

双重引导技术在1例无牙颌种植修复中的应用

李磊,徐克,周桥,卢军

(南通大学附属医院口腔科,江苏 南通 226001)

关键词:无牙颌;双重引导技术;种植固定修复;数字化

中图分类号:R782

文献标志码:B

随着人均预期寿命的增长和老龄化加剧,无牙颌症状的发生率和患者呈上升趋势,全口义齿修复的需求也逐年攀升^[1-2]。传统的可摘全口义齿因稳定性和稳定性有限,常常难以满足患者的期望和需求。种植修复技术的发展使全口固定式种植义齿凭借其固位效果、稳定性和美学优势,成为广泛采纳的治疗方式^[3-4]。为确保软硬组织的长期稳定及最佳修复效果,采用以修复为导向的种植体放置方式被认为是最理想的策略^[5-6]。临床医生采用计算机辅助种植手术(computer-aided instructional system, CAIS)技术,以缩小术前规划与实际种植位置之间的误差,提高精准度。目前,临床上应用的CAIS技术主要分为静态CAIS、动态CAIS和机器人辅助种植手术系统^[7]。静态CAIS利用计算机断层扫描(computed tomography, CT)数据,通过计算机辅助设计(computer aided design, CAD)和计算机辅助制造(computer aided manufacturing, CAM)生成的导板,确保植体精确到达预先设计的位置^[8]。而动态CAIS(即导航系统)包含一个实时可视化跟踪系统,引导医生将植体精准置于预设位置^[6,9]。在评估无牙颌患者的种植方案时,常遇到的挑战包括牙槽骨量不足或严重萎缩,以及对种植体精确定位的高要求^[6]。单一的CAIS技术对于无牙颌患者的治疗存在局限性:由于口内缺乏稳固的牙齿作为数字扫描的参考点,静态导板难以稳定定位;同时在动态CAIS的应用中,缺少稳定的口内配准点,且解决方案往往具有侵入性^[10]。

双重引导是由本课题组最先引进国内并提出,即有机结合静态CAIS与动态CAIS技术,静态导板提供了一个物理的参考和限制,保证了植体置入的大致位置和角度;而动态导航则提供了实时反馈,允许临床医生在手术中可以根据实际手术情况做出策

略性调整^[11-13]。双重系统的有机结合,可以在保证手术速度和灵活度的同时,提高植入精度,减少手术风险,特别适用于复杂案例。本研究报告1例全口无牙颌患者的种植修复案例,在双重引导技术的辅助下成功植入13颗种植体,并在手术当天配戴临时修复体。本研究对诊疗流程及术后效果进行评估,旨在为无牙颌患者的全口精准种植治疗提供实践经验和参考。

1 资料与方法

1.1 临床资料

患者,女,57岁,因牙周炎导致上下颌牙齿陆续松动脱落,严重影响进食,患者就诊目的是通过口腔种植修复进一步改善面部外观和咬合状态,要求尽量缩短无牙间隔,减少创伤。否认相关系统疾病史、家族史,否认过敏史,否认传染性疾病。经专科检查:14~16、21、24、27、36、38 残根。13、17、22、23、25、26、34、35、45 牙龈萎缩且牙根暴露至根中1/2,Ⅱ°松动。42~44 系金属烤瓷冠桥,冠边缘与牙体组织不密合,42、43 牙根暴露,Ⅱ°松动。32、33 系金属烤瓷单端固定桥,33 牙龈萎缩牙根暴露。11、12、31、37、41、47 缺失。双侧面部基本对称,面下1/3高度无明显降低。开口度、开口型未见异常(图1)。

放射线检查:上颌3~4类骨为主,下颌2~3类骨为主,上下颌牙槽骨可用骨高度及宽度充足。

诊断:①牙列缺损;②牙周炎;③32~33、42~44不良修复体;④14~16、21、24、27、36、46 牙体缺损。

治疗计划:数字化设计种植体支持一段式全口固定义齿修复;双重引导技术支持下行全口种植,即刻临时修复;术后6个月行永久修复。



图1 术前资料

A:术前全景片;B:术前面像;C:术前口内照。

1.2 方法

1.2.1 术前准备

拆除不良修复体,策略性拔牙,余 23、25、33、35,同期上颌植入 4 颗,下颌植入 2 颗微螺旋骨螺钉(图 2A)。1 周后拍摄 CBCT,3Shape 扫描获取患者口内信息,以口内余留牙与骨螺钉为基准点,整合上下口扫与 CBCT 信息。在 Exocad 软件上设计具有排牙与咬合信息的放射导板,打印出来后置入放射线阻射标记珠(图 2B)。导板转移至颌

架,咬合归“零”。在患者口内试戴调磨,调整至咬合位置稳定、垂直高度协调、肌肉触诊无异常、后牙侧向前伸无干扰、语音正常、无咬颊咬舌状态(图 2C)。取硅橡胶咬合记录,双扫记录颌位关系,利用 3Shape 软件重建三维立体模型,将患者解剖结构信息、修复体信息真实完整再现,构建全方位种植手术模拟环境(图 2D),遵循以修复为导向的原则设计植体位置并打印静态导板(图 2E)。

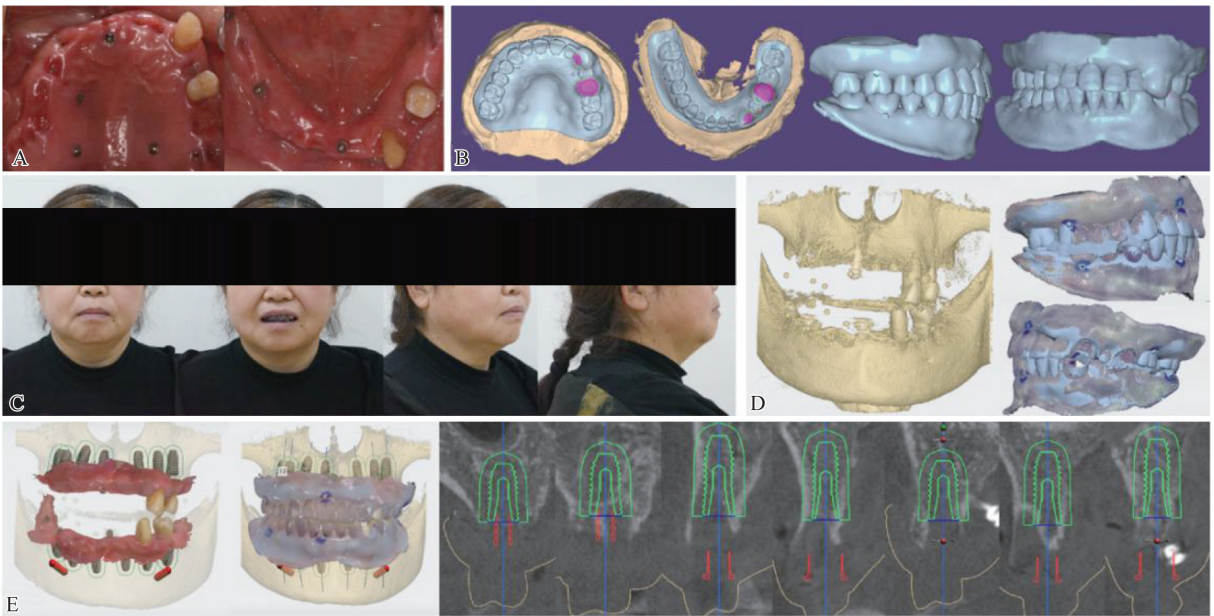


图2 术前设计

A:植入微螺旋骨钉;B:设计放射性导板;C:试戴放射性导板;D:统一坐标轴,双扫转移咬合关系;E:设计植体位置与静态导板。

1.2.2 双重引导下植入种植体

术前 2 h 患者口服抗生素预防感染,术前 30 min 将静态导板置于 0.5% 碘伏溶液中浸泡消毒,患者使用 0.12% 氯己定含漱。对患者进行严格术区消毒、铺巾,完成 X-guide 动态导航系统各工具的校准工作。在上下颌前牙颊侧区翻瓣固定追踪臂与追踪器,使用支抗钉与余留牙来作为 CT 扫描的基准点

完成口内情况与 CT 数据的配准。口内固定静态导板,实时观察屏幕内钻针的轴向与深度,并评估钻针与虚拟植体位置的三维关系(图 3A、B)。在静态导板限制范围内与实时动态导航监测下依次植入各个植体,实时检测钻针与植体位置,使植体备洞三维位置符合术前规划植体位置。植入扭矩 35 N·cm,初期稳定性良好,达到即刻修复要求(图 3C)。

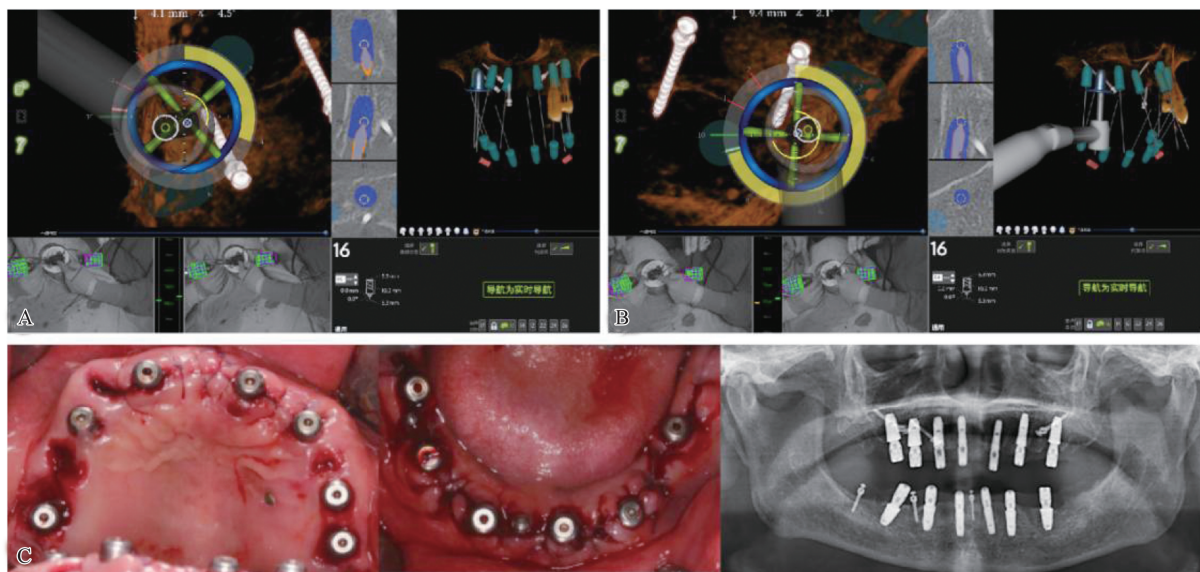


图3 双重引导手术

A~B:实时检测钻针与植体的三维位置;C:植入种植体。

1.2.3 过渡义齿修复程序

术后即刻取模,制取修复模型,模型上安装扫描杆后进行口扫,在参考点的帮助下,将修复模型上的口扫数据与术前佩戴放射导板后的双扫数据进行配准及整合,转移颌骨的相对位置关系与颌位关系,参考原放射义齿形态进行个性化排牙,数控切削制作

第一幅过渡性义齿(图4A)。口内试戴,义齿完全被动就位,调整咬合,转移至颌架并记录颌位(图4B)。3周后拆线,对齐第一副过渡义齿扫描件与Ti-Bars扫描件结构(图4C),制作第二幅过渡义齿(图4D),被动就位密合且咬合功能良好,复合基台螺丝通道穿出位点及修复效果基本符合预期。

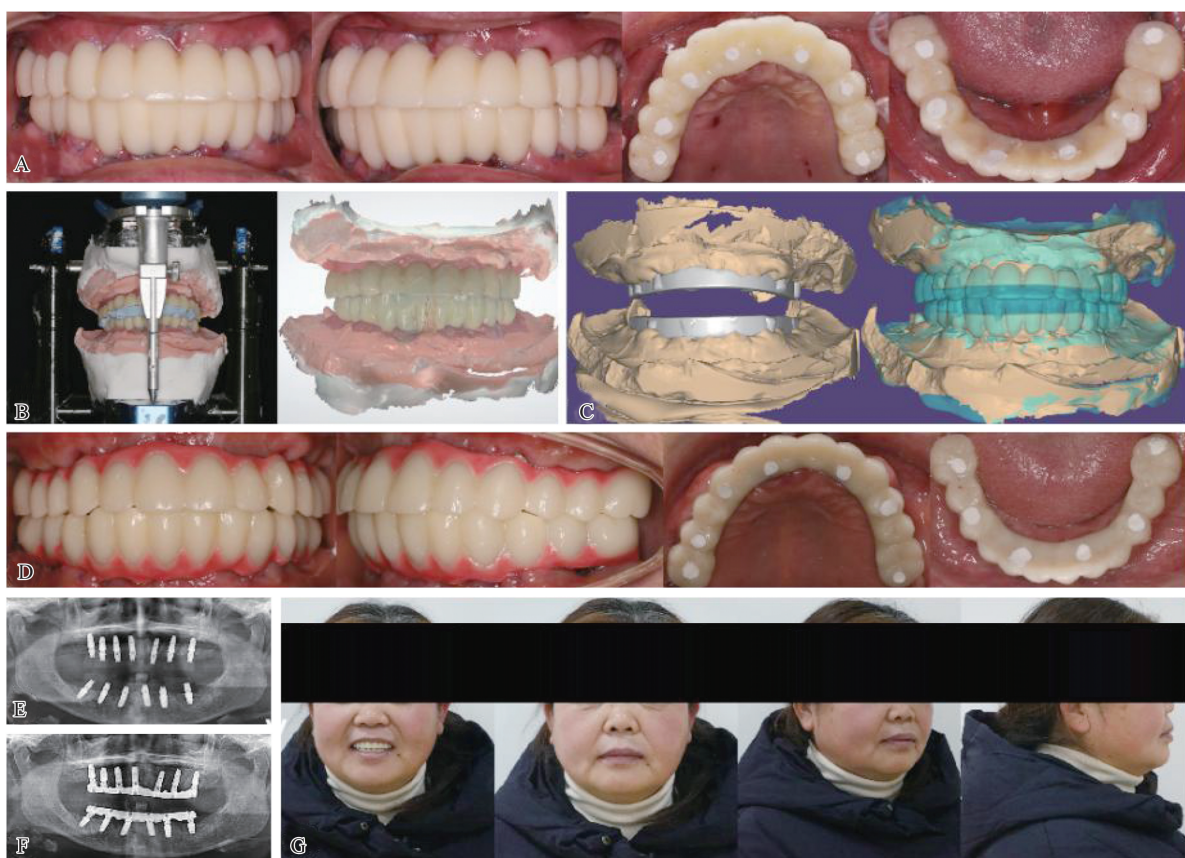


图4 过渡义齿修复

A:第一幅过渡义齿的口内试戴与调颌;B:转移记录颌位关系;C:设计第二幅过渡义齿;D:第二幅过渡义齿口内试戴;E:第一幅过渡义齿戴入前全景片;F:第二幅过渡义齿戴入前全景片;G:第二幅过渡义齿口内试戴后面像照。

1.2.4 精度评估及统计分析

将 X-guide 软件中植体规划信息导出为 STL 文件,与术后 CBCT 图像一起导入到 3Shape 软件中完成配准,从轴向、近远中向、颊舌向 3 个维度分析术前虚拟种植体位点和术后实际种植体位点的偏差。在轴向方面,避开种植体愈合基台高度和根尖部形状不同对测量的干扰,选取和植体颈部以下 1 mm

和根尖部以上 1 mm 最大截面上植体直径的中点,测量这两个截面中点之间的距离作为偏差值(图 5A、B)。在近远中向和颊舌向,选取植体颊舌向和近远中角度上的最大截面,分别测量颈部和根尖部的偏差,以及颊舌向、近远中向角度偏差(图 5C、D),所有测量由同一医师完成,取 3 次测量平均值,采用 SPSS 26.0 统计学软件进行数据分析(表 1)。

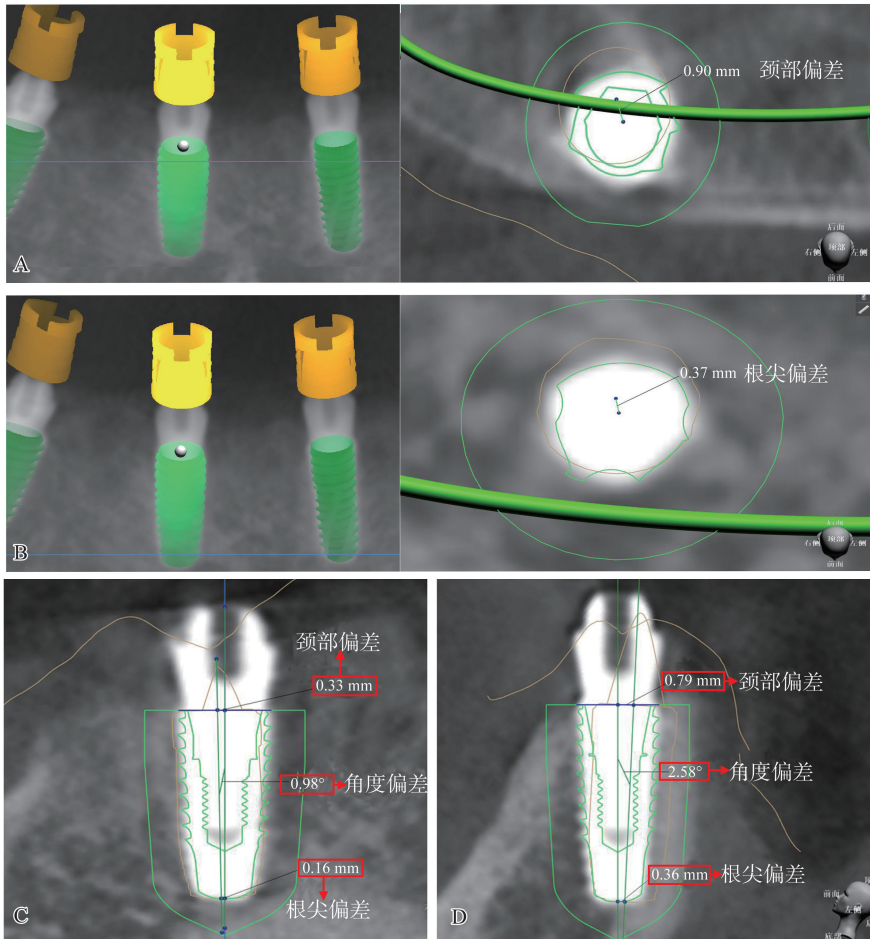


图 5 测量颈部、根尖部偏差和角度偏差

A:轴向方面术前规划植体与实际植体的颈部偏差;B:轴向方面术前规划植体与实际植体的根尖偏差;C:近远中向角度上的最大截面测量的颈部偏差、根尖偏差和角度偏差;D:颊舌向角度上的最大截面测量的颈部偏差、根尖偏差和角度偏差。

表 1 种植体在三维方向上的偏差值

方位	测量位点		
	颈部偏差/ mm	根尖偏差/ mm	角度偏差/ °
轴向	1.03±0.38	0.66±0.38	—
颊舌向	1.13±0.54	0.87±0.47	1.47±1.02
近远向	1.22±0.93	1.19±0.88	1.13±0.89

2 讨论

随着全口义齿修复需求的逐年增长,患者对于修复效果的美观功能性期望也在不断提升。传统的全口义齿在固位和稳定性方面的不足,已逐步不能

满足日益增长的临床治疗需求^[14]。在口腔数字化技术迅猛发展的当下,种植体支持的固定式义齿以其更为贴近天然牙的修复效果、理想的咀嚼功能恢复能力,已被证实为是一种行之有效的无牙颌修复治疗方案^[15]。近年来,关于 CAIS 的研究日益增多,其微创性和提高植体置入精确度的能力已得到广泛认可。静态 CAIS 已经在临床上得到广泛应用,包括在无牙颌患者中^[16]。相较之下,动态 CAIS 的相关研究较少,虽有文献已证实其在精确度上的潜力,但在处理无牙颌患者中的有效性仍待进一步验证。有研究对动态 CAIS、静态 CAIS 以及传统徒手方法在完全无牙颌患者中放置植体的准确性进行了比较,结果显示,动态 CAIS 和静态 CAIS 在准确

性上无显著差异,但两者相较于徒手植入都能显著提高植入精确度^[17-20]。动态 CAIS 由于其术前准备的复杂性、口内操作空间限制以及对医师技术水平的高要求,其手术时间相对较长,存在明显的“学习曲线”,需要医疗团队的紧密配合^[20-22]。在涉及多个连续牙齿缺失、无牙颌、高美观功能要求以及解剖结构复杂的种植案例中,术中可能需要实时调整手术策略,在这些情况下,传统的静态导板技术显示出其局限性。动态导航系统提供的实时“可视化”操作,能够有效弥补这一不足。虽然国内已有众多关于 CAIS 在无牙颌种植中的应用研究,但均采用单一 CAIS 技术进行全口种植^[23-25]。至今,关于联合使用静态导板、动态导航技术,即双重引导技术辅助全口无牙颌种植的研究报道较少。

双重引导技术有机结合了动态 CAIS 和静态 CAIS 的优势,旨在实现更高精度的植入操作。通过静态 CAIS 提供的植入位点参考和限制,确保了钻针和植体在预设的范围内移动,不仅加速了初始钻孔的定位,而且在倾斜的拔牙窝侧壁或腭侧骨板上实现了钻针的平稳导向^[26]。与此同时,动态 CAIS 提供的实时反馈和验证使得医师能够根据手术中的具体情况灵活调整备洞策略与计划,从而避免盲目操作导致的并发症^[27-28]。本研究在进行上颌最后一个植体的 22 点位植入时,由于上颌缺乏固定牙来稳定静态导板,以及翻瓣造成的软组织移位导致静态导板贴合度不佳,医师不得不放弃使用静态导板,转而采用自由手操作,在这种情况下,动态 CAIS 系统的实时可视化操作对于植体的精确放置至关重要,此外,由于没有静态导板的阻碍,可以使得水冷更加充分从而降低骨热灼伤的风险^[29]。

本研究展示了利用双重引导技术进行全口种植的治疗流程,但仍存在一定局限性。首先,本研究采用的是单臂研究设计,缺少对照组,因此未与其他 CAIS 技术或传统的自由手方法进行精度比较。其次,研究期限短且样本量较小。为充分评估这一新技术的长期效果和可靠性,需要开展更长期的随访研究。未来研究应扩大样本量,并纳入更多变量进行考量,诸如种植体品牌的多样性、不同的导航系统、患者年龄以及他们对治疗结果的满意度等因素。本研究为课题组进一步验证该技术提供了病例和数据支持,也为无牙颌种植数字化诊治的进步贡献了新的治疗策略和实证依据。

参考文献:

- [1] Douglass CW, Shih A, Ostry L. Will there be a need for complete dentures in the United States in 2020? [J]. *J Prosthet Dent*, 2002, 87(1): 5-8.
- [2] Lopes A, Maló P, de Araújo Nobre M, et al. The Nobel-Guide® all-on-4® treatment concept for rehabilitation of edentulous jaws: a retrospective report on the 7-years clinical and 5-years radiographic outcomes [J]. *Clin Implant Dent Relat Res*, 2017, 19(2): 233-244.
- [3] 王注力,邓文正.动态实时导航在口腔无牙颌种植中的研究进展[J].*中华老年口腔医学杂志*, 2023, 21(3): 182-186.
WANG Zhuli, DENG Wenzheng. Research progress of dynamic real-time navigation in oral edentulous implant [J]. *Chinese Journal of Geriatric Dentistry*, 2023, 21(3): 182-186.
- [4] Buser D, Sennerby L, De Bruyn H. Modern implant dentistry based on osseointegration: 50 years of progress, current trends and open questions [J]. *Periodontol* 2000, 2017, 73(1): 7-21.
- [5] Tahmaseb A, Wismeijer D, Coucke W, et al. Computer technology applications in surgical implant dentistry: a systematic review [J]. *Int J Oral Maxillofac Implants*, 2014, 29(Suppl): 25-42.
- [6] 张雪洋,黄雁红,陈沛,等.无牙颌种植义齿的咬合设计 [J].*华西口腔医学杂志*, 2018, 36(1): 3.
ZHANG Xueyang, HUANG Yanhong, CHEN Pei, et al. Occlusion design of edentulous implant prosthesis [J]. *West China Journal of Stomatology*, 2018, 36(1): 3.
- [7] Chen YW, Hanak BW, Yang TC, et al. Computer-assisted surgery in medical and dental applications [J]. *Expert Rev Med Devices*, 2021, 18(7): 669-696.
- [8] Chen CK, Yuh DY, Huang RY. Accuracy of implant placement with a navigation system, a laboratory guide, and freehand drilling [J]. *Int J Oral Maxillofac Implants*, 2018, 33(6): 1213-1218.
- [9] Jorba-García A, González-Barnadas A, Camps-Font O, et al. Accuracy assessment of dynamic computer - aided implant placement: a systematic review and meta-analysis [J]. *Clin Oral Investig*, 2021, 25(5): 2479-2494.
- [10] D'haese J, Ackhurst J, Wismeijer D. Current state of the art of computer-guided implant surgery [J]. *Periodontol* 2000, 2017, 73(1): 121-133.
- [11] 于德栋,黄伟,张志勇,等.数字化技术在种植外科中的应用 [J].*中国实用口腔科杂志*, 2016, 9(1): 10-14.
YU Dedong, HUANG Wei, ZHANG Zhiyong, et al. Application of digital technology in implant surgery [J]. *Chinese Journal of Practical Stomatology*, 2016, 9(1): 10-14.
- [12] Pomares-Puig C, Sánchez-Garcés MA, Jorba-García A. Dynamic and static computer-assisted implant surgery for completely edentulous patients. A proof of a concept [J]. *J Dent*, 2023, 130: 104443. doi: 10.1016/j.jdent.2023.104443.

- [13] Pomares-Puig C, Sánchez-Garcés MA, Jorba-García A. Dynamic and static computer-guided surgery using the double-factor technique for completely edentulous patients: a dental technique [J]. *J Prosthet Dent*, 2022, 128(5): 852-857.
- [14] Patel N. Integrating three-dimensional digital technologies for comprehensive implant dentistry [J]. *J Am Dent Assoc*, 2010, 141(Suppl 2): 20-24.
- [15] Gonçalves GSY, de Magalhães KMF, Rocha EP. Oral health-related quality of life and satisfaction in edentulous patients rehabilitated with implant-supported full dentures all-on-four concept: a systematic review [J]. *Clin Oral Investig*, 2022, 26(1): 83-94.
- [16] Carosi P, Lorenzi C, Lio F, et al. Accuracy of computer-assisted flapless implant placement by means of mucosa-supported templates in complete-arch restorations: a systematic review [J]. *Materials (Basel)*, 2022, 15(4): 1462.
- [17] Ma F, Sun F, Wei T, et al. Comparison of the accuracy of two different dynamic navigation system registration methods for dental implant placement: a retrospective study [J]. *Clin Implant Dent Relat Res*, 2022, 24(3): 352-360.
- [18] Jorba-García A, González-Barnadas A, Camps-Font O, et al. Accuracy assessment of dynamic computer - aided implant placement: a systematic review and meta-analysis [J]. *Clin Oral Investig*, 2021, 25(5): 2479-2494.
- [19] 钟雨欣,于海洋.计算机辅助设计和计算机辅助制造预成个性化同种异体骨块在种植骨增量手术中的应用进展 [J]. *国际口腔医学杂志*, 2024, 51(3): 319-325.
- [20] Wang XT, Shaheen E, Shujaat S, et al. Influence of experience on dental implant placement: an in vitro comparison of freehand, static guided and dynamic navigation approaches [J]. *Int J Implant Dent*, 2022, 8(1): 42.
- [21] Cassetta M, Bellardini M. How much does experience in guided implant surgery play a role in accuracy? A randomized controlled pilot study [J]. *Int J Oral Maxillofac Surg*, 2017, 46(7): 922-930.
- [22] Block MS, Emery RW, Lank K, Ryan, James, Block, et al. Implant Placement Accuracy Using Dynamic Navigation [J]. *Int J Oral Maxillofac Implants*, 2017, 32(1): 92-99.
- [23] 孙为,施斌.数字化技术在无牙颌患者种植治疗中的应用探索 [J]. *中国口腔种植学杂志*, 2023, 28(4): 217-222.
- SUN Wei, SHI Bin. Exploration of the application of digital technology in implant treatment of edentulous patients [J]. *Chinese Journal of Oral Implantology*, 2023, 28(4): 217-222.
- [24] 高洁,马康傑,姜雅萍,等.全程导板辅助无牙颌种植的精度研究 [J]. *精准医学杂志*, 2021, 36(2): 4.
- GAO Jie, MA Kangjie, JIANG Yaping, et al. Accuracy of Dental Implants For Edentulous Jaws Assisted by Fully Guided Tenmplate [J]. *Journal of Precision Medicine*, 2021, 36(2): 4.
- [25] 张丽丽,唐尤超,汤梅蓉,等.半程数字化导板引导口腔种植修复治疗无牙颌患者的3年存留率分析 [J]. *临床口腔医学杂志*, 2024, 40(2): 84-88.
- ZHANG Lili, TANG Youchao, TANG Meirong, et al. Short-term effects and long-term prognosis of digitally designed guided implant therapy in edentulous patients [J]. *Journal of Clinical Stomatology*, 2024, 40(2): 84-88.
- [26] Pernar LIM, Robertson FC, Tavakkoli A, et al. An appraisal of the learning curve in robotic general surgery [J]. *Surg Endosc*, 2017, 31(11): 4583-4596.
- [27] Cecchetti F, Di Girolamo M, Ippolito DG. Computer-guided implant surgery: analysis of dynamic navigation systems and digital accuracy [J]. *J Biol Regul Homeost Agents*, 2020, 34(3 Suppl): 9-17.
- [28] lock MS, Emery RW, Lank K, et al. Implant placement accuracy using dynamic navigation [J]. *Int J Oral Maxillofac Implants*, 2017, 32(1): 92-99.
- [29] dos Santos PL, Queiroz TP, Margonar R, et al. Evaluation of bone heating, drill deformation, and drill roughness after implant osteotomy: guided surgery and classic drilling procedure [J]. *Int J Oral Maxillofac Implants*, 2014, 29(1): 51-58.

(编辑:徐苗蓁)