

## · 论著 · 典型病例分析 ·

# 以功能为导向的全程数字化种植咬合重建一例

张思慧<sup>1</sup> 刘向东<sup>2</sup> 何凯讯<sup>2</sup> 吴玲<sup>2</sup> 陈江<sup>1</sup>

<sup>1</sup>福建医科大学口腔医学院·附属口腔医院 福建省口腔疾病研究重点实验室 福建省口腔生物材料工程技术研究中心 福建省高校口腔医学重点实验室 350004; <sup>2</sup>福建医科大学口腔医学院·附属口腔医院 福建医科大学口腔医学研究院 福建医科大学口腔颅颌面种植研究中心, 福州 350004

通讯作者: 陈江, Email:jiangchen@fjmu.edu.cn, 电话: 0591-83754882

**【摘要】** 通过对一例使用全程数字化技术完成种植支持式咬合重建病例的介绍, 明确以功能为导向的种植支持式咬合重建的流程。即: 患者试戴治疗义齿恢复咀嚼器官功能, 根据咬合面接触点、牙齿的轴向和骨量, 设计种植体的位置、方向和规格, 打印数字化全程导板, 指导无牙颌种植和即刻修复。6个月后, 利用电子面弓取得个性化咬合数据, 上全可调咬合架, 制作功能蜡型, 切割种植体上部钛支架, 完成全瓷冠修复。本病例通过以功能为导向的全程数字化种植修复流程, 使用面扫、电子面弓、桌面扫描仪和 CBCT 捕获面部、颌骨及关节的所有信息, 并将该信息应用到种植与修复中; 利用 Guidemcia、咀嚼效率测定仪、T-scan 和夜磨牙检查垫等方法评估咬合重建效果。因此, 该方法可以量化种植支持式重建, 高效实现患者的美学和咀嚼等功能, 但在修复体数字化制作精度上仍需要进一步研究。

**【关键词】** 口腔功能重建; 无牙颌种植; 数字化流程; 修复种植

基金项目: 福建省卫生计生青年课题 (2016-1-71)

## Function oriented oral rehabilitation with implants by full digital flow technology- A case report

Zhang Sihui<sup>1</sup>, Liu Xiangdong<sup>2</sup>, He Kaixun<sup>2</sup>, Wu Ling<sup>2</sup>, Chen Jiang<sup>1</sup>

<sup>1</sup>School and Hospital of Stomatology, Fujian Medical University Fujian Key Laboratory of Oral Diseases & Fujian Provincial Engineering Research Center of Oral Biomaterial & Stomatology Key lab of Fujian College and University, Fuzhou 350004, China; <sup>2</sup>School and Hospital of Stomatology, Fujian Medical University Institute of Stomatology & Research Center of Dental and Craniofacial Implants, Fuzhou 350004, China

Corresponding author: Chen Jiang, Email: jiangchen@fjmu.edu.cn, Tel: 0086-591-83754882

**【Abstract】** This case aims to achieve functional oriented oral rehabilitation with implants based on integrated digital technology. The patient wore splint to restore masticatory function and parafunction were controllable. The position, direction and dimensions of the implants were designed taking into the consideration of contact point on occlusal surface, axial direction as well as bone volume. Treatment guide was printed



张思慧  
主治医师、讲师、博士、实验中心主任, 研究方向: 主要从事口腔种植支持式咬合重建/数字化种植技术研究



陈江  
主任医师、教授、博士生导师、党委书记, 研究方向: 主要从事数字化种植技术和并发症研究

DOI: 10.12337/zgkqzzzz.2021.04.005

收稿日期 2020-10-30 本文编辑 石淑芹, 李翠英

引用本文: 张思慧, 刘向东, 何凯讯, 等. 以功能为导向的全程数字化种植咬合重建一例. 中国口腔种植学杂志, 2021,26(2): 102-108.

DIO: 10.12337/zgkqzzzz.2021.04.005.

under full digital workflow for implant placement and immediate loading. Six months later, occlusal data was obtained using facial scanner and jaw movement record system and then mounted on full adjustable articulator. Titanium framework and ceramic crown was fabricated after Wap-up designing process. In this case, function oriented implant placement and restoration was done effectively with fully digital work flow. Clinical outcome of occlusal rehabilitation was evaluated with T-scan and masticatory efficiency tester. Parafunction like bruxism was monitored closely. This method quantifies implant-supported reconstruction, which can better realize the patient's aesthetics and chewing functions, but it still needs further research on the accuracy of the digital production of the prosthesis.

**【Key words】** Oral function rehabilitation; Edentulous jaw; Digital work flow; Implants prosthesis

**Fund program:** Youth Project of Health and Family Planning Commission (2016-1-71)

口颌系统承担咀嚼、美观、言语和情绪等功能，无牙颌种植修复，不应只以骨量、生物学为导向，而应以恢复患者的功能为目标，才能实现种植体长期稳定，提高患者满意度。将数字化技术引入口腔种植和修复诊疗过程中，提高了临床和技工室工作的精准度，并且可以预估治疗效果<sup>[1-2]</sup>。当进行全口种植修复时，以实现口颌系统功能的修复体为导向，设计数字导板可以更合理确定植入口点，保证种植体植入的精准度，实现零调合的即刻修复，减少椅旁的操作时间。实现患者口颌功能的临时修复体在种植和修复方案中起关键作用，它决定下颌相对于上颌的水平位置和患者的垂直距离，而临时修复体的牙的轴向定位种植体轴向，在最终修复体中起参考作用，并可以预估美学效果<sup>[3]</sup>。但是，目前尚少见以功能为导向的针对全口种植设计、即刻种植手术及最终修复的全程数字化流程，从功能性临时修复体转移到全程种植导板和最终修复体的临床相关报道。该病例描述了全程数字化流程应用于下颌种植体修复的计划、步骤和评估方式，展示了一种高效且使医生、技师和患者均满意的高效的数字化方法。

### 病例摘要

1. 一般资料：患者女性，48岁。因“左下后牙牙龈反复肿痛溢脓2月余”就诊于福建医科大学口腔颅颌面种植研究中心。患者10年前，上

颌牙因多个残根残冠拔除后种植修复，14、15、23、25种植体失败补种，后行覆盖义齿修复，21-26崩瓷，影响美观。3年前，右侧牙磨耗加重，多数牙逐渐崩裂、松动，偏左侧咀嚼，无法咀嚼硬质食物。2月前，左下后牙牙龈肿胀，反复发作，呈渐进性加重，要求拔除后行种植修复。否认系统病史，有夜磨牙病史，经常感到焦虑且入睡困难<sup>[4]</sup>，无吸烟史和食硬物史。

2. 临床检查：患者（图1）眉间点、鼻底点和颏前点连线角度大于180°，侧面外形呈凹面型，余无异常，颞下颌关节区及咀嚼肌区等肌肉无压痛，张口度37 mm，左侧方运动12 mm，右侧方



图1 患者面部照片 A: 术前正面像；B: 术前正面微笑像；C: 术前侧面微笑像



图2 患者口内照 A: 下颌口内像；B: 术前正面像；C: 术前左侧面像；D: 术前右侧面像

运动 10 mm，无弹响，负载实验阴性。34-37 烤瓷桥，34、35 龈面穿孔，叩（+），34、35 颊侧牙龈溢脓；37 颊侧崩瓷，叩诊（+），33-45、47 残根，断端齐龈，松动 I~III 度；31、32、41 根管中见充填影像；12、14、16、21、23、24、25 种植体；上颌覆盖义齿，21-26 修复体崩瓷（图 2）。

放射线检查：35-45、37 的远中根颊侧骨板影像消失，根尖阴影，直径约 1 cm（图 3）。



图 3 术前曲面体层放射线片

3. 诊断：34、35 根尖脓肿，37 慢性根尖周炎；牙列缺损；33-45、47 残根；21-26 修复体崩瓷；34、35 不良修复体。

4. 治疗过程：

(1) 术前 34、35 牙龈切开引流应急处理，从面部扫描图像（图 4A）、桌面扫描仪扫描模型数据（图 4B）和面部微笑照获取患者口内旧义齿数字化印模和美学数据，电子面弓与哥特式弓结合，可视状态下寻找下颌正中关系位（图 4C），并获得个性化运动轨迹（图 4D），K7 结合面部标志法及发音法确定垂直距离（图 4E），虚拟咬合架上排牙，三维数字化微笑设计（Digital Smile Design, DSD）美学分析<sup>[5]</sup>（图 4F），咬合参数导入口腔设计软件，利用个性化运动轨迹调整上前牙腭侧形态和上下后牙殆面形态等<sup>[6]</sup>，计算机辅助设计和计算机辅助制造（computer-aided design and computer-aided manufacturing, CAD/CAM）切割临时义齿（图 4G），口内试戴调合。试戴期间调整至咬合位置稳定、咀嚼效率正常、美观效果满意、肌肉触诊无异常、关节负载实验阴性、后牙侧向前伸无干扰、语音正常、无咬颊咬合、副功能活跃性降低且无后牙干扰（图 4H, 4I）时，结合 CBCT，依据国际口腔种植学会（International Team for Implantology, ITI）共识<sup>[7]</sup>和牙齿的位置、形态、咬合接触

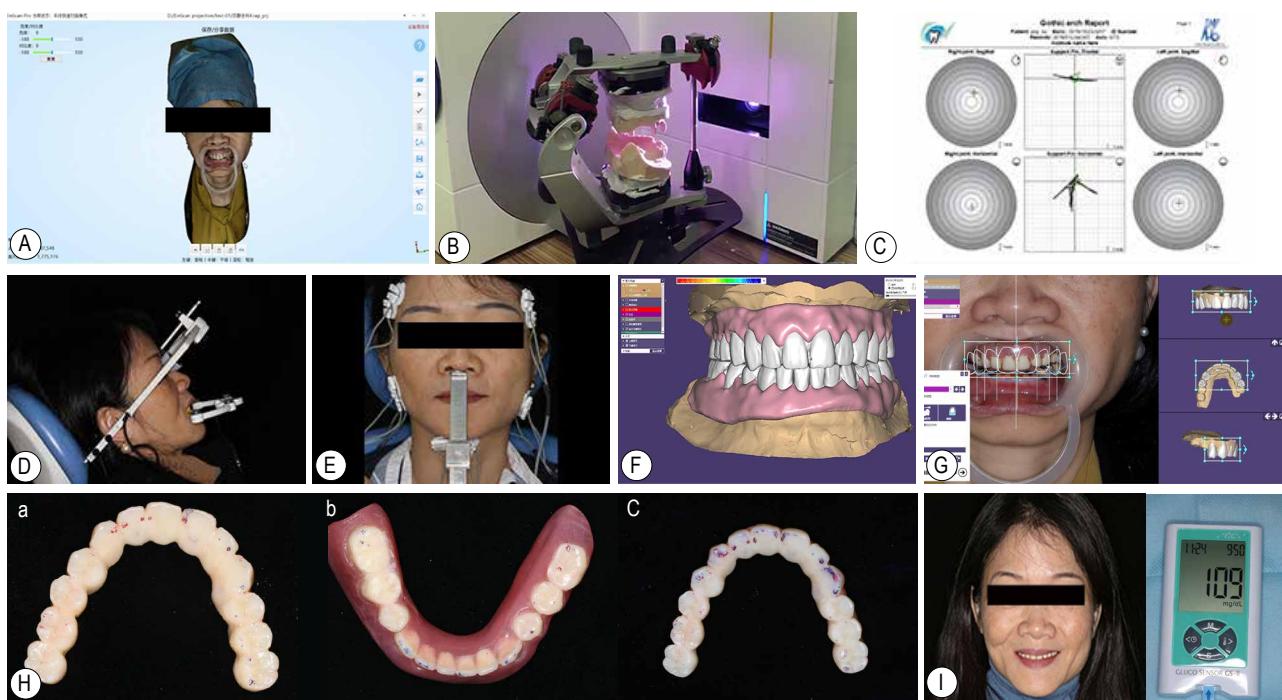


图 4 治疗过程——种植术前动态导航设计 A: 面部形态扫描；B: 桌面扫描仪扫描模型数据图；C: 电子哥特式弓寻找下颌位置；D: 电子面弓获得下颌运动轨迹图；E: K7 结合面部形态及发音法确定垂直距离和美学；F: 三维 DSD 设计前牙形态；G: CAD/CAM 切割临时义齿；H: 临时义齿牙尖交错位咬合接触与引导，其中 a 为上颌临时义齿牙尖交错位咬合接触印记；b 为下颌前伸侧向运动时引导轨迹；c 为上颌前伸侧向运动时引导轨迹；I: 临时义齿的微笑照和咀嚼效率

点与自身功能（支持、引导），进行种植手术设计（图5），在后牙支撑区35、36、46设计植入 Straumann BLT  $4.8\text{ mm} \times 8\text{ mm}$ , 45设计植入 Straumann BLT  $4.1\text{ mm} \times 10\text{ mm}$ , 33、43侧向前伸引导区设计植入 Straumann BLT  $4.1\text{ mm} \times 12\text{ mm}$ , 31前伸引导区设计植入 Straumann

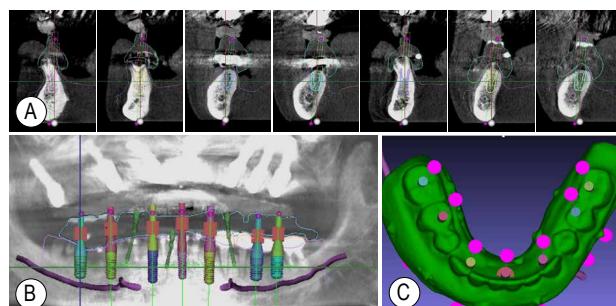


图5 设计种植手术 A: CBCT设计种植位点矢状面截图，牙位分别为46、45、43、31、33、35、36；B: 种植位点设计的CBCT冠状面截图；C: 设计种植体在修复体穿出位点示意图



图6 打印种植导板和即刻修复义齿 A: 固位钉导板；B: 混合支持式导板；C: 黏膜支持式导板；D: 即刻修复体



图7 全程导板种植



图8 种植术后

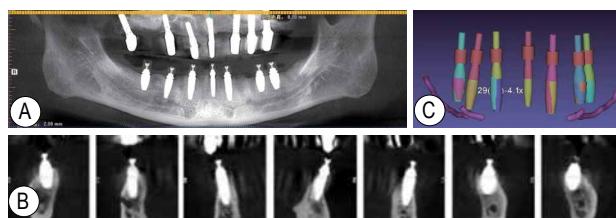


图9 种植精度分析 A: CBCT冠状位截图；B: CBCT矢状位各种种植牙截图；C: 评估植体精准度

BLT  $3.3\text{ mm} \times 10\text{ mm}$ , CAD/CAM制作牙支持式和黏膜支持式的全程导板，以功能性临时义齿为模板切割即刻修复义齿，在设计种植体位点开口（图6）。

(2) 术中先在全程牙支持式种植导板下<sup>[1,8]</sup>（图7），结合术者经验依次在46、44、43、31、33位点植入种植体，完成后拔除34、35、37。黏膜支持式导板下<sup>[9]</sup>在35、36位点同时植入2颗种植体（图8），拍摄术后锥形束CT（图9A, 9B）

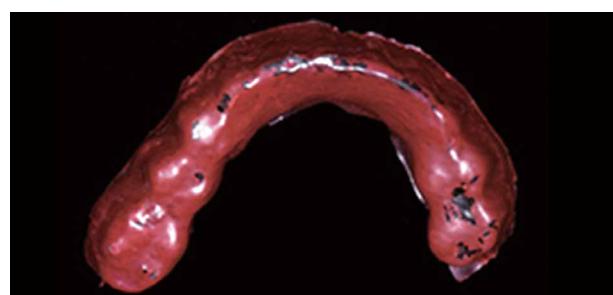


图10 内粘接即刻义齿

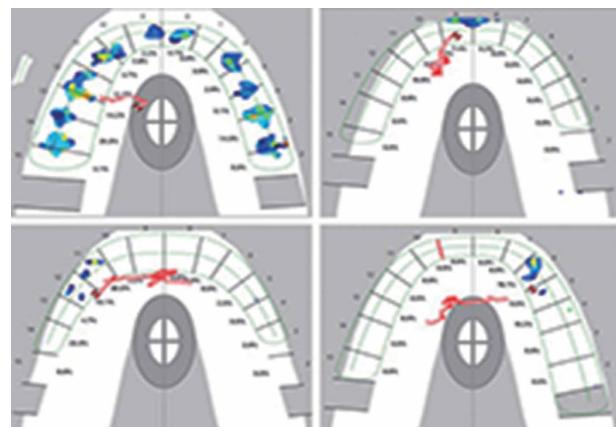


图11 即刻修复后 T-Scan 检查咬合情况



图12 检测即刻义齿副功能

评估精准度（图9C）在口内解剖标志和稳定咬合关系下，桥基底与即刻义齿通过流动树脂粘结，无需调合（图10），T-scan检查（图11），同时检查即刻义齿副功能（图12）。

(3) 术后1月、3月复诊。6个月后，检查患者各项功能无异常，重新上电子面弓检测，输出电子报告（图13），常规取模，上全可调咬合架，制作功能蜡型（图14），口内试戴，调整正中、前伸、侧方咬合，重新记录咬合关系，再次上咬合架，以蜡型为基础切割钛支架，口内试戴钛支架无撬动，锥形束CT检查种植体和基台及基台和钛支架间无缝隙（图15）。精准修复牙列，牙尖交错位时功能尖与中央窝紧密接触，前伸运动12-22引导，侧向运动13和23引导，后牙分离（图16A~F），侧向引导时上颌为一个整体的夹板<sup>[10]</sup>，设计为尖牙保护殆，并调小引导角度。

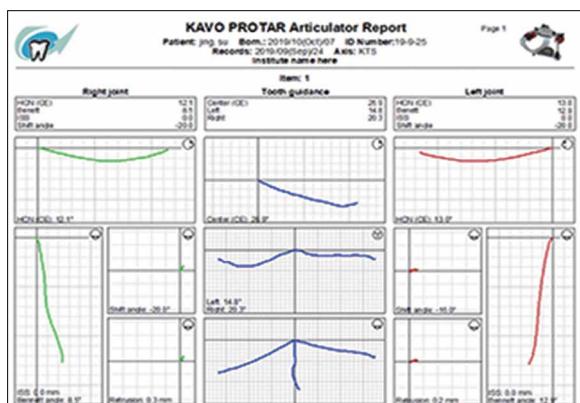


图13 即刻修复6个月后电子面弓检测数据报告



图14 下颌功能蜡型制作



图15 功能蜡型回切钛支架

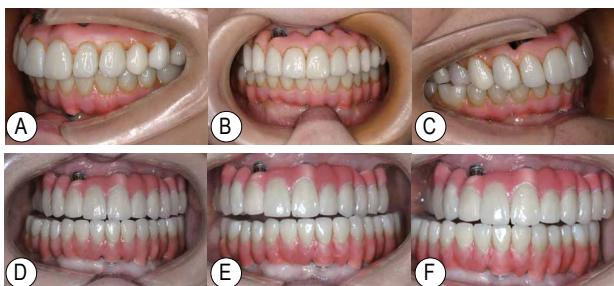


图16 最终修复体口内咬合照 A~C为牙尖交错位，A：左侧侧面像；B：正面像；C：右侧面像；D~F为运动像，D：左侧侧方像；E：前伸像；F：右侧侧方像



图17 最终修复微笑像

GAD-7	0	1	2	3
1.感到紧张、焦虑、不安				
2.无法停止、控制的忧虑				
3.对各种事情过于担心				
4.很难放松				
5.过于焦虑不安，以致难以平静地坐着				
6.容易恼怒或者被激怒				
7.害怕会发生不好的事情				

图18 焦虑情绪量表

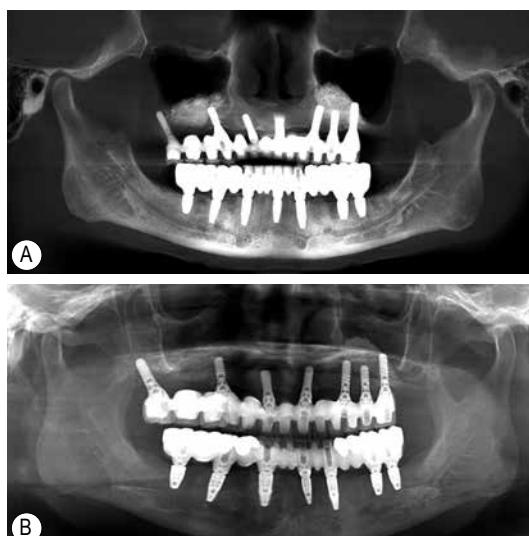


图19 放射线片检查 A：种植术后6个月CBCT检查；B：种植术后18个月曲面体层放射线片

上颌牙冠采用弹性瓷材料，下颌采用全锆材料。确定口内动静咬合与咬合架无差异，医患双方对美学效果满意（图17），术者测量患者发F、S、V和M音时的清晰度和牙暴露量，同时评估患者的焦虑情绪。头影测量结合Gamma dental大数据评估垂直距离、殆平面等参数，CAD/CAM制作夜磨牙殆垫，评估患者焦虑情绪（图18）。种植术后6个月、18个月分别复查，种植体周围无明显牙槽骨吸收（图19）。

6. 结果：种植体植入精准度为根方偏差 $(0.684 \pm 0.26)^\circ$ ，冠方侧向偏差 $(0.56 \pm 0.30)^\circ$ ，角度差为 $(2.36 \pm 1.30)$ ，咀嚼效率达 $164 \text{ ng/dL}$ ，基本已经恢复正常，语音清晰，美学效果满意，焦虑量表显示焦虑情绪得到缓解，副功能状态下后牙无干扰。

## 分析和讨论

口颌系统的功能除了咀嚼，还包括言语、美观和情绪管理等，这些功能与牙及下颌骨位置、肌肉和颞下颌关节等息息相关，这些结构是组成口颌系统的关键，所以咬合重建的目标是以功能为导向建立健康的口颌系统<sup>[11]</sup>。

咬合紊乱已经在流行病学调查和临床试验中被证实与情绪相关，焦虑促进因素，因此有学者呼吁咬合治疗应考虑精神疾病，但目前此类基础研究尚较少<sup>[12]</sup>。有学者发现，咬合紊乱的大鼠，其在高架和旷场实验中，焦虑行为增加，血液中皮质酮含量也增加，证明咬合紊乱是焦虑情绪的促进因素<sup>[13]</sup>。本研究通过殆垫对颞下颌关节疗效的临床影响做了系统性文献回顾，最终纳入11篇文献，研究发现，咬合紊乱的大鼠抑郁情绪随之升高，多数病例的研究表明，殆垫可以改善患者的开口型，并且可以缓解其情绪<sup>[14]</sup>。

与传统不同，CAD/CAM和数字化技术在口腔种植学的应用迅速普及<sup>[1,3]</sup>。首先，传统的临床检查方法很难对下颌位置、中性区、三维美学等做评估，由于种植体的穿出位点或种植体轴向与最终修复体常常无法完美匹配，种植体可能受到侧向力而非垂直向力的作用，因此修复体可能不在中性区，就会出现长期咬颊、咬舌或受到肌肉挤压等问题。而以功能为导向的一体化数字精准种植修复，检查阶段利用咬合重建的全面临床

检查和CBCT、电子面弓等辅助检查，可以综合掌握患者的主观诉求和客观问题，分析薄弱环节，因此可以得出准确诊断。其次，治疗过程中运用面部扫描、数字化美学设计，掌握个性化运动轨迹，通过口腔设计软件、桌面扫描仪和全可调咬合架等数字化设备，进而精准设计种植体，恢复患者咀嚼功能，提高手术及术后修复的精度和成功率<sup>[15]</sup>。此外，评估手段也多样化、数字化，即头影测量结合Gamma dental软件大数据评价术后下颌位置、垂直距离、殆平面的特征，用T-Scan引入时间参数，对于咬合接触的状况做定量的动态分析<sup>[16]</sup>，用咀嚼效率测定仪快速简洁测定咀嚼功能恢复情况<sup>[17]</sup>。

副功能指在夜间或者不自主状态下的异常口颌活动，比如紧咬牙、吸颊和磨牙等，具有力量大、时间长和副作用大等特点<sup>[18]</sup>，会增加种植体失败的风险<sup>[19-20]</sup>。因此，临床检查时若患者主诉夜磨牙情况严重，既往存在上颌侧向引导功能区的种植体多次失败、精神量表测试患者处于焦虑状态。全口重度磨耗的话种植体设计时就要增大引导区种植体的直径，在即刻修复和永久修复设计时，注重引导路径和角度，夜磨牙采用检查垫监测夜间副功能状态，用夜磨牙殆垫降低磨牙对种植体的伤害。

以功能为导向的全程数字化精准种植修复优势在于先进的数字化手段应用，可以更精准的寻找下颌位置，头影测量结合Gamma dental软件中大数据评价垂直距离、下颌位置等是否合理；由于测量患者个性化引导角度、引导路径和下颌功能运动范围，使设计即刻修复与最终修复时更精准；同时在咬合指导下设计切割的全程数字化种植导板，使位点轴向精准，可以减少种植体所受侧向力；而面扫与DSD结合可以从三维角度完成美学设计，对患者正面和侧貌有直观评估，因此，与传统的靠经验为主的全口种植方法比较，可以获得更加满意的美学效果，更理想的实现患者的咀嚼功能，因此值得在临幊上推广应用。但该方法尚存在技术敏感、设备要求高等缺陷，在修复体制作方面，应注意适时回到咬合架和病人幊内进行调整，在精准度方面也需要进一步探索更严谨的可推广操作策略。

利益冲突 本文作者均声明不存在利益冲突

## 参 考 文 献

- [1] Geng W, Liu C, Su Y, 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.
- [2] Patel N. Integrating three-dimensional digital technologies for comprehensive implant dentistry[J]. *J Am Dent Assoc*, 2010,141 Suppl 2:20S-4S. DOI: 10.14219/jada.archive.2010.0357.
- [3] Monaco C, Ragazzini N, Scheda L, et al. A fully digital approach to replicate functional and aesthetic parameters in implant-supported full-arch rehabilitation[J]. *J Prosthodont Res*, 2018,62(3):383-385. DOI: 10.1016/j.jpor.2017.10.005.
- [4] Yu Q, Liu Y, Chen X, et al. Prevalence and associated factors for temporomandibular disorders in Chinese civilian pilots[J]. *Int Arch Occup Environ Health*, 2015,88(7):905-911. DOI: 10.1007/s00420-015-1018-1.
- [5] Maestre-Ferrín L, Romero-Millán J, Peñarrocha-Oltra D, et al. Virtual articulator for the analysis of dental occlusion: an update[J]. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal*, 2012,17(1):e160-163. DOI: 10.4317/medoral.17147.
- [6] Hanssen N, Ruge S, Kordass B. SICAT function: anatomical real-dynamic articulation by merging cone beam computed tomography and jaw motion tracking data[J]. *Int J Comput Dent*, 2014,17(1):65-74.
- [7] Gallucci GO, Hamilton A, Zhou W, et al. Implant placement and loading protocols in partially edentulous patients: A systematic review[J]. *Clin Oral Implants Res*, 2018,29 Suppl 16:106-134. DOI: 10.1111/cir.13276.
- [8] Raico Gallardo YN, da Silva-Olivio I, 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. DOI: 10.1111/cir.12841.
- [9] Sun Y, Luebbers HT, Agbaje JO, et al. Accuracy of Dental Implant Placement Using CBCT-Derived Mucosa-Supported Stereolithographic Template[J]. *Clin Implant Dent Relat Res*, 2015,17(5):862-870. DOI: 10.1111/cid.12189.
- [10] Martin-Fernandez E, Gonzalez-Gonzalez I, deLlanos-Lanchares H, et al. Mandibular Flexure and Peri-Implant Bone Stress Distribution on an Implant-Supported Fixed Full-Arch Mandibular Prosthesis: 3D Finite Element Analysis[J]. *Biomed Res Int*, 2018,2018:8241313. DOI: 10.1155/2018/8241313.
- [11] Slavicek R. *Masticatory organ*[M]. Klosterneuburg: GAMMA Medizinisch-wissenschaftliche Fortbildungs-GmbH, 2002:55.
- [12] Narita N, Kamiya K, Makiyama Y, et al. Prefrontal modulation during chewing performance in occlusal dysesthesia patients: a functional near-infrared spectroscopy study[J]. *Clin Oral Investig*, 2019,23(3):1181-1196. DOI: 10.1007/s00784-018-2534-7.
- [13] Tang X, Li J, Jiang T, et al. Experimental occlusal disharmony - A promoting factor for anxiety in rats under chronic psychological stress[J]. *Prog Neuropsychopharmacol Biol Psychiatry*, 2017,75:165-175. DOI: 10.1016/j.pnpbp.2017.02.006.
- [14] Zhang SH, He KX, Lin CJ, et al. Efficacy of occlusal splints in the treatment of temporomandibular disorders: a systematic review of randomized controlled trials[J]. *Acta Odontol Scand*, 2020,78(8):580-589. DOI: 10.1080/00016357.2020.1759818.
- [15] 沈末伦, 余婧爽, 于洪波, 等. 导航及内镜技术联合正颌手术矫治髁突骨软骨瘤伴颌骨畸形数字化流程的建立与应用 [J]. 中华口腔医学杂志, 2016,51(12):728-733. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1002-0098.2016.12.006.
- [16] Ayuso-Montero R, Mariano-Hernandez Y, Khouri-Ribas L, et al. Reliability and Validity of T-scan and 3D Intraoral Scanning for Measuring the Occlusal Contact Area[J]. *J Prosthodont*, 2020,29(1):19-25. DOI: 10.1111/jopr.13096.
- [17] Castrillon EE, Ou KL, Wang K, et al. Sleep bruxism: an updated review of an old problem[J]. *Acta Odontol Scand*, 2016,74(5):328-334. DOI: 10.3109/00016357.2015.1125943.
- [18] Chrcanovic BR, Kisch J, Albrektsson T, et al. Bruxism and dental implant treatment complications: a retrospective comparative study of 98 bruxer patients and a matched group[J]. *Clin Oral Implants Res*, 2017,28(7):e1-1e9. DOI: 10.1111/cir.12844.
- [19] Manfredini D, Poggio CE, Lobbezoo F. Is bruxism a risk factor for dental implants? A systematic review of the literature[J]. *Clin Implant Dent Relat Res*, 2014,16(3):460-469. DOI: 10.1111/cid.12015.
- [20] Chrcanovic BR, Albrektsson T, Wennerberg A. Bruxism and Dental Implants: A Meta-Analysis[J]. *Implant Dent*, 2015,24(5):505-516. DOI: 10.1097/ID.0000000000000298.

## 《中国口腔种植学杂志》编辑部工作人员及联系方式

编辑部电话: 010-62116665-265, Email: zgkqzxzz@163.com

李翠英 010-66014546 宋宇 15510204668 刘万君 15646595670 石淑芹 010-62116665-265