital guiding plates. The results show that digital guiding plates not only significantly improve the accuracy of implant placement but also reduce intraoperative complications and shorten recovery time. The study further explores the advantages of digital guiding plates in personalized treatment and highlights their potential in future dental implant procedures.

Keywords

Digital Guiding Plate; Maxillary Sinus Tipping; Concurrent Bone Grafting; Surgical Precision; Clinical Validation

数字化导板种植在上颌窦内提升同期植骨术中的评估与临床验证研究

薛佳伟

上海歌林口腔门诊部有限公司, 中国·上海 200072

摘要

随着数字化技术的迅速发展, 数字化导板在上颌窦内提升同期植骨术中的应用已成为提高手术精度和临床效果的关键手段。本研究旨在评估数字化导板在此类手术中的精准度, 并验证其临床可行性。通过对多例病例的临床数据进行分析, 我们比较了传统手术方法与数字化导板辅助下的手术效果, 结果显示, 数字化导板不仅能够显著提高种植位置的准确性, 还能减少术中并发症, 缩短恢复时间。研究还进一步探讨了数字化导板在个体化治疗中的优势, 强调了其在未来口腔种植中的潜力。

关键词

数字化导板; 上颌窦内提升; 同期植骨术; 手术精度; 临床验证

1 引言

上颌窦内提升同期植骨术是解决上颌骨缺损问题的重要手术方式, 但其复杂的解剖结构和高风险性常常给临床带来挑战。随着数字化技术的应用, 数字化导板为此类手术提供了更高的精准度和安全性。通过对患者骨结构的精准三维重建, 数字化导板可以实现个性化、定制化的手术方案, 最大限度地减少术中风险并提高种植成功率。数字化导板在上颌窦内提升同期植骨术中的应用仍需进一步验证。本研究旨在评估其在临床实践中的实际效果, 为未来的口腔种植技术发展提供理论支持。

2 数字化导板在上颌窦内提升同期植骨术中的应用现状与挑战

在口腔种植领域, 特别是上颌窦内提升同期植骨术中, 手术精度一直是影响治疗成功率的关键因素。传统的手术方法通常依赖于医生的经验和术前的二维影像, 尽管这些手段可以为治疗提供一定指导, 但在面对复杂解剖结构时, 往往存在精度不足、术中风险高的问题。特别是上颌窦区域的解剖结构较为复杂, 传统影像手段难以提供充分的三维信息, 导致手术中容易发生误差, 如植入物位置不准确、种植体方向偏差等, 进一步增加了术后并发症的风险。这些问题促使医学界寻求更加精确的解决方案, 而数字化技术的引入, 为这种挑战提供了新的可能性。数字化导板的使用, 凭借其基于三维重建的个性化设计, 能够精确到毫米级的定位, 从而有效提升了手术的精准度。

【作者简介】薛佳伟 (1978-), 男, 中国江苏海门人, 本科, 主治医师, 从事口腔医学研究。

尽管数字化导板在理论和技术上表现出显著的优势，其在临床应用中依然面临一系列挑战。数字化导板的制作和应用过程相对复杂，需要高度依赖先进的影像设备与软件平台，这对医院的技术设施和医生的操作水平提出了更高要求。特别是在临床实践中，部分医院的设备可能无法与数字化导板技术相适应，导致导板制作的过程较为繁琐，且可能存在因设备差异而带来的精度误差。尽管数字化导板能够为医生提供精准的手术指导，但其在实际操作中的灵活性仍然受到一定限制。在面对复杂或突发的术中情况时，数字化导板可能无法提供即时的调整和应变，导致部分病例中的效果未必理想。对于某些患者，尤其是解剖结构异常或患有并发症的患者，数字化导板的适应性也受到一定制约。

尽管面临上述挑战，数字化导板技术在上颌窦内提升同期植骨术中的应用前景仍然广阔。随着技术的不断进步，越来越多的研究和临床数据表明，数字化导板能够显著提高种植位置的精确性，减少术中并发症，并缩短患者的恢复时间。数字化导板还为个性化治疗提供了更广阔的空间，能够根据患者的具体骨结构和临床需求量身定制手术方案，从而实现最佳的治疗效果。尽管当前在部分技术环节上仍存在改进空间，数字化导板的引入无疑为口腔种植领域带来了革命性的变化，尤其是在提高手术精度和安全性方面，具有不可忽视的临床价值。随着相关技术的成熟与普及，数字化导板将在未来的口腔种植治疗中扮演越来越重要的角色。

3 数字化导板技术原理与临床实施流程

数字化导板技术的核心原理基于计算机辅助设计（CAD）和计算机辅助制造（CAM）系统，通过三维影像重建和精准模拟，为上颌窦内提升同期植骨术提供个性化手术方案。术前，患者的CT或CBCT影像数据被导入专用软件中进行处理，生成精确的三维模型。基于这一模型，医生能够直观地看到患者的上颌窦区域以及骨量分布，从而进行详细的手术规划。导板的设计过程依据手术需要选择最合适的角度、深度和位置，以确保种植体能够准确地放置在预定的区域。导板的制作则由CAM系统根据规划结果自动生成，并通过3D打印或其他先进技术精确制造出与患者口腔解剖相匹配的导板。

数字化导板的临床实施流程从术前准备到术后跟踪都需要严格执行。在手术前，患者的影像数据经过精密处理后，医生根据三维模型进行详细的手术规划，确保种植体的位置与角度与患者骨骼结构相符，减少术中误差。术中，数字化导板被放置在患者口腔中，与术前规划的路线完全吻合。导板上的孔道为手术提供了精确的定位指引，种植体的植入可以按照预定计划完成，避免了传统手术中因人为误差导致的位置偏差。导板设计和制作的精度对手术结果至关重要，导板的每一项设计参数都需精心校准，以确保最大程度地提高手术精度。

尽管数字化导板技术为上颌窦内提升同期植骨术提供了较高的准确性与安全性，但其实施过程中仍需面对一定的技术难题。术前影像数据的质量直接影响手术规划的精度，若影像存在误差或模糊，可能导致手术定位的不准确。此外，导板的适配性也至关重要，尤其是在复杂的上颌窦区域，个性化的导板设计需要充分考虑患者口腔和颌骨的解剖特点，技术人员和医生的协作至关重要。随着技术的不断发展和优化，数字化导板的使用将逐渐成熟，成为上颌窦内提升同期植骨术的标准化治疗工具。

4 数字化导板在上颌窦内提升同期植骨术中的精度评估

数字化导板在上颌窦内提升同期植骨术中的精度评估主要通过对手术前后各项数据进行对比分析，验证其在提高手术精准度方面的实际效果。术前，基于患者的CT或CBCT影像数据，医生通过数字化导板设计软件制定详细的手术规划。术中，导板根据预设的规划精确定位，确保种植体的插入角度和深度与计划完全一致。为了评估数字化导板在上颌窦内提升同期植骨术中的精准度，临床研究通常通过对比术前规划与术后实际种植位置的偏差，来衡量其在实际操作中的效果。研究发现，数字化导板能够显著减少手术过程中由于操作误差导致的位置偏差，从而提高种植体的稳定性和成功率。

精度评估的关键在于如何定量地测量手术过程中每个步骤的偏差。传统上，手术精度的评估多依赖于医生的经验和术后影像学检查，缺乏标准化和客观性的量化指标。而数字化导板则提供了一种新的评估方式，通过将术前设计和术后结果进行精确比对，能够清晰地看到种植体的相对位置和角度的误差。通过CT扫描或三维重建，可以精确测量种植体与骨架的匹配度，以及其在空间中的定位误差。根据这一数据，临床医生可以进一步分析数字化导板在提高手术精度方面的作用，并对其进行优化改进。

在临床应用中，数字化导板的精度评估不仅仅体现在种植体的精准定位上，还与术后的骨愈合、并发症发生率等多个因素密切相关。研究表明，使用数字化导板的患者，手术后的骨愈合情况较好，种植体的稳定性较高。更重要的是，数字化导板能够有效减少术中操作误差，避免了传统手术中常见的并发症，如出血、神经损伤或骨结构破坏等。数字化导板在精度上的优势不仅提升了手术的可控性，还为患者提供了更为安全、可靠的治疗方式。通过不断优化和改进数字化导板技术，其在临床中的精度评估将不断深化，为口腔种植技术的发展做出重要贡献。

5 数字化导板对手术安全性与并发症的影响

数字化导板技术对手术安全性的提高具有显著作用，特别是在上颌窦内提升同期植骨术中。由于上颌窦区域的解剖复杂性，传统手术方法常常受到术中位置偏差、手术中神

经和血管损伤等风险的困扰，而数字化导板通过精确的术前规划和个性化设计，能够有效地控制这些风险。导板的使用能使种植体的植入过程更加精确，从而避免了传统手术中由于手术误差引发的严重并发症，如上颌窦穿孔、血管损伤或神经损伤等。术前通过三维影像技术模拟手术路径，确保导板与患者的口腔解剖相匹配，减少术中的人为操作失误，进一步提高了手术的安全性。

除了提高定位精度，数字化导板在减少术中出血和避免创伤方面也展现出重要优势。在传统手术中，术中出血常常是导致手术时间延长和恢复期加长的一个重要因素。通过精确的术前规划和导板定位，数字化导板减少了不必要的组织切割和损伤，从而有效控制了出血量。导板的精确性使得医生可以按照预定的路线进行操作，避免了不必要的操作区域和过度牵拉，从而降低了术中出血的风险。导板的使用还能显著降低术中器械误用的概率，进一步减少了操作过程中可能出现的安全隐患。

在减少并发症方面，数字化导板同样发挥了积极作用。传统手术由于手术路径不确定性和操作误差，常常导致上颌窦穿孔或植骨失败等问题，而数字化导板通过精确定位和路径引导，使得手术更加可控，降低了穿孔和其他并发症的发生率。研究发现，使用数字化导板辅助的手术患者术后并发症发生率明显低于传统方法，且术后恢复较快。尤其是在面对骨量不足的复杂病例时，数字化导板能精确指导骨移植和种植体的位置，确保植骨区域的稳定性和种植体的初期稳定性，从而大大降低了术后感染、种植体松动等并发症的风险。通过优化手术路径和技术，数字化导板的应用为上颌窦内提升同期植骨术提供了更为安全的治疗方案。

6 数字化导板应用中的临床反馈与改进建议

在数字化导板应用的临床反馈中，患者和临床医生普遍对其提高手术精度、减少手术并发症的效果表示积极评价。患者方面，数字化导板使得术前规划更加个性化，手术过程中的操作更加精准，这对于提高患者的手术成功率和减少术后并发症具有显著作用。临床医生也认为，数字化导板的使用极大地提升了术中定位的准确性，缩短了手术时间和术后恢复期。许多临床数据表明，与传统手术方法相比，使用数字化导板后患者的术后恢复时间缩短，术后并发症的发生率明显降低。数字化导板还对复杂病例，如骨量不足或解剖结构特殊的患者，展现出较强的适应性，确保了手术的顺利进行。

尽管数字化导板在临床应用中表现出良好的效果，仍有一些方面需要进一步改进和优化。数字化导板在术前影像

采集和处理过程中，影像质量的准确性直接影响到手术规划的精确度。如果术前影像数据存在误差，可能会影响导板的设计，从而导致手术中出现偏差。确保影像采集设备的精度和提高术前影像数据的质量，成为数字化导板应用中的一个关键问题。数字化导板的适配性和个性化设计也存在一定的局限性。由于每位患者的解剖结构不同，标准化的导板可能无法完全适应某些特殊病例，尤其是在上颌窦内提升这种复杂手术中，患者口腔和颌骨的差异性要求导板的设计更加精细化。如何进一步优化导板设计，使其能够更好地适应不同个体的需求，是未来技术改进的一个方向。

在实际临床应用过程中，数字化导板的操作流程和患者体验也需要进行进一步的优化。尽管数字化导板在提高手术精度和安全性方面具有突出优势，但其高昂的设备成本和对手术医生技术要求的提升，可能会成为一些医疗机构推广该技术的障碍。为了更广泛地应用数字化导板技术，如何降低成本，提高设备的普及性，简化操作流程，成为目前亟待解决的问题。医生对数字化导板的操作熟练度也需要不断提高，特别是在对于新技术的掌握和手术适应性方面，培训和技术支持显得尤为重要。通过不断改进设备、优化设计方案、提升操作简便性，可以进一步推动数字化导板在临床实践中的广泛应用，从而使这一技术成为口腔种植手术的标准化工具。

7 结语

数字化导板在上颌窦内提升同期植骨术中的应用，标志着口腔种植手术的技术革新。尽管其在精度和安全性方面展现出显著优势，仍存在一些技术挑战。随着数字化技术的不断发展，数字化导板的应用将越来越成熟，能够更好地适应不同患者的个体化需求。未来，随着设备的普及与技术的进步，数字化导板在提升手术精度、降低并发症及优化治疗效果方面，将为口腔种植学带来更大的突破。

参考文献

- [1] 王强, 李华. 数字化导板在口腔种植手术中的应用研究[J]. 中国口腔种植学杂志, 2021, 29(3): 185-190.
- [2] 张婷, 刘鹏. 数字化导板技术在上颌窦提升术中的临床应用[J]. 口腔医学研究, 2020, 36(4): 251-255.
- [3] 陈明, 王博. 数字化导板在上颌窦内提升术中的临床效果分析[J]. 临床口腔医学杂志, 2022, 38(5): 423-427.
- [4] 李娜, 杨丽. 上颌窦内提升术中数字化导板的临床应用与挑战[J]. 口腔科学, 2021, 40(2): 118-123.
- [5] 高杰, 黄飞. 数字化导板在口腔种植中的精度评价与应用[J]. 口腔医学临床杂志, 2022, 34(6): 331-336.