

# Advances in Implant Restoration of Tilted Implants at the Posterior Region

Jing Lv, Zhihong Zhang\*

Center of Dentistry, The Affiliated Provincial Hospital of Anhui Medical University, Hefei Anhui  
Email: \*zzhzqr@126.com

Received: Nov. 14<sup>th</sup>, 2017; accepted: Nov. 28<sup>th</sup>, 2017; published: Dec. 7<sup>th</sup>, 2017

---

## Abstract

Dental implant restoration is an important technology to restore the chewing and aesthetic function for the defect of dentition. However, dental implant restoration is facing great challenges of the lack of available bone in implanting area for various reasons which is often necessary to carry out the related bone augmentation operation. In recent years, technology of the tilted implant has been proposed by some scholars, as tilting the implant angle in some special anatomical regions and the insufficient bone mass. It has been widely utilized in clinical practice as a viable approach for the defect of dentition. This paper will elaborate on the concept of tilted implants, the investigation of biomechanics, the clinical effect and some new viewpoints.

## Keywords

Oral Implantology, Bone Defect, Tilted Implants

---

## 倾斜种植体在后牙区种植修复的研究进展

吕 静, 张志宏\*

安徽医科大学附属省立医院口腔医学中心, 安徽 合肥  
Email: \*zzhzqr@126.com

收稿日期: 2017年11月14日; 录用日期: 2017年11月28日; 发布日期: 2017年12月7日

---

## 摘 要

种植修复是目前恢复牙列缺损患者咀嚼功能和美观的重要技术, 然而各种原因引起种植区骨量不足是临床上常见问题。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。近年来, 一些学者提出

\*通讯作者。

在特殊解剖区域和骨量不足区域采用种植体倾斜角度的理论, 并在临床上得到广泛应用。本文将就倾斜种植概念、生物力学研究、临床应用效果及新的观点进行阐述。

## 关键词

口腔种植, 骨缺损, 倾斜种植体

Copyright © 2017 by authors and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 引言

颌骨先天发育不足、外伤、肿瘤或类肿瘤切除、牙列缺损、导致牙槽骨萎缩的炎症性疾病等原因都会导致后牙区颌骨骨缺损, 牙槽骨高度或宽度不足, 从而不能满足种植修复所需要的骨量。上颌后牙区牙槽嵴废用性吸收和病理性吸收、上颌窦气化常导致可用骨不足; 而下颌骨牙槽突骨吸收的速度远大于上颌骨, 加之下颌神经管等特殊解剖结构的存在, 也会减少原有牙槽骨的高度或宽度; 植体周围的骨量不足将影响种植体初期稳定性, 导致种植体脱落而种植手术失败, 这些因素均限制了种植体的植入, 影响了种植修复技术的开展。临床上在骨缺损区域可以采用倾斜种植体植入角度的技术, 这已经成为口腔种植修复科研究的热点。本文将对倾斜种植体产生、生物力学研究及临床应用等方面进行综述。

## 2. 倾斜种植体的概念

导致上颌后牙区垂直骨量不足的原因有很多, 长时间缺失牙造成牙槽嵴废用性吸收、炎症导致病理性吸收、上颌窦气化等, 增加了临床上种植修复的难度。针对上颌后牙区颌骨缺损, 采用上颌窦提升术等骨增量技术提高窦底到牙槽嵴的距离, 是目前最常用的一种方法。国内外学者的研究已经证实, 上颌窦黏膜具有促进成骨的能力, 不植骨同期种植也能取得较好的临床效果。下颌后牙区骨缺损为避免损伤下牙槽神经可配合采用下牙槽槽神经移位术, 即术中在颊侧开窗解剖游离下牙槽神经血管并向颊侧移位, 再于牙槽突上植入种植体[1]。牙槽骨的牵张成骨术通过对切开术后仍保留骨膜及软组织附着和血供的骨段, 施加一定的牵张力升高牙槽骨达到矫正颌骨缺损缺损的外科技术[2] [3]。引导骨再生膜技术[4]及骨移植技术[5]等在修复后牙区颌骨缺损时常与其他手术联合使用, 临床效果明显。

传统后牙区颌骨缺损骨增量术在临床应用广泛, 这些技术可以改善种植区骨条件, 扩大了种植修复的适应证, 临床使用取得了良好的效果。但是这些手术操作复杂、时间长、费用高、易引起更大的组织损伤, 同时增加患者的心理及经济负担, 使临床工作者迫切寻找更为理想的种植方式。有学者提出了种植体倾斜角度的理论, 即倾斜种植体植入的角度植入, 这与传统术式中要求种植体轴向垂直植入不同。上颌一般沿上颌窦前壁向近中倾斜, 或是结节骨量足够时向远中倾斜, 有时也可以适当利用颊侧、腭侧骨量而向侧方倾斜的种植体; All-on-Four 技术中 2 颗靠后的植体则采用角度倾斜植入较长的种植体并避免损伤上颌窦、颧神经等。倾斜种植体的使用节约了种植时间, 常规 3 个月完成修复, 减少手术痛苦, 节约费用, 减轻患者的经济负担, 在临床上逐渐得到广泛应用[6] [7] [8]。

## 3. 倾斜种植体骨界面生物力学分析

种植体-骨界面是影响种植义齿成功的关键界面之一, 目前公认的成功牙种植体-骨界面是骨性结合界

面, 种植体的骨结合依赖于健康的骨质和足够的骨量, 种植体应尽量获取较大的种植体-骨组织接触面积, 以保证良好的初期稳定性。临床上常采用三维有限元分析法分析种植体周围骨组织应力大小。它是借助于电子计算机进行运算的数值计算方法, 将待分析的连续实体离散成有限个单元, 以各单元的结合体代替原连续体并逐个研究每个单元的力学性质, 建立单元的刚度方程, 然后根据给定的载荷条件将其组集成总体刚度方程, 按照给定的边界位移条件求解总体刚度方程组, 得到单元所有节点的位移, 并据此计算单元的内力和应力。

牙槽骨是高度可塑性组织, 它可以随着牙齿的生长发育、脱落替换和咀嚼等发生不断改建, 牙槽骨可以在行使正常功能和适应力学载荷中发生自我修复。牙槽骨具有承受压力吸收, 受牵引力增生的特性, 其牙槽骨的吸收是复杂的, 其受到全身因素、局部因素和机械应力等多方面影像, 而应力则是引起牙槽骨吸收的最关键因素。咀嚼力通过种植体传导到骨组织时, 适宜的应力刺激不仅能防止种植体周围的废用性萎缩, 还可以有利于骨的生长与改建, 以维持种植体持续稳定, 但是过大的应力会造成种植体边缘骨组织的吸收与坏死。过去常认为进行种植义齿修复时, 种植体必须与牙槽嵴骨面垂直, 这样种植体所承受的扭力最小并且应力分布均匀, 种植成功率较高。一些学者[9] [10]利用有限元分析法通过大量的临床及实验室研究证实: 倾斜种植体周围骨组织应力与轴向种植体周围应力差距不大, 甚至更低, 种植体-骨界面结合效果佳, 从而证实临床上应用倾斜种植修复是可行的。

种植体的受力情况不同于天然牙, 是缺乏天然牙周膜应力缓冲作用的骨性结合, 在保持种植体稳定性的同时允许的位移量也远小于天然牙。当种植体的位移动度超过一定的生理限度就可能使骨小梁微骨折, 影响种植体稳定性, 并进一步导致种植体周围骨组织的吸收及坏死, 最终造成种植体松动失败。力学原理告诉我们: 位移是力作用的结果, 在相同条件下应力值越大, 产生的位移就越大。倾斜种植体周围骨组织应力相对较低时, 则证明了同等条件下倾斜种植体骨界面位移量小, 因而种植体更加稳固。

#### 4. 倾斜种植体在临床应用的效果

种植义齿修复可能存在上颌窦窦腔黏膜穿通、下唇麻木、种植体周围黏膜炎、种植体周围炎、种植体边缘性骨吸收等并发症, 导致种植失败和种植体临床应用效果降低。临床上采用倾斜种植体植入的角度结合角度基台的使用, 能够有效利用原有骨量, 避开骨量不足区域, 加之术前准确的影像学检查和术者术中对上颌窦、下颌神经等重要解剖结构位置的判断, 很大程度上降低了上颌窦窦腔黏膜穿通和下唇麻木的发生率。一些学者针对使用倾斜种植体和轴向种植体时种植体周围黏膜炎、种植体周围炎、种植体边缘性骨吸收等并发症的发生率进行了长期临床试验研究。

种植体周围黏膜炎[11]是种植体周围炎的早期阶段, 是指发生在种植体周围软组织的可逆性炎症, 临床上主要表现为黏膜红肿, 牙周探诊出血甚至溢脓。种植体周围炎则是指发生在已形成骨结合并行使用功能的种植体周围组织的炎症性过程, 是类似于慢性成人牙周炎的特异性感染, 可进一步引起种植体周围骨组织吸收, 导致种植体-骨界面结合分离, 进而导致种植体松动和脱落。临床上种植体周围黏膜炎和种植体周围炎有较高的发病率, 但是目前针对不同类型种植修复的发病率研究还是相对缺乏。临床上全口牙列缺失时, 可采用倾斜种植体和垂直种植体联合的全口固定义齿修复: Nicolò[12]等对 60 位病人采用即刻种植来支持全口固定义齿修复, 四颗种植体采用近中两颗轴向种植、远中两颗倾斜植入的术式, 通过 12~130 个月的复诊来记录病人种植体周围牙龈指数、探诊深度、探诊出血情况等, 从而研究种植体周围黏膜炎和种植体周围炎的发生情况, 结果发现采用这种联合修复方式, 种植体周围黏膜炎和种植体周围炎的发生情况均较低, 且倾斜种植体与垂直种植体周围炎症发生率差异不大, 患者满意度高, 而且这些并发症是可逆的, 因此认为采用倾斜种植体和垂直种植体联合的全口固定种植修复方式是可行的。这个结论与 Luca [13]关于倾斜种植与垂直种植结合全口固定种植修复的中期和长

期并发症的研究结果相同。

种植体颈部周围边缘骨水平是衡量种植体成功的重要标准。种植体周围骨吸收是常见并发症之一,除与种植体周围炎有关之外还受到种植体设计、种植体表面处理、种植体-基台连接方式、创伤等因素的影响,如不能及时控制,将严重影响种植体稳定性和应用。种植体修复1年后种植体颈部周围边缘骨吸收不大于1.5~2 mm,在此之后每年吸收不超过0.2 mm,已被作为种植成功标准之一。Barnea [14]等通过对29个上颌后牙区骨缺损病人植入58颗种植体进行种植支持式局部固定义齿修复,其中每位患者前一颗种植体垂直向植入,后一颗种植体根据情况进行倾斜20°~50°植入,影像学观察每位患者种植体周围骨吸收情况:垂直植入的种植体周围骨吸收第一年平均为0.89 mm,第三年为1.18 mm,第五年为1.50 mm;而倾斜植入的后一颗种植体周围骨吸收为第一年0.98 mm,第三年为1.10 mm,第五年为1.50 mm,从而证实倾斜植入种植体周围与垂直植入周围骨吸收量差异不大,倾斜植入种植体并不是引起种植体周围骨吸收的重要原因,这与其他学者研究结果相符[15]。Chrcanovic [16]对5029颗倾斜种植体和5732颗垂直种植体进行meta分析,结果认为:倾斜种植体不会增加种植体的失败率和骨吸收程度,短期效果较好。

## 5. 倾斜种植体倾斜角度

关于倾斜种植体的倾斜角度,国内外学者仍通过采用三维有限元法分析种植体骨界面的应力来研究。倾斜种植体倾斜角度将对种植体骨界面应力产生直接影响,在临床应用时应该合理控制倾斜角度,可避免出现过大应力损伤,但是合适的倾斜角度在国内外研究中尚未达到统一。Marco [17]等利用三维有限元分析末端种植体倾斜0°、15°、30°、45°时周围骨皮质及骨松质的应力认为:种植体倾斜45°时末端悬臂最短,种植体周围应力最小,因此倾斜45°相对合适。Fazi [18]等对下颌固定桥的不同远中倾斜角度种植体加载200 N的力量后三维有限元分析种植体周围应力分布情况,结果显示向远中倾斜34°的种植体周围骨质及结合界面处的应力较斜角度分别为0°、17°分布佳。丁熙[19]等对单冠修复种植体骨界面生物力学影响的三维有限元分析表明:种植体倾斜30°、20°及倾斜10°时,界面综合应力与垂直种植体比较无显著性差异;当倾斜30°时,综合应力急剧增加,与倾斜20°、10°和垂直种植相比有显著性差异;种植体倾斜角度应小于30°。所以倾斜种植体的角度临界范围还需要后期大量的临床研究。

## 6. All-on-Four 技术

Maló 在2003年提出All-on-Four技术[20],即是在第一、二前磨牙之间或第二前磨牙的位置植入两枚倾斜种植体,配合前牙区两颗轴向相互平行的种植体形成全牙弓一段式修复设计。随后并对其进行了存留率研究,其中上颌5年存留率达到98%,下颌7年累积达95.4%,而颧骨7年累积达98.2% [21] [22]。Balshi [23]进行了一项长达6年的回顾性分析,结果发现垂直种植体和倾斜种植体的存留率均为97.3%。这些研究均说明倾斜种植体有较高的存留率,All-on-Four技术作为倾斜种植体的特殊应用形式,其治疗方案可靠。

## 7. 小结

倾斜种植体的植入方向能避开后牙区颌骨缺损而引起的骨量不足,有效利用原有骨量,降低因种植体早期稳定性差或是损伤重要解剖结构而引起的种植失败。手术创伤小,相关并发症低,同时缩短治疗的周期,降低治疗的费用,医患满意,为临床提供一种有效的修复设计选择。随着计算机辅助技术、种植导板辅助技术的发展,种植体可以按照术前设计精确地植入牙槽窝,增加了倾斜种植体在临床上的应用范围,同时也减少了术中并发症。但是目前倾斜种植体相关的临床研究时限较短,缺乏高质量的前瞻性随机对照试验,关于倾斜种植技术在后牙的应用还需要长期的深入研究。



## 参考文献 (References)

- [1] Lorean, A., Kablan, F., Mazor, Z., *et al.* (2013) Inferior Alveolar Nerve Transposition and Reposition for Dental Implant Placement in Edentulous or Partially Edentulous Mandibles: A Multicenter Retrospective Study. *International Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, **42**, 656-659. <https://doi.org/10.1016/j.ijom.2013.01.020>
- [2] Sezer, B., Koyuncu, B., Gunbay, T. and Sezak, M. (2012) Alveolar Distraction Osteogenesis in the Human Mandible: A Clinical and Histomorphometric Study. *Implant Dentistry*, **21**, 317-322. <https://doi.org/10.1097/ID.0b013e318259198f>
- [3] John, L. and Cranin, N.A. (2004) Distraction Osteogenesis for Augmenting the Deficient Alveolar Ridge in Preparation for Dental Implant Placement: A Case Report. *Journal of Oral Implantology*, **30**, 14-22. [https://doi.org/10.1563/1548-1336\(2004\)030<0014:DOFATD>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1563/1548-1336(2004)030<0014:DOFATD>2.0.CO;2)
- [4] Cucchi, A. and Ghensi, P. (2014) Vertical Guided Bone Regeneration Using Titanium-Reinforced d-PTFE Membrane and Prehydrated Corticocancellous Bone Graft. *The Open Dentistry Journal*, **8**, 194-200. <https://doi.org/10.2174/1874210601408010194>
- [5] Özkan, Y., Akoglu, B. and Kulak-Özkan, Y. (2011) Maxillary Sinus Floor Augmentation Using Bovine Bone Grafts with Simultaneous Implant Placement: A 5-Year Prospective Follow-Up Study. *Implant Dentistry*, **20**, 455-459. <https://doi.org/10.1097/ID.0b013e3182386cbc>
- [6] 王险峰, 黄建生, 赵建江. 上颌后牙区骨量不足经牙槽嵴顶偏愕侧单牙倾斜种植的临床研究一种临床技术的创新[J]. 实用医学杂志, 2012, 28(10): 1687-1689.
- [7] Salvi, G. and Brägger, U. (2009) Mechanical and Technical Risks in Implant Therapy. *The International Journal of Oral & Maxillofacial Implants*, **24**, 69-85.
- [8] 铁朝荣, 张文捷, 陈建刚. 倾斜种植体与角度基台在种植修复中的临床应用[J]. 临床口腔医学杂志, 2011, 27(2): 108-109.
- [9] Takahashi, T., Shimamura, I. and Sakurai, K. (2010) Influence of Number and Inclination Angle of Implants on Stress Distribution in Mandibular Cortical Bone with All-on-4 Concept. *Journal of Prosthodontic Research*, **54**, 179-184.
- [10] Marco, B., Tiziano, T., Maria, M., *et al.* (2011) The Influence of Cantilever Length and Implant Inclination on Stress Distribution in Maxillary Implant-Supported Fixed Dentures. *Journal of Prosthetic Dentistry*, **105**, 5-13. [https://doi.org/10.1016/S0022-3913\(10\)60182-5](https://doi.org/10.1016/S0022-3913(10)60182-5)
- [11] Corbella, S., Del Fabbro, M., Taschieri, S., *et al.* (2011) Clinical Evaluation of an Implant Maintenance Protocol for the Prevention of Peri-Implant Diseases in Patients Treated with Immediately Loaded Full-Arch Rehabilitations. *International Journal of Dental Hygiene*, **9**, 216-222. <https://doi.org/10.1111/j.1601-5037.2010.00489.x>
- [12] Cavalli, N., Corbella, S., Taschieri, S., *et al.* (2015) Prevalence of Peri-Implant Mucositis and Peri-Implantitis in Patients Treated with a Combination of Axial and Tilted Implants Supporting a Complete Fixed Denture. *The Scientific World Journal*, 874842.
- [13] Francetti, L., Corbella, S., Taschieri, S. *et al.* (2015) Medium and Long Term Complications in Full-Arch Rehabilitations Supported by Upright and Tilted Implants. *Clinical Implant Dentistry and Related Research*, **17**, 758-764. <https://doi.org/10.1111/cid.12180>
- [14] Barnea, E., Tal, H., Nissan, J., Tarrasch, R., *et al.* (2016) The Use of Tilted Implant for Posterior Atrophic Maxilla. *Clinical Implant Dentistry and Related Research*, **18**, 788-800. <https://doi.org/10.1111/cid.12342>
- [15] Fabbro, M., Bellini, C.M., Romeo, D., *et al.* (2012) Tilted Implants for the Rehabilitation of Edentulous Jaws: A Systematic Review. *Clinical Implant Dentistry and Related Research*, **14**, 612-621. <https://doi.org/10.1111/j.1708-8208.2010.00288.x>
- [16] Chrcanovic, B., Albrektsson, T. and Wennerberg, A. (2015) Tilted versus Axially Placed Dental Implants: A Meta-Analysis. *Journal of Dentistry*, **43**, 149-170. <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2014.09.002>
- [17] Marco, B., Tiziano, T., Maria, M., *et al.* (2011) The Influence of Cantilever Length and Implant Inclination on Stress Distribution in Maxillary Implant-Supported Fixed Dentures. *Journal of Prosthetic Dentistry*, **105**, 5-13.
- [18] Fazi, G., Tellini, S., Vangi, D., *et al.* (2011) Three-Dimensional Finite Element Analysis of Different Implant Configurations for a Mandibular Fixed Prosthesis. *The International Journal of Oral & Maxillofacial Implants*, **26**, 752-759.
- [19] 丁熙, 陈树华, 陈江, 等. 倾斜角度对种植体骨界面生物力学影响的三维有限元分析[J]. 中华口腔医学杂志, 2002, 7(4): 162-165.
- [20] Maló, P., Rangert, B. and Nobre, M. (2003) "All-on-Four" Immediate Function Concept with Brånemark System Implants for Completely Edentulous Mandibles: A Retrospective Clinical Study. *Clinical Implant Dentistry and Related Research*, **5**, 2-9. <https://doi.org/10.1111/j.1708-8208.2003.tb00010.x>
- [21] Maló, P., de Arajo Nobre, M., Lopes, A., *et al.* (2012) "All-on-Four" Immediate Function Concept for Completely

Edentulous Maxillae: A Clinical Report on the Medium (3 Years) and Long-Term (5-Years) Outcomes. *Clinical Implant Dentistry and Related Research*, **14**, e139-e150.

- [22] Maló, P., de Ara jo Nobre, M., Lopes, A., *et al.* (2015) All-on-4 Treatment Concept for the Rehabilitation of the Completely Edentulous Mandible: A 7-Year Clinical and 5-Year Radiographic Retrospective Case Series with Risk Assessment for Implant Failure and Marginal Bone Level. *Clinical Implant Dentistry and Related Research*, **17**, e531-e541.
- [23] Balshi, T.J., Wolfinger, G.J., Slauch, R.W., *et al.* (2014) A Restrospective Analysis of 800 Brånemark System Implants Following the All-on-Four Protocol. *Journal of Prosthodontics*, **23**, 83-88. <https://doi.org/10.1111/jopr.12089>

#### 知网检索的两种方式:

1. 打开知网页面 <http://kns.cnki.net/kns/brief/result.aspx?dbPrefix=WWJD>  
下拉列表框选择: [ISSN], 输入期刊 ISSN: 2161-8712, 即可查询
2. 打开知网首页 <http://cnki.net/>  
左侧“国际文献总库”进入, 输入文章标题, 即可查询

投稿请点击: <http://www.hanspub.org/Submission.aspx>

期刊邮箱: [acm@hanspub.org](mailto:acm@hanspub.org)