

[DOI]10.12016/j.issn.2096-1456.2019.05.013

· 综述 ·

数字化种植导板在口腔种植修复中的应用

刘子燕, 戴群, 肖芳

南昌大学附属口腔医院综合科, 江西省口腔生物医学重点实验室, 江西南昌(330006)

【摘要】 数字化种植导板使“以修复为导向”的种植修复方式成为现实,可将种植体设计在理想位点上,最大限度地利用现有牙槽骨,增加修复效果的可预期性。本文就数字化导板分类、数字化导板精确性的相关影响因素作一综述,以期为临床医生实际应用时提供参考依据。数字化导板根据固位方式可分为黏膜支持式、骨支持式、牙支持式、混合支持式。数字化种植导板的制作和使用涉及数据采集、种植导板设计与制作、外科引导手术等一系列过程,其精确性取决于从数据集采集到手术过程中所涉及的所有累积和交互误差。可以根据导板制作与种植体植入过程,从各个方面来减小误差,从而提高导板应用的精确性。

【关键词】 口腔种植; 数字化种植导板; 精确性; 3D打印技术; 多层计算机断层扫描; 实时导航

【中图分类号】 R783.4 **【文献标志码】** A **【文章编号】** 2096-1456(2019)05-0337-04

【引用著录格式】 刘子燕,戴群,肖芳.数字化种植导板在口腔种植修复中的应用[J].口腔疾病防治,2019,27(5):337-340.

Application of digital implant guide plate in oral implant restoration LIU Ziyang, DAI Qun, XIAO Fang. Department of General Affiliated Stomatological Hospital of Nanchang University, The Key Laboratory of Oral Biomedicine, Nanchang 330006, China

Corresponding author: DAI Qun, Email: 512968304@qq.com, Tel: 0086-791-86363621

【Abstract】 Digital implant guides have enabled "repair-oriented" implant restoration to become a reality by allowing an implant to be designed for an ideal site, maximizing the use of existing alveolar bone, and increasing the predictability of the restorative effect. This paper reviews the classification of digital guides and the related factors affecting the accuracy of digital guides to provide a reference for clinical doctors in practical applications. Digital guides can be divided into the categories of mucosal support, bone support, dental support and mixed support according to the retention mode. The manufacture and use of digital implant guides involve a series of processes, such as data acquisition, design and manufacture of the implant guide, and guided surgery. The accuracy of digital implant guides depends on all accumulated and interactive errors involved in the process from data acquisition to surgery. According to the process of guide plate fabrication and implant placement, errors in all aspects can be reduced to improve the accuracy of guide plate application.

【Key words】 Oral implant; CAD/CAM surgical guide; Accuracy; 3D printing technology; Multislice computed tomography; Real time navigation

近年来随着计算机辅助软件的开发和在口腔治疗领域的应用,基于口腔CBCT扫描数据的3D打印制作的数字化种植导板在口腔种植中被广泛

使用,改变了患者就医体验。利用数字化导板引导种植手术,得到的种植方案是可视化的,修复效果的可预期性也大大增加^[1-2],也方便医患之间的沟通交流。数字化种植导板的运用使“以修复为导向”的种植修复方式成为现实,满足临床医师和患者对美学和功能的要求,还可实现不翻瓣种植修复,可减少患者术后不适^[3]。本文就数字化导板分类、数字化导板精确度的相关影响因素作一综述,以期为临床医生实际应用时提供参考依据。

【收稿日期】 2018-03-08; **【修回日期】** 2019-03-28

【基金项目】 江西省科技计划项目(20161BBG70155)

【作者简介】 刘子燕,医师,在读硕士研究生,Email:7655948540@qq.com

【通信作者】 戴群,主任医师,硕士,Email:512968304@qq.com, Tel: 0086-791-86363621

1 数字化种植导板的设计与制作

数字化种植导板的制作是基于CBCT扫描数据基础上的,先将扫描数据以DICOM格式导入相关设计软件;再根据石膏模型或口内扫描数据获取咬合关系数据,将该数据以STL格式导入相应软件,计算机软件通过将这两个数据配准,得到与患者口内情况一致的三维重建,在此基础上设计,软件中有不同种植系统的所有数据方便选择,根据拟定种植体,设计种植体植入的最佳方案,将方案数据以STL格式导出,再通过3D打印(主要是快速成型技术)技术得到种植导板,引导种植手术^[4-6]。

目前国外软件计算机辅助种植设计软件主要有^[7-8]:瑞士的NobelGuide系统和Straumann coDiagnostiX系统、比利时的Implant系统、以色列的Image-guided implantology (IGI)系统、德国的Implant3D系统等。数字化种植导板能获得较高的精确度,具有较高的临床指导作用,但是由于医生和技师交流难、费时、花费高等因素使这些导板设计软件在国内使用较局限,难以推广使用。在国内也有公司开发了类似软件,方便国人使用,比如杭州的六维、天津的彩立方以及北京的西科码。

2 数字化种植导板的分类

种植导板根据制作方法不同,可分为传统导板和CAD/CAM种植导板;根据种植体植入引导程度不同又可分为半程导板和全程导板;根据固位方式可分为黏膜支持式、骨支持式、牙支持式、混合支持式^[9]。其中固位方式是数字化导板最常用的分类方式。其中,黏膜支持式数字化导板是通过患者口腔黏膜进行固位,直接贴附于术区黏膜,需要在颊舌侧增加固位钉,活动度大固位差,因此黏膜支持式导板仅适用于牙列缺失患者^[10];骨支持式导板需要翻开全厚瓣,创伤大,患者恢复时间久,适用于需大面积植骨或外科手术的患者,应用局限^[11]。牙支持式数字化导板是利用缺牙间隙邻牙固位,邻牙越稳固,导板越精确^[12]。混合支持式导板是多种支持方式结合的,可以是邻牙和黏膜共同支持,也可以是黏膜和骨支持结合,多种方式结合增加了导板的不可控性,都会影响导板的精确性。

3 数字化种植导板的精确性

3.1 数字化种植导板的精确性评价

大量文献研究证实,计算机辅助种植外科手

术与传统种植手术相比有更高的精确性,应用种植手术导板可以减少种植手术的风险。

Ozan等^[13]和Turbush等^[14]利用分别在体内和体外进行了骨支持式、牙支持式、黏膜支持式导板精确性的比较,结果显示牙支持式种植导板精确性最高。Ozan等^[13]指出数字化种植导板在临床应用研究中显示下颌骨区角度偏离值小于上颌骨,分别为 $(3.32 \pm 1.90)^\circ$ 、 $(4.58 \pm 2.40)^\circ$ 。Turbush等^[14]对150枚种植体进行对比,平均角度误差为 $(2.2 \pm 1.2)^\circ$,颈部平均误差为 (1.18 ± 0.42) mm,尖部平均误差为 (1.44 ± 0.67) mm。Geng等^[15]对24例患者共111枚植体进行研究,利用Simplant软件设计种植导板,比较牙支持式与黏膜支持式数字化种植导板的精确性,结果显示牙支持式导板精确性更高。牙支持式和黏膜支持式导板的角度差异分别为 $(1.72 \pm 1.67)^\circ$ 和 $(2.71 \pm 2.58)^\circ$;种植体颈部偏差值分别为 (0.27 ± 0.24) mm和 (0.69 ± 0.66) mm;种植体顶部偏差值分别为 (0.37 ± 0.35) mm和 (0.94 ± 0.75) mm;深度偏离值分别为 (0.32 ± 0.32) mm和 (0.51 ± 0.48) mm($P < 0.05$)。Kühl等^[16]利用Straumann coDiagnostiX设计StraumannGuide,在离体颌骨上共植入38枚植体,种植体颈部、顶部、深度和角度的偏离值分别为: (0.72 ± 0.45) mm、 (0.46 ± 0.49) mm、 (1.54 ± 0.02) mm、 $(3.95 \pm 0.35)^\circ$ 。可以看出不同系统的种植导板都能获得较好的种植体植入效果。

3.2 导板精确性的影响因素分析

数字化种植导板的制作和使用涉及医生、患者和设计人员三方的配合,涉及数据采集、种植导板设计与制作、外科引导手术等一系列过程,这其中每个环节都能影响导板的精确性。①CBCT扫描和咬合关系获取过程均能影响患者数据的采集,扫描层间距过大或患者在扫描过程中有移动使得影像数据获取不准,影响导板设计与制作。患者咬合关系获取无论是硅橡胶印模还是数字化扫描都存在误差。②导板制作过程中,在利用软件进行三维重建时,阈值选择不恰当,会导致图像显示不理想影响数据匹配,造成导板设计有误差^[17]。计算机设计软件对导板的精确性也有影响^[16]。③种植导板受制作工艺影响,3D打印技术也存在一定误差^[18]。④手术过程中产生的误差,包括手术过程中导板定位误差以及手术人为误差。导板的固位方式影响精确性,其中牙支持式种植导板精确性最高。Rungcharassaeng等^[19]对10

名有经验的种植医生和10名没有经验的医生使用数字化种植导板的结果进行分析,发现种植体的植入深度2组对比有明显差异,且没有经验的医生造成的误差是有经验种植医生的2倍。

3.3 提高数字化种植导板精确性的方法

目前还没有决定性的证据表明数字化种植导板在安全性、治疗结果或效率方面优于传统手术,但在引导种植体植入的精确性方面,数字化导板有较大优势^[20]。但不同支持方式的种植导板的精确性存在差异,其中骨支持式导板,偏差最为显著^[21]。

种植导板的精确性取决于从数据集采集到手术过程中所涉及的所有累积和交互误差。可以根据导板制作与种植体植入过程,从各个方面来减小误差,从而提高导板应用的精确性。随着信息技术的发展,软件和硬件方面的新技术进步显著改善了数据采集和处理,运用改进的技术可对引导手术产生积极影响,如实时导航或更精确的影像技术—多层计算机断层扫描(multislice computed tomography, MSCT)^[22-23]。此外,口腔内扫描仪可以捕捉口腔软组织的形态和牙齿的结构,采用更精准的印模技术(如数字影像)获取患者口内情况^[24],提高制作导板的精确性。口腔内扫描仪和CBCT影像数据的结合,通过相互叠加和使用模拟软件,提供了软组织和硬组织的几乎完整的三维数据。另外,引导种植时,全程导板的精确性更高,建议尽可能选择全程引导的数字化种植导板^[25]。有文献报道相比热塑性技术,通过几何空间定位放射导板,然后通过3D打印技术制作的数字化种植导板精确性更高^[26-27]。有学者报道了在无牙颌种植病例中利用微螺钉进行影像定位可提高数字化导板的精确性^[28]。

4 展望

目前,种植修复已经成为牙缺失的首选治疗方法。而数字化技术恰恰与口腔种植学精确微创的治疗理念相契合,数字化导板在口腔种植中的应用,提高了种植的准确性和安全性,可保障种植体的植入位置满足最终的修复要求,且不会损伤邻近的重要解剖结构;在一些手术方案中可实现不翻瓣种植,减少患者术后不适反应和并发症的发生;对于多牙缺失、无牙患者或骨缺损严重的情况,数字化种植导板是在计算机软件中可视化模拟种植方案,这样能减低手术难度,修复效果可预

期性增加。

数字化种植导板作为口腔种植治疗的辅助工具^[29],临床操作过程中有许多影响导板精确性的因素,提高各类型种植导板的精确性是使用数字化导板首要考虑的问题。

参考文献

- [1] Hultin M, Svensson KG, Trulsson M. Clinical advantages of computer-guided implant placement: a systematic review[J]. *Clin Oral Implants Res*, 2012, 23(Suppl 6): 124-135.
- [2] Rivara F, Lumetti S, Calciolari E, et al. Photogrammetric method to measure the discrepancy between clinical and software-designed positions of implants[J]. *J Prosthet Dent*, 2016, 115(6): 703-711.
- [3] Dandekeri SS, Sowmya MK, Bhandary S. Stereolithographic surgical template: a review[J]. *J Clin Diagn Res*, 2013, 7(9): 2093-2095.
- [4] Moslehifard E, Nokar S. Designing a custom made gauge device for application in the access hole correction in the dental implant surgical guide[J]. *J Indian Prosthodont Soc*, 2012, 12(2): 123-129.
- [5] Nickenig HJ, Eitner S. An alternative method to match planned and achieved positions of implants, after virtual planning using cone-beam CT data and surgical guide templates -- a method reducing patient radiation exposure (part I)[J]. *J Craniomaxillofac Surg*, 2010, 38(6): 436-440.
- [6] Shaheen E, Alhelwani A, Castele ED, et al. Evaluation of dimensional changes of 3D printed models after sterilization: a pilot study[J]. *Open Dent J*, 2018, 12: 72-79.
- [7] Devico G, Ferraris F, Arcuri L, et al. A novel workflow for computer guided implant surgery matching digital dental casts and CBCT scan[J]. *Oral Implantol (Rome)*, 2016, 9(1): 33-48.
- [8] Kuehl S, Payer M, Zitzmann NU, et al. Technical accuracy of printed surgical templates for guided implant surgery with the Co-DiagnostiX (TM) software[J]. *Clin Implant Dent Relat Res*, 2015, 17(1): e177-e182.
- [9] Colombo M, Mangano C, Mijiritsky E, et al. Clinical applications and effectiveness of guided implant surgery: a critical review based on randomized controlled trials[J]. *BMC Oral Health*, 2017, 17(1): 150.
- [10] Cassetta M, Giansanti M, Di Mambro AA. Accuracy of positioning of implants inserted using a mucosa-supported stereolithographic surgical guide in the edentulous maxilla and mandible[J]. *Int J Oral Maxillofac Implants*, 2014, 29(5): 1071-1078.
- [11] Yatzkair G, Cheng AL, Brodie S, et al. Accuracy of computer-guided implantation in a human cadaver model[J]. *Clin Oral Implants Res*, 2015, 26(10): 1143-1149.
- [12] Cassetta M, Giansanti M, Di Mambro A, et al. Accuracy of two stereolithographic surgical templates: a retrospective study[J]. *Clin Implant Dent Relat Res*, 2013, 15(3): 448-459.
- [13] Ozan O, Turkyilmaz I, Ersoy AE, et al. Clinical accuracy of 3 different types of computed tomography-derived stereolithographic

- surgical guides in implant placement[J]. J Oral Maxillofac Surg, 2009, 67(2): 394-401.
- [14] Turbush SK, Turkyilmaz I. Accuracy of three different types of stereolithographic surgical guide in implant placement: an *in vitro* study[J]. J Prosthet Dent, 2012, 108(3): 181-188.
- [15] Geng W, Liu CY, Su YC, et al. Accuracy of different types of computer-aided design/computer-aided manufacturing surgical guides for dental implant placement[J]. Int J Clin Exp Med, 2015, 8(6): 8442-8449.
- [16] Kühl S, Zürcher S, Mahid T, et al. Accuracy of full guided *vs.* half-guided implant surgery[J]. Clin Oral Implants Res, 2013, 24(7): 763-769.
- [17] Matta RE, Bergauer B, Adler WA, et al. The impact of the fabrication method on the three-dimensional accuracy of an implant surgery template[J]. J Craniomaxillofac Surg, 2017, 45(6): 804-808.
- [18] Cristache CM, Gurbanescu S. Accuracy evaluation of a stereolithographic surgical template for dental implant insertion using 3D superimposition protocol[J]. Int J Dent, 2017: 4292081.
- [19] Rungcharassaeng K, Caruso JM, Kan JY, et al. Accuracy of computer-guided surgery: a comparison of operator experience[J]. J Prosthet Dent, 2015, 114(3): 407-413.
- [20] Tan P, Layton DM, Wise SL. *In vitro* comparison of guided *versus* freehand implant placement: use of a new combined TRIOS surface scanning, implant studio, CBCT, and stereolithographic virtually planned and guided technique[J]. Int J Comput Dent, 2018, 21(2): 87-95.
- [21] Raico Gallardo YN, Teixeira Da Silva-Olivio IR, Mukai E, et al. Accuracy comparison of guided surgery for dental implants according to the tissue of support: a systematic review and meta-analysis [J]. Clin Oral Implants Res, 2017, 28(5): 602-612.
- [22] Rios HF, Borgnakke WS, Benavides E. The use of cone-beam computed tomography in management of patients requiring dental implants: an American academy of periodontology best evidence review[J]. J Periodontol, 2017, 88(10): 946-959.
- [23] Widmann G, Fischer B, Berggren JP, et al. Cone beam computed tomography *vs* multislice computed tomography in computer-aided design/computer-assisted manufacture guided implant surgery based on three-dimensional optical scanning and stereolithographic guides: does image modality matter?[J]. Int J Oral Maxillofac Implants, 2016, 31(3): 527-533.
- [24] Arcuri L, De Vico G, Ottria L, et al. Smart fusion *vs.* double scan: a comparison between two data-matching protocols for a computer guided implant planning[J]. Clin Ter, 2016, 167(3): 55-62.
- [25] Younes F, Cosyn J, De Bruyckere T, et al. A randomized controlled study on the accuracy of free-handed, pilot-drill guided and fully guided implant surgery in partially edentulous patients [J]. J Clin Periodontol, 2018, 45(6): 721-732.
- [26] Bell CK, Sahl EF, Kim YJ, et al. Accuracy of implants placed with surgical guides: thermoplastic *versus* 3D printed[J]. Int J Periodontics Restorative Dent, 2018, 38(1): 113-120.
- [27] Peng YT, Tseng CC, Du YC, et al. A novel conversion method for radiographic guide into surgical guide[J]. Clin Implant Dent Relat Res, 2017, 19(3): 447-457.
- [28] Lee DH. Strategic use of microscrews for enhancing the accuracy of computer-guided implant surgery in fully edentulous arches: a case history report[J]. Int J Prosthodont, 2018, 31(3): 262-263.
- [29] 郭磊, 杨惊, 王远勤. 上颌后牙区数字化导板引导下倾斜种植精确性研究[J]. 口腔疾病防治, 2017, 25(7): 435-438.

(编辑 张琳, 曾曙光)