

数字化序列导板技术用于“终末牙列”患者即刻种植即刻修复

王勇^{1,2,3,4,5,6} 彭玲燕⁷ 赵一姣^{1,2,3,4,5,6}

¹北京大学口腔医学院·口腔医院,数字化研究中心/口腔修复教研室,北京 100081;

²国家口腔医学中心,北京 100081;³国家口腔疾病临床医学研究中心,北京 100081;

⁴口腔生物材料和数字诊疗装备国家工程研究中心,北京 100081;⁵国家卫生健康委

口腔医学计算机应用工程技术研究中心,北京 100081;⁶口腔数字医学北京市重点

实验室,北京 100081;⁷北京瑞城口腔医院,北京 100032

通信作者:王勇,Email:kqcadc@bjmu.edu.cn



王勇

【摘要】 种植技术的普及应用为缺牙患者提供了新的修复方案,尤其是全口种植修复为患者提供了更好的咀嚼效率和美观。“终末牙列”患者可否真正做到即刻种植即刻修复,不再有全口缺牙的时间,成为医患共同的追求。本文针对“终末牙列”患者使用数字序列导板进行即刻种植即刻修复技术进行综述和述评,以期为临床应用提供参考。

【关键词】 终末牙列; 数字化技术; 即刻种植即刻修复; 序列导板

基金项目: 国家重点研发计划(2022YFC2405401); 国家自然科学基金(82071171、82271039); 甘肃省重点研发计划(21YF5FA165); 兰州市卫生健康科技发展项目(2021002)

引用著录格式: 王勇,彭玲燕,赵一姣. 数字化序列导板技术用于“终末牙列”患者即刻种植即刻修复[JOL]. 中华口腔医学研究杂志(电子版), 2023,17(4):239-243.

DOI:10.3877/cma.j.issn.1674-1366.2023.04.002

Digital sequential guide techniques of immediate implant placement and restoration for patients with terminal dentition

Wang Yong^{1,2,3,4,5,6}, Peng Lingyan⁷, Zhao Yijiao^{1,2,3,4,5,6}

¹Center of Digital Dentistry/Department of Prosthodontics, Peking University School and Hospital of Stomatology, Beijing 100081, China; ²National Center for Stomatology, Beijing 100081, China; ³National Clinical Research Center for Oral Diseases, Beijing 100081, China; ⁴National Engineering Research Center of Oral Biomaterials and Digital Medical Devices, Beijing 100081, China; ⁵NHC Research Center of Engineering and Technology for Computerized Dentistry, Beijing 100081, China; ⁶Beijing Key Laboratory of Digital Stomatology,

Beijing 100081, China; ⁷Beijing Citident Stomatology Hospital, Beijing 100032, China

Corresponding author: Wang Yong, Email: kqcadc@bjmu.edu.cn

【Abstract】 The widespread application of dental implant technology provides a new solution for patients with missing teeth. Particularly, the complete dentures supported by dental implants provides better chewing efficiency and aesthetics for patients. It has become a common pursuit of both dentists and patients with terminal dentition to achieve immediate implant-supported restorations and avoid suffering from missing teeth. In this article, the digital sequential guide techniques of immediate implant placement and restoration for patients with terminal dentition were summarized and reviewed, so as to provide reference for their clinical application.

【Key words】 Terminal dentition; Digital technology; Immediate implant placement and restoration; Sequential surgical guide

Fund programs: National Key R & D Program of China (2022YFC2405401); National Natural Science Foundation of China (82071171, 82271039); Key R & D Program of Gansu Province of China (21YF5FA165); Lanzhou Talent Innovation and Entrepreneurship Project (2021002)

DOI:10.3877/cma.j.issn.1674-1366.2023.04.002

我国已经进入人口老龄化阶段,根据《第四次全国口腔健康流行病学调查报告》,我国牙周炎患病率为80%~90%^[1],且近年来居高不下。因此,无牙颌患者在较长时间会高位长期存在。传统全口义齿是无牙颌修复的主要解决方案,该修复治疗存在临床操作复杂、患者就诊次数多、制作周期长、对医生和技师的经验依赖程度较高等特点^[2]。与此同时,随着我国经济水平不断提高和种植技术成熟发

展,种植修复被广泛接受,尤其是即刻种植即刻修复已成为缺牙修复的一种重要选择^[3]。“终末牙列”患者在成为无牙颌之前,其口内的天然牙信息可记录转移下来,为种植修复设计和治疗提供有力支撑,有助于提高全口或半口种植修复的精度和诊疗效率,减少缺牙等待时长,成为患者和医生共同的诉求。随着口腔数字化技术的快速发展,“终末牙列”患者即刻种植即刻修复成为可能^[4],并演化出多种技术方案。笔者结合国内外文献研究和临床实际,对该技术做一述评,以期为读者提供临床参考。

一、“终末牙列”的定义及说明

中文版口腔修复学教科书没有“终末牙列”这一术语和概念。经典的口腔修复技术对牙列缺损和牙列缺失都有相应成熟的修复方案(包括种植和非种植方案)。重度牙周炎导致全口上下颌牙槽骨吸收至根尖 1/3,全口上下颌牙齿松动达Ⅲ度,且固定义齿或可摘局部义齿不能满足临床要求,或者其他原因需要进行全牙列拔除,本文采用“终末牙列”表示这一类患者。通过PubMed检索查询英文文献,“终末牙列”有“terminal dentition”“failing dentition”和“failed dentition”等名词,且近几年相关文献明显增多^[5-6],是否需要中文术语与之对应,如何表述该类患者,有待口腔同仁讨论交流以达成共识。

二、无牙颌种植修复技术

未经干预的“终末牙列”患者通常会成为无牙

颌患者,如果符合种植修复适应证,目前已有成熟的种植修复数字化技术流程。首先需要一副适宜/良好的全口义齿或诊断义齿(包括颌位关系、固位、丰满度、牙齿排列和发音等),然后佩戴放射线导板进行锥形束 CT(cone-beam computed tomography, CBCT)扫描,从而实现黏膜支持的种植手术导板^[7]。也有采用微种植钉辅助支持的种植手术导板技术,可进一步提高种植手术精度^[8]。

常规无牙颌种植修复技术的弊端一方面是黏膜支持种植导板的精度通常低于牙支持导板,另一方面良好的全口义齿需要无牙颌患者准确的颌位关系、丰满度等记录工作复杂且临床经验要求高。这些因素影响着最终种植修复的功能和美学效果^[9-11]。

三、“终末牙列”的种植修复技术

1. 理念:“终末牙列”患者在治疗之初首先需要判断其咬合关系是否稳定,是否可以在后续修复体设计时采用。如果治疗前的咬合稳定并将其咬合关系记录为修复体所用,无疑是更加准确、高效的。获取术前咬合关系的具体方法包括传统矜堤、CBCT扫描或者光学三维扫描等。“终末牙列”即刻种植即刻修复技术根据主要特点和重要步骤可分为传统印模技术、数字化直接印模技术和序列导板方式 pick-up 技术(图 1)^[12]。

其中,传统印模技术一般应用在牙弓非种植区域有天然牙可以支撑并稳定咬合,而又没有数字化方式

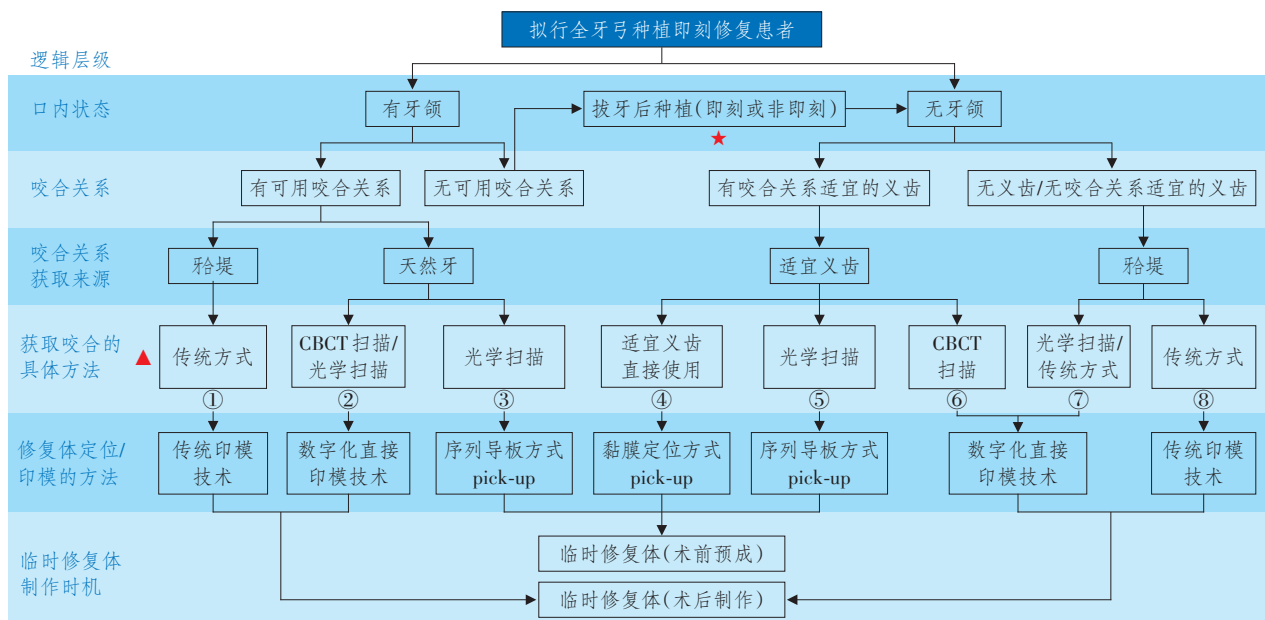


图1 全牙弓种植即刻修复方案选择决策树^[12] 注:①~⑧代表全牙弓种植即刻修复方案根据不同临床情况可选择的线路;★代表患者口内余留牙无法使用其术前咬合关系时,可以拔牙后转成无牙颌,即刻种植或非即刻种植;▲该种方式使用的是患者术前的咬合关系,在种植术后暂时保留个别能维持咬合关系的余留牙,并在术后使用矜堤将咬合关系制取记录下来。

采用时,可在种植术后先保留这部分牙齿,采用术后矜堤等传统印模技术进行种植修复。但该传统技术采用开窗夹板式取模,技术敏感高度,操作繁琐。

数字化直接印模技术是使用CBCT方式或光学扫描来记录术前咬合关系,当采用CBCT扫描时,通过颌骨标志点将术前和术后CBCT进行配准,将术前咬合关系用于术后修复体制作。直接数字印模技术包括口外立体摄影直接扫描技术^[13-14],是使用专用的种植扫描杆和口外立体摄影扫描仪,一次性获得准确的全部种植体位置信息,辅以黏膜软组织三维信息,从而完成修复体和一体式支架的设计,经过精密切削加工,为修复体的长期稳定提供保证。也有学者通过专用的辅助装置技术,可简化开窗夹板取模的操作难度和精度,或采用辅助技术提高口内扫描仪对全牙弓种植体扫描的精度^[15-16]。

序列导板方式pick-up技术是对术前有稳定咬合或松牙固定后的天然牙,或者修复体,将其数据应用于种植和修复体的设计和制作中^[12]。

在以上3种方式中,序列导板方式充分利用患者现有(拔牙之前)适宜的颌位关系、咬合关系、丰满度及个体下颌运动信息,采用数字化技术手段进行序列组合导板及术前预成个性化临时修复体设计和加工,在序列导板(牙支持精度)引导下拔牙后骨修整(如必要)、种植窝预备、种植体植入以及准确就位预成修复体。第一次就诊采集患者各类临床数据(牙列三维数据、颌骨三维数据、面部三维数据和咬合关系等),进行综合诊断分析、治疗方案设计(包括以终修复为导向的骨修整、种植方案及序列导板方案和义齿设计等)和加工(导板、临时修复体);第二次就诊可完成拔牙、骨修整、种植和戴入临时修复体,患者不必经历全口缺牙阶段。该技术的适应证应满足以下条件:(1)已完成系统性牙周治疗,经牙周科、修复科和种植科等多学科综合评估,确定需拔除全部余留牙行全牙列修复;(2)全身情况良好,美国麻醉医师协会分级为I~II级^[17];(3)待治疗牙列余留3颗以上,跨牙弓分布不松动牙,或经牙周夹板固定后保证该牙列有3个以上的坚强位点支撑,且分布于前牙、前磨牙和磨牙的不同咀嚼区域。

2. 数字化序列导板的分类:数字化序列导板的分类在国内外有多位学者报道,一般由3~4个部分组成,可包括定位导板、基础导板、种植导板和修复体就位导板^[18-20]。其中,定位导板是利用口内余留稳固牙或牙槽黏膜辅助对颌牙咬合进行定位的导

板,是整套序列导板精度的基础。数字化引导种植治疗中,导板的支持组织类型影响治疗的临床精确性。研究表明,牙支持式导板比骨支持式和黏膜支持式导板更加精确。因此,利用“终末牙列”行定位导板固定,会比无牙颌患者使用序列导板的精度更高。基础导板根据定位导板的位置信息进行固位,如需截骨,可同时设计成截骨导板。种植导板和基础导板配合使用,用于引导种植窝预备和种植体植入。修复体就位导板,在种植体植入完成后,可引导修复体精确就位^[20]。

3. 数字化序列导板设计及精度保障:(1)术前数据:获取术前颌面部三维数据,利用印模或数字化扫描获取患者上下颌信息及咬合记录信息,并获得患者CBCT数据。系统性诊断设计,必要时牙周夹板固定,以修复为导向,虚拟排牙虚拟修复体设计。(2)序列导板设计:借助带有咬合板的面部三维扫描数据和牙列数据配准,并根据患者面部扫描数据确定矜平面、理想的中切牙切缘位置和修复体-黏膜过渡区位置。将矜平面数据导入修复设计软件,在软件中虚拟拔牙和虚拟排牙。在种植导板软件中配准牙列三维数据和CBCT数据,将排好牙的三维数据导入种植导板设计软件,根据排牙位置进行种植方案设计。将种植体三维位置、固位钉三维位置和牙列数据导入专用软件(如Geomagic, 3D Systems, 美国),临床须根据计算机设计,在术前完成序列导板的打印加工和临时修复体的打印或切削加工。

4. 数字化序列导板的固位钉设计:序列导板技术可细分为两类。(1)共享固位钉位置技术:采用定位导板、截骨导板(根据需要)、种植导板和临时修复体就位导板等3~4个独立的导板接续应用,基于序列导板相同的固位钉孔结构,在导板与导板之间更换安装时,可通过固定钉孔位置保证导板就位精度。(2)共享固位钉技术:采用组合导板的方式,通过作为上部结构的定位导板、种植导板和临时修复体导板,与作为基底结构的截骨(基础)导板装配连接使用。截骨(基础)导板通过与牙支持的定位导板连接并准确就位后,采用固位钉固位,作为后续导板的定位“基础”,直到手术结束不再取下,种植导板与临时修复体导板均通过装配结构与基础导板稳定连接后组合应用,通过装配结构将初始的牙支持定位精度传递至种植和修复体定位环节,可使种植手术达到牙支持导板的定位精度^[19-21]。

5. 数字化序列导板指示牙槽骨修整:重度牙周

炎患者往往伴有牙槽骨吸收不均匀,且术中拔除余留牙后,牙槽骨呈不规则状,对牙槽嵴进行修整成为种植体植入前必要的步骤。在数字化设计截骨导板的同时,综合诊断分析确定牙槽骨嵴顶平面的位置,再将截骨导板的平面与预计牙槽骨嵴顶平齐,从而指导骨修整手术的范围和形状^[22-23]。骨修整的结果可提供种植体植入平台和适宜的修复空间,为适宜的上下颌曲线提供生理基础,也有利于种植体和修复体的长期稳定和效果^[24-25]。

6. 数字化序列组合导板的即刻临时修复体设计与制作:常规的临时修复体的设计与制作需要一定时间,通常种植手术后制取印模后进行设计和制作,患者通常需要等待,承受全口或半口无牙的不便。如今在数字化技术支撑下,术前有足够完整且准确的患者个性三维数据(包括术后种植体位置数据的准确预计),可术前完成临时修复体的设计和加工(切削或打印),从而实现种植术后真正即刻修复。为提高修复体的就位精度、减少临床调殆时间,基于序列导板中的基础导板的支持,可在临时修复体上设计相应的定位结构与基础导板装配连接,在有精度保证的前提下进行临时修复体口内的定位和固位,患者手术同期就可戴用临时修复体,极大提高患者的满意度^[26]。

7. 数字化序列导板的材料:目前支持口腔行业3D打印的材料主要有树脂、金属(钴铬、钛等)和聚醚醚酮(PEEK)等,基本都可以满足口腔种植手术导板的精度和强度要求。大部分牙科加工厂目前都是以加工树脂材质的导板为主,且可以应用常用的临床和技工软件进行设计加工,方便快捷,可以很好地满足临床要求和需要。随着国产金属3D打印技术和金属粉末耗材的不断发展,金属3D打印导板的优势日益明显,由于其材料特殊性质,可以提供更强的机械性能,减少折断的可能性,也可以做得更薄,节省空间,其高强度的特点可实现轻量化、框架式的导板结构设计,优化手术视野和翻瓣空间,提高冷却效果,有利于回收环保^[27-28]。

8. 数字化序列导板技术的优势:在材料质量一致性方面,基于患者个体三维数据进行数字化设计和加工,全流程质量控制成本低、质量可控,可降低对手工操作和经验的依赖,从而可提高基层的诊疗水平,区域发展均质化,促进人人享有优质的医疗资源。

无牙颌患者年龄均较大,较少的就诊次数和较短的椅旁操作时间会增加患者满意度,提供良好的就医

体验。全流程数字化技术的支持在很大程度上节省了手术时间和手术难度,提高了医生的诊疗效率。

四、展望

1. 虚拟患者构建:患者个性数据记录手段丰富、精度提高、成本降低,可在不同时间点(术前、术中和术后)记录全面信息(牙列、下颌运动、关节、面部和咬合关系等),形成信息全面的虚拟患者,进行综合诊断,制定全面、准确的治疗方案。例如,从静态咬合关系提升为患者个体下颌运动数据支撑的诊断分析和治疗方案设计实施。

2. 种植导航技术:导航技术在口腔治疗中也开始临床常规使用,主要用于口腔颌面外科、口腔种植和根尖手术等。与导板技术一样,导航技术基于相同的术前数据和数字化设计理念,某些环节省略了导板的打印、医生也“恢复”了其自由手的感觉,但其增加了标定和配准块等技术环节,目前还存在手眼分离的技术瓶颈。随着混合现实技术或裸眼3D技术的不断发展,导航技术在口腔医疗行业将有广阔的临床应用前景。

3. 种植机器人:医疗机器人自动化技术一直以来是医疗行业的不断追求,有着远大的前景,对提高人类社会的医疗水平有着非常重大的意义,是国内外科研、产业和政府重点支持的领域。目前,我国已经有两款种植手术机器人获得注册许可,应用于口腔种植临床。与导航技术类似,机器人也是基于与导板相同的术前数据和数字化设计理念,省略手术导板的打印及医生的手术操作,机器可更严格执行术前的手术操作规划。该技术同样也增加了标定和配准块等技术环节。上述导航和种植手术机器人的出现都将为“终末牙列”的种植修复提供极大的操作便利和精度保障。

综上,针对“终末牙列”患者这一特定人群,数字化序列导板技术可提供全面的诊疗方案,提高种植精度、大幅减少就诊次数、同质化诊疗水平。相信这一数字化技术会不断完善并惠及更多患者。

利益冲突 所有作者均声明不存在利益冲突

参 考 文 献

- [1] 王兴. 第四次全国口腔健康流行病学调查报告[M]. 北京:人民卫生出版社, 2018.
- [2] 赵敏民. 口腔修复学[M]. 8版. 北京:人民卫生出版社, 2020.
- [3] Lerner H, Hauschild U, Sader R, et al. Complete-arch fixed reconstruction by means of guided surgery and immediate loading: A retrospective clinical study on 12 patients with 1 year

- of follow-up[J]. BMC Oral Health, 2020, 20(1): 15. DOI: 10.1186/s12903-019-0941-z.
- [4] Mozzati M, Arata V, Gallesio G, et al. Immediate postextraction implant placement with immediate loading for maxillary full-arch rehabilitation: A two-year retrospective analysis [J]. J Am Dent Assoc, 2012, 143(2): 124-133. DOI: 10.14219/jada.archive.2012.0122.
- [5] Negreiros WM, Hamilton A, Gallucci GO. A completely digital workflow for the transition from a failed dentition to interim complete-arch fixed implant-supported prostheses: A clinical report [J]. J Prosthetic Dent, 2022, 127(4): 4527-4532. DOI: 10.1016/j.prosdent.2020.09.037.
- [6] Paspaspyridakos P, White GS, Lal K. Flapless CAD/CAM-guided surgery for staged transition from failing dentition to complete arch implant rehabilitation: A 3-year clinical report [J]. J Prosthet Dent, 2012, 107(3): 143-150. DOI: 10.1016/S0022-3913(12)00025-X.
- [7] Avrampou M, Mericske-Stern R, Blatz MB, et al. Virtual implant planning in the edentulous maxilla: Criteria for decision making of prosthesis design[J]. Clin Oral Implants Res, 2013, 24(Suppl A100):152-159. DOI:10.1111/j.1600-0501.2011.02407.x.
- [8] Liu XQ, Liu JZ, Feng HL, et al. Time efficiency of immediate loading of full-arch implant reconstructions using prefabricated prostheses located by an anchor pin: A pilot study [J]. Chin J Dent Res, 2021, 24(4):257-265. DOI:10.3290/j.cjdr.b2440831.
- [9] Raico Gallardo YN, da Silva-Olivio IRT, 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/clr.12841.
- [10] Tahmaseb A, Wu V, Wismeijer D, et al. The accuracy of static computer-aided implant surgery: A systematic review and meta-analysis[J]. Clin Oral Implants Res, 2018, 29(Suppl 16): 416-435. DOI:10.1111/clr.13346.
- [11] Seo C, Juodzbalsys G. Accuracy of guided surgery via stereolithographic mucosupported surgical guide in implant surgery for edentulous patient: A systematic review [J]. J Oral Maxillofac Res, 2018, 9(1):e1. DOI:10.5037/jomr.2018.9101.
- [12] 彭玲燕,王勇,宿玉成.全牙弓种植即刻修复方案选择决策树[J].中国口腔种植学杂志,2022,27(6):381-386. DOI:10.12337/zgkqzzzz.2022.12.010.
- [13] Lie A, Jemt T. Photogrammetric measurements of implant positions. Description of a technique to determine the fit between implants and superstructures[J]. Clin Oral Implants Res, 1994, 5(1):30-36. DOI:10.1034/j.1600-0501.1994.050104.x.
- [14] Ma B, Yue X, Sun Y, et al. Accuracy of photogrammetry, intraoral scanning, and conventional impression techniques for complete-arch implant rehabilitation: An *in vitro* comparative study[J]. BMC Oral Health, 2021, 21(1): 636. DOI: 10.1186/s12903-021-02005-0.
- [15] 柯怡芳,张耀鹏,陈俊锴,等.几何特征辅助口内三维扫描仪获取牙列缺失种植修复数字印模的精度研究[J].中华口腔医学杂志,2022,57(2):161-166. DOI:10.3760/cma.j.cn112144-20210519-00258.
- [16] 高雨童,杨静文,王勇,等.数字印模技术在无牙颌种植修复中的应用及研究进展[J].现代口腔医学杂志,2023,37(1):37-42.
- [17] Wolters U, Wolf T, Stützer H, et al. ASA classification and perioperative variables as predictors of postoperative outcome [J]. Br J Anaesth, 1996, 77(2): 217-222. DOI: 10.1093/bja/77.2.217.
- [18] Granata S, Sforza NM, Giberti L, et al. Computer-guided implant surgery for immediate implanting and loading: The STL technique[J]. J Prosthet Dent, 2020, 126(2): 155-163. DOI: 10.1016/j.prosdent.2020.05.006.
- [19] 杨静文,侯建霞,刘建彰,等.序列手术导板辅助重度牙周炎患者全牙弓即刻种植即刻修复的临床应用[J].中华口腔医学杂志,2021,56(6):576-580. DOI:10.3760/cma.j.cn112144-20201212-00616.
- [20] 彭玲燕,刘倩,李如华,等.全牙列即刻种植即刻修复数字化序列组合导板的设计、制作与临床应用[J].中国口腔种植学杂志,2021,26(3):185-191. DOI:10.12337/zgkqzzzz.2021.06.008.
- [21] 李岩,杨清然,徐光宙.“榫卯”连接式全程数字化组合导板在全口种植手术中的临床应用[J].中国口腔种植学杂志,2021,26(5):306-312. DOI:10.12337/zgkqzzzz.2021.10.007.
- [22] Salama MA, Pozzi A, Clark WA, et al. The “scalloped guide”: A proof-of-concept technique for a digitally streamlined, pink-free full-arch implant protocol[J]. Int J Periodontics Restorative Dent, 2018, 38(6):791-798. DOI:10.11607/prd.3778.
- [23] Pozzi A, Arcuri L, S Block M, et al. Digital assisted soft tissue sculpturing (DASS) technique for immediate loading pink free complete arch implant prosthesis[J]. J Prosthodont Res, 2021, 65(1):119-124. DOI:10.2186/jpr.JPOR_2019_386.
- [24] Fu X, Yang J, Luo J, Zhang Y. Three-dimensional facial esthetics-driven computer-assisted osteotomy and implant placement for immediate restoration of a failing dentition with a protruded maxilla[J]. J Prosthet Dent, 2022, 127(3): 392-397. DOI:10.1016/j.prosdent.2020.08.045.
- [25] Beretta M, Poli PP, Tansella S, et al. Virtually guided alveolar ridge reduction combined with computeraided implant placement for a bimaxillary implantsupported rehabilitation: A clinical report [J]. J Prosthet Dent, 2018, 120(2): 168-172. DOI: 10.1016/j.prosdent.2017.11.010.
- [26] Paspaspyridakos P, Bedrossian A, de Souza A, et al. Digital workflow in implant treatment planning for terminal dentition patients [J]. J Prosthodont, 2022, 31(6): 543-548. DOI: 10.1111/jopr.13510.
- [27] Lin WS, Yang CC, Polido WD, et al. CAD-CAM cobalt-chromium surgical template for static computer-aided implant surgery: A dental technique[J]. J Prosthet Dent, 2020, 123(1): 42-44. DOI:10.1016/j.prosdent.2019.04.014.
- [28] Chen L, Lin WS, Polido WD, et al. Accuracy, reproducibility, and dimensional stability of additively manufactured surgical templates [J]. J Prosthet Dent, 2019, 122(3): 309-314. DOI: 10.1016/j.prosdent.2019.02.007.

(收稿日期:2023-05-04)

(本文编辑:王嫚)