



数字化上颌骨缺损赝复体修复新进展

顾晓宇¹ 蒋欣泉^{2*}

作者单位: ¹ 上海交通大学医学院附属第九人民医院口腔修复工艺科, 上海交通大学口腔医学院, 国家口腔医学中心, 国家口腔疾病临床医学研究中心, 上海市口腔医学重点实验室, 上海市口腔医学研究所; ² 上海交通大学医学院附属第九人民医院口腔修复科, 上海交通大学口腔医学院, 国家口腔医学中心, 国家口腔疾病临床医学研究中心, 上海市口腔医学重点实验室, 上海市口腔医学研究所

* 通讯作者: 蒋欣泉, 联系方式: 021-53315692, 电子邮箱: xinquanj@aliyun.com, 通讯地址: 上海市黄浦区瞿溪路500号, 200011

【摘要】 上颌骨缺损是口腔颌面部缺损最常见的类型, 但传统取模制作赝复体的方式操作复杂、修复效果欠佳。数字化技术为上颌骨缺损的赝复体修复提供了新的途径。不同学者的研究提出不同的数字化实现方式, 都大大改善了赝复体的制作过程和临床效果, 成为上颌骨缺损赝复体修复的重要发展方向之一。本文利用万方数据平台及PubMed数据库进行检索, 从上颌骨缺损的数字模型获取方式、赝复体三维设计、赝复体数字化加工、数字化种植辅助修复上颌骨缺损等方面对数字化上颌骨缺损赝复体修复技术进行分析, 其中包括各种新技术和新设计理念的联合应用, 以及新材料制作赝复体的临床尝试。以多学科融合方式, 以外形和功能重建的综合性修复为理念, 为上颌骨缺损数字化修复指明新的发展方向。

【关键词】 上颌骨缺损; 蕴复体; 阻塞器; 口内扫描; 三维打印

New Progress in Digital Prosthesis for Maxillary Defect

Xiaoyu Gu¹, Xinquan Jiang^{2*} (¹Department of Prosthodontic Technology, Shanghai Ninth People's Hospital, Shanghai Jiao Tong University School of Medicine; College of Stomatology, Shanghai Jiao Tong University; National Center for Stomatology; National Clinical Research Center for Oral Diseases; Shanghai Key Laboratory of Stomatology; Shanghai Research Institute of Stomatology, Shanghai, P.R. China; ²Department of Prosthodontics, Shanghai Ninth People's Hospital, Shanghai Jiao Tong University School of Medicine; College of Stomatology, Shanghai Jiao Tong University; National Center for Stomatology; National Clinical Research Center for Oral Diseases; Shanghai Key Laboratory of Stomatology; Shanghai Research Institute of Stomatology, Shanghai, P.R. China.)

Correspondence: Xinquan Jiang. Tel: 021-53315692. Email: xinquanj@aliyun.com. Address: No.500 Quxi Road, Huangpu District, Shanghai 200011, P.R. China.

【Abstracts】 Maxillary defect is the most common type of oral and maxillofacial defect, while the traditional method to make prostheses by molding and hand processing is complicated and the effect is unsatisfying. Digital technology serves a new way of rehabilitation of maxillary defects. The research of different scholars has proposed different digital implementation methods, which have greatly improved the production process and clinical effect of the prostheses. Digital technology has become one of the most important development directions for rehabilitation of maxillary defects. In this study, we used Wanfang Data Platform and PubMed database to retrieve articles on digital prosthesis for maxillary defects, including digital model acquisition, three-dimensional design of the prostheses, digital fabrication of the prostheses and digital implant-assisted rehabilitation for maxillary defects. The contents included the joint application of various new technologies and new design concepts, as well as the clinical attempt to make prostheses using new materials. With a multidisciplinary approach, the comprehensive concept of shape and function reconstruction promises a new development direction for digital rehabilitation of maxillary defects.

【Key words】 maxillary defect; prostheses; obturator; intraoral scanning; three-dimensional printing

口腔颌面部缺损是指口腔颌面部软硬组织不同程度的缺损或缺失, 包括颌骨缺损和颜面部缺损两大类。其主要原因包括先天性因素和后天性因素, 后者如外伤、感染、肿瘤等。颌面部缺损给患者生

活和心理带来很大的影响, 不仅造成咀嚼、吞咽、发音等功能障碍, 继发的面部畸形还会严重影响患者的心理健康^[1,2]。

颌面部缺损的修复方法分为两类: 外科手术整

DOI: 10.12337/zgkqjxjyzz.2024.01.003

基金项目: 国家自然科学基金 基于虚拟支架技术的TMD患者髁突运动的三维可视化研究(项目编号: 81300919)

Supported by: National Science Foundation of China (No. 81300919)

复和赝复体修复。外科手术对于恢复患者的生理功能和舒适度相对较好，但手术难度大，风险和成本较高；赝复体修复不受供体组织限制，成本和风险较低，可以灵活摘戴，也便于监测伤口愈合状况及肿瘤是否复发。现代颌面部缺损修复往往是两种技术联合，发挥其各自优势，以获得最佳治疗效果^[3,4]。

上颌骨缺损是颌面部缺损最常见的类型，也是临床修复的难点。上颌骨缺损修复的赝复体制作技术有传统医技手工制作和数字化赝复体三维设计和制作两种方法^[1,5]。

传统的修复方法需要制取上颌骨缺损区域的印模。由于缺损腔较深、患者张口受限以及印模材料等问题，制取印模操作过程较为困难和繁琐，反复制取印模也会造成患者的不适。如此制作的阻塞器难以充分进入缺损腔获得有利倒凹，从而无法提供足够的固位力，使患者剩余的口腔软硬组织受到更大的负荷，对患者的咀嚼、吞咽及发音功能带来不利的影响^[2,6,7]。

近年来，许多国内外学者利用数字化技术进行赝复体的三维设计和制作，可以避免传统印模制取过程的不便和风险，显著改善赝复体的修复效果，降低医师的工作强度，提高制作效率^[8-10]。

数字化赝复体修复的基本过程包括数字模型获取、赝复体三维设计和赝复体数字化加工三个步骤。本文利用万方数据平台及 PubMed 数据库进行文献检索，现将数字化上颌骨缺损赝复体修复的技术进展归纳如下。

1 上颌骨缺损的数字模型获取

数字模型获取是数字化赝复体修复的第一步，也是非常关键的步骤。数字模型是否精准，关系到赝复体三维形态的精确性，也直接关系到最终赝复体的组织适合性、边缘封闭性等效果。

2007年，佟岱等^[11]提出，利用颌骨缺损患者头部电子计算机断层扫描（computed tomography, CT）数据三维重建后获得缺损部位的三维数据，利用快速成形获得缺损部位的树脂模型，体外制作阻塞器和修复体。

随着口内扫描技术（intraoral scanning, IOS）的发展和临床应用，有国内外学者尝试利用 IOS 技术获取上颌骨缺损区的数字模型^[12-16]。但颌骨缺损腔过大的倒凹和深度影响扫描数据的完整性；患者嘴唇、脸颊等颌面肌肉组织的可动性影响扫描中的数据获取；同时口内扫描仪在工作中的图像获取中

断和拼接过程也可能造成三维模型的形变^[14]。不少上颌骨缺损患者存在张口受限的情况，也会影响口内扫描的操作^[15]。也有学者提出将 CT 重建数据和 IOS 扫描数据通过特定标志点配准和数据融合方式获得颌骨缺损的数字模型，可以获得相对完整的缺损腔形态，但是仍无法避免口内扫描软组织形态时的缺陷^[15,16]。

2020年，上海交通大学口腔医学院协同国内多所口腔医学院校共同起草、中华口腔医学会发布《功能性数字化上颌骨缺损赝复指南》，提出采用多排螺旋 CT 扫描（层厚 1.25mm 甚至更薄）并三维重建获得上颌骨缺损患者缺损腔附近的三维数字模型，再设计数字化阻塞器，采用阻塞器—可摘局部义齿分体式方式制作修复体^[7,17]。

2023年，胡永杰等^[18]将锥形束电子计算机断层扫描片（cone beam computed tomography, CBCT）重建数据、IOS 数据结合在一起设计上颌骨肿瘤切除范围，为患者设计即刻赝复体；同时结合了患者面部扫描数据，用于对患者前牙进行美学设计。

虽然目前有多种三维扫描技术，但应用单一技术扫描上颌骨缺损情况时都有不足。CT 重建数据精度较低，且无法获取完整的口腔解剖形态；IOS 方法难以扫描颌骨缺损腔过大的倒凹，且存在数据拼接变形的情况；面部扫描技术主要应用于颜面部三维数据获取，无法扫描患者口腔内部形态。因此，多种三维扫描方式的联合应用和数据融合是获取上颌骨缺损数字模型的趋势。

2 上颌骨赝复体三维设计

以上颌骨缺损的三维数字模型为依据进行赝复体三维设计，通常分为两种模式：其一是设计整体式赝复体三维形态，其二是只设计阻塞器的三维形态并进行数字化加工，而可摘局部义齿部分仍采用传统的制取口内印模方式制作。

第一种整体式赝复体三维设计模式利用 IOS 数据或 CT 和 IOS 融合数据，在专用的口腔设计软件中构造阻塞器和可摘局部义齿的整体形态，确定整体就位道方向，模拟并消除影响赝复体就位的软硬组织倒凹，同时在软件中模拟排牙和设计咬合关系。叶红强等^[16]在口腔设计软件中设计赝复体的整体形态，然后在逆向工程软件中设计界线分离阻塞器和可摘局部义齿，形成分体式赝复体结构。胡永杰等^[18]利用患者剩余牙设计套筒冠固位体，并用三维软件设计肿瘤切除导板和即刻赝复体的金属

支架，用于辅助肿瘤切除和即刻赝复体制作。白石柱等^[19]利用CBCT数据三维重建获得缺损腔和患者牙列的三维数据，依据牙列数据与IOS数据进行配准、融合后获得颌骨缺损的三维数字模型，按照可摘局部义齿设计模式设计整体式赝复体。

第二种阻塞器和义齿分体式赝复体设计模式利用CT数据重建获得颌骨缺损腔三维数据，在逆向工程软件中首先设计鼻腔侧和口腔侧边缘线，继而利用患者口腔侧剩余软组织的拓扑形态构建阻塞器的底部形态，通过等比缩放或数据偏移的原理设计阻塞器中空的内部形态，最后将阻塞器轴面、底部和内部数据进行边缘缝合，形成阻塞器整体三维形态^[6,7]。焦婷等^[20]提出在阻塞器设计时应充分利用患者颊侧自然的倒凹形态以使赝复体获得足够的固位力，阻塞器颊侧部分高度伸展10~15mm，而靠近上腭中央部分高度伸展5mm，利用CT重建数据设计阻塞器三维形态后通过三维打印获得树脂实体，将其作为终印模的一部分完成取模操作。

由于颌骨缺损情况复杂，目前尚缺乏专门用于赝复体设计的三维软件。多数学者采用多种逆向工程软件与口腔专用三维设计软件（可摘局部义齿设计模块）相结合的方式设计赝复体^[16,19,21]，其设计过程各具特色，取得了良好的效果。

3 上颌骨赝复体数字化加工

学者们对于赝复体数字化加工的思路和方法多样，按照加工原理可分为三维打印（three-dimensional printing, 3DP）和数控切削（computer numeric control, CNC）2种模式。

Krämer Fernandez等^[22]利用3DP技术分别制作了一体式树脂基托材料的赝复体基托和人工牙，在体外完成粘接操作，并在3DP的模型上制作弯制钢丝卡环并结合到修复体上。Jamayet等^[23]同样利用3DP技术为1例腭中部大面积缺损的患者制作一体式树脂基托材料的赝复体，并且在硕大的阻塞器内部设计中空结构，使整体重量减轻。Punjabi等^[24]利用3DP技术和失蜡铸造技术制作纯钛的修复体支架，并在阻塞器表面手工制作了硅橡胶外衬，使阻塞器获得更好的固位力和边缘封闭性，并且提高了患者佩戴修复体的舒适感。

国内外有学者分别报道了利用CNC技术加工聚醚醚酮（polyetheretherketone, PEEK）和聚醚酮酮（polyetherketoneketone, PEKK）材料制作上颌骨缺损的赝复体，为数字化赝复体修复提供了新

的材料选择^[16,25-28]。周恬等^[29]提出设计数字化阴模辅助加工硅橡胶材料阻塞器，患者佩戴阻塞器后按常规方法制取牙列缺损的印模并制作可摘局部义齿，而阻塞器和义齿之间通过特殊设计的固位装置进行机械式连接。这种分体式赝复体设计能充分发挥硅橡胶材料阻塞器良好的固位和边缘封闭效果，患者佩戴更加舒适，同时也为张口受限的患者提供了一条有效的治疗途径。

硅橡胶材料质地柔软而富有弹性，在制作上颌骨缺损阻塞器时有明显优势。但是由于弹性材料在数字化加工中无法保持固定的形态，造成最终成品与设计图形有所差别。因而无论是3DP技术还是CNC技术目前仍难以直接加工硅橡胶材料。

近几年有国外学者研究直接三维打印硅橡胶材料修复体的方法^[30,31]，并尝试用这种方法制作颌面缺损赝复体，但是发现在加工复杂形态时出现变形现象，同时也缺乏这类材料的生物学安全检测^[32,33]。有学者提出利用负型技术制作硅橡胶赝复体，即用3DP技术制作出树脂材料的赝复体阴模，然后将赝复体用硅橡胶材料注射到阴模中形成最终形态。得益于数字化设计的灵活性，可以将赝复体阴模设计成分块拼装的形式，这样更有利于最终赝复体的脱模^[29,34-37]。

由于硅橡胶材料表面质地相对疏松，更容易吸附食物残渣和患者分泌物，造成局部细菌污染，同时长期使用的硅橡胶材料容易老化和剥脱，因此建议应定期复查和更换硅橡胶阻塞器^[38,39]。有学者提出将硅橡胶材料浸入沸水中10分钟以达到消毒的目的，但是这样可能影响硅橡胶材料的本身性能^[40]。数字化技术的优势是可以将阻塞器设计成易于清洁的形态，同时用阴模可以随时加工出所需要的阻塞器部件，方便患者及时更换。

4 数字化种植辅助修复上颌骨缺损

随着种植修复技术在口腔领域的成熟应用，形成了多种材料、多种形态、多种植人形式和多种修复方式的口腔种植系统，为颌骨缺损赝复体提供固位和支持。但是，很多上颌骨缺损患者口腔软硬组织大量缺损，往往难以获取足够的种植支持骨量。为此，有学者利用数字化技术设计种植方案，并利用种植导航系统引导颧骨种植体植人，最终采用种植体支持式赝复体修复上颌骨缺损，为患者提供良好的修复效果。导航技术能够提高颧骨种植体植人的准确性，早期赝复体制作有利于恢复患者功能^[41,42]。

关于种植体支持式赝复体的固位形式,种植体具有多种上部结构,在颌骨缺损修复中应用最多的是杆卡式、磁性附着式和螺丝固定式三种^[1,43-45]。Baghiana等^[46]设计了具有颌骨缺损特征的上颌无牙颌实验模型,植入2颗种植体,经过加载实验,用数字图像技术测量和比较杆卡式附着体与Locator[®]附着体支持式赝复体对于种植体应力和赝复体位移量的差别。结果显示,Locator[®]附着体支持显示出最小的应力和最小的位移,提示相较于杆卡附着体,Locator[®]附着体是种植体支持式赝复体固位形式的更好选择。

目前,种植体支持式附着体通常是为牙列缺损/缺失的义齿设计的,颌骨缺损修复的赝复体往往由于支持组织缺损而显示出更大的不稳定性。尤其是硅橡胶材料阻塞器与种植体间缺乏有效的附着体固位形式。因此,有必要为颌骨缺损的赝复体修复

设计出专门的种植体支持式附着体结构,应具有设计精密,固位力稳定持久,同时又方便患者摘戴和清洁的特点,以提高赝复体修复后患者的主观体验和生活质量。

综上所述,赝复体能较好地恢复患者口腔软硬组织的缺损,一定程度上恢复患者的咀嚼、吞咽和语音等生理功能,目前仍然是上颌骨缺损患者最重要的治疗方式。数字化技术为上颌骨缺损患者的赝复体修复提供了更加精确、便利、舒适的治疗选择,缩短患者就诊时间,改善患者的治疗效果。但在材料选择、技术难度和推广应用上仍有改善空间,需要进一步发展。同时,各种生物功能性新材料的开发、人工智能设计以及口腔颌面外科学、口腔修复学、工程学等多学科的融合,结合以外形和功能重建为目标的综合性修复理念,为上颌骨缺损修复指明了新的发展方向。

参考文献

- [1] 赵铱民,周永胜,陈吉华,等.口腔修复学[M].第8版.北京:人民卫生出版社,2020:275-286
- [2] Phasuk K, Haug SP. Maxillofacial Prosthetics[J]. Oral Maxillofac Surg Clin North Am. 2018; 30(4):487-497.
- [3] Vincent A, Burkes J, Williams F, et al. Free Flap Reconstruction of the Maxilla[J]. Semin Plast Surg. 2019; 33(1):30-37.
- [4] 王洋,王育新,张诗雷,等.3D打印赝复体即刻修复Brown II类缺损的临床初步研究[J].中华整形外科杂志,2018,34(3):218-223.
- [5] 赵铱民.颌面修复学[M].西安:世界图书出版社,2004:5-65
- [6] 顾晓宇.数字化口腔颌面缺损赝复技术[J].中国实用口腔科杂志,2012,5(5):272-276.
- [7] 顾晓宇,陈晓波,焦婷,等.三维打印数字化阴模辅助制作口腔颌面缺损赝复体的临床应用[J].中华口腔医学杂志,2017,52(6):336-341.
- [8] Farook TH, Abdullah JY, Jamayet NB, et al. Percentage of mesh reduction appropriate for designing digital obturator prostheses on personal computers[J]. J Prosthet Dent. 2022; 128(2):219-224.
- [9] Suresh N, Janakiram C, Nayar S, et al. Effectiveness of digital data acquisition technologies in the fabrication of maxillofacial prostheses-A systematic review[J]. J Oral Biol Craniofac Res. 2022; 12(1):208-215.
- [10] Kortes J, Dehnad H, Kotte ANT, et al. A novel digital workflow to manufacture personalized three-dimensional-printed hollow surgical obturators after maxillectomy[J]. Int J Oral Maxillofac Surg. 2018; 47(9):1214-1218.
- [11] 佟岱,冯海兰,李彦生,等.计算机辅助设计与快速成形技术制作上颌骨缺损模型的临床应用初探[J].中华口腔医学杂志,2007,42(6):333-336.
- [12] Brucoli M, Boffano P, Pezzana A, et al. The use of optical scanner for the fabrication of maxillary obturator prostheses[J]. Oral Maxillofac Surg. 2020; 24(2):157-161.
- [13] Park JH, Lee KS, Lee JY, et al. Fabricating a Maxillary Obturator Using an Intraoral Digital Impression: A Case History Report[J]. Int J Prosthodont. 2017; 30(3):266-268.
- [14] Alqarni H, Kattadiyil MT, Aponte-Wesson R, et al. Integration of intraoral scanning and conventional processing to fabricate a definitive obturator: A dental technique[J]. J Prosthet Dent. 2021; 126(4):596-599.
- [15] Ye H, Ma Q, Hou Y, et al. Generation and evaluation of 3D digital casts of maxillary defects based on multisource data registration: A pilot clinical study[J]. J Prosthet Dent. 2017; 118(6):790-795.
- [16] Ye H, Wang Z, Sun Y, et al. Fully digital workflow

- for the design and manufacture of prostheses for maxillectomy defects[J]. *J Prosthet Dent.* 2021; 126(2): 257-261.
- [17] 中华口腔医学会. 功能性数字化上颌骨缺损赝复指南: T/CHSA 006-2020[S]. 北京: 人民卫生出版社, 2020:87-97.
- [18] Hu Y, Liu J, Wu W, et al. Immediate reconstruction of defects after a partial maxillectomy with a digitally planned, prefabricated, 3-dimensionally printed, esthetic obturator prosthesis[J]. *J Prosthet Dent.* 2023; S0022-3913(23)00064-1.
- [19] Zhao R, Dong Y, Liu N, et al. A digital workflow for fabricating an interim obturator after partial maxillary resection[J]. 2022; S0022-3913(22)00696-5.
- [20] Jiao T, Zhu CY, Dong X, et al. Rehabilitation of maxilectomy defects with obturator prostheses fabricated using computer-aided design and rapid prototyping: a pilot study[J]. *Int J Prosthodont.* 2014; 27(5):480-486.
- [21] 张晗之, 丁梦婷, 余文珺, 等. 骨髓增生异常综合征继发上颌骨坏死患者术后全数字化即刻赝复体制作 [J]. 中华口腔医学研究杂志(电子版), 2023, 17(4):253-259.
- [22] Krämer Fernandez P, Kuscu E, Weise H, et al. Rapid additive manufacturing of an obturator prosthesis with the use of an intraoral scanner: A dental technique[J]. *J Prosthet Dent.* 2022; 127(1):189-193.
- [23] Jamayet NB, Farook TH, Al-Oulabi A, et al. Digital workflow and virtual validation of a 3D-printed definitive hollow obturator for a large palatal defect[J]. *J Prosthet Dent.* 2023; 129(5):798-804.
- [24] Punjabi AR, Mistry G, Shetty O, et al. Maxillary hollow-bulb obturator: A paradigm shift[J]. *J Indian Prosthodont Soc.* 2019; 19(1):74-78.
- [25] Tasopoulos T, Chatziemanouil D, Kouveliotis G, et al. PEEK Maxillary Obturator Prosthesis Fabrication Using Intraoral Scanning, 3D Printing, and CAD/CAM[J]. *Int J Prosthodont.* 2020; 33(3):333-340.
- [26] Ding L, Chen X, Zhang J, et al. Digital fabrication of a maxillary obturator prosthesis by using a 3-dimensionally-printed polyetheretherketone framework[J]. *J Prosthet Dent.* 2023; 129(1):230-233.
- [27] Ogami K, Hagio M, Ueda T. Maxillary Obturator Prosthesis Made with Polyetherketoneketone Using Optical Impression and CAD/CAM System[J]. *Bull Tokyo Dent Coll.* 2023; 64(1):31-37.
- [28] 衣颖杰, 孙方方, 孟佳丽, 等. 聚醚酮酮上颌骨缺损阻塞器修复病例 1 例 [J]. 中国口腔医学继续教育杂志, 2022, 25(6):383-387.
- [29] 周恬, 顾晓宇. 数字化和传统方法制备上颌骨缺损赝复体的效果评价 [J]. 口腔颌面修复学杂志, 2021, 22(6):430-434.
- [30] Jindal SK, Sherriff M, Waters MG, et al. Development of a 3D printable maxillofacial silicone: Part I. Optimization of polydimethylsiloxane chains and cross-linker concentration[J]. *J Prosthet Dent.* 2016; 116(4): 617-622.
- [31] Jindal SK, Sherriff M, Waters MG, et al. Development of a 3D printable maxillofacial silicone: Part II. Optimization of moderator and thixotropic agent[J]. *J Prosthet Dent.* 2018; 119(2):299-304.
- [32] Nuseir A, Hatamleh MM, Alnazzawi A, et al. Direct 3D Printing of Flexible Nasal Prosthesis: Optimized Digital Workflow from Scan to Fit[J]. *J Prosthodont.* 2019; 28(1):10-14.
- [33] Unkovskiy A, Spintzyk S, Brom J, et al. Direct 3D printing of silicone facial prostheses: A preliminary experience in digital workflow[J]. *J Prosthet Dent.* 2018; 120(2):303-308.
- [34] Bai SZ, Feng ZH, Gao R, et al. Development and application of a rapid rehabilitation system for reconstruction of maxillofacial soft-tissue defects related to war and traumatic injuries[J]. *Mil Med Res.* 2014; 1:1:11.
- [35] Bi Y, Zhou M, Wei H. Digital workflow for auricular prosthesis fabrication with a negative mold[J]. *J Prosthet Dent.* 2022; S0022-3913(22)00349-3.
- [36] Kim SH, Shin WB, Baek SW, et al. Semiautomated fabrication of a custom orbital prosthesis with 3-dimensional printing technology[J]. *J Prosthet Dent.* 2019; 122(5):494-497.
- [37] Qiu J, Gu XY, Xiong YY, et al. Nasal prosthesis rehabilitation using CAD-CAM technology after total rhinectomy: a pilot study[J]. *Support Care Cancer.* 2011; 19(7):1055-1059.
- [38] Lyons KM, Cannon RD, Beumer J 3rd, et al. The Role of Biofilms and Material Surface Characteristics in Microbial Adhesion to Maxillary Obturator Materials: A Literature Review[J]. *Cleft Palate Craniofac J.* 2020; 57(4):487-498.

- [39] Murakami M, Nishi Y, Shimizu T, et al. A retainer-free obturator prosthesis in a fully dentulous patient with palatal defects[J]. *J Oral Sci.* 2020; 62(1):122-124.
- [40] Reitemeier B, Schaal W, Wolf A, et al. Sealing maxillary titanium obturators with removable flexible caps[J]. *J Prosthet Dent.* 2016; 115(3):381-383.
- [41] 曲行舟, 王震, Ong Hui Shan, 等. 导航辅助穿颧种植体植入修复双侧上颌骨缺损的临床应用 [J]. 中华整形外科杂志, 2021, 37(5):514-519.
- [42] Pellegrino G, Basile F, Relics D et al. Computer-Aided Rehabilitation Supported by Zygomatic Implants: A Cohort Study Comparing Atrophic with Oncologic Patients after Five Years of Follow-Up[J]. *J Clin Med.* 2020; 9(10):3254-3269.
- [43] Leles CR, Leles JL, de Paula Souza C, et al. Implant-supported obturator overdenture for extensive maxillary
- resection patient: a clinical report[J]. *J Prosthodont.* 2010; 19(3):240-244.
- [44] Nilanonth S, Shakya P, Chotprasert N, et al. Combination prosthetic design providing a superior retention for mid-facial defect rehabilitation: A Case Report[J]. *J Clin Exp Dent.* 2017; 9(4):e590-e594.
- [45] Iqbal LK, Emrah S, Kerem K. Dental Implant-Supported Prosthetic Rehabilitation With Custom Attachment in a Patient With Partial Maxillectomy Defect Because of Osteosarcoma: A Case Report[J]. *J Oral Implantol.* 2021; 47(6):518-523.
- [46] Baghiana G, Manju V, Hariprasad MP, et al. Comparison of Attachment Types in Maxillary Implant-assisted Obturators using Digital Image Correlation Analysis[J]. *J Contemp Dent Pract.* 2022; 23(7):695-702.

《中国口腔医学继续教育杂志》

网站网刊系统功能

1. 网站基本功能展示：期刊介绍、编委会介绍、投稿指南、期刊订阅、广告合作、留言板、以及联系我们、友情链接、通知通告、下载中心等，作者中心、审稿中心都可通过主页相关栏目进入

2. 当期目录数据

3. 过刊浏览数据

4. 文章快速检索

网址: <https://jxjyzz.cndent.com/CN/1009-2900/home.shtml>

引文格式: 顾晓宇, 蒋欣泉. 数字化上颌骨缺损赝复体修复新进展 [J]. 中国口腔医学继续教育杂志, 2024, 27(1):13-18.