

· 综述 ·

# 口腔种植治疗中的数字化数据采集技术

熊佳璧 孙为 施斌

武汉大学口腔医院口腔种植科, 湖北省武汉市, 430079

通讯作者: 施斌, Email: shibin\_dentist@whu.edu.cn, 电话: 027-87686222

**【摘要】** 随着数字化技术的迅猛发展, 各类数字化技术正在逐步改变着口腔种植领域临床医师的诊疗方式和治疗理念。尤其是 CBCT、数字化口内扫描、口外扫描、面部扫描、下颌运动分析系统、数字化咬合分析系统等数据采集技术, 以其高精度、高效率、易传输、低污染等优势逐渐在各大医院推广和普及。近期, 使用各种数字化采集数据构建“虚拟患者”, 解决无牙颌等种植中的疑难杂症, 已成为口腔医学领域临床研究的热点之一。本文综述口腔种植治疗过程中的数字化数据采集技术的特点及其临床应用现状。

**【关键词】** 数字化技术; 口腔种植; 信息采集; 扫描; 虚拟患者

## Digital data acquisition technology in oral implantology

Xiong Jiabi, Sun Wei, Shi Bin

Department of Oral Implantology School & Hospital of Stomatology, Wuhan university, Wuhan 430079, China

Corresponding author: Shi Bin, Email: shibin\_dentist@whu.edu.cn, Tel: 0086-27-87686222

**【Abstract】** With the rapid development of digital technology, diagnosis and treatment methods of the clinicians have been changed by these digital technologies in the field of dental implant. In particular, data acquisition technology, such as CBCT, digital intraoral scan, extraoral scan, facial scan, virtual facebow technique, are gradually popularized in medical institutions with its high precision, high efficiency, convenient transmission and low pollution. Recently, it has become one of the focuses to build "virtual patient" using various digital data to solve complex cases such as edentulous patients in implant dentistry. This paper summarized the characteristics and clinical application of digital data acquisition technology in the process of dental implant treatment.

**【Key words】** Digital technology; Dental implant; Data acquisition; Scan; Virtual patient

数字化技术在口腔种植治疗领域发展迅猛, 以其精准的数据采集、科学的辅助方式改变着临床医生的诊疗方式和治疗理念。与传统技术相比, 数字化采集技术在数据准确程度、临床操作效率、患者就诊体验和存储等方面展现了明显优势。患者的面部及口内信息可通过数字化采集技术获取相关信息, 再通过计算机中的数据叠加和拟合, 建造“虚拟患者”辅助治疗<sup>[1]</sup>。构建“虚拟患者”时通常需要采集患者如下数据: 颌骨、口内如牙龈、牙列和咬合等口内软硬组织信息, 面部轮廓信息, 关节

及咀嚼肌相关信息; 种植体植入后, 还需准确定位种植体的位置和角度等(图1)。本文归纳总结了采集各项信息的数字化技术, 并对其优缺点和近期研究进展做一综述(表1)。

检索策略: 以“数字化技术”, “口内扫描”, “数字化印模”, “口外扫描”, “口腔颌面部 CBCT”, “面部扫描”, “下颌运动轨迹分析”, “数字化咬合分析系统”, “虚拟患者”等为关键词搜索中国知网数据库近十年的相关文章, 去除重复文献, 共检索中文文献81篇; 通过标题、



熊佳璧  
口腔种植博士生, 研究方向: 数字化扫描技术的临床应用与研究



施斌  
主任医师、教授、博士生导师、口腔种植科主任, 研究方向: 短种植体临床研究及循证医学相关、种植义齿生物力学、种植体周围骨缺损修复及骨结合等相关研究等

DOI: 10.12337/zgkqzzzz.2021.04.007

收稿日期 2021-02-14 本文编辑 石淑芹, 李翠英

引用本文: 熊佳璧, 孙为, 施斌. 口腔种植治疗中的数字化数据采集技术 [J]. 中国口腔种植学杂志, 2021, 26(2): 114-119. DOI: 10.12337/zgkqzzzz.2021.04.007.

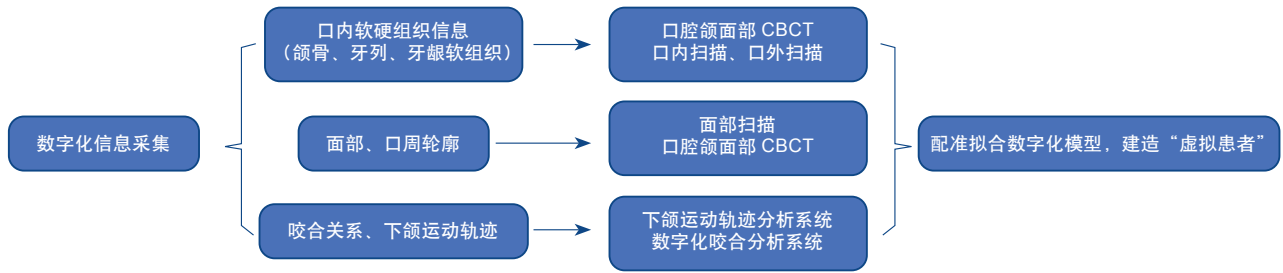


图1 数字化信息采集流程

表1 数字化采集技术信息汇总

数字化采集技术	采集信息	临床常见品牌	对应传统采集技术
口腔颌面部 CBCT	颌骨形态、牙槽骨密度、种植体位置	KaVo (德国) Morita (日本) Planmeca (芬兰) 美亚光电 (中国)	根尖放射线片, 曲面体层放射线片
数字化口内扫描	口内牙体、牙龈、牙列及咬合关系	iTero (美国) E4D Dentist (美国) PlanScan (芬兰) Cerec Omnicam (德国) LaveCos (美国) Trios (德国)	常规托盘印模
数字化口外扫描	种植体植入后的相对位置	Zebris (德国)	常规托盘印模中的转移杆刚性连接
面部扫描	面部轮廓、皮肤质地与颜色、瞳孔及鼻部位置、口周轮廓	3D System (德国) EinScan (中国)	面下三分之一照片摄影
下颌运动轨迹分析	下颌前伸运动和侧方运动	ICam4D (瑞士)	传统机械描记
数字化咬合分析	咬合接触时间、力中心点位置及接触点咬合力	T-scan Novus (美国) Tek-scan (美国)	咬合纸、咬合片

摘要和正文筛选, 共纳入16篇相关文献, 文中引用5篇。以“implant”, “intraoral scan”, “digital impression”, “extraoral scan”, “facial scan”, “cbct”, “virtual facebow technique”, “T-scan”及“virtual patient”等关键词在数据库 PubMed 检索近十年相关文献, 共检索文献256篇, 通过标题、摘要和正文筛选, 共纳入36篇相关文献。

一、采集口内软硬组织相关信息

口内软硬组织包括上下颌骨包括牙槽骨、牙列、牙龈等黏膜及上下颌咬合关系, 非数字化信息采集手段包括根尖放射线片、常规印模等。如今, 通常会采用口腔颌面部锥形束 CT、数字化口内扫描和口外扫描采集相关信息。

1. 口腔颌面部锥形束 CT (cone beam computed tomography, CBCT):

CBCT 是运用平板探测器、锥形束放射源等部件通过围绕患者头部获取患者颌面部冠状位、轴位及矢状位的图像信息, 再通过计算机专业软件合成相应的患者头

面部整体模型。其通过多平面重建图像, 可清晰显示检查部位与周围重要解剖结构的位置关系, 如下颌神经管、颞孔、上颌切牙孔和上颌窦窦底<sup>[2]</sup>。利用 CBCT 图像对骨密度、骨高度、骨宽度等进行测量, 避免造成不必要的骨开窗、骨开裂, 穿透上颌窦底或损伤下颌神经管等重要结构<sup>[3]</sup>。

(1) 口腔颌面部 CBCT 的优缺点: CBCT 三维空间分辨率高, 精确度可达 100 μm, 与多层螺旋计算机断层扫描相当<sup>[4]</sup>; 整体设备占地面积小, 扫描时间短, 影像学检查效率相对较高; 放射剂量约 50 μSv, 远低于常规螺旋 CT; 而近期更有研究人员提出, 在种植治疗中可使用放射剂量更低的超低剂量协议进行影像学检查, 其精度仍满足治疗要求<sup>[5]</sup>。

CBCT 也具有一定缺点, 如软组织密度分辨率偏低, 难以清晰显示患者的口腔颌面部软组织结构<sup>[6]</sup>, 相较而言数字化口内扫描更适宜采集口内软组织信息。拍摄时产生的伪影会影响图像真实性: 如金属伪影, 由于金属密

度较高,阻挡了射线通过而产生<sup>[7]</sup>;运动伪影,由患者在拍摄时的呼吸或吞咽动作产生;散射伪影,由X线光子与拍摄物体产生的相互作用导致等。

(2) 口腔颌面部 CBCT 近期研究进展: CBCT 与数字化口内扫描均可采集口内硬组织信息,二者通常合作与互补。现已有较多研究比较了 CBCT 与数字化口内扫描采集信息的精度:单独扫描人体下颌骨时, CBCT 精度更高<sup>[8]</sup>;但在术后定位下颌骨内种植体时,二者有着接近的精度<sup>[9]</sup>;在长牙弓修复体制作中, CBCT 扫描数据也可用于纠正长牙弓口内扫描偏差,以便完成更加精确的上部修复<sup>[11]</sup>。

随着数字化动态导航在口腔种植中的普及, CBCT 扫描、口内软硬组织模型和口内实际情况的配准越发重要。Luthardt Ralph 等人近期以体外研究评估了数字化导航手术的精确性。其使用的数据采集流程以 CBCT 扫描数据与常规印模或数字化印模所制模型配准,在导航植入 120 颗种植体后,测得角度偏差为 2.88 度,而位置偏差为 153  $\mu\text{m}$ <sup>[10]</sup>。这一精度是否满足临床需求,仍需进一步的临床研究来证实。此外, Johnston William 等人近期以实验室仓扫模型检测 CBCT 扫描数据,发现仅有 3 个配准点时的偏差是 17.63  $\mu\text{m}$ ,而增加配准点也不会提高准确性<sup>[12]</sup>。这一发现对简化 CBCT 数据与实际口内情况配准步骤有所帮助。

## 2. 数字化口内扫描:

数字化口内扫描是获取口内软硬组织形态信息的方式,其由光学摄影、计算机处理及虚拟成像等多方面技术共同组成,主要原理是通过激光、可视光的光学信息将口内软硬组织情况反映到计算机中,在信息整合下呈现一个可视化立体模型<sup>[13]</sup>。临床中使用数字化口内扫描可分为两种,一是间接扫描法,即扫描仪或扫描仓对石膏模型进行扫描,间接获取患者口内信息;二是椅旁扫描法,即扫描头置于患者口内,直接进行扫描,实时获取口内信息。椅旁扫描法更可直接获取上下颌正中咬合关系与运动轨迹,即时测量上下颌咬合间隙。

(1) 口内扫描技术的优缺点:在患者方面,数字化口内扫描减轻了常规取模时的恶心不适,提高了整体诊疗体验<sup>[14-15]</sup>;在医师方面,其简化了操作步骤,节约了椅旁时间,在扫描过程中能实时监测印模质量,对未达标的部位可重新补扫或者修整。

这一技术主要缺点仍集中在图像拼接时精度不足,导致其扫描长牙弓或无牙颌时产生偏差。目前,这一偏差需更多研究证实其是否满足临床需求<sup>[16-18]</sup>。此外,口内扫描时不稳定的黏膜形态以及平整的黏膜表面均会增加数据拼接处理的难度,影响扫描精度<sup>[19]</sup>。

(2) 口内扫描近期研究进展:根据 ITI 共识会议得出的临床指南,数字化口内扫描技术已可作为常规方

法应用于种植体支持的单冠修复<sup>[20]</sup>。由口内扫描替代常规印模,进行种植体支持的单冠修复也愈加普及。近五年,这一技术研究热点集中在评估扫描精度、临床效果与优化临床使用方式等。Nagy 等人评估了 7 种口内扫描仪的精度 (Element 1、Element 2、Emerald、Omnica、Planscan、Trios 3、CS 3600);他们发现 Trios 3 ( $156 \pm 8$ )  $\mu\text{m}$  和 CS 3600 ( $365 \pm 29$ )  $\mu\text{m}$  精度与实验室仓扫无显著差异,但另外 5 种扫描仪精度较低<sup>[21]</sup>;这一差异可能主要来源于数字化口内扫描的图像拼接误差不同。在扫描硬组织方面,口内扫描与常规印模类似,差异仅在 51  $\mu\text{m}$  左右<sup>[42]</sup>;在扫描软组织方面,林野等人发现 3 Shape TRIOS 与 CEREC 口内扫描仪扫描正常牙列周围牙龈均可达到与常规印模相似的精度<sup>[22]</sup>;但在缺牙牙列,有多个研究者发现,无牙体支撑的牙龈会使得扫描精度下降<sup>[23-24]</sup>,与常规印模相比,有 200~1400  $\mu\text{m}$  的差距。

当今,新型冠状病毒对口腔种植治疗带来了新的挑战,而口内扫描在数据采集上减少了整体治疗的椅旁时间和就诊次数,也减少了可能带有感染物的印模和模型在流通中带来的风险<sup>[25]</sup>。

## 3. 数字化口外扫描:

口外扫描是通过口外扫描仪的光学摄影和虚拟成像技术,获取患者口内牙列等软硬组织与颜面部组织的位置关系。这一技术通常应用于无牙颌患者治疗中:多颗种植体植入后,在种植体上连接特定的扫描杆,口外扫描设备可同时识别所有扫描杆上的数个特定标志点,即可准确获取扫描杆对应的种植体位置。这一技术取代了在长牙弓取模中耗时较长的刚性连接。口外扫描系统通常与口内扫描结合使用。二者的扫描文件可通过软件拟合,重建患者面部的三维可视化模型,种植体、上下牙列、牙列与颜面部的位置关系均可由此精准采集,辅助上部修复体的数字化设计和制作。

### 二、采集面部信息——面部扫描技术

面部扫描技术是基于人脸的面部特征信息,进行面部信息收集、预处理、重建颜面部模型及分析的信息采集技术<sup>[26-27]</sup>。在口腔种植修复领域,面部扫描数据可与口内信息、电子面弓采集的颌间关系及咬合运动轨迹信息等配准,为无牙颌患者综合评估颌位关系、丰满度、笑线等口颌重建关键要素,辅助医师进行兼顾功能与美观的数字化重建以及修复设计。

#### 1. 面部扫描技术的优缺点:

面部扫描作为一种无辐射且无侵入的技术手段,具有扫描快、治疗流程简单、患者舒适度高优点<sup>[28]</sup>。与 CBCT 软组织重建技术相比,面部扫描技术无放射暴露风险,软组织成像精确度相对较高<sup>[29]</sup>,其直接扫描成像也可模拟面部纹理及质感。然而, CBCT 软组织重建技术可通过调整影像透明度直接获得软组织表面与颌骨的位置

置关系,面部扫描技术需结合 CBCT 数据才可实现这一功能。

## 2. 面部扫描技术近期研究进展:

精准捕捉面部轮廓以实现与口内信息的配准,一直是面部扫描技术应用于种植治疗的研究热点。由于面部扫描和口内扫描的范围一般没有重合,二者需口外配准器辅助配准。Grill Florian 等人发现在不同形态的口外配准器中,球型者在面部扫描中精度最高<sup>[30]</sup>;Lo Russo 等人近期发现可通过口周与鼻唇软组织轮廓搭“桥”,直接将数字化口内扫描件和面部扫描件进行配准<sup>[31]</sup>,无需配准器辅助。

对于面部扫描的精确性,Sanohkan 等人测量了市面上常见的 4 种面部扫描仪(EinScan Pro、EinScan Pro 2X Plus、iPhone X 和 Planmeca ProMax 3D Mid),得出 EinScan Pro 2X Plus 扫描精度优于其他的结论,但在超过 2 mm 的深度测量时这四者可能均不能满足临床需求<sup>[32]</sup>。

## 三、采集咬合关系及下颌运动信息

下颌运动是口腔功能活动的外在表现形式,颞下颌关节、咀嚼肌群、牙齿咬合接触等的共同协调工作得以维持下颌运动的正常进行。在种植治疗中,这些信息一般不单独使用,常与口内扫描、口外扫描及 CBCT 联合使用。

### 1. 下颌运动轨迹分析系统:

过去临床上常使用传统机械描记方法记录下颌运动轨迹,使用面弓、印模模型、咬合架等直接记录患者的下颌前伸运动和侧方运动的真实轨迹<sup>[33]</sup>。现在,数字化记录下颌运动轨迹的方式被简称为电子面弓或虚拟咬合架,主要是通过磁电技术或超声技术,记录面架的相对运动,直观地在软件中展现患者下颌运动轨迹。在口腔种植治疗中,结合口内扫描、口外扫描、CBCT 等数据,电子面弓可辅助医师对无牙颌患者的咬合重建。另外,也可对重建的咬合关系进行口颌运动系统的评估和分析,帮助患者口内的修复体及牙列在正常功能运动状态下保持稳定、均匀的咬合,提高咀嚼效率等。

下颌运动轨迹分析系统的优缺点:与传统机械描记方法相比,电子面弓采集的信息更加全面,数据展现更加清晰;可快速测量下颌运动轨迹如髁突轨迹、切点轨迹和铰链轴,结合患者颌骨形态、上下颌咬合接触、咀嚼肌肌电等其他重要信息,将各种途径检查获得的多源数据进行一体化融合,辅助医师全面进行口颌系统功能分析<sup>[33-34]</sup>。另也有研究表明,数字化下颌运动轨迹分析可通过计算机控制的描记针进行自动试错和纠正,因此比传统机械描记方法更加精准<sup>[35]</sup>。然而,其仪器成本相对传统机械描记而言较高,普及程度不及后者。

### 2. 数字化咬合分析系统:

种植体的骨结合没有牙周膜缓冲,与天然牙牙列相

比更需要颌间颌力的均衡和分散。对无牙颌患者的咬合重建治疗,临床医师均面临了如何检测全口修复体咬合接触情况、帮助义齿保持稳定、咬合均匀及提高咀嚼效率的问题<sup>[36]</sup>。数字化咬合分析系统即通过传感器薄膜与计算机数据整合,准确检测咬合接触时间、力中心点位置及接触点咬合力大小,显示全口总咬合力与两侧咬合力占比,辅助临床医师对患者咬合力进行正确评估的技术。其帮助临床医师全面掌握患者的咬合接触及颌力大小,通过合适的上部修复体设计和调整,维持种植体和上部修复体的稳定。

(1) 数字化咬合分析系统的优缺点:与传统咬合片、咬合纸相比,咬合分析系统可直接定量分析患者早期咬合接触时间、咬合分布等情况<sup>[37]</sup>,利于清除咬合创伤与干扰,促进咬合力量均衡分布,为义齿修复的稳定性提供条件<sup>[38]</sup>。然而,其仪器成本高于咬合纸、咬合片等,因此普及程度远不及后者。此外,数字化口内扫描也可监测和检查咬合间隙,但精确度不及数字化咬合分析系统。

(2) 数字化咬合分析系统近期研究进展:临床中常用 T-scan 系统实现数字化咬合分析。有研究者比较了 T-scan 与口内扫描在评估咬合接触方面的可靠性,发现 T-scan 高于口内扫描<sup>[39]</sup>。比起评估 T-scan 的临床有效性,更多的研究集中在应用 T-scan 分析种植治疗后长期随访患者的咬合变化。有研究者发现,在种植治疗的三年随访中,上部修复完成后 3 个月内种植位点咬合力和咬合接触时间显著增加,随后没有显著变化<sup>[40]</sup>,类似结果同样出现在另一研究中<sup>[41]</sup>。

近年来,数字化数据采集技术在口腔种植修复领域中得到了突飞猛进的发展,一定程度上创新了诊疗模式,改变了临床医生的思维方式。当前,在口腔种植领域中,数字化数据采集技术的应用还存在很多不足之处,如仪器价格高昂,医师需再培训后才能使用,需求椅旁辅助技师;此外,部分技术仍存在应用上的局限性等等。

长远来看,数字化数据采集技术以高精度、数据易于存储、方便多学科整合与共享等优势会逐步扩大其在口腔医学领域的应用。通过数字化口内外扫描、面部扫描、CBCT 扫描、电子面弓等将颜面部、口内软硬组织、颌骨及关节等数据信息整合,建造“虚拟患者”实现疑难杂症口腔多学科精确诊断、科学合理选择治疗方案。同时,数字化技术以其数据传播的优越性,方便各级医疗卫生机构及医师的沟通和交流,辅助推进分级诊疗制度的建设,方便广大群众就医。伴随着技术、材料、设备及理念的发展,口腔医疗将在这些技术的加持下变得更加安全、便捷和高效。

**利益冲突** 本文作者均声明不存在利益冲突

**致谢:**感谢武汉大学口腔医学院付爽对文中口腔颌面部 CBCT 部分提出意见和建议。

## 参 考 文 献

- [1] Creagh J, Bohner L, Sesma N, et al. Integrating a facially driven treatment planning to the digital workflow for rehabilitation of edentulous arches: a case report[J]. *J Contemp Dent Pract*, 2020,21(12):1393-1397.
- [2] Fukami K, Shiozaki K, Mishima A, et al. Bifid mandibular canal: confirmation of limited cone beam CT findings by gross anatomical and histological investigations[J]. *Dentomaxillofac Radiol*, 2012,41(6):460-465. DOI: 10.1259/dmfr/60245722.
- [3] Aksoy U, Aksoy S, Orhan K. A cone-beam computed tomography study of the anatomical relationships between mandibular teeth and the mandibular canal, with a review of the current literature[J]. *Microsc Res Tech*, 2018,81(3):308-314. DOI: 10.1002/jemt.22980.
- [5] Van Dessel J, Nicolielo LF, Huang Y, et al. Accuracy and reliability of different cone beam computed tomography (CBCT) devices for structural analysis of alveolar bone in comparison with multislice CT and micro-CT[J]. *Eur J Oral Implantol*, 2017,10(1):95-105.
- [5] de Castro HS, Kehrwald R, Matheus RA, et al. Influence of low-dose protocols of CBCT on dental implant planning[J]. *Int J Oral Maxillofac Implants*, 2021,36(2):307-312. DOI: 10.11607/jomi.8773.
- [6] Dusseldorp JK, Stamatakis HC, Ren Y. Soft tissue coverage on the segmentation accuracy of the 3D surface-rendered model from cone-beam CT[J]. *Clin Oral Investig*, 2017,21(3):921-930. DOI: 10.1007/s00784-016-1844-x.
- [7] Nagarajappa AK, Dwivedi N, Tiwari R. Artifacts: The downturn of CBCT image[J]. *J Int Soc Prev Community Dent*, 2015,5(6):440-445. DOI: 10.4103/2231-0762.170523.
- [8] Al-Rimawi A, Shaheen E, Albdour EA, et al. Trueness of cone beam computed tomography versus intra-oral scanner derived three-dimensional digital models: An ex vivo study[J]. *Clin Oral Implants Res*, 2019,30(6):498-504. DOI: 10.1111/clar.13434.
- [9] Skjerven H, Olsen-Bergem H, Rønold HJ, et al. Comparison of postoperative intraoral scan versus cone beam computerised tomography to measure accuracy of guided implant placement-A prospective clinical study[J]. *Clin Oral Implants Res*, 2019,30(6):531-541. DOI: 10.1111/clar.13438.
- [10] Schnutenhaus S, Knipper A, Wetzell M, et al. Accuracy of computer-assisted dynamic navigation as a function of different intraoral reference systems: an in vitro study[J]. *Int J Environ Res Public Health*, 2021,18(6). DOI: 10.3390/ijerph18063244.
- [11] Gómez-Polo M, Ballesteros J, Padilla PP, et al. Merging intraoral scans and CBCT: a novel technique for improving the accuracy of 3D digital models for implant-supported complete-arch fixed dental prostheses[J]. *Int J Comput Dent*, 2021,24(2):117-123.
- [12] Jamjoom FZ, Yilmaz B, Johnston WM. Impact of number of registration points on the positional accuracy of a prosthetic treatment plan incorporated into a cone beam computed tomography scan by surface scan registration: An in vitro study[J]. *Clin Oral Implants Res*, 2019,30(8):826-832. DOI: 10.1111/clar.13490.
- [13] Mandelli F, Ferrini F, Gastaldi G, et al. Improvement of a digital impression with conventional materials: overcoming intraoral scanner limitations[J]. *Int J Prosthodont*, 2017,30(4):373-376. DOI: 10.11607/ijp.5138.
- [14] Schepke U, Meijer HJ, Kerdijk W, et al. Digital versus analog complete-arch impressions for single-unit premolar implant crowns: Operating time and patient preference[J]. *J Prosthet Dent*, 2015,114(3):403-406.e1. DOI: 10.1016/j.prosdent.2015.04.003.
- [15] Gallardo YR, Bohner L, Tortamano P, et al. Patient outcomes and procedure working time for digital versus conventional impressions: A systematic review[J]. *J Prosthet Dent*, 2018,119(2):214-219. DOI: 10.1016/j.prosdent.2017.07.007.
- [16] Amin S, Weber HP, Finkelman M, et al. Digital vs. conventional full-arch implant impressions: a comparative study[J]. *Clin Oral Implants Res*, 2017,28(11):1360-1367. DOI: 10.1111/clar.12994.
- [17] Marghalani A, Weber HP, Finkelman M, et al. Digital versus conventional implant impressions for partially edentulous arches: An evaluation of accuracy[J]. *J Prosthet Dent*, 2018,119(4):574-579. DOI: 10.1016/j.prosdent.2017.07.002.
- [18] Iturrate M, Minguez R, Pradies G, et al. Obtaining reliable intraoral digital scans for an implant-supported complete-arch prosthesis: A dental technique[J]. *J Prosthet Dent*, 2019,121(2):237-241. DOI: 10.1016/j.prosdent.2018.03.008.
- [19] Andriessen FS, Rijkens DR, van der Meer WJ, et al. Applicability and accuracy of an intraoral scanner for scanning multiple implants in edentulous mandibles: a pilot study[J]. *J Prosthet Dent*, 2014,111(3):186-194. DOI: 10.1016/j.prosdent.2013.07.010.
- [20] Wismeijer D, Joda T, Flügge T, et al. Group 5 ITI consensus report: digital technologies[J]. *Clin Oral Implants Res*, 2018,29 Suppl 16:436-442. DOI: 10.1111/clar.13309.
- [21] Nagy Z, Simon B, Mennito A, et al. Comparing the trueness of seven intraoral scanners and a physical impression on dentate human maxilla by a novel method[J]. *BMC Oral Health*, 2020,20(1):97. DOI: 10.1186/s12903-020-01090-x.
- [22] Wei D, Di P, Tian J, et al. Evaluation of intraoral digital impressions for obtaining gingival contour in the esthetic zone: accuracy outcomes[J]. *Clin Oral Investig*, 2020,24(4):1401-1410. DOI: 10.1007/s00784-019-03105-6.
- [23] da Silva Marques DN, Marques Pinto RJ, Alves R, et al. Soft tissue replication in single unit implant impressions-A

- three dimensional clinical study[J]. J Esthet Restor Dent, 2019,31(4):359-368. DOI: 10.1111/jerd.12481.
- [24] Duran JC, Aguirre F, Pino R, et al. Dimensional variations in the soft tissue profile after removal of implant-supported fixed interim restorations: a pilot clinical study[J]. Implant Dent, 2018,27(1):28-32. DOI: 10.1097/ID.0000000000000720.
- [25] Stefanelli LV, Franchina A, Pagliarulo M, et al. Management of a complex case during COVID-19 time using one-day digital dentistry: a case report[J]. J Contemp Dent Pract, 2020,21(11):1284-1292.
- [26] Zimmermann M, Mehl A. Virtual smile design systems: a current review[J]. Int J Comput Dent, 2015,18(4):303-317.
- [27] Katase H, Kanazawa M, Inokoshi M, et al. Face simulation system for complete dentures by applying rapid prototyping[J]. J Prosthet Dent, 2013,109(6):353-360. DOI: 10.1016/S0022-3913(13)60316-9.
- [28] 杨敏, 刘福祥. 激光扫描在头面部软组织三维重建和测量中的应用[J]. 国际口腔医学杂志, 2010,37(3):351-354. DOI: 10.3969/j.issn.1673-5749.2010.03.030.
- [29] Zhao YJ, Xiong YX, Wang Y. Three-dimensional accuracy of facial scan for facial deformities in clinics: a new evaluation method for facial scanner accuracy[J]. PLoS One, 2017,12(1):e0169402. DOI: 10.1371/journal.pone.0169402.
- [30] Ritschl LM, Wolff KD, Erben P, et al. Simultaneous, radiation-free registration of the dentoalveolar position and the face by combining 3D photography with a portable scanner and impression-taking[J]. Head Face Med, 2019,15(1):28. DOI: 10.1186/s13005-019-0212-x.
- [31] Marchack BW, Sharma A, Lefebvre CA. The journal of prosthetic dentistry: a historical perspective[J]. J Prosthet Dent, 2018,119(4):497-498. DOI: 10.1016/j.prosdent.2018.02.009.
- [32] Amornvit P, Sanohkan S. The accuracy of digital face scans obtained from 3D scanners: an In vitro study[J]. Int J Environ Res Public Health, 2019,16(24).DOI: 10.3390/ijerph16245061.
- [33] 孙方方, 张丽仙, 吴国锋. 下颌运动轨迹记录的数字化技术[J]. 实用口腔医学杂志, 2020,36(6):980-984. DOI: 10.3969/j.issn.1001-3733.2020.06.035.
- [34] 吴国锋. 面弓记录的临床规范化操作[J]. 实用口腔医学杂志, 2017,33(04):567-570.
- [35] Ahn SJ, Tsou L, Antonio Sánchez C, et al. Analyzing center of rotation during opening and closing movements of the mandible using computer simulations[J]. J Biomech, 2015,48(4):666-671. DOI: 10.1016/j.jbiomech.2014.12.041.
- [36] Hagiwara Y, Narita T, Araki M, et al. Repair of a multiple implant-supported fixed superstructure with a metal-ceramic resin-bonded fixed partial denture: a clinical report[J]. J Oral Implantol, 2014,40 Spec No:371-374. DOI: 10.1563/AAID-JOI-D-12-00036.
- [37] 阙娜. 全口义齿修复前干预对修复满意度影响的研究[J]. 国际老年医学杂志, 2014,35(6): 260-262. DOI: 10.3969/j.issn.1674-7593.2014.06.007.
- [38] 邓华颀, 王芳, 钟晓霞. T-Scan 咬合分析系统对全口义齿咬合关系的研究[J]. 广西医科大学学报, 2015,32(3):408-409.
- [39] Ayuso-Montero R, Mariano-Hernandez Y, Khoury-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.
- [40] Luo Q, Ding Q, Zhang L, et al. Analyzing the occlusion variation of single posterior implant-supported fixed prostheses by using the T-scan system: a prospective 3-year follow-up study[J]. J Prosthet Dent, 2020,123(1):79-84. DOI: 10.1016/j.prosdent.2018.12.012.
- [41] Madani AS, Nakhaei M, Alami M, et al. Post-insertion posterior single-implant occlusion changes at different intervals: a T-scan computerized occlusal analysis[J]. J Contemp Dent Pract, 2017,18(10):927-932. DOI: 10.5005/jp-journals-10024-2151.
- [42] da Silva Marques DN, Marques Pinto RJ, Alves R, et al. Soft tissue replication in single unit implant impressions-A three dimensional clinical study[J]. J Esthet Restor Dent, 2019,31(4):359-368. DOI: 10.1111/jerd.12481.



## 标准基台 biāo zhǔn jī tái

conventional loading

与种植体 - 基台连接相匹配的原厂预成基台。“标准基台”的含义只代表制造商为其特定品牌种植体提供的适配基台产品。

宿玉成.《口腔种植学词典》.第一版[M].北京:人民卫生出版社,2021,26.

## · 名词释义 ·