

[DOI]10.12016/j.issn.2096-1456.2017.01.001

· 专家论坛 ·

## All-on-Four 技术在口腔种植领域中的应用进展

周磊<sup>1</sup>, 岳新新<sup>2</sup>

1. 南方医科大学口腔医院·广东省口腔医院, 广东 广州(510280); 2. 首都医科大学附属北京口腔医院种植中心, 北京(100050)



**【作者简介】** 周磊,男,1956年生人,1989年7月毕业于华西医科大学口腔医学院,获口腔医学博士学位。现任南方医科大学口腔医院·广东省口腔医院副院长、教授、博士生导师。2007年成为国际口腔种植学会的专家组成员,国际口腔种植学会高级会员(Fellow of International Team for Implantology)。2010年当选国际口腔种植学会中国区教育代表(Education delegate),国际口腔种植学会中国区教育部主任。现为国务院政府特殊津贴专家,国际牙医师学院中国区院士,中华口腔医学会口腔种植专委会副主任委员,澳门口腔种植学会名誉会长,广东省口腔医学会种植专委会副主任委员,广东省口腔医学教育专委会副主任委员,广东省医师协会副会长,广东省医学会理事,广东省口腔医学会常务理事;《口腔疾病防治》杂志副主编,《中华口腔医学研究杂志(电子版)》特邀编委,《口腔颌面外科杂志》编委,《中国实用口腔科杂志》编委,《中华口腔医学杂志》特约审稿专家。参与或主持多项国家、省级科学基金项目,内容涉及

种植体表面活性的改进及骨替代材料的研究,相关研究成果得到了国内外同行的认可,在国内外本学科权威期刊发表学术论文70余篇,其中多篇被SCI收录。2003年出版了《口腔种植学临床实践》一书。

**【摘要】** 种植修复是恢复无牙颌患者咀嚼功能和美观的有效治疗方法,但因可用骨量的不足、上颌窦和下牙槽神经血管束等解剖问题而面临巨大挑战。对该类患者行种植体植入术时,常需要进行相关的骨增量手术。All-on-Four技术是指在无牙颌前牙区植入两颗轴向种植体,在远中端植入两颗角度种植体,并即刻负重,且在4~6个月后完成最终修复的新种植修复技术。该技术避免了人工骨粉植入术及上颌窦提升术等骨增量过程,患者心理反应及术后反应较轻,同时节省了患者的时间和金钱成本。这种联合应用倾斜种植体和直种植体来共同完成无牙颌患者的固定修复治疗被认为是一种可行的治疗方式。本文将就All-on-Four概念、常规技术、评价研究以及近年来提出的一些新的观点进行阐述。

**【关键词】** All-on-Four; 种植修复; 倾斜种植体; 无牙颌

**【中图分类号】** R783.4 **【文献标志码】** A **【文章编号】** 2096-1456(2017)01-001-07

**【引用著录格式】** 周磊,岳新新. All-on-Four技术在口腔种植领域中的应用进展[J]. 口腔疾病防治, 2017, 25(1): 1-7.

**Application of All-on-Four technology in the field of dental implants** ZHOU Lei<sup>1</sup>, YUE Xin-xin<sup>2</sup>. 1. Stomatological Hospital of Southern Medical University & Guangdong Provincial Stomatological Hospital, Guangzhou 510280, China; 2. Department of Dental Implantology Center, School of Stomatology, Capital Medical University, Beijing 100050, China

Corresponding author: ZHOU Lei, Email: zho668@263.net, Tel: 0086-20-84233801

**【Abstract】** Dental implant restoration is an effective way to restore the chewing and aesthetic function for edentu-

**【收稿日期】** 2016-06-22; **【修回日期】** 2016-07-25

**【基金项目】** 国家自然科学基金(81170998);广东省医学科研基金(C2012034)

**【作者简介】** 周磊,教授,博士, Email: zho668@263.net

lous. However, dental implant restoration is facing great challenges of the lack of available bone, the maxillary sinus or inferior alveolar nerve vascular bundle, which is often necessary to carry out the related bone augmentation operation. All-on-Four technique is to use four implants in the anterior part of complete edentulous jaws, the two most anterior implants are placed axially whereas the two posterior implants are placed distally angled, to support a provisional, fixed, and immediately loaded prosthesis. The technique avoids the artificial bone substitutes implantation and maxillary sinus augmentation or other bone augmentation surgery. Besides, it could alleviate patients' psychological reaction, postoperative reaction, as well as time and money costs. It is considered a feasible treatment method to combine the application of the oblique implant and the axial implant in the treatment of the edentulous patients. This paper will elaborate on the concept of All-on-Four, the conventional technology, the evaluation research and some new viewpoints.

**【Key words】** All-on-Four; Dental implant restoration; Oblique implant; Edentulous

## 1 All-on-Four 概念

Brånemark 和他的同事们开创了牙种植的先河,并建议种植体(以下也称植体)植入上颌愈合6个月,下颌愈合3个月<sup>[1]</sup>。目前牙种植的标准是功能好且美观,达到该金标准需有足够的骨高度、骨宽度及足够的软组织量<sup>[2]</sup>。但无牙颌患者多存在有严重的颌骨萎缩,包括水平向、垂直向或二者兼有,行种植修复时需同期或预先进行高技术含量的上颌窦提升、植骨、骨劈开或下牙槽神经移位术等复杂术式,而这些手术需要较高的临床技术,在一定程度上增加了并发症,尤其是上颌和下颌后牙区<sup>[3]</sup>。如果不采用骨增量技术而选择前牙区植入种植体和后牙区悬臂修复的方式则增加了修复并发症的发生,如基台松动、义齿折断和种植体失败<sup>[4]</sup>。因此,Maló和他的同事们提出了新型种植修复方式 All-on-Four,简而言之,即在无牙颌患者的上颌或下颌植入4颗植体,其中2颗前牙区植体按轴向垂直植入,2颗靠后的植体则采用角度倾斜植入较长的植体并避免损伤解剖结构(如颞神经或上颌窦),植入后采用固定修复行即刻负重<sup>[5]</sup>。All-on-Four 理念的提出对于无牙颌患者来说不失为一种较好的治疗方法,它可以简单化整个治疗过程,充分利用有效骨量的同时节约时间,减轻经济负担,并在重建其生理功能的前提下减少相关并发症的发生<sup>[6]</sup>。

## 2 All-on-Four 常规技术

常规 All-on-Four 手术方法为:上下颌均采用4颗种植体,近中2颗植体采用轴向植入,位点多在侧切牙和尖牙之间,远中2颗植体采用角度植入,(植体常规直径 $\geq 4$  mm,长度约13~15 mm),上

颌远中2颗植体位于上颌窦前壁前方;下颌2颗远中长植体位于颞孔前,均呈 $30^{\circ} \sim 45^{\circ}$ 远中倾斜,可根据骨量适度调整植体的位置和规格<sup>[7-9]</sup>。

All-on-Four 最终修复体位置:由于颌骨解剖特殊性 & 长期缺失牙齿后导致的牙槽嵴严重吸收,若未行上颌窦提升术或垂直牙槽嵴增高术等骨增量,较难将远中种植体放置在磨牙区位置,所以大部分 All-on-Four 病例的远中植体设计在第一、二前磨牙之间或位于第二前磨牙的位置,而此时终修复体的远中即会存在一个磨牙位的游离端。

## 3 All-on-Four 技术的评价研究

### 3.1 All-on-Four 种植设计方案的生物力学研究

All-on-Four 种植设计方案的特点是:植入4颗植体,4颗植体中有两颗植体为轴向相互间平行植入,在第一、二前磨牙之间或第二前磨牙的位置植入两枚向前倾斜的植体,采用全牙弓一段式修复,修复至第一磨牙。这样从生物力学角度上就有两个需要考虑的问题,第一是倾斜植入植体的应力分布及其对种植体长期稳定性的影响;第二是 All-on-Four 修复方案的应力分布及其对长期存留率的影响。

3.1.1 倾斜植体的应力分布 有研究表明距游离端最近的植体承受90%的殆力,距游离端第二位的植体承受其余10%的殆力<sup>[10]</sup>,对 All-on-Four 种植来说,倾斜种植体是距离游离端最近的植体,倾斜植体受力后应力集中部位以及其是否会引起过度负荷所致的颈部吸收是 All-on-Four 设计中首先需要考虑的问题。Cidade 等<sup>[11]</sup>采用光弹法研究了远中植体为 $15^{\circ}$ (G15 $^{\circ}$ )和 $35^{\circ}$ (G35 $^{\circ}$ )的受力情况,指出二者在总体压力上无明显差别,当所有植体都

负重时,G35在颈部的应力值较大;远中端负重时,G15会增加根尖区的应力值。同样的,Begg等<sup>[12]</sup>采用光弹法分析了远中植体采用四个角度(0°、15°、30°和45°),成对的基台负载49 N(5 kg)、98 N(10 kg)和147 N(15 kg)力时的应力分布,结果显示植体中心区应力最低,根尖区应力较集中。种植体受力随负载力的增加而增加,尤其是负载15 kg力时,在45°的模型中,颈部及根方有明显的应力增加,种植体中间区也有相应的应力增加<sup>[12]</sup>。Sannino<sup>[13]</sup>运用三维有限元分析All-on-Four模型中15°、30°和45°种植体周围受力情况也得出相似结论,发现15°、30°二者间没有太大差别,45°是临界,45°时最大应力值在远中植体的颈部,远中植体根方受力随植体角度的增大而增大。而Malhotra等<sup>[14]</sup>采用三维有限元分析远中角度植体为30°和40°,悬臂梁为4 mm和12 mm时,测量应力值,结果发现:30°和40°倾斜植入在种植体与皮质骨界面间(模型的颈部和底部)的应力值有统计学意义,但在种植体与松质骨界面间(模型的中间部分)的应力值差异没有统计学意义,并指出增加角度并不完全会增加应力值,下颌骨的结构可能是影响种植体受力的一个关键因素,薄弱的部位会承担相对大的负载而产生较大的应力值,从而会增加该处骨的吸收。Li等<sup>[15]</sup>对种植体进行分组:0°、30°和45°分别与短植体和标准植体组合(Tilt0-S、Tilt0-L、Tilt30-L、Tilt30-S、Tilt30-L、Tilt45-S和Tilt45-L);检测其悬臂端负重时各植体的受力并分析各组的应力值;结果表明,Tilt0-S组应力值最大,其他组呈现不同程度的降低。Tilt45-L组降到最低,并推荐Tilt45-L组。从上述研究中可以发现,当种植体角度<30°时,对力的影响没有显著变化,当≥45°时,可显著增加种植体与骨界面间的应力值,使用角度植体在≤45°时有助于应力向根尖区发生转移,在一定程度上分散了种植体颈部的受力,从而有可能减少颈部的骨吸收,尤其是远中悬臂端负重时,45°种植体的应力值明显降低。因此,为了有利于应力向根部分散,降低颈部吸收的风险,同时有利于种植体的长期稳定,我们主张远中种植体倾斜角度应避免超过45°。且建议今后的力学分析研究实验能够采用统一的力学研究模型、加载方式和部位以及检测方法等,以便获得更为准确的力学分析结果<sup>[16-19]</sup>。

3.1.2 All-on-Four修复方案的应力分布及对长期存留率的影响 多数专家指出最好的全牙列是前

牙区和后牙区各放置2颗种植体,以便更好地分散殆力,即平均分散到4颗种植体上。Rangert等<sup>[8]</sup>研究表明增加植体的数量不能有效地分散植体承受的殆力。Maló建议下颌无论任何情况,只要植入4颗种植体已足够。上颌在无需植骨情况下植入长度为10 mm以上、标准直径的植体,那么4颗也是充分的,如果无法植入足够尺寸的植体或者是需要内提升、外提升或骨块移植的病例,可增加植体数量到6~7颗。

有研究表明,修复到第一磨牙就可以恢复咀嚼效率的80%~90%;为了降低修复风险、手术难度及费用,大部分无牙颌(单颌或双颌)行All-on-Four治疗时建议最终修复体到两侧的第一磨牙。Del Fabbro等<sup>[18]</sup>报道种植体支持的游离端固定义齿,7年后的种植体累计存留率为97%,并指出一颗牙左右的游离端,无论是位于种植体的远中还是近中,对植体的存留率都没有直接影响。Lindquist等<sup>[9]</sup>对无牙颌患者的5年观察结果显示,游离端的长度与骨吸收无明显关联,吸烟与不好的口腔卫生习惯是骨吸收的关键因素。Maló甚至认为在相对致密的下颌骨,可以做2~3个牙位的游离端,但在相对疏松的上颌骨,游离端应该控制在一个牙位。

### 3.2 All-on-Four技术种植体存留率和骨吸收

Balshi等通过回顾性对比分析All-on-Four技术植入Brånemark植体的上颌与下颌、男性与女性、角度与轴向,152例患者共200个牙弓800颗植体,认为性别、种植体方向及角度对于无牙颌患者进行All-on-Four治疗计划的制定没有显著影响<sup>[20]</sup>。

国内学者通过纳入69例患者(男37例,女32例,平均56.7岁)植入344颗植体(下颌192颗,上颌152颗),其中240颗是即拔即种。即刻负载全口固定修复体。随访种植体成功率、边缘骨吸收、基台选择、并发症和患者的主观反应。随访33.7个月(12~56个月)的种植体成功率为96.2%,下颌的成功率较高,有统计学意义(99.0% vs 92.8%)( $P < 0.05$ )。在即刻拔除的位点和愈合位点间种植体的成功率差异无统计学意义。种植体周围的边缘骨吸收在垂直植体和角度植体间分别是(0.7 ± 0.2)mm和(0.8 ± 0.4)mm,所有患者对治疗结果满意。他指出All-on-Four为无牙颌或即将成为无牙颌患者提供了较好的治疗效果,满足了诸多中国患者的需求。但同时手术导板的探索性使用因为张口度和上颌前牙区角度基台的应用而受到限制<sup>[21]</sup>。

Patzelt 等<sup>[6]</sup>在一篇系统性回顾里,对 4 804 颗植体的分析显示累积植入植体和修复体的存留率,在第三年时是 $(99.0 \pm 1.0)\%$ 和 $(99.9 \pm 0.3)\%$ 。3年时的骨丧失是 $(1.3 \pm 0.4)\text{mm}$ 。但其指出可用证据存在有一定的局限性,如 13 项研究中有 12 项存在高度偏倚现象;69%的研究来源于有限的研究者(意大利和葡萄牙),也在一定程度上影响了该研究结果的广泛性;测量方法和边缘骨的改变情况也存在多样性;只有 31%的研究的随访超过了 36 个月。Browaeys 等<sup>[22]</sup>在一项 3 年的前瞻性研究中指出:采用计算机引导的不翻瓣手术和 All-on-Four 即刻负重的种植体和修复体的成功率是 100%。然而,1 年和 3 年间的骨丧失平均为 0.48 mm。在第三年,30%种植体存在有超过 1.9 mm 的边缘骨吸收,有 49.2%的患者存在进行性骨吸收。

以上诸多临床研究表明 All-on-Four 设计植体的应用对种植体和修复体的成功率没有显著影响,成功率可高达 99.0% 以上,甚至是 100%。但角度植体对骨丧失的影响从 0.7 mm 到 1.3 mm 不等,有的可达 1.9 mm,并可能存在有进行性的骨吸收。因为缺乏大样本且长期的临床研究和充分的循证医学证据,有关角度植体的应用对种植体和修复体成功率的影响及角度植体在受力的情况下对牙槽骨吸收的影响仍有待更进一步的临床研究。

#### 4 All-on-Four 技术的生物学并发症及机械并发症

Maló 通过对 110 例患者(女 68 例、男 42 例,平均 55.5 岁)的 440 颗植体进行评估,其中 55 例全口无牙颌(G1 组),55 例单颌无牙颌(G2 组)。第一年中 5 例患者有 5 例植体失败,5 年后种植体成功率为 G1 组 94.5%、G2 组 96.4%,差异无统计学意义( $P = 0.645$ )。5 年后种植体边缘骨吸收平均为 $(1.56 \pm 0.89)\text{mm}$ ,其中 G1 组 $(1.45 \pm 0.77)\text{mm}$ 、G2 组 $(1.67 \pm 0.99)\text{mm}$ ,差异无统计学意义( $P = 0.414$ )。5 年后机械并发症的发生率为 G1 组 16%、G2 组 13%, $P = 0.669$ <sup>[23]</sup>。Maló 等纳入 352 例患者,植入 747 颗颧种植体,观察 6 个月至 7 年不等,修复完成后 10 d、2 个月、4 个月、6 个月及以后的每 6 个月复诊并记录生物及机械并发症,期间有 12.2% 患者退出,4 例患者 7 颗颧种植体失败(成功率为 98.2%),1 例修复体丢失(成功率 99.7%),80 例患者出现生物学并发症(种植体周围黏膜炎或种植体周围炎)22.7%,156 例患者出现机械并

症 44%,而其中有三分之一发生在有磨牙症的患者<sup>[7]</sup>。

Tallarico 等<sup>[24]</sup>对 All-on-Four 患者(有的高达 7 年以上)的生物学及机械并发症的回顾性分析显示,56 例患者植入 224 颗植体,观察期间 1 颗植体失败,10 例出现机械并发症,4 例出现生物学并发症,种植体成功率为 98.2%,修复体成功率为 82.1%,边缘骨吸收约 $(1.30 \pm 0.63)\text{mm}$ ,其中即刻植入种植体的位点边缘骨吸收为 $(0.79 \pm 0.26)\text{mm}$ ,延期愈合植入种植体的位点边缘骨吸收为 $(1.03 \pm 0.46)\text{mm}$ ,差异有统计学意义( $P = 0.024$ )。角度植体的应用有一定的生物及机械并发症,但没有直接的证据证明角度植体的存在会增加生物学及机械并发症的发生,加上种植体及修复体并发症的发生与多种因素有关,如个人习惯(吸烟等)、全身系统性疾病(糖尿病等)、不良习惯(夜磨牙等)。因此,有关角度植体对生物学及机械并发症的影响需综合评估。

#### 5 转移关系的方式及终修复体修复材料对 All-on-Four 修复效果的影响

Alikhasi 等<sup>[25]</sup>对植入 4 颗轴向和角度种植体后的转移关系精度做了评估,对比了 40 副种植体水平转移和基台水平转移的模型,并评估了直接法和间接法的精准度。结果表明,无论是直接法还是间接法,基台水平转移结果更为准确,与口内种植体的角度保持一致。而种植体水平转移时,直接法较为准确,间接法与口内种植体角度有一定偏差,且 $P < 0.05$ 。

Crespi 等<sup>[26]</sup>对比了无牙颌患者采用轴向和角度种植体支持的丙烯酸树脂修复体有或无金属支架 3 年后的临床效果。纳入 36 例患者,44 个牙弓(上颌 24 个,下颌 20 个),植入 176 颗植体(每个牙弓 4 颗),21 例采用螺丝固位的全树脂类修复体和 23 例铸造金属支架修复体。得出 3 年的总轴向种植体存留率为 100%,角度种植体存留率为 96.59%。上颌种植体存留率为 98.96%,下颌 97.5%,44 例固定修复体存留率为 100%。在 12、24、36 个月时,轴向和角度种植体间的边缘骨吸收差异无统计学意义,并指出无论采用单纯的树脂修复体还是有金属支架,All-on-Four 技术修复的患者取得了相类似的临床效果。

Misumi 等<sup>[27]</sup>对 10 例无牙颌患者行 All-on-Four 或 All-on-Six 治疗前、戴入丙烯酸树脂临时修复体、

戴入钛金属支架终修复体及修复完成后3个月后的口腔健康对生活质量影响的评估,发现戴入钛金属支架终修复体后,功能受限、生理疼痛、主观生理障碍和心理障碍都明显下降,戴入树脂临时修复体后的心理不适感明显下降,但社交障碍和身心障碍分数在整个过程中无明显变化。

采用何种方式转移关系及终修复体修复材料的选择,与临床医生的技术、技师的加工技术、患者口内的条件等均有很大关系。All-on-Four修复更是依赖于医生的技术,没有经过专门训练或培训的医生,最好慎重选择对无牙颌患者行All-on-Four修复。

## 6 All-on-Four技术对患者口腔生物学功能的影响

De Rossi等<sup>[28]</sup>纳入63例患者(21名All-on-Four患者,21例有牙患者,21例戴用全口义齿),通过测量咬紧时,非习惯性咀嚼和习惯性咀嚼及休息时的肌电图发现所有组均表现出对称的肌肉活动。All-on-Four组和有牙组在收缩状态时的表面肌电描记图(surface electromyography, sEMG)相似,与全口义齿组相比差异有统计学意义;但All-on-Four组和有牙组之间的任何值都没有统计学差异,认为All-on-Four组和有牙组有相似的肌肉功能。因此,相比传统的修复方式,All-on-Four是一种较好的恢复无牙颌患者咀嚼功能、重建其生理的修复方法。

## 7 All-on-Four技术的新认识

### 7.1 颧骨种植体的应用

上颌骨以松质骨为主,骨质密度较低,牙齿缺失后牙槽骨吸收明显,导致上颌骨骨量及其质量的明显下降,加上上颌窦等解剖结构的存在,使得上颌无牙颌患者的种植修复技术应用受限,即刻负重效果难以预期,因此有学者便提出用颧骨种植体对上颌严重萎缩的无牙颌患者行即刻负重,减少远中悬臂端的长度,增加种植体的远期成功率。Ferreira等<sup>[29]</sup>采用All-on-Four种植技术(颧骨及常规种植体)来对上下颌牙槽嵴萎缩的患者行即刻负重。通过在15、25位点植入40 mm颧骨种植体,12、22位点植入常规种植体,利用多功能引导板转移印模,并在术后24 h后戴入上下颌修复体,2年后临床和影像学均显示没有炎症和牙槽骨吸收。证明采用颧骨种植体的All-on-Four即刻负重技术来重建上下颌关系对于无牙颌患者是可行快

速且有效的。Davó等<sup>[30]</sup>评估了颧种植体即刻修复上颌严重萎缩的无牙颌患者5年后的临床效果,指出14例患者中未出现种植体和修复体的失败,但50%患者出现相关并发症(1例颧种植体处出现瘘管,1例在手术过程中突破眶窝,2例出现上颌窦炎症,1例基台螺丝折断,2例修复体折断),但并未影响临床效果。5年后口腔健康影响程度量表(oral health impact profile, OHIP)的评分是3.8,与普通人群相似。其他多项研究同样也指出颧种植体的应用可产生较好修复严重萎缩上颌骨无牙颌效果,但有关颧种植体的临床应用还未广泛,其长期效果还有待更进一步的研究。

### 7.2 短植体的应用

因无牙颌患者牙槽骨的重度吸收,常导致种植体植入所需的骨高度不足,不能植入常规长度的植体(>10 mm),有学者则尝试采用短种植体(7~8 mm)来解决这一问题。Maló对43例上颌低密度骨的患者植入172颗种植体,其中74颗为短种植体,评估1年和3年后种植体成功率、边缘骨吸收、生物及机械并发症。得出1年和3年的短种植体成功率为95.7%和95.1%,常规种植体成功率为100%,长种植体成功率为96.6%和95.2%,边缘骨吸收分别是:短种植体为0.97 mm和1.25 mm,常规种植体为0.82 mm和0.87 mm,长种植体为0.87 mm和0.98 mm。3例患者4颗短种植体出现生物学并发症;13例患者出现机械并发症,其中7例修复体折断和6例螺丝松动<sup>[31]</sup>。长且倾斜的植体较短且直立的植体所引起的应力大,因为相同直径的短直种植体能降低压应力(减少对皮质骨造成严重不良影响)来传递咬合力,然而咬合力主要是通过种植体冠部2~3 mm的皮质骨进行传递,因此,相同直径的短种植体较倾斜的长种植体,可降低传递至周围组织的咬合力,但有的学者则指出短种植体的长期效果不能预测尤其是骨密度较低的上颌后牙区,且短种植体的失败多与后牙区较大的咬合力有关<sup>[32]</sup>。因此有关短种植体在All-on-Four中的应用,还有待更多且长期的临床研究。

### 7.3 小直径植体的应用

传统观点上的All-on-Four认为植入植体的直径不得低于4.0 mm,尤其是2颗远中角度植体,以有充足的稳固力。而对于严重性颌骨萎缩的患者,尽管有时候存在有充足的垂直向骨高度,骨宽度的不足仍然限制了4 mm植体或更粗植体的

植入。Charles等采用All-on-Four理念植入3.5 mm小直径NobelActive种植体作为一种新的修复严重牙槽嵴萎缩患者的方法,为患者植入227颗种植体,3年后的累积存留率为98.7%,修复体存留率为100%。All-on-Four联合应用3.5 mm小直径NobelActive种植体对于修复严重牙槽嵴萎缩的患者有较好的可预期性<sup>[33]</sup>。但小直径种植体的应用目前多集中于少量的种植系统,其是否能在All-on-Four中取得良好的临床效果仍有待进一步的研究。

#### 7.4 计算机辅助外科的应用

计算机辅助外科(computer analysis surgery, CAS)可避免翻瓣,减轻患者术后反应;保证术区骨质良好的血供,尽可能减少骨吸收;维持良好的软组织形态;制作预种植模型,便于术者操作。Pomares等<sup>[34]</sup>采用All-on-Four和“All-on-Six”联合计算机指导下的不翻瓣植入技术为无牙颌患者及26例重度牙周炎患者植入195颗种植体(上颌128颗、下颌67颗),并即刻负重,6~12个月后完成最终修复。临床效果满意,并指出All-on-Four和“All-on-Six”联合计算机指导下的不翻瓣植入技术是一种可行且可预期的治疗方式,但该技术对外科经验要求较高且需要一个严谨的学习过程。

Landazuri等<sup>[35]</sup>对16例全身健康不抽烟、在下颌区有足够的骨量患者(女10例,男6例,平均59岁),采用不翻瓣引导手术行All-on-Four修复。3、6、12个月后总的种植体存留率是90%,短种植体有较高的失败率( $P = 0.098$ )。12个月时的边缘骨丧失约0.83 mm,最大1.07 mm。技术性并发症常见(15/16),主要是预制修复体和基台间不密合(13/16)。指出如果要实现即刻负重,则修复体应按照手术后种植体的实际印模情况,而不是它们的理想位置。

Khatami等<sup>[36]</sup>采用一种All-on-Four修复下颌无牙颌且即刻负重并采用磨碎的钛框架行手术植入,即刻修复顺利,随访1年对治疗效果满意。Faeghi等<sup>[37]</sup>利用CBCT数据制备手术植入导板,避开了重要的解剖结构,提供了安全的手术操作空间,引导了种植体的准确植入。虽然手术导板在种植体植入及上段修复体的制作过程中发挥重要作用,但由于现阶段技术的限制,使得导板的精准性不足,与临床实际操作间存在误差,导致种植体植入位点与预先设计的不一致,而影响临时修复体的戴入,有关导板的应用和研究还有较长的路要走。

## 8 结 语

总之,All-on-Four修复方案为临床提供了一种传统的修复方式以外的修复设计选择,可以较快地恢复无牙颌患者美学及咀嚼功能。大量的基础实验和临床研究均表明All-on-Four修复技术可取得较好的生物力学分布和短期临床效果,但目前可利用的All-on-Four临床相关数据观察期限普遍较短,且缺乏高质量的前瞻性随机对照试验和循证医学资料。因此,All-on-Four技术在无牙颌患者中的应用仍需要长期的深入性研究。

#### 参考文献

- [1] Branemark PI, Svensson B, van Steenberghe D. Ten-year survival rates of fixed prostheses on four or six implants ad modum Branemark in full edentulism[J]. Clin Oral Implants Res, 1995, 6(4): 227-231.
- [2] Ben Hadj Hassine M, Bucci P, Gasparro R, et al. Safe approach in "All-on-four" technique: a case report[J]. Annali di stomatologia, 2014, 5(4): 142-145.
- [3] Del Fabbro M, Testori T, Francetti L, et al. Systematic review of survival rates for implants placed in the grafted maxillary sinus[J]. Int J Periodontics Restorative. Dent, 2004, 24(6): 565-577.
- [4] Bassetti MA, Bassetti RG, Bosshardt DD. The alveolar ridge splitting/expansion technique: a systematic review[J]. Clin Oral Implants Res, 2016, 27(3): 310-24.
- [5] Maló P, Rangert B, Nobre M. "All-on-Four" immediate-function concept with Branemark System implants for completely edentulous mandibles: a retrospective clinical study[J]. Clin Implant Dent Relat Res, 2003, 5(Suppl 1): 2-9.
- [6] Patzelt SB, Bahat O, Reynolds MA, et al. The all-on-four treatment concept: a systematic review[J]. Clin Implant Dent Relat Res, 2014, 16(6): 836-855.
- [7] Maló P, de Araújo Nobre M, Lopes A, et al. Extramaxillary surgical technique: clinical outcome of 352 patients rehabilitated with 747 zygomatic implants with a follow-up between 6 months and 7 years[J]. Clin Implant Dent Relat Res, 2015, 17(Suppl 1): e153-e162.
- [8] Rangert B, Jemt T, Jörneus L. Forces and moments on Branemark implants[J]. Int J Oral Maxillofac Implants, 1989, 4(3): 241-247.
- [9] Lindquist LW, Carlsson GE, Jemt T. Association between marginal bone loss around osseointegrated mandibular implants and smoking habits: a 10-year follow-up study[J]. J Dent Res, 1997, 76(10): 1667-1674.
- [10] Duyck J, Van Oosterwyck H, Vander Sloten J, et al. Magnitude and distribution of occlusal forces on oral implants supporting fixed prostheses: an *in vivo* study[J]. Clin Oral Implants Res, 2000, 11(5): 465-475.
- [11] Cidade CP, Pimentel MJ, Amaral RC, et al. Photoelastic analysis of all-on-four concept using different implants angulations for maxilla[J]. Braz Oral Res, 2014, 28(15): S1806-8324.

- [12] Begg T, Geerts GA, Gryzagoridis J. Stress patterns around distal angled implants in the all-on-four concept configuration[J]. *Int J Oral Maxillofac Implants*, 2009, 24(4): 663-671.
- [13] Sannino G. All-on-4 concept: a 3-dimensional finite element analysis[J]. *J Oral Implantol*, 2015, 41(2): 163-171.
- [14] Malhotra AO, Padmanabhan TV, Mohamed K, et al. Load transfer in tilted implants with varying cantilever lengths in an all-on-four situation[J]. *Aust Dent J*, 2012, 57(4): 440-445.
- [15] Li X, Cao Z, Qiu X, et al. Does matching relation exist between the length and the tilting angle of terminal implants in the all-on-four protocol? stress distributions by 3D finite element analysis[J]. *J Adv Prosthodont*, 2015, 7(3): 240-248.
- [16] Ho CC, Jovanovic SA. The "All-on-4" concept for implant rehabilitation of an edentulous jaw[J]. *Compend Contin Educ Dent*, 2014, 35(4): 255-259.
- [17] Baggi L, Pastore S, Di Girolamo M, et al. Implant-bone load transfer mechanisms in complete-arch prostheses supported by four implants: a three-dimensional finite element approach[J]. *J Prosthet Dent*, 2013, 109(1): 9-21.
- [18] Del Fabbro M, Bellini CM, Romeo D, et al. Tilted implants for the rehabilitation of edentulous jaws: a systematic review[J]. *Clin Implant Dent Relat Res*, 2012, 14(4): 612-621.
- [19] Asawa N, Bulbule N, Kakade D, et al. Angulated implants: an alternative to bone augmentation and sinus lift procedure: systematic review[J]. *J Clin Diagn Res*, 2015, 9(3): 10-13.
- [20] Balshi TJ, Wolfinger GJ, Schlauch RW, et al. A retrospective analysis of 800 Brånemark System implants following the All-on-Four protocol[J]. *J Prosthodont*, 2014, 23(2): 83-88.
- [21] Di P, Lin Y, Li JH, et al. The All-on-Four implant therapy protocol in the management of edentulous Chinese patients[J]. *Int J Prosthodont*, 2013, 26(6): 509-516.
- [22] Browaeys H, Dierens M, Ruyffelaert C, et al. Ongoing crestal bone loss around implants subjected to computer-guided flapless surgery and immediate loading using the all-on-4(R) Concept[J]. *Clin Implant Dent Relat Res*, 2015, 17(5): 831-843.
- [23] Malo P, Araujo Nobre MD, Lopes A, et al. Double full-arch versus single full-arch, four implant-supported rehabilitations: a retrospective, 5-year cohort study[J]. *J Prosthodont*, 2015, 24(4): 263-270.
- [24] Tallarico M, Canullo L, Pisano M, et al. An up to 7-year retrospective analysis of biologic and technical complication with the All-on-4 concept[J]. *J Oral Implantol*, 2016, 42(3): 265-71.
- [25] Alikhasi M, Siadat H, Rahimian S. The effect of implant angulation on the transfer accuracy of external-connection implants[J]. *Clin Implant Dent Relat Res*, 2015, 17(4): 822-829.
- [26] Crespi R, Vinci R, Cappare P, et al. A clinical study of edentulous patients rehabilitated according to the "All-on-Four" immediate function protocol[J]. *Int J Oral Maxillofac Implants*, 2012, 27(2): 428-434.
- [27] Misumi S, Nakamoto T, Kondo Y, et al. A prospective study of changes in oral health-related quality of life during immediate function implant procedures for edentulous individuals[J]. *Clin Oral Implants Res*, 2015, 26(6): 696-700.
- [28] De Rossi M, Santos CM, Miglioranza R, et al. All on Four<sup>®</sup> fixed implant support rehabilitation: a masticatory function study[J]. *Clin Implant Dent Relat Res*, 2014, 16(4): 594-600.
- [29] Ferreira EJ, Kuabara MR, Gulinelli JL. "All-on-four" concept and immediate loading for simultaneous rehabilitation of the atrophic maxilla and mandible with conventional and zygomatic implants [J]. *Br J Oral Maxillofac Surg*, 2010, 48(3): 218-220.
- [30] Davó R, Pons O. 5-year outcome of cross-arch prostheses supported by four immediately loaded zygomatic implants: A prospective case series[J]. *Eur J Oral Implantol*, 2015, 8(2): 169-174.
- [31] Malo P, de Araújo Nobre MA, Lopes AV, et al. Immediate loading short implants inserted on low bone quantity for the rehabilitation of the edentulous maxilla using an All-on-4 design[J]. *J Oral Rehabil*, 2015, 42(8): 615-623.
- [32] Estafanous EW, Osswald M, Oates TW, et al. "All-on-four": where are we now?[J] *Int J Oral Maxillofac Implants*, 2014, 29(2): 285-288.
- [33] Babbush CA, Kanawati A, Brokloff J. A new approach to the All-on-Four treatment concept using narrow platform NobelActive implants[J]. *J Oral Implantol*, 2013, 39(3): 314-325.
- [34] Pomares C. A retrospective study of edentulous patients rehabilitated according to the 'all-on-four' or the 'all-on-six' immediate function concept using flapless computer-guided implant surgery [J]. *European J Oral Implantol*, 2010, 3(2): 155-163.
- [35] Landazuri-Del Barrio RA, Cosyn J, De Paula WN, et al. A prospective study on implants installed with flapless-guided surgery using the all-on-four concept in the mandible[J]. *Clin Oral Implants Res*, 2013, 24(4): 428-433.
- [36] Khatami AH, Smith CR. "All-on-Four" immediate function concept and clinical report of treatment of an edentulous mandible with a fixed complete denture and milled titanium framework[J]. *J Prosthodont*, 2008, 17(1): 47-51.
- [37] Faeghi Nejad M, Proussaefs P, Lozada J. Combining guided alveolar ridge reduction and guided implant placement for all-on-4 surgery[J]. *J Prosthet Dent*, 2016, 115(6): 662-667.

(编辑 张琳, 黄元瑾)