

[DOI] 10.12016/j.issn.2096-1456.2022.07.008

· 综述 ·

# 无牙颌种植固定义齿设计的研究进展

刘诗瑶<sup>1</sup>, 晏奇<sup>2</sup>, 施斌<sup>2</sup>

1. 南方医科大学南方医院, 南方医科大学口腔医学院, 广东 广州(510515); 2. 武汉大学口腔医院种植科, 湖北武汉(430079)

**【摘要】** 随着人口老龄化和无牙颌患者数量的增加, 种植支持式固定义齿修复在临床上的应用越来越多。正确评估患者的剩余骨量和咬合状态十分重要。上颌通常需要6~8颗种植体, 而下颌需要4~6颗种植体以完成种植固定修复, 而对于牙槽骨萎缩严重的患者, 可以采取“All-on-4/6”的治疗方案、短种植体、穿颧穿翼种植体等以避免复杂的植骨手术, 以上外科经验要求较高的术式需要谨慎尝试。上部结构按修复方式可以分为整体式修复和分段式修复, 整体式修复种植体植入数目少、位置灵活、应力分布合理但后期维护成本大; 分段式修复易获得被动就位, 方便清洁和后期的维护, 但种植体需要数量多, 对牙槽骨要求高。咬合设计推荐使用相互保护, 尤其在即刻负重时应尽量避免悬臂设计。

**【关键词】** 种植固定修复; 无牙颌; 全牙弓; 修复设计; 咬合; 外科设计; 数字化种植; 翼上颌区种植; 穿颧骨种植; 倾斜种植体

**【中图分类号】** R78 **【文献标志码】** A **【文章编号】** 2096-1456(2022)07-0511-06

**【引用著录格式】** 刘诗瑶, 晏奇, 施斌. 无牙颌种植固定义齿设计的研究进展[J]. 口腔疾病防治, 2022, 30(7): 511-516. doi:10.12016/j.issn.2096-1456.2022.07.008.



微信公众号

**Research progress on the design of fixed implant-supported prostheses in edentulous jaws** LIU Shiyao<sup>1</sup>, YAN Qi<sup>2</sup>, SHI Bin<sup>2</sup>. 1. Nanfang Hospital, Southern Medical University & Stomatological College of Southern Medical University, Guangzhou 510515, China; 2. Department of Implantology, School & Hospital of Stomatology, Wuhan University, Wuhan 430079, China

Corresponding author: SHI Bin, Email: shibin\_dentist@whu.edu.cn, Tel: 86-27-87686600

**【Abstract】** With the aging of the population and the increase in the number of edentulous patients, implant-supported fixed restorations have become more prevalent in clinical treatment. It is necessary to assess the patient's remaining bone and occlusal situation correctly; the upper jaw usually needs 6 to 8 implants, whereas the lower jaw needs 4 to 6 implants. Patients with severe alveolar bone atrophy can adopt the "all-on-4/6" treatment plan, short implants, and zygomatic and pterygomaxillary implants to avoid complex bone grafting and remain cautious when the surgical procedures require more surgical experience. According to the repair methods, the superstructure can be divided into one-piece repair and segmental repair. One-piece repair has a lower implant number, flexible location, and reasonable stress distribution but a high maintenance cost. Sectional repair easily achieves passive placement, convenient cleaning, and maintenance in the late stages, but implants need quantity and high requirements for alveolar bone. However, the requirements for alveolar bone and implant number are high. Mutually protected occlusion with minimal or no cantilever on provisional prosthesis is recommended.

**【Key words】** fixed implant-supported rehabilitations; edentulous jaw; full-arch; prosthesis design; occlusion consideration; surgical design; computer-assisted implantology; pterygomaxillary implant; zygoma implant; tilted implant

**J Prev Treat Stomatol Dis, 2022, 30(7): 511-516.**

**【收稿日期】** 2021-09-26; **【修回日期】** 2021-11-28

**【基金项目】** 国家自然科学基金项目(81901045)

**【作者简介】** 刘诗瑶, 主治医师, 硕士, Email: crystalludentist@163.com

**【通信作者】** 施斌, 主任医师, 博士, Email: shibin\_dentist@whu.edu.cn, Tel: 86-27-87686600

**【Competing interests】** The authors declare no competing interests.

This study was supported by the grants from Natural Science Foundation of China (No. 81901045).

随着对生活质量要求的提高,越来越多无牙颌或者余留牙无法支持咀嚼功能的患者寻求种植治疗,尤其是种植固定义齿,以期恢复咀嚼和美观功能<sup>[1]</sup>。相较于传统全口义齿,无牙颌种植支持式固定义齿有更好的固位力和更高的咀嚼效率,大幅提升了患者舒适度和满意度。然而,无牙颌种植治疗是种植领域的难点,其外科技术敏感性较高,要求术者更多的临床经验,种植医师需要根据患者的整体情况,制定个性化的种植方案<sup>[2]</sup>。国际口腔种植学会(ITI)共识报告中指出,对于无牙颌患者,最终修复设计方案应在制定外科手术计划之时开始考虑,包括种植体的数量和位置分布、修复体材料选择等方面<sup>[3]</sup>。本文将针对无牙颌患者的种植支持式固定义齿的设计展开综述。

## 1 外科设计

### 1.1 患者骨量评估

Misch等<sup>[4]</sup>最早根据牙槽骨的高度、骨量和缺损情况对无牙颌牙槽骨进行了分类,提出在切牙区、2个尖牙区和2个前磨牙磨牙区,关键种植位置需要在每个区域内都植入种植体。Papadimitriou等<sup>[5]</sup>对无牙颌牙槽骨组织形态进行分类,用作指导种植设计的诊断工具:① I型A亚类牙槽嵴(牙槽骨高度、宽度骨量充足),不需要进行骨增量手术,通常植入常规种植体(长度>10 mm),设计种植体支持式全口固定义齿,可以选择最佳位置植入;② I型B亚类牙槽嵴(牙槽骨骨量适量),可能需要骨增量手术才能植入常规种植体,也可考虑植入短种植体或覆盖义齿修复;③ I型C亚类(牙槽骨严重吸收),以覆盖义齿修复为主,或采用倾斜种植技术避开邻近解剖结构;④ I型D亚类(牙槽骨完全吸收,上颌窦底牙槽骨少于2 mm,下颌牙槽神经管于牙槽骨表面),注意预防牙槽骨骨折,覆盖义齿为最佳选择;⑤ II型BC亚类(前牙区与两侧后牙区骨量不一致),可采用倾斜种植方案后固定义齿修复,或者采用覆盖义齿;⑥ III型ABD亚类(前、后3个区段的牙槽骨形态差异大),考虑在骨量多的部位放多个种植体,设计悬臂,此时修复设计要更加谨慎,亦可选择覆盖义齿。

### 1.2 种植体数目与分布

大量文献推荐固定修复体在上颌通常需要6~8颗种植体,而下颌需要4~6颗种植体,种植体及上部修复结构才能获得较高的成功率<sup>[6-7]</sup>。这主要是由于上颌骨密度低于下颌骨密度,上颌种植体初期稳定性相对更难获得、骨结合强度也更弱。此外,在上下颌运动时,下颌以弧线运动主动撞击上颌,形成一个向外、向前的水平向分力。因此,无牙颌患者在上颌需要的种植体数量往往要多于下颌。

然而,牙槽嵴顶与下牙槽神经、上颌窦底距离较近在无牙颌患者中十分常见,Maló提出可以采用“All-on-4”的治疗方案,斜形种植体可以避免后牙区复杂植骨手术,简化手术的复杂程度,降低花费。多篇文献证实下颌“All-on-4”种植体的高成功率,其中Maló团队报道18年随访期下颌成功率高达91.7%~100%,而上颌“All-on-4”种植修复在最长13年跟踪随访中,种植体成功率也高达93.9%~100%<sup>[8-11]</sup>。

值得一提的是,前期若发生生物并发症,容易引起种植体的失败,同时无论是上颌还是下颌固定修复的种植成功率随着随访时间的延长而下降<sup>[8-9]</sup>。Tallarico等<sup>[12]</sup>进行5年的随机对照研究,结果显示4颗种植体与6颗种植体周骨组织丧失相比没有显著差异,然而植入4颗种植体可能会有更多的机械并发症和生物学并发症<sup>[13-14]</sup>。Silva等<sup>[15]</sup>利用三维有限元分析4颗/6颗种植体支持的无牙颌固定修复,结果显示两种模型的应力分布和位置非常相似,但种植体数量的增加会导致最大应力值下降,建议对生物力学风险较大的病例,例如磨牙症或者骨质较差,采用更多的种植体。

### 1.3 翼种植体和颧种植体

翼种植体和颧种植体常用于上颌牙槽骨严重萎缩的患者,最早于1989年提出翼种植体,避免上颌窦提升等复杂植骨手术和悬臂桥的使用,然而翼上颌区周围的解剖结构复杂,骨性解剖个体差异很大,成功率尚存在较大的争议,为80%~99%,随访时间也较短,缺乏长期随访数据<sup>[16]</sup>。Parel等<sup>[17]</sup>曾报道种植体在上颌窦内不一定会影响上颌

窦健康,并于2001年首次报道了颧种植体利用颧骨作为锚定点获得较好的初期稳定性和高成功率。长达11年的临床回顾性研究结果显示颧种植体成功率100%,最常见生物学并发症为上颌窦黏膜穿孔,种植体周黏膜炎的发生率26%~40%,未见种植体周围炎的发生,机械性并发症包括基台松动(5.8%),牙冠脱落和修复体折断(14.7%)和修复螺丝松动(2.9%)<sup>[18]</sup>。Gutiérrez等<sup>[19]</sup>就颧种植体应用情况进行系统性回顾和meta分析,结果显示,颧种植体失败率为0.69%,远低于传统种植体(2.89%),修复并发症和上颌窦并发症发生率较低。翼种植体和颧种植体手术操作难度大,周围解剖结构复杂且邻近重要的解剖结构,可选择外科导板导航技术的辅助,但术者若缺乏相关外科经验,可引起重大的术中术后并发症,临床医师需要谨慎尝试。

总体而言,牙槽骨的质与量直接影响负载时机的选择、种植体的数量和分布。2021年发表的共识性报道中指出,当前下颌无牙颌患者种植体植入的报道主要集中在颧孔前区,而上颌无牙颌患者的种植体均匀分布于前牙和后牙区<sup>[20]</sup>。对于上颌后牙区萎缩严重的患者,可以进行上颌窦提升手术、onlay植骨术等,也可应用短种植体或者穿颧穿翼种植体避免复杂植骨手术,但迷你种植体不建议用于永久修复体的支撑。关于倾斜种植体和轴向种植体在重建骨组织的长期效果仍有待证据支持,当骨量情况不好时,覆盖义齿也不失为一种合适的治疗方案。

## 2 修复设计

### 2.1 修复结构设计

无牙颌固定修复的上部修复设计一般分为整体式修复和分段式修复。

整体式设计修复效果好,预后较好,有较高的种植体存留率。一项5年临床观察的meta分析显示整体式设计修复种植体存留率98.93%~96.86%,修复体存留率为98.61%~97.25%<sup>[21]</sup>。整体式设计修复具有较多优点:种植体植入数目少、植入位置灵活、应力分布合理、具有最佳的生物力学环境,更利于咬合力在种植体间分散、减缓应力集中等<sup>[22]</sup>。然而,其缺点为一旦修复义齿出现机械性或者生物学并发症时,可能引起整个修复体的失败,增大了后期维护的时间和成本。

分段式修复可将上部结构分为2段、3段或

4段,可以最大限度的适应下颌骨的弹性和形变,拥有诸多优势,如获得更稳定的颌位关系、简化技工室程序、更易获得被动就位、方便清洁和后期的维护等,但缺点为需要植入更多的种植体,对牙槽骨骨量要求也更高<sup>[23]</sup>。回顾性研究比较一段式和分段式设计随访10年的崩瓷发生率,分段式仅为26.3%,远低于一段式设计<sup>[24]</sup>。

### 2.2 悬臂梁

当在做咀嚼运动的时候,悬臂梁对于种植体、基台螺丝、修复体螺丝、粘接剂或者种植体-骨界面来说,都是一种作用力放大器。尤其是当牙冠较短或者患者有副功能活动时候,这种情况会更加严重。在外力因素很低,且骨密度适合的时候,悬臂梁的长度可延伸至A-P距离的2.5倍。A-P距离指远中种植体远中面连线与通过最前方种植体中心的平行线之间的垂直距离。第五次欧洲骨结合协会(EAO)共识大会指出当悬臂梁平均长度不超过2个牙位或20 mm咬合面,无牙颌患者种植修复仍有较高的成功率,但5~10年的修复并发症(尤其是崩瓷或者修复体折断)发生率较高<sup>[24]</sup>。较长悬臂梁会导致引力增加,加重种植体的负荷,增加种植的修复并发症发生,如修复体的折断和螺丝的松动等,从而影响种植体的长期成功率。在下颌区域,种植修复体的悬臂梁长度小于15 mm有更高的成功率,而上颌牙槽骨密度较疏松,上下颌运动时下颌以弧线运动主动撞击上颌,建议上颌种植修复悬臂梁长度控制在10~12 mm以内<sup>[25]</sup>。Drago等<sup>[26]</sup>进行4年的临床回顾性分析指出,临时修复体悬臂梁应不超过1个牙位,而最终修复体悬臂梁/前后牙A-P距离应小于1。

### 2.3 修复材料的选择

无牙颌上部修复材料由支架材料和饰面材料构成。支架作为全口义齿的支撑部分,应具有良好的刚度和生物相容性,易与饰面材料结合,常用的3类包括氧化锆支架、钛支架和铸造金属支架。铸造金属支架强度高,但常常容易无法达到被动就位而引起应力集中、螺丝松动折断等机械并发症,精确度也低于其他两类。钛支架精确度高、生物相容性好,费用适中,上部结构可以选择树脂冠、金属冠、氧化锆冠等。氧化锆支架较好生物相容性,透光性好,可以弥补金属支架龈缘美观问题,高强度、高韧性,5年随访氧化锆一体式支架成功率高达90.9%<sup>[27]</sup>。

饰面材料附于支架表面,承担咬合功能和美

学效果,常用的是树脂、烤塑、陶瓷、氧化锆等。树脂与烤塑材料整体质量轻,可达到美观、易于修补,缓冲殆力等作用,但强度不足、容易出现人工牙折裂、强度不足、染色等问题,美观性不如陶瓷材料。Bagegni等<sup>[28]</sup>对修复材料进行meta分析,发现烤瓷修复体折断的发生率为8%,全瓷的折断发生率为15%,而金属-树脂折断发生率为22%,但种植体和修复体存留率无差别。丙烯酸树脂作为修复材料,机械并发症发生率较高,同时更易导致菌斑堆积,引发生物学并发症。而全瓷义齿和金属-树脂义齿在生物学并发症上并无显著差别,其中软组织退缩最为常见<sup>[29-30]</sup>。ITI共识大会中建议无牙颌患者使用高贵或贵金属烤瓷作为首选方案,锆瓷因其支架断裂或瓷层脱落的风险应提前告知患者。同时,选择不同修复材料,其后期机械并发症的类型可能不同。而由于传统烤瓷的高制作成本和并发症的频发,可以选择在非功能区采用少量牙龈瓷的高强度二氧化锆材料。

临床上,不同的修复材料所需要最小颌间距离(种植体颈部至咬合平面的距离)不同,金属烤瓷或者金属-树脂修复体需要10 mm,而全锆修复体则需要至少12 mm咬合空间<sup>[20]</sup>。医师需要根据修复体需要的机械强度、采取的制作工艺以及发音美观等来选择合适的修复材料。全锆材料会是一个不错的选择,但现在仍缺乏足够的临床观察和中长期的证据支持。

#### 2.4 数字化设计

随着计算机辅助设计/计算机辅助制造(computer aided design/computer aided manufacturing, CAD/CAM)的不断发展,数字化技术已全面应用于口腔种植的每个阶段,尤其是复杂的无牙颌患者的设计,通过使用面部扫描仪、口内扫描仪、CBCT等数字化设备,应用专门设计软件,可以获得面部软组织、颌骨解剖结构等,在计算机上叠加重建并进行设计。确定合适的治疗计划,并利用数字化导板、导航甚至种植机器人完成种植体的精准植入;通过口内数字化光学印模,快速完成临时修复体的戴入。目前来说,单颗或少数种植体可以采用口扫描仪制取印模,但对于无牙颌患者仍不建议作为常规操作<sup>[31]</sup>。CAD/CAM技术可用于基台和支架的设计和制作,相较于传统的铸造技术,其精度较高、操作流程简便、可以设计个性化的穿龈形态和外形轮廓。对于无牙颌患者而言,临床医师可以利用CAD/CAM技术先对最终修复体形态及位置

进行设计,以最终修复体为导向设计支架。

### 3 咬合设计

#### 3.1 对颌牙的状态

在无牙颌患者中,上下颌都是无牙颌的患者相对较少,单颌无牙颌的患者更为常见。对颌存留天然牙越多,咬合力越大,需根据天然牙的数量、咬合力的大小、是否有副功能运动等因素适当增加种植体数量、减少悬臂长度。在种植设计的时候尤其需要注意上颌无牙颌且下颌存留天然牙的病例,调整计划以达到上下颌咬合力相匹配。有研究证实当对颌牙是天然牙时,尤其是男性患者,机械并发症修复体折断的发生率为40%<sup>[32]</sup>。因此,在对无牙颌上部修复体进行咬合设计时,需要对对颌牙情况(天然牙、固定义齿、活动义齿等)、咬合因素(夜磨牙、紧咬牙、反颌等)、修复体材料(如材料、瓷层厚度等)进行考虑。

#### 3.2 咬合设计原则

种植牙的咬合设计基本概念和类型主要来自于传统天然牙修复的咬合设计原则,相互保护殆指牙尖交错殆时,后牙均匀接触,承担咬合力,前牙轻接触或不接触;前伸运动时,前牙均匀接触,引导下颌运动,后牙分离;侧方运动时,工作侧尖牙或组牙接触,引导下颌运动,其余牙脱离接触。Kim等<sup>[33]</sup>提出针对不同的情况,无牙颌的咬合类型也有所不同:①对颌为全口义齿时,为双侧平衡殆;②对颌为天然牙时,为组牙功能殆或尖牙保护殆相互保护;③悬臂桥位置不能有工作或者平衡接触;④悬臂部分轻咬合(100 μm轻咬合间隙);⑤在后退接触位与正中颌位之间有1~1.5 mm的正中自由域。前牙或尖牙引导可以减小后牙区的种植体受力,目前普遍认为尖牙引导不仅保护牙齿,还保护关节、肌肉、牙周和牙体等整个咀嚼系统。

当无牙颌患者发生副功能运动、修复体存在不正确的咬合设计或者早接触的时候,由于缺乏像天然牙的牙周韧带,种植修复体更易发生过度负载,种植体周的应力增加,导致种植体周骨组织的丧失,促进各类机械并发症的发生,如修复体的折断、基台螺丝和二级螺丝的松动、崩瓷等,最终种植失败,建议考虑增加种植体数量并采取延期负重<sup>[34]</sup>。

当前主流无牙颌修复的咬合设计注意包括:①常规设计为相互保护殆;②如果行即刻负重,尽量避免悬臂设计,以减少临时修复体负载;③侧方

运动时采用尖牙引导或者前牙引导;④根据种植体数目、牙槽骨的质量、对颌牙条件等选择修复体数量,若采用All-on-4设计最终修复体一般一个牙弓为10~12颗牙齿,以恢复美观和咬合功能<sup>[12]</sup>。

#### 4 即刻负重

目前临床上骨量充分时常规植入6~8颗种植体或行“All-on-4/6”及穿颧种植体等倾斜种植体植入,无牙颌患者往往术后会进行即刻负重。即刻负荷可以通过机械压力,刺激骨重建,增加种植体周围骨密度。临床医师对适应症的把握十分重要(如病例的选择、植入扭矩、初期稳定性、种植体表面设计等),对夜磨牙症、前牙深覆殆以及初期稳定性较差的患者,不建议进行即刻负重。一般在下颌无牙颌的患者,将种植体植入高密度的颧孔间颌骨时,即使扭矩不高仍可以获得足够的初期稳定性,从而实现即刻负荷。在上颌需要选择骨密度高的位点或者皮质骨情况良好的区域,充分获得皮质骨锚定,通过级差预备窝洞获得较高的初期稳定性,才能进行即刻负重。在种植术后前3个月,采用丙烯酸树脂将即刻负重的种植体以夹板的方式固定,通过螺丝固位的方式进行即刻负重,以重建、维持和稳定患者的颌位关系,正如前文咬合设计原则要求,应尽量避免悬臂设计,以减少临时修复体的过度负载。同时应将咬合调整为浅覆殆浅覆盖,嘱咐患者进软食。

#### 5 小结

综上所述,无牙颌种植支持式固定修复能够最大程度恢复患者的咀嚼功能,提高患者的生活质量,但需要把握好合理的原则,无论是外科、修复还是咬合设计,都需要术者根据患者的不同情况进行仔细的评估分析。而患者的全身情况、经济状况、对治疗结果的期望值、既往治疗历史、唇面部轮廓美学也会对无牙颌整体设计方案的制订产生影响,需对患者的整体情况进行评估后,提供个性化治疗方案,取得较满意的临床治疗效果。此外,数字化种植治疗在临床应用中促进了多学科的交叉发展,可以做到以修复为导向制定治疗方案,提高从种植体植入到上部修复的精确性、实现即刻椅旁修复及个性化的修复体设计,然而目前数字化技术仍存在一定误差,无牙颌患者口扫技术和数字化技术精度有待进一步提升,未来研究可以聚焦在对无牙颌患者从数据采集、设计到

制作的数字化流程中每一步的精准把握。

**【Author contributions】** Liu SY wrote the article. Yan Q and Shi B revised the article. All authors read and approved the final manuscript as submitted.

#### 参考文献

- [1] Khanagar SB, Al EA, Shivanna MM, et al. Age-related oral changes and their impact on oral health-related quality of life among frail elderly population: a review[J]. J Contemp Dent Pract, 2020, 21(11): 1298-1303.
- [2] Park SJ, Leesungbok R, Cui T, et al. How much does experience in guided implant surgery play a role in accuracy? A randomized controlled pilot study[J]. Int J Prosthodont, 2017, 46(7): 922-930. doi: 10.11607/ijp.5179.
- [3] Morton D, Gallucci G, Lin WS, et al. Group 2 ITI consensus report: prosthodontics and implant dentistry[J]. Clin Oral Implants Res, 2018, 29(Suppl 16): 215-223. doi: 10.1111/clr.13298.
- [4] Misch CE, Judy KW. Classification of partially edentulous arches for implant dentistry[J]. Int J Oral Implantol, 1987, 4(2): 7-13.
- [5] Papadimitriou DV, Salari S, Gannam C, et al. Implant-prosthodontic classification of the edentulous jaw for treatment planning with fixed rehabilitations[J]. Int J Prosthodont, 2014, 27(4): 320-327. doi: 10.11607/ijp.3791.
- [6] Lambert FE, Weber HP, Susarla SM, et al. Descriptive analysis of implant and prosthodontic survival rates with fixed implant-supported rehabilitations in the edentulous maxilla[J]. J Periodontol, 2009, 80(8): 1220-1230. doi: 10.1902/jop.2009.090109.
- [7] Sagat G, Yalcin S, Gultekin B, et al. Influence of arch shape and implant position on stress distribution around implants supporting fixed full-arch prosthesis in edentulous maxilla[J]. Implant Dent, 2010, 19(6): 498-508. doi: 10.1097/ID.0b013e3181fa4267.
- [8] Maló P, De Araújo NM, Lopes A, et al. The all-on-4 treatment concept for the rehabilitation of the completely edentulous mandible: a longitudinal study with 10 to 18 years of follow-up[J]. Clin Implant Dent Relat Res, 2019, 21(4): 565-577. doi: 10.1111/cid.12769.
- [9] Maló P, De Araújo NM, Lopes A, et al. The all-on-4 concept for full-arch rehabilitation of the edentulous maxillae: a longitudinal study with 5-13 years of follow-up[J]. Clin Implant Dent Relat Res, 2019, 21(4): 538-549. doi: 10.1111/cid.12771.
- [10] Lopes A, Maló P, de Araujo NM, et al. The NobelGuide(R) All-on-4(R) treatment concept for rehabilitation of edentulous jaws: a prospective report on medium- and long-term outcomes[J]. Clin Implant Dent Relat Res, 2015, 17(Suppl 2): e406-e416. doi: 10.1111/cid.12260.
- [11] Niedermaier R, Stelzle F, Riemann M, et al. Implant-supported immediately loaded fixed full-arch dentures: evaluation of implant survival rates in a case cohort of up to 7 years[J]. Clin Implant Dent Relat Res, 2017, 19(1): 4-19. doi: 10.1111/cid.12421.
- [12] Tallarico M, Meloni SM, Canullo L, et al. Five-year results of a randomized controlled trial comparing patients rehabilitated with immediately loaded maxillary cross-arch fixed dental prosthesis supported by four or six implants placed using guided surgery[J].

- Clin Implant Dent Relat Res, 2016, 18(5): 965-972. doi: 10.1111/cid.12380.
- [13] Ting M, Craig J, Balkin BE, et al. Peri-implantitis: a comprehensive overview of systematic reviews[J]. J Oral Implantol, 2018, 44(3): 225-247. doi: 10.1563/aaid-joi-D-16-00122.
- [14] Chan MH, Nudell YA. All-on-4 concept update[J]. Dent Clin North Am, 2021, 65(1): 211-227. doi: 10.1016/j.cden.2020.09.014.
- [15] Silva GC, Mendonça JA, Lopes LR, et al. Stress patterns on implants in prostheses supported by four or six implants: a three-dimensional finite element analysis[J]. Int J Oral Maxillofac Implants, 2010, 25(2): 239-246.
- [16] Curi MM, Cardoso CL, Ribeiro KC. Retrospective study of pterygoid implants in the atrophic posterior maxilla: implant and prosthesis survival rates up to 3 years[J]. Int J Oral Maxillofac Implants, 2015, 30(2): 378-383. doi: 10.11607/jomi.3665.
- [17] Parel SM, Brånemark PI, Ohmell LO, et al. Remote implant Anchorage for the rehabilitation of maxillary defects[J]. J Prosthet Dent, 2001, 86(4): 377-381. doi: 10.1067/mpr.2001.118874.
- [18] Agliardi EL, Panigatti S, Romeo D, et al. Clinical outcomes and biological and mechanical complications of immediate fixed prostheses supported by zygomatic implants: a retrospective analysis from a prospective clinical study with up to 11 years of follow-up[J]. Clin Implant Dent Relat Res, 2021, 23(4): 612-624. doi: 10.1111/cid.13017.
- [19] Gutiérrez MD, Obrador AC, Zubizarreta-Macho Á, et al. Survival rate and prosthetic and sinus complications of zygomatic dental implants for the rehabilitation of the atrophic edentulous maxilla: a systematic review and meta-analysis[J]. Biology (Basel), 2021, 10(7): 601. doi: 10.3390/biology10070601.
- [20] Schwarz F, Schär A, Nelson K, et al. Recommendations for implant-supported full-arch rehabilitations in edentulous patients: the oral reconstruction foundation consensus report[J]. Int J Prosthodont, 2021, 34: s8-s20. doi: 10.11607/ijp.consensusreport.
- [21] Papaspyridakos P, Mokti M, Chen CJ, et al. Implant and prosthodontic survival rates with implant fixed complete dental prostheses in the edentulous mandible after at least 5 years: a systematic review[J]. Clin Implant Dent Relat Res, 2014, 16(5): 705-717. doi: 10.1111/cid.12036.
- [22] Messias A, Nicolau P, Guerra F. Different interventions for rehabilitation of the edentulous maxilla with implant-supported prostheses: an overview of systematic reviews[J]. Int J Prosthodont, 2021, 34: s63-s84. doi: 10.11607/ijp.7162.
- [23] Zhang XX, Jy S, Gu YX, et al. Long-term outcomes of early loading of straumann implant-supported fixed segmented bridgeworks in edentulous maxillae: a 10-year prospective study[J]. Clin Implant Dent Relat Res, 2016, 18(6): 1227 - 1237. doi: 10.1111/cid.12420.
- [24] Hämmerle C, Cordaro L, Alccayhuaman K, et al. Biomechanical aspects: summary and consensus statements of group 4. The 5th EAO Consensus Conference 2018[J]. Clin Oral Implants Res, 2018, 29 (Suppl 18): 326-331. doi: 10.1111/clr.13284.
- [25] Greenstein G, Cavallaro JJ. Cantilevers extending from unilateral implant-supported fixed prostheses: a review of the literature and presentation of practical guidelines[J]. J Am Dent Assoc, 2010, 141(10): 1221-1230. doi: 10.14219/jada.archive.2010.0049.
- [26] Drago C. Ratios of cantilever lengths and anterior-posterior spreads of definitive hybrid full-arch, screw-retained prostheses: results of a clinical study[J]. J Prosthodont, 2018, 27(5): 402 - 408. doi: 10.1111/jopr.12519.
- [27] Katsoulis J, Mericske-Stern R, Rotkina L, et al. Precision of fit of implant-supported screw-retained 10-unit computer-aided-designed and computer-aided-manufactured frameworks made from Zirconium dioxide and Titanium: an in vitro study[J]. Clin Oral Implants Res, 2014, 25(2): 165-174. doi: 10.1111/clr.12039.
- [28] Bagegni A, Abou-Ayash S, Rücker G, et al. The influence of prosthetic material on implant and prosthetic survival of implant-supported fixed complete dentures: a systematic review and meta-analysis[J]. J Prosthodont Res, 2019, 63(3): 251-265. doi: 10.1016/j.jpor.2019.02.001.
- [29] Chochlidakis K, Ercoli C, Einarsdottir E, et al. Implant survival and biologic complications of implant fixed complete dental prostheses: an up to 5-year retrospective study[J]. J Prosthet Dent, 2021: S0022-3913(20)30802. doi: 10.1016/j.prosdent.2020.12.011.
- [30] Papaspyridakos P, Barizan BT, Kim YJ, et al. Implant survival rates and biologic complications with implant-supported fixed complete dental prostheses: a retrospective study with up to 12-year follow-up[J]. Clin Oral Implants Res, 2018, 29(8): 881-893. doi: 10.1111/clr.13340.
- [31] 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/clr.13309.
- [32] Ventura J, Jiménez-Castellanos E, Romero J, et al. Tooth fractures in fixed full-arch implant-supported acrylic resin prostheses: a retrospective clinical study[J]. Int J Prosthodont, 2016, 29(2): 161-165. doi: 10.11607/ijp.4400.
- [33] Kim Y, Oh TJ, Misch CE, et al. Occlusal considerations in implant therapy: clinical guidelines with biomechanical rationale[J]. Clin Oral Implants Res, 2005, 16(1): 26 - 35. doi: 10.1111/j.1600-0501.2004.01067.x.
- [34] Taruna M, Chittaranjan B, Sudheer N, et al. Prosthodontic perspective to all-on-4(R)concept for dental implants[J]. J Clin Diagn Res, 2014, 8(10): e16-e19. doi: 10.7860/JCDR/2014/9648.5020.

(编辑 周春华)



官网