

基于数字化导板植入正畸微种植体的研究进展

苏 毓^{1,2}, 刘宁宁^{2,3}, 张英^{2,3}, 戴永刚^{1,2}

¹新疆医科大学第一附属医院(附属口腔医院)口腔影像科, 新疆 乌鲁木齐

²新疆维吾尔自治区口腔医学研究所, 新疆 乌鲁木齐

³新疆医科大学第一附属医院(附属口腔医院)口腔修复种植科, 新疆 乌鲁木齐

收稿日期: 2025年1月11日; 录用日期: 2025年2月4日; 发布日期: 2025年2月14日

摘 要

正畸微种植体(orthodontic mini-implant, OMI)以其独特的优势广泛应用于临床, 如何将OMI精准、微创、安全地植入骨内是目前的研究热点。数字化导板技术可为OMI植入提供较为精准的辅助定位, 本文主要阐述数字化导板引导下植入正畸微种植体, 以期为实现精准正畸理念提供参考。

关键词

正畸微种植体, 数字化导板, CBCT

Research Progress of Orthodontic Mini-Implant Based on Digital Guide Implant

Yu Su^{1,2}, Ningning Liu^{2,3}, Ying Zhang^{2,3}, Yonggang Dai^{1,2}

¹Department of Dental Imaging, The First Affiliated Hospital of Xinjiang Medical University (Affiliated Stomatological Hospital), Urumqi Xinjiang

²Xinjiang Uygur Autonomous Region Institute of Stomatology, Urumqi Xinjiang

³Department of Prosthodontics and Dental Implantology, The First Affiliated Hospital of Xinjiang Medical University (Affiliated Stomatological Hospital), Urumqi Xinjiang

Received: Jan. 11th, 2025; accepted: Feb. 4th, 2025; published: Feb. 14th, 2025

Abstract

Orthodontic mini-implant (OMI) has been widely used in clinical practice with its unique advantages. How to implant OMI into bone accurately, minimally invasive and safely is a research hotspot at present. Digital guides technology can provide more accurate auxiliary positioning for OMI implantation.

文章引用: 苏毓, 刘宁宁, 张英, 戴永刚. 基于数字化导板植入正畸微种植体的研究进展[J]. 临床个性化医学, 2025, 4(1): 159-163. DOI: 10.12677/jcpm.2025.41024

This paper mainly describes the implantation of orthodontic mini-implant under the guidance of digital guide, in order to provide reference for the realization of accurate orthodontic concept.

Keywords

Orthodontic Micro-Implant, Digital Guides, CBCT

Copyright © 2025 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

近年来,随着数字化技术的发展和普及,其已广泛应用于口腔医学领域。数字化导板可辅助临床操作快速导航和精准定位,从而达到安全、微创、舒适化的治疗效果。正畸微种植体(orthodontic mini-implant, OMI)由于其微创安全、操作简单等特点,广泛应用于临床。本文就数字化导板结合正畸微种植体的植入做一综述。

2. 数字化导板技术

数字化技术是将信息从模拟或物理格式转换为数字格式,并通过信息通信技术的使用来实现数据的存储、处理、分析和共享,这一过程使得数据更容易被访问和运用。从数字X线摄影技术、数字化扫描技术到计算机辅助设计与辅助制作(CAD/CAM)技术、数字化导板和导航技术、虚拟仿真教学培训技术,每一次的进步都推动着精准医疗的发展,为临床诊疗质量的提升提供了强有力的支撑[1]。数字化导板技术是结合了医学影像、计算机辅助设计和制造等环节的静态辅助导板的手术指导技术;数字化导航技术则是融合医学影像、数字化导板技术和术中实时动态检测调整的动态导航技术,以其高效、精准、安全、微创的优点广泛应用于种植、修复领域[2]。

2.1. 数字化影像学是数字化技术的基础

近10余年来,口腔颌面医学影像检查技术得到了迅速发展,涌现出多种现代化医学影像检查设备,这无疑是口腔颌面医学影像学的巨大进步。常用的口腔颌面影像学检查方法包括X线检查、锥体束CT(cone beam computed tomography, CBCT)、磁共振成像(magnetic resonance imaging, MRI)技术。

X线平片检查操作简单,但成像为二维影像,易出现影像重叠,互相干扰,影响诊断。MRI成像的基本原理是将人体置于特殊的磁场中,用无线电射频脉冲激发人体内氢原子核,引起氢原子核共振,经电子计算机处理获得图像。MRI可清晰地显示软组织影像,主要用于评估颌面部肿瘤范围、是否累及神经和周围组织,以及颞下颌关节紊乱病的检查。CBCT是将锥形束射线围绕拍摄的目标扫描一周,通过平板探测器接收相应的二维投影数据,运用三维重建的算法生成三维影像[3]。与传统CT相比,CBCT具有空间分辨率高、辐射剂量低、体积小、价格便宜等优点。CBCT能够较好显示牙齿及其相应的牙槽骨等硬组织结构,更为精确地获得口腔颌面部三维数据。

2.2. 数字化导板技术在口腔医学领域的应用

在颌面外科下颌骨缺损修复术中,数字化导板具有较好的临床指导意义;蔡嫚等通过扫描将钛板定位的孔位精确转移至下颌骨的截骨导板及腭骨的截骨塑形导板上,辅助下颌骨节段切除和预成形重建钛

板的精确定位,减少腓骨肌皮瓣缺血时间,提高了手术效率[4]。在埋伏多生牙拔除过程中应用基于 CBCT 和 CAD/CAM 技术的数字化定位导板,术中对多生牙定位更加快速、精准、安全,减少手术创伤[5]。在种植手术中,数字化导板技术已广泛推广和应用,导板能够提高种植体植入的精度,尤其是在全口种植中优势明显,对于定位点、植入角度、深度都能精准掌控,其临床效果和患者体验均优于“自由手”操作[6]。3D 打印定深孔导板可实现牙体预备的全程量化、精准引导、修复空间可视化,减少了临床操作时间,降低了临床操作难度和对经验的依赖,保证了备牙质量[7]。CBCT 可较为准确地显示牙齿根管系统,帮助医生识别根管口、评估根管弯曲度、测量根管长度;数字化导板可较为准确地定位根管口位置和方向,建立通路模型,实现微创牙髓治疗[8];根尖手术在数字化导板的引导下可精确定位,缩短手术时间,从而减少术后的并发症,提高手术成功率[9]。随着临床医师的需求,目前有各种辅助正畸治疗的导板,如托槽粘接导板[10]、种植钉支抗导板[11]、正颌-正畸手术导板[12]等。

3. 正畸微种植体

正畸微种植体以其具有体积小、微创安全,同时又能提供“绝对支抗”的优点,而备受正畸医师青睐。OMI 的植入位置和方向是决定种植体支抗植入后稳定性的关键因素。

OMI 常用的定位方法

1) 基于医生经验

医生根据曲面体层片及头颅侧位片等影像资料,判断术区牙根、上颌窦、下牙槽神经管等解剖结构的形态、位置及距离关系,结合临床经验植入 OMI。此种方法难以规避个体解剖结构差异、依赖临床经验、受术者操作偏好影响,易产生较大误差,导致的根间 OMI 穿孔,失败率较高[13]。

2) 二维影像和石膏模型结合

正畸医生可利用金属导向丝(环)来模拟 OMI,拍摄 X 线平片来辅助定位,且可通过反复调整金属导向丝(环)位置来确保金属阻射影与邻近重要解剖结构安全毗邻,多用于邻牙间隙来辅助 OMI 定位。金属导向丝(环)制作简单、成本低,但此技术仍依赖于正畸医生的临床经验来确定的,和理想的植入位置难免存在偏差。对于牙根间距较大、根间关系清晰等难度较小者应用效果良好;但对于根间间距较小、解剖结构复杂等难度较大的病例,手术风险增高[14]。

3) 基于 CBCT 的数字化导板

CBCT 可精准地重建三维牙颌模型,在不同的层面进行距离和角度的测量,可评估骨高度和厚度、骨密度及牙根间距等,便于术者确定 OMI 的位置、植入路径及尺寸,是非常可靠、精准的检查方法[15]。结合 CBCT 和三维口腔扫描数据能够准确还原口腔软硬组织情况,通过测量后,设计 OMI 的植入位置和角度,确定 OMI 与牙根间的安全距离,设计导板的固位和隧道引导,可提高手术的成功率,降低对周围组织的损伤。根间 OMI 导板的固位方式包括牙支持式和混合支持式。牙支持式导板利用术区邻近单颗或多颗牙齿固位,导板就位后,通过咬合力稳定导板,实际 OMI 与虚拟设计 OMI 之间的位置偏差可以反映导板的准确性。混合支持式导板由牙齿和软组织共同固位,软组织与导板间更好的适应性和贴合度可能有利于抵抗 OMI 植入时导板的移位和晃动。

基于 CBCT 和三维扫描牙列石膏模型能够精确还原牙齿、颌骨、牙龈及周围软组织的三维空间数据,建立高精度三维整合牙颌模型,可设计制作出定位准确、模型配准精度高、佩戴舒适的 OMI 导板[16]。Fangyong Zhu 等利用 CAD/CAM 技术设计 3D 打印导板,通过比较术前术后种植体植入位置和种植角度,发现在 3D 导板引导下可准确定位微种植体,可提高种植的安全性和稳定性[17]。唐睿等将 CBCT 数据与口内扫描数据结合,改良设计出 OMI 种植导板,术中应用导板就位良好,避让黏膜;术后通过 CBCT 数据验证植入位置和角度准确;术后三个月 OMI 无松动脱落,可提供良好支抗[18]。

4. 小结

随着数字化口腔医学的发展,数字化导板应用越来越广泛,为临床操作提供了极大的便利,不仅能够提高术者操作的安全性和准确性,还能降低手术难度并规避术者的临床偏好及经验误差,更利于年轻医生的成长。CBCT 结合数字化技术的应用可以提高临床医生的操作便捷性和准确性,为同质化的诊疗提供强有力的技术支持。

基于数字化导板植入 OMI 更加精准、安全、微创,符合精准正畸的理念,未来如何将数字化导板更加简单便捷地应用于临床、对植入 OMI 难度较大的病例导板如何设计和制作来提高支抗扩弓效率仍会是研究热点。

基金项目

新疆医科大学第一附属医院 2022 年“青年科研启航”专项基金项目:基于 CBCT 的 3D 打印定位模板引导正畸支抗钉植入的初期研究。

参考文献

- [1] 赵一姣,王勇. 数字化技术在口腔医学的临床应用现状与分析[J]. 四川大学学报(医学版), 2024, 55(1): 101-110.
- [2] 张震宇,赵彬,马艳宁. 基于数字化影像学的导板与导航技术在口腔医学中的应用[J]. 口腔医学, 2023, 43(7): 667-672.
- [3] 李士宽. CBCT 图像去噪算法的研究[D]: [硕士学位论文]. 济南: 山东大学, 2020.
- [4] 蔡嫚,王义洲,祝庆海,等. 改良数字化导板技术在下颌骨缺损腓骨肌皮瓣修复中的应用评价[J]. 上海口腔医学, 2021, 30(6): 618-623.
- [5] 刘培才,王志兴. 手术定位导板在埋伏多生牙拔除中的应用[J]. 华西口腔医学杂志, 2019, 37(1): 58-61.
- [6] 庞莉苹,许铭炎,郭伟忠,等. 数字化外科导板在口腔种植修复中的应用分析[J]. 中国口腔种植学杂志, 2022, 27(5): 292-298.
- [7] 刘春煦,高静,赵雨薇,等. 一种 3D 打印定深孔导板引导的精准牙体预备技术[J]. 华西口腔医学杂志, 2020, 38(3): 354-359.
- [8] 王丹,洪涛,张晏源,等. 数字化根管定位导板在微创牙髓治疗中应用研究进展[J]. 中国实用口腔科杂志, 2020, 13(10): 634-638.
- [9] 邱小玲,林桂珍,贾搏,等. 3D 打印手术导板辅助显微根尖手术的临床应用[J]. 中山大学学报(医学版), 2018, 39(4): 636-641.
- [10] Hoffmann, L., Sabbagh, H., Wichelhaus, A. and Kessler, A. (2022) Bracket Transfer Accuracy with Two Different Three-Dimensional Printed Transfer Trays vs Silicone Transfer Trays. *The Angle Orthodontist*, **92**, 364-371. <https://doi.org/10.2319/040821-283.1>
- [11] 刘洪,刘东旭,王克涛,等. 种植体计算机辅助设计和制造导板精度的评价[J]. 华西口腔医学杂志, 2010, 28(5): 517-521.
- [12] Shaheen, E., Sun, Y., Jacobs, R. and Politis, C. (2017) Three-Dimensional Printed Final Occlusal Splint for Orthognathic Surgery: Design and Validation. *International Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, **46**, 67-71. <https://doi.org/10.1016/j.ijom.2016.10.002>
- [13] Landin, M., Jadhav, A., Yadav, S. and Tadinada, A. (2014) A Comparative Study between Currently Used Methods and Small Volume-Cone Beam Tomography for Surgical Placement of Mini Implants. *The Angle Orthodontist*, **85**, 446-453. <https://doi.org/10.2319/042214-298.1>
- [14] Liang, S., Wang, F., Chang, Q. and Bai, Y. (2021) Three-Dimensional Comparative Evaluation of Customized Bone-Anchored vs Tooth-Borne Maxillary Protraction in Patients with Skeletal Class III Malocclusion. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, **160**, 374-384. <https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2020.04.034>
- [15] 徐静,胡敏. 正畸微种植体定位方法研究进展[J]. 口腔医学研究, 2023, 39(2): 101-104.
- [16] 陈妍曲,唐敏,黄旋平,等. 高精度三维整合牙颌模型个体化微种植体手术导板的计算机辅助设计与制作[J]. 中

国组织工程研究, 2018, 22(10): 1529-1533.

- [17] Zhu, F., Ji, L., Zhou, C., Cao, Y., Chen, Z., Wu, X., *et al.* (2023) Accuracy of Microimplant Placement Using a 3D Guide Plate for Orthodontic Anchorage. *Applied Bionics and Biomechanics*, **2023**, 1-7. <https://doi.org/10.1155/2023/9060046>
- [18] 唐睿, 孙建伟, 李成华, 等. 一种新型 3D 打印正畸微小种植体导板[J]. 口腔医学研究, 2019, 35(12): 1157-1161.