

[DOI]10.12016/j.issn.2096-1456.2017.11.013

· 综述 ·

数字化种植导板的临床应用研究进展

杨红岩¹ 综述; 孙海鹏² 审校

1. 深圳市龙岗区第三人民医院口腔科, 广东 深圳(518115); 2. 深圳市人民医院口腔医学中心, 广东 深圳(518020)

【摘要】 随着现代口腔种植修复技术的发展,数字化种植导板能很好地控制种植体植入的角度、方向及深度,具有缩短手术时间、降低手术风险、可实现不翻瓣种植等优势,已被更多地应用于临床,同时仍存在制作过程复杂、成本较高、地域条件的差异、精确度欠佳等问题。本文对数字化种植导板制作、分类、精确性等方面进行综述,为口腔种植医生应用数字化口腔种植技术提供参考。

【关键词】 数字化种植导板; 计算机辅助设计与制作; 锥体束CT; 精确性

【中图分类号】 R783.4 **【文献标志码】** A **【文章编号】** 2096-1456(2017)11-0740-03

【引用著录格式】 杨红岩,孙海鹏.数字化种植导板的临床应用研究进展[J].口腔疾病防治,2017,25(9):740-743.

The clinical application of digital implant guides YANG Hongyan¹, SUN Haipeng². 1. Department of Stomatology, the Third People's Hospital of Longgang District, Shenzhen 518115, China; 2. Department of Stomatology, Shenzhen people's Hospital, Shenzhen 518020, China

Corresponding author: SUN Haipeng, Email: shpplysz@126.com, TEL: 0086-755-28865650

【Abstract】 With the development of implant technology, digital implant surgical guides have been used for precise implant position, angulation and depths of insertion, bringing great advantages such as shortening the operation time, reducing the risk of surgery, flapless implantation. Meanwhile, the disadvantages can't be neglected such as complicated production process, high cost, low precision etc. This article focuses on production, classification and accuracy of the digital implant surgical guide technology.

【Key words】 Digital implant surgical guides; Computer aided design and manufacture; Cone beam CT; Accuracy

种植牙因固位好、支持力大、舒适美观、无需磨损邻牙,越来越受到口腔医生和患者的青睐,成为牙列缺损、牙列缺失患者牙齿修复的首选方法^[1-2]。以修复为导向的牙种植理念,要求种植体的深度、方向、位置具有一定精确度,才能达到最佳的修复效果,并获得种植体长期稳定性。1987年,种植导板首次在种植牙手术中应用^[3],种植导板作为一种桥梁能起到良好作用^[4],把术前设计信息转移到种植牙手术中。目前,数字化口腔种植

技术在临床中的应用逐渐广泛,本文对数字化种植导板制作、分类、精确性等方面进行综述,为口腔种植医生应用数字化口腔种植技术提供参考。

1 数字化种植导板简介

上世纪90年代出现的简易的种植牙手术导板,通过导板上的导向孔来指引种植体植入方向,却不能精准地控制种植体植入位置,更多依赖医生的临床经验^[4],容易产生偏差。数字化种植导板是种植术前应用计算机设计和制作的辅助工具,是种植体方向、位置、角度等信息的载体,术中引导种植窝预备及种植体的植入,通过精准定位与引导,将术前设计方案应用到实际操作中的体现,数字化牙种植技术的进一步发展拉近了外科

【收稿日期】 2016-11-10; **【修回日期】** 2017-02-13

【基金项目】 深圳市科技研发基金(20160414215643482)

【作者简介】 杨红岩,主任医师,硕士, Email:2264682017@qq.com

【通信作者】 孙海鹏,副教授,博士, Email:shpplysz@126.com

手术和修复治疗步骤的距离。

数字化种植导板由导管与定位板组成,导管的角度和位置承载着术前设计种植体的角度、深度、位置等信息。在手术过程中,通过插入导管的不同孔径的套管逐级预备,将种植导板中的信息转移到手术中,使种植体按预先设计植入到指定位置。导板以不同的形式与骨、牙齿或牙槽嵴表面相贴合^[5-6]起到定位作用。

2 数字化种植导板的分类

同传统种植导板分类相同,数字化种植导板根据支持类型不同分为牙支持式、黏膜支持式、骨支持式、混合支持式。

牙支持式导板具有精度高、定位准确、易操作的优点。多用于缺牙数目少的患者,患者口内要有牙支撑,不能用于无牙颌患者。手术中根据情况既可翻瓣也可不翻瓣。

骨支持式导板黏膜分离面积广泛,手术创伤大。多适用于无牙颌及缺牙较多的患者,手术中需要翻开黏骨膜瓣。

黏膜支持式导板:稳定性差,术中易滑动移位,影响定位和精确度,有时需要增加固位钉固定。多用于无牙颌的患者,导板直接覆盖在牙槽嵴上,根据具体情况手术过程中可以不用或需要翻开黏骨膜瓣。

混合支持式导板:使用介于以上三者之间。

另外,根据种植窝限制程度不同分为 unlimited 式、部分限制式、完全限制式^[7]。根据术中引导种植牙手术方法分为静态导板和动态导航技术。

3 数字化种植导板的制作方法

根据种植导板的制作方法,主要有传统导板和 CAD/CAM 种植导板。传统导板制作材料有自凝塑料、真空成型压膜,主要是取患者口内印模,制作成石膏模型来制作。可以复制出缺牙区及周围组织基本解剖及现有咬合状况,制作方法简单,但精确性相对较差。

CAD/CAM 种植导板通过拍摄颌骨三维 CT,获得数字化依据,将获得的数据以 DICOM 格式导入计算机软件,重建三维的颌骨影像。通过软件的处理,展现出颌骨的重要解剖结构,包括下颌管的走向、颞孔位置、上颌窦和鼻底位置等,精确性相对较高,使种植手术简化,体现同质性而降低手术风险,目前费用较高。在种植设计中,要避开重要

的解剖结构。根据颌骨的三维解剖结构和咬合关系设计植入种植体的位置、角度、数目、深度,根据设计的数据加工制作数字化种植导板^[8-11]。

CAD/CAM 导板制作中常用软件:由于 CAD/CAM 导板制作的软件,早期多为国外的公司开发,种植系统的兼容性不同,通过不同软件设计的种植导板需要国外制造。如美国 Easy Guide pc portal 生产的 Easy Guide、瑞士 Nobel Biocare 公司生产的 Nobel Guide 等;随着技术的进步和发展,也伴随国内具大的市场需求,目前国内也可以加工制造数字化种植导板,如比利时 Materialise 公司生产的 Simplant 和 Surgicase。目前应用较多的是 Nobel Guide 和 Simplant 软件。

CAD/CAM 种植导板的制作有快速成型技术和数控技术。快速成型技术是将计算机设计的三维模型,转化为片层信息,用快速成型设备将材料逐层添加制作出实体来^[12-13]。加工制造速度快是快速成型技术的特点之一,制作一个模型一般只需要几个小时,最长为十几个小时。但其制造设备较昂贵,再加上受设备空间的限制,制造模型的尺寸有限,材料的选择范围也较窄^[14-15]。数控技术由于采用的是大型的三维数控铣床或者雕刻机进行制作,加工制作速度较快、材料广泛、制作精度高。由于加工范围大,尺寸也大,而且是在整块材料上切割成型,对于结构复杂的种植导板制作上有局限性^[16-17]。

数字化种植导板的制作标准:数字化种植导板要在种植中发挥精确性的引导,数字化导板的制作必须符合一定的要求^[18]。数字化导板要有良好稳定性,手术操作中固定不能移位;根据手术范围制作相应大小的导板,方便手术操作;数字化导板要有可视性,便于观察钻头方向,最好是镂空结构,便于术中的降温,避免产热造成的骨灼伤;数字化导板要有一定硬度,使用中不能变形;用于数字化导板制作的光固化树脂或数控加工的金属材料,必须可以消毒。

4 常用国内外数字化种植导板导航系统

近年来,CAD/CAM 种植导板在临床上的应用越来越多,这不仅可以提高种植修复后的美学效果,改善修复体的应力分布,还可降低手术风险,简化手术过程。国外种植数字化导航系统有 Simplant 系统、Nobel Guide 系统等。这些导航系统应用时间早、运作成熟,精确度高。国外的种植数字

化软件较封闭,没有与其他种植系统很好兼容。同时国外的制作工期长,一般要1~2个月,制作费用相对昂贵。国产数字化导航系统的成功研制,以天津彩立方代表。制作周期大大缩短,不仅方便口腔医生与种植导板设计者的沟通,也降低了患者的费用。

5 数字化种植导板的精确性评价

数字化种植外科导板是将术前制定的种植设计,转载到手术操作中的桥梁,对于牙缺失数多、牙槽骨条件差的患者,种植体是按设计好的植入位置种植,数字化导板起着关键作用,实际植入的精准度是数字化种植导板的关键。

国内外对数字化种植导板精确性评价的研究较多^[19-21],但精确性各不相同。风险评估中,种植体头部的偏差极限值最为重要,当水平偏差达1.86 mm或垂直偏差达2.7 mm都可能造成周围解剖结构的损害^[22]。Tahmaseb等^[23]通过数字化种植导板精确性研究的系统分析得出,种植体颈部偏离平均为1.12 mm,其中最大偏离为4.5 mm,种植体尖端平均偏离平均为1.39 mm,最大值为7.1 mm。Ozan等^[24]在临床研究发现,数字化种植导板在下颌骨区偏离角度小于上颌骨,各是 $3.32^\circ \pm 1.90^\circ$ 、 $4.58^\circ \pm 2.40^\circ$ 。Schneider等^[25]报道,数字化种植导板的精确度肩部平均偏差为1.07 mm,根部平均偏差1.63 mm,角度平均偏差 5.26° 。Pettersson等^[26]报道,数字化种植导板肩部平均误差为0.80 mm,根部平均误差为1.09 mm,角度平均误差为 2.26° 。莫晖等^[27]研究显示,数字化种植导板颈部偏移的平均距离为 (0.18 ± 0.24) mm。郭秋云等^[28]研究显示,数字化种植导板种植体颈部偏离值为 (0.85 ± 0.19) mm,根部偏离值 (0.97 ± 0.21) mm,角度偏离值 $4.53^\circ \pm 1.89^\circ$ 。

Sarment等^[29]报道CAD/CAM种植导板与传统种植导板的精确性,在CAD/CAM种植导板辅助下完成的种植,种植体颈部与尖端的偏离值减小 (0.90 ± 0.50) 、 (1.00 ± 0.60) mm,传统种植导板辅助下完成的种植,种植体颈部和尖端的偏离值分别为 (1.50 ± 0.70) 、 (2.10 ± 0.97) mm。Turbush等^[30]和Ozan等^[24]分别在体内、外进行了骨支持式、牙支持式、黏膜支持式数字化种植导板精确性的研究,体内研究显示牙支持式种植导板在种植体颈部、顶端、角度的精确性上,都大于骨支持式和黏膜支持式;体外研究结果,黏膜支持式的种植导

板的种植体颈部和顶端的精确性小于骨支持式和牙支持式导板。两者均提示黏膜支持式导板精确性相对较差。

6 展望

临床实践证明,数字化种植导板可以提高种植牙的美学修复效果,合理分配修复体的应力分布,种植手术过程变得简单,操作性强。数字化种植导板制作成本较高,但精确性好,缺失牙多、颌骨条件差的患者更能发挥优势。采用数字化种植手术导板进行种植修复的技术,是以微创、修复为导向的种植修复理念与三维影像学和现代数字化技术结合的新兴技术,是种植修复的发展趋势,也是目前国内外研究的热点问题。

数字化种植手术导板技术并不是简单复制,有时需要手术者根据情况选择适应证,且依赖于扎实的种植外科基本操作技术,对种植修复理论的深刻理解运用。目前还没有如何选择种植导板的统一标准,还需要在临床工作中不断总结和归纳。虽然种植导板有许多优点,但目前临床上还没有得到普遍的应用。如何降低种植导板的成本、简便操作、缩短制作周期并提高其精确度是推动数字化种植手术导板技术广泛应用的关键,也是目前研究的热点。目前情况在不断改善,国内多家单位已经生产数字化种植导板,并应用于临床工作。数字化种植导板技术在复杂牙列缺失和不翻瓣种植手术中的应用,使精确度提高,临床效果理想,相信随着技术的改进和成熟、费用进一步降低,数字化种植导板技术会有广阔的发展前景。

参考文献

- [1] 刘宝林. 口腔种植学[M]. 北京: 人民卫生出版社, 2011: 220-231
- [2] 李海霞. 种植义齿在口腔修复中的临床应用[J]. 局解手术杂志, 2013, 22(5): 524-525.
- [3] Dandekeri SS, Sowmya MK, Bhandary S. Stereolitho graphic surgical template: a review[J]. J Clin Diagn Res, 2013, 7(9): 2093-2095.
- [4] Hultin M, Svensson KG, Trullsson M. Clinical advantages of computer-guided implant placement: a systematic review[J]. Clin Oral Implants Res, 2012, 23(Suppl 6): 124-135.
- [5] 白石柱, 刘宝林, 陈小文, 等. 种植导板的制作及CAD-CAM技术的应用[J]. 实用口腔医学杂志, 2011, 27(1): 138-142.
- [6] Pattanaik S, Pattanaik BK. Fabrication of a surgical guide with help of a milling machine by ridge mapping method[J]. J Indian Prosthodont Soc, 2013, 13(1): 61-65.

- [7] D'Souza KM, Aras MA. Types of implant surgical guides in dentistry: a review[J]. *J Oral Implantol*, 2012, 38(5): 643-652.
- [8] Zhao XZ, Xu WH, Tang ZH, et al. Accuracy of computer-guided implant surgery by a CAD/CAM and laser scanning technique[J]. *Chin J Dent Res*, 2014, 17(1): 31-36.
- [9] 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.
- [10] 刘丽娜. 牙种植模板的计算机辅助设计和制作的应用研究[J]. 天津: 天津医科大学, 2012.
- [11] Lee JH, Kim MJ, Kim SM, et al. The 3D CT superimposition method using image fusion based on the maximum mutual information algorithm for the assessment of oral and maxillofacial surgery treatment results[J]. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol*, 2012, 114(2): 167-174.
- [12] 安芬菊, 梁永回. 快速成型技术与数控技术在手版制作中的应用比较[J]. *机械制造*, 2012, 50(2): 54-56.
- [13] Bickel B, Alexa M. Computational aspects of fabrication modeling, design, and 3D printing[J]. *IEEE Comput Graph Appl*, 2014, 33(6): 24-25.
- [14] Hochman JB, Kraut J, Kazmerik K, et al. Generation of a 3D printed temporal bone model with internal fidelity and validation of the mechanical construct[J]. *Otolaryngol Head Neck Surg*, 2014, 150(3): 448-454.
- [15] Peterson GI, Larsen MB, Ganter M, et al. 3D-printed mechanochromic materials[J]. *ACS Appl Mater Interfaces*, 2015, 7(1): 577-583.
- [16] 王大勇, 乔志峰, 韩志国, 等. 高档数控装备的发展趋势[J]. *中国机械工程*, 2011, 22(10): 1247-1252.
- [17] 杨兆军, 陈传海, 陈菲, 等. 数控机床可靠性技术的研究进展[J]. *机械工程学报*, 2013, 49(20): 130-139.
- [18] Annibali S, La Monaca G, Tantardini M, et al. The role of the template in prosthetically guided implantology[J]. *J Prosthodont*, 2009, 18(2): 177-183.
- [19] D'haese J, Van De Velde T, Komiyama A, et al. Accuracy and complications using computer-designed stereolithographic surgical guides for oral rehabilitation by means of dental implants: a review of the literature[J]. *Clin Implant Dent Relat Res*, 2012, 14(3): 321-335.
- [20] Jung RE, Schneider D, Ganeles J, et al. Computer technology applications in surgical implant dentistry: a systematic review[J]. *Int J Oral Maxillofac Implants*, 2009, 24(suppl): 92-109.
- [21] Jung RE, Pjetursson BE, Glauser R, et al. A systematic review of the 5-year survival and complication rates of implant-supported single crowns[J]. *Clin Oral Implants Res*, 2008, 19(2): 119-130.
- [22] Pjetursson BE, Thoma D, Jung R, et al. A systematic review of the survival and complication rates of implant-supported fixed dental prostheses (FDPs) after a mean observation period of at least 5 years[J]. *Clin Oral Implants Res*, 2012, 23(6): 22-38.
- [23] Tahmaseb A, Wismeijer D, Coucke W, et al. Computer technology applications in surgical implant dentistry: a systematic review[J]. 2014, 29(Suppl): 25-42.
- [24] 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.
- [25] Schneider D, Marquardt P, Zwahlen M, et al. A systematic review on the accuracy and the clinical outcome of computer-guided template-based implant dentistry[J]. *Clin Oral Implants Res*, 2009, 20(Suppl 4): 73-86.
- [26] Pjetursson A, Komiyama A, Hultin M, et al. Accuracy of virtually planned and template guided implant surgery on edentulous patients[J]. *Clin Implant Dent Relat Res*, 2012, 14(4): 527-537.
- [27] 莫晖, 莫业跃, 庄秀妹, 等. 基于3D打印技术新型金属镂空式种植外科导板的临床应用[J]. *中华口腔医学研究杂志: 电子版*, 2014, 8(2): 128-133.
- [28] 郭秋云, 白石柱, 董瑜, 等. 结合三维激光扫描的CAD/CAM牙种植导板的临床精度评价[J]. *临床口腔医学杂志*, 2014, 30(1): 3-6.
- [29] Sarment DP, Sukovic P, Clinthorne N. Accuracy of implant placement with a stereolithographic surgical guide[J]. *Int J Oral Maxillofac Implants*, 2003, 18(4): 571-577.
- [30] Turbush SK, Turkyilmaz I. Accuracy of three different types of stereolithographic surgical guide in implant placement: an *in vitro* study[J]. *J Prosthe Dent*, 2012, 108(3): 181-188.

(编辑 张琳)