

[DOI]10.12016/j.issn.2096-1456.2018.10.011

· 综述 ·

数字化种植外科导板精确性的影响因素

谢华德, 孙海鹏, 姜健 综述; 黄盛兴 审校

深圳市人民医院口腔医学中心·暨南大学第二附属医学院, 广东 深圳(518020)

【摘要】 随着数字化技术的快速发展,数字化种植外科导板在口腔医学中的应用越来越广泛。然而,数字化种植外科导板的精确性始终是关注的焦点。本文通过查阅文献,从数字化种植导板的设计制作、导板的支持方式、种植系统及引导系统、植入种植体长度、骨密度和术者临床经验等方面分析了影响数字化种植外科导板精确性的因素,以期减少种植手术过程中人为因素的误差,提高种植植入的精确性、客观性和安全性。

【关键词】 牙种植术; 数字化外科导板; 精确性; 影响因素; 临床应用

【中图分类号】 R782 **【文献标识码】** A **【文章编号】** 2096-1456(2018)10-0669-04

【引用著录格式】 谢华德,孙海鹏,姜健,等. 数字化种植外科导板精确性的影响因素[J]. 口腔疾病防治, 2018, 26(10): 669-672.

Influencing factors of the accuracy of digital surgical implant-guide plate XIE Huade, SUN Haipeng, JIANG Jian, HUANG Shengxing. Center of Stomatology, the Second Clinical Medical College & Shenzhen People's Hospital, Ji, nan University, Shenzhen 518020, China

Corresponding author: HUANG Shengxing, Email: shxhuang@sina.com, Tel:0086-755-22942997

【Abstract】 With the increasing development of digital technologies, digital surgical templates have been widely used in stomatology. However, the accuracy of digital surgical templates is always a consideration for many researchers and dentists. This article analyzed the factors affecting the accuracy of digital surgical templates and found that errors arise from six factors, including the design and manufacture of the templates, implant guide support, implant systems and guide systems, implant length, bone density and the clinical experience of the operator; this literature review aims to reduce or eliminate human factors and improve accuracy, objectivity and security in implant placement.

【Key words】 Dental implant surgery; Digital surgical template; Accuracy; Influences; Clinical application

近年来,数字化种植外科导板受到了口腔种植医生的青睐。与传统的“自由手”操作相比,应用数字化种植外科导板技术提高了种植手术的精确性^[1-2],将术前计划较为准确地转移到手术操作中,简化操作步骤,缩短手术时间,减小手术创伤,降低手术风险,减少术后并发症,这一技术恰好与口腔种植学安全、精准、微创、美学的治疗理念相吻合。确定种植导板精确性的方法是:首先,术前在计算机软件上重建三维图像,模拟植入位点的

种植体位置;然后,将其与应用数字化外科导板的实际种植位置的CT图像进行匹配;最后,测量模拟种植体与实际种植体的位置差异,包括种植体根尖部、颈部和角度3个方面^[3]。种植植入精确性至关重要,特别是在即刻修复、缺牙间隙有限、避免损伤重要解剖结构等情况下^[4-5]。然而,应用数字化种植外科导板进行的牙种植术的误差影响因素很多。因此,本文将对影响数字化种植外科导板精确性的主要因素进行归纳总结,希望对临床实践有所指导和帮助。

【收稿日期】 2017-11-14; **【修回日期】** 2018-01-15

【基金项目】 广东省自然科学基金项目(2017A030310624)

【作者简介】 谢华德,医师,在读硕士研究生,Email: xiehuadexhd@163.com

【通信作者】 黄盛兴,主任医师,硕士,Email: shxhuang@sina.com, Tel:0086-755-22942997

1 数字化种植外科导板的设计制作

数字化种植外科导板的设计制作过程大致分为3个部分:①图像获取与数据处理^[6-7];②种植导板的计算机软件设计;③种植导板的加工制作。其中,获取的图像包括术前头部的锥形束CT(cone

beam computed tomography, CBCT)图像和口内软组织(牙龈)与牙齿的解剖形态扫描图像。在过去的几十年里,口腔诊疗过程多使用全景片^[8];如今,CBCT成为了口腔种植学不可或缺的工具,因为它具有图像分辨率高、扫描时间短、辐射量小、费用合理等诸多优点^[9-10]。CBCT按视野大小分类,可分为小视野、中视野和大视野三类;按实现方式分类,可分为三合一(全景、头颅侧位和小视野CT)和专业牙科CBCT两类。种植医生可利用专业牙科CBCT大视野、高分辨率的图像清楚地测量颌骨、牙齿、上颌窦、下牙槽神经等重要解剖结构的三维数据,有利于医生对种植术区进行合理综合评估,便于制定手术方案和治疗计划。口腔内解剖形态扫描图像可通过扫描传统口腔印模获得,也可通过直接口内非接触式光学扫描(即口扫)获得。研究表明,相比于传统的印模技术,数字化的印模技术更加方便和有效^[11-12]。植入误差可形成于CBCT或口扫图像获取过程中患者的移动^[13]、金属伪影以及技术人员的不准确操作等过程。目前,用于虚拟设计数字化导板的软件有很多,如GuideMia、Simplant、Geomagic studio、3-matics、Nobel Guide、Straumann coDiagnostiX等,在应用计算机软件进行数字化种植外科导板设计的过程也可能会因模拟设计软件的差异,在数据的整合与匹配、三维重建、虚拟位置定位及种植设计等步骤中产生误差。如今,数字化外科导板的加工制作方法主要有光固化快速成型技术(stereo lithography apparatus, SLA)和数控切割技术等。各种导板制作过程都可能会成为误差来源,如光固化快速成型技术的预处理和驱动软件的精度、光固化材料的稳定性等,数控切割技术的数控系统的准确性、CAD/CAM(计算机辅助设计/计算机辅助制作)切割方式的差异等,3D打印机本身的精确性、技术人员对导板生产与质量的把控、打印材料的差异等^[14],都会影响导板种植的精确性。

Arisan等^[15]指出,计算机辅助种植技术误差是一个积少成多、逐步放大的过程,它可能产生于CBCT图像(图像获得及可靠性)、计算机虚拟软件(包括转换、分段、体绘制和手工重新设计)以及种植导板制作的任何一个环节。

因此,临床医生应校准CBCT扫描仪,设置合适的扫描分辨率,嘱患者在扫描时勿移动,减少扫描时的外界干扰,嘱患者术前拍摄高清、大视野牙科CBCT(如设计牙支持式导板,尽量拍摄开口位

CBCT,避免图像对齐时对颌牙的干扰);使用高精度的取模材料(如聚醚橡胶)取模;利用勿喷粉、超高速、自启加热扫描头的扫描仪进行口内扫描等,如牙支持式导板对支持牙的图像信息采集非常重要,优先选用口扫;全口牙列缺失采用黏膜支持式导板时,预成影像学导板和CT扫描精度则是关键。口腔技师要拷贝准确的连续的轴位DICOM(digital imaging and communication in medicine)影像数据,随时更新导板设计软件、选择合适的三维重建阈值、利用有特征性的对齐参照点进行图像匹配,随时与临床医生沟通导板设计方案,从而设计和制作出精确、安全的种植导板。

2 数字化种植外科导板的支持方式

数字化种植外科导板有多种分类。其中,按导板支持类型不同可分为牙支持式、黏膜支持式、牙黏膜混合支持式和骨支持式四种。临床上选择何种支持类型主要根据缺失牙的部位和数量、邻牙牙周、牙体状况,邻牙在牙弓内分布等情况,主要原则是使手术导板能稳定精确就位,有利于手术进行。对于缺牙间隙在牙齿之间的情况(即肯氏三、四类),种植导板的支持方式即为牙支持式。因牙周组织的可让性有限,使得健康牙齿的生理动度非常小(约20 μm)。故相对而言,牙支持式种植导板可移动性较小,稳定性较好。而对于游离端缺失的情况(即肯氏一、二类),种植导板的支持方式即为混合支持式。由于黏膜的可让性较牙周组织大,这种可让性的差异使得在种植手术过程中,种植导板的移动性增大。

Schneider等^[16]认为,应用牢固的导板材料、对导板进行适当的修剪和重衬、翻瓣让导板接触骨面、采用固定钉固定种植导板等方式都是确保种植导板稳定性的有效措施。Di Giacomo等^[17]也建议在非牙支持式和仅骨支持式的导板种植手术过程中,种植导板稳定性方面有待改进。

临床医生在使用牙支持式或黏膜支持式导板时,术中可通过检视窗口检查导板的就位情况,可增加固定钉,增多手术助手人数以固定导板,增强导板稳定性,确保导板在手术过程中就位和稳定。

3 种植系统及引导系统

随着科技与材料学的快速发展与有机结合,越来越多的种植系统出现,口腔种植医生可选择的种植系统越来越广泛。当然,精确性高的种植

系统是首选。不同的种植系统,钻针的规格有差异,钻针与引导环、引导环与套筒之间的密合度不同;对应引导系统的引导方式也有差异,有的是全程导板,有的是半程导板。引导系统可分为配套引导系统和第三方“通用型”引导系统。上述种植系统和引导系统的差异都可成为影响数字化外科导板植入精确性的重要因素。

研究表明,相比于半程引导的种植手术而言,应用配套钻针和停止环的全程引导种植手术精确性更高^[3]。然而Kühl等^[18]则提出,全程引导与半程引导两种手术引导方式的差别并不明显。

在手术过程中,术者应尽量使用精确性高的种植系统和配套的引导系统,必要时使用第三方“通用型”工具,以减少随机误差;使用高性能种植手机和锋利钻针;必要时可利用测量尺确定钻针安全深度;随时检查引导环的就位情况,保证引导环的就位,避免在备洞时引导环脱离套筒;尽量使用全程导板等等,都是提高种植精确性、减少种植误差的方法。

4 植入种植体长度

种植体长度是指种植体植入骨内部分的长度^[19]。增加种植体长度的意义在于增加了种植体-骨界面的表面积,即增加了种植体与颌骨的接触面积,增强了种植体的初期稳定性,增强了其抗侧向力。

然而,Naziri等^[3]研究表明,与长度为11~12 mm和10~11 mm的种植体相比较而言,长度为8~9 mm的种植体在用种植导板植入时更加准确;经统计学分析,应用种植导板植入的种植体术前术后误差最大值出现在长度为14 mm的种植体上。这说明种植体长度是另一个影响导板植入精确性的因素,而增加种植体的长度对种植体植入精确性是不利因素。原因是:①在种植窝洞预备时,长钻针更容易受到外界因素的影响,如患者的张口度有限,或者植入位点靠后,手术操作空间相对有限,这样钻针可能不会以正确的角度进入引导环,从而形成与术前计划的植入位点的角度差异;②根据几何知识可知,在误差角度相同时,长种植体根尖部的偏离距离比短种植体更远,相对而言造成了根尖部更大的误差^[20]。

因此,种植医生在使用长种植体应经过深思熟虑,特别是在靠近上颌窦、下牙槽神经管、颞孔、缺牙间隙窄、植入位点靠后等情况下更应该慎重

选择,在保证种植体初期稳定性的前提下,选择适当长度的种植体,进而保护重要的解剖结构和邻近组织不受损伤,减小手术风险,确保手术操作安全。

5 骨密度

从种植体骨结合的角度看,适宜的松质骨与密质骨比例有利于种植体获得良好的初期稳定性和后期的骨结合。种植窝洞预备时,在同一植入位点,因骨密度低的一侧阻力相对较小,钻针向骨密度低的一侧偏移的可能性更大。因此,骨密度是影响导板种植植入精准性的潜在因素。Cassetta等^[21]研究表明,骨密度是影响导板精确性的固有因素。因为骨密度越高,想要更正初次备洞的误差越困难;骨密度越高,在钻针进入引导环之后,引导环与套环之间的摩擦力越大。

术前,术者可根据CBCT测量缺牙区骨密度,选择合适的植入位点;术中备洞时尽量一次到位,减少修正次数,以减少骨密度因素带来的误差。

6 术者临床经验

如今,随着数字化引导技术的流行,数字化种植导板在口腔种植医学的应用使得无论医生是否有临床种植经验,在手术时可得心应手。它简化了手术步骤,缩短了操作时间,使种植手术过程有序进行。然而,与新手相比较而言,经验丰富的种植医生更加熟悉手术操作技能,可预见手术误差,提高种植精确性。Cassetta等^[22]认为,临床经验对于导板种植精确性的影响是有限的,但从统计学意义上讲,临床经验可减少种植体植入误差,降低术后并发症的发生率。同时,Vasak等^[23]把临床经验看作是影响导板种植植入精确性的潜在因素。Nickenig等^[24]提出,种植医生需要丰富的临床经验和综合知识才能更好地使用种植导板。

所以,术者要提高临床操作技能,培养操作手感,因为操作中手感对钻针所进入的部位能有所提示,必要时直视下操作有更直观的判断,对方向进行必要的调整。

采用数字化种植导板进行的种植修复技术,是以修复为导向、微创的种植修复理念与现代数字化技术和三维影像学相结合的新兴技术,符合种植修复的发展趋势。通过探究数字化种植导板精确性的影响因素,希望对临床工作具有指导意义,以期减小导板种植技术的误差,提高种植植入

精确性,为缺牙患者提供个性化的治疗方案,实现安全、精确的功能与美学重建。

随着科技的发展与进步,相信会有更加先进和成熟的数字化种植辅助技术应用于临床,以帮助减少种植手术误差,确保精确性和规范性,从而真正实现以修复为导向、安全、精准、高效、微创、美学的种植修复治疗理念。

参考文献

- [1] Scherer U, Stotzer M, Ruecker M, et al. Template-guided *vs.* non-guided drilling in site preparation of dental implants[J]. Clin Oral Investig, 2015, 19(6): 1339-1346.
- [2] Ramasamy M, Raja R, Narendrakumar R. Implant surgical guides: from the past to the present[J]. J Pharm Bioallied Sci, 2013, 5(Suppl 1): S98-S102.
- [3] Naziri E, Schramm A, Wilde F. Accuracy of computer-assisted implant placement with insertion templates[J]. GMS Interdiscip Plast Reconstr Surg DGPW, 2016, 5. doi: 10.3205/iprs000094.
- [4] Ismail AI, Saeed MH, Afsharinia S. A survey on dental implant in use among UAE and Iranian dentists[J]. J Int Dent&Med Res, 2013, 6(2): 59-64.
- [5] Koparal M, Alan H, Gulsun B, et al. Sedation during implant surgery[J]. J Int Dent&Med Res, 2015, 8(3): 151-154.
- [6] Vasak C, Strbac GD, Huber CD, et al. Evaluation of three different validation procedures regarding the accuracy of template-guided implant placement: an in vitro study[J]. Clin Implant Dent Relat Res, 2015, 17(1): 142-149.
- [7] Abad-Gallegos M, Gómez-Santos L, Sánchez-Garcés MA, et al. Complications of guided surgery and immediate loading in oral implantology: a report of 12 cases[J]. Med Oral Patol Oral Cir Bucal, 2011, 16(2): e220-e224.
- [8] Wenzel A. Digital radiography and caries diagnosis[J]. Dentomaxillofac Radiol, 1998, 27(1): 3-11.
- [9] Scarfe WC, Farman AG, Sukovic P. Clinical applications of cone-beam computed tomography in dental practice[J]. J Can Dent Assoc, 2006, 72(1): 75-80.
- [10] Pauwels R, Jacobs R, Singer SR, et al. CBCT-based bone quality assessment: are Hounsfield units applicable?[J]. Dentomaxillofac Radiol, 2015, 44(1): 20140238.
- [11] Gjølvd B, Chrcanovic BR, Korduner EK, et al. Intraoral digital impression technique compared to conventional impression technique. a randomized clinical trial[J]. J Prosthodont, 2016, 25(4): 282-287.
- [12] Wismeijer D, Mans R, Van Genuchten M, et al. Patients' preferences when comparing analogue implant impressions using a poly-ether impression material versus digital impressions (Intraoral Scan) of dental implants[J]. Clin Oral Implants Res, 2014, 25(10): 1113-1118.
- [13] Pettersson A, Komiyama A, Hultin M, et al. Accuracy of virtually planned and template guided implant surgery on edentate patients [J]. Clin Implant Dent Relat Res, 2012, 14(4): 527-537.
- [14] Van Steenberghe D, Naert I, Andersson M, et al. A custom template and definitive prosthesis allowing immediate implant loading in the maxilla: a clinical report[J]. Int J Oral Maxillofac Implants, 2002, 17(5): 663-670.
- [15] Arisan V, Karabuda ZC, Pişkin B, et al. Conventional multi-slice computed tomography (CT) and cone-beam CT (CBCT) for computer-aided implant placement. Part II: reliability of mucosa-supported stereolithographic guides[J]. Clin Implant Dent Relat Res, 2013, 15(6): 907-917.
- [16] 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.
- [17] Di Giacomo GA, Cury PR, De Araujo NS, et al. Clinical application of stereolithographic surgical guides for implant placement: preliminary results[J]. J Periodontol, 2005, 76(4): 503-507.
- [18] 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.
- [19] 刘宝林, 林野, 李德华. 口腔种植学[M]. 北京: 人民卫生出版社, 2011: 75.
- [20] 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.
- [21] Cassetta M, Di Mambro A, Giansanti M, et al. The intrinsic error of a stereolithographic surgical template in implant guided surgery [J]. Int J Oral Maxillofac Surg, 2013, 42(2): 264-275.
- [22] Cassetta M, Bellardini M. How much does experience in guided implant study[J]. Int J Oral Maxillofac Surg, 2017, 46(7): 922-930.
- [23] Vasak C, Watzak G, Gahleitner A, et al. Computed tomography-based evaluation of template(NobelGuide™)-guided implant positions: a prospective radiological study[J]. Clin Oral Implants Res, 2011, 22(10): 1157-1163.
- [24] Nickenig HJ, Eitner S, Rothamel D, et al. Possibilities and limitations of implant placement by virtual planning data and surgical guide templates[J]. Int J Comput Dent, 2012, 15(1): 9-21.

(编辑 罗燕鸿, 刘曙光)