

## 共振频率分析评价微型种植体支抗稳定性

李春霞, 贺永春, 陈凤山

(同济大学附属口腔医院正畸科, 上海 200072)

**【摘要】目的** 运用共振频率分析仪评价微型种植体支抗的稳定性,为微型种植体早期加载提供理论依据。**方法** 成年 Beagle 犬 3 只,分别在犬下颌两侧牙槽骨内各植入微型种植体支抗 5 枚。随机分为 2 组,实验组 2 周后加载 100 g 的水平力,加载时间为 12 周;对照组不加载。分别于微型种植体支抗植入后即刻、术后 6 周、术后 10 周、术后 14 周使用共振频率分析仪(Osstell Mento)测定 2 组微型种植体的稳定性,所得参数为微型种植体稳定值(ISQ)。采用 SPSS17.0 软件对数据进行分析。**结果** 术后 14 周,2 组微型种植体的成功率均为 100%,2 组微型种植体在各时间段的 ISQ 值无显著性差异( $P > 0.05$ ),整体变化趋势表现为稳定性逐渐升高,于术后 6 周达到最大,其后逐渐减小,术后 10 周基本稳定,术后 14 周略有增加。**结论** 2 周后负载不影响微型种植体支抗的稳定性。

**【关键词】** 微型种植体支抗; 共振频率分析; 早期加载; 稳定性

**【中图分类号】** R 783.5 **【文献标志码】** A **【文章编号】** 1008-0392(2012)06-0100-04

## Resonance frequency analysis in evaluation of the stability of mini-implant anchorage

LI Chun-xia, HE Yong-chun, CHEN Feng-shan

(Dept. of Orthodontics, Stomatology Hospital, Tongji University, Shanghai 200072, China)

**【Abstract】Objective** To evaluate the stability of early-loaded mini-implants using resonance frequency analysis(RFA). **Methods** In 3 adult Beagle dogs, 5 miniscrew implants were installed on both sides of the mandible. In the experimental group the implants were loaded with 100g of force using Ni-Ti extension spring at 2 weeks after surgery; in the control group implants were not loaded with force. RFA was performed at 0, 6, 10, 14 weeks after surgery for implants in both groups to get implant stability quotient(ISQ) values. P values for ISQ at all time were calculated by SPSS 17.0. **Results** No implants failed within 14 weeks. No significant difference in ISQ values was found between the two groups at all time points( $P > 0.05$ ). The two groups had the same changing mode of ISQ: increased gradually and get to peak value at 6 weeks after surgery, then decreased and kept stable at 10 weeks, and increased slightly afterward. **Conclusion** The healing for 2 weeks is enough for mini-implants anchorage loading.

收稿日期: 2012-06-03

基金项目: 国家自然科学基金项目(81170942)

作者简介: 李春霞(1983—),女,硕士研究生. E-mail: Lichunxia724@163.com

通信作者: 陈凤山. E-mail: ortvodboy@126.com

**【Key words】** mini-implant anchage; resonance frequency analysis; early-loaded; stability

支抗的设计和控制是决定正畸治疗成功的关键因素之一。近年来,微型种植体支抗在口腔正畸中的临床应用已成为口腔科领域的新兴研究热点,这一类新型支抗较好地解决了传统支抗存在的诸多问题,不再像过去以牙齿作为抗基,而是将矫治力的反作用力施于颌骨上,这样一来就可以完全的避免牙齿移动。微型种植体支抗实现了常规方法较难达到的矫治效果,因此受到越来越多口腔科医生的接受和使用<sup>[1]</sup>。微型种植体在矫形力的作用下能否保持稳定是正畸矫治成功的关键,也是衡量微型种植体作为支抗的一个可行性标准。本实验旨在通过共振频率分析仪评价微型种植体支抗的稳定性。

## 1 资料与方法

### 1.1 一般资料

实验动物:成年 beagle 犬 3 只,体质量 12 ~ 15 kg(上海第二医科大学动物实验中心提供)。

主要器材:微型螺钉种植体支抗(宁波慈北医疗器械有限公司制造,直径 1.6 mm,长度 11 mm)及其配套植入设备;镍钛螺旋拉簧(杭州新亚医疗器械有限公司),共振频率分析仪 Osstell Mentor (Integration Diagnostics, Sweden)。

### 1.2 术前准备

因无配套传感器(Smartpeg),改装共振频率分析仪(Osstell Mentor)配套的种植体传感器。术前拍摄根尖片检查牙根形态及位置供术中参考。



图1 RFA 仪器(由主机、探测器组成)及传感器

Fig.1 RFA device (make up of mainframe, probe) and SmartPeg

### 1.3 微型种植体支抗的植入

速新眠 1 ml/kg 肌肉注射全身麻醉动物,分别于 beagle 犬下颌两侧第 2 前磨牙至第一磨牙间的牙槽骨内植入微型种植体支抗 5 枚,植入方向与唇颊



图2 改装后的传感器

Fig.2 Modification of SmartPeg

侧骨壁垂直,植入深度达微型种植体颈部。术后拍摄 X 线片确定种植体与牙根的关系,随机分为 2 组,实验组 2 周后加载,采用镍钛拉簧,力值为 100 g,加载时间为 12 周;对照组不加载。为保证力值恒定,每两周更换新的镍钛拉簧。

### 1.4 微型种植体支抗稳定性的监测

分别于微型种植体支抗植入后即刻、术后 6 周、术后 10 周、术后 14 周检查微型种植体的临床松动度,并使用共振频率分析仪(Osstell Mentor)测定 2 组微型种植体的稳定值。测量时,将改装后的传感器安装在微型种植体上,产生磁振动波,再将探测器靠近传感器测得振动数据,振动频率范围 1 100 ~ 10 000 kHz,所得参数为微型种植体支抗稳定值(implant stability quotient, ISQ),数值范围 1 ~ 100,数值越大,稳定性越高。



图3 RFA 仪器测量微型种植体稳定性及读数  
Fig.3 The stability of mini-implant by RFA equipment and the count

## 2 结果

3 只 beagle 犬共植入微型种植体支抗 30 枚。X 线片显示 21 枚位于皮质骨内,其中 3 枚植入时折断排除;9 枚靠近牙根(其中 3 枚植入时折断)排除。

### 2.1 临床检查

所有种植体均稳定。微型种植体植入部位愈合良好,未见明显炎症反应,个别拉簧下牙龈增生。

2.2 微型种植体支抗成功率

术后 14 周满足实验条件的各组微型种植体支抗均无松动、脱落,成功率为 100%。

2.3 ISQ 测量结果

采用 SPSS17.0 软件对 2 组微型种植体的 ISO 值进行正态性检验,单因素方差分析计算出各时段 2 组 ISQ 值的 P 值。如为非正态分布,则使用 Mann-Whitnev U 检验,以确定 2 组种植体间的稳定性是否存在统计学差异。

表 1 实验组和对照组在各时间段的 ISQ 值  
Tab. 1 Comparison of ISQ value in different time between two groups

时间	实验组	对照组	P 值
即刻	71.90 ± 1.09	71.93 ± 0.60	0.96
术后 6 周	75.12 ± 1.39	79.10 ± 2.83	0.33
术后 10 周	71.76 ± 1.00	71.60 ± 1.73	0.81
术后 14 周	71.90 ± 1.11	71.87 ± 1.76	0.96

2.4 稳定性的变化

本实验中 2 组微型种植体支抗在各时间段的 ISQ 值无显著性差异(图 4),整体变化趋势相同,表现为稳定性随时间逐渐升高,于术后 6 周达到最大,其后逐渐减小,术后 10 周基本稳定,术后 14 周略有增加。

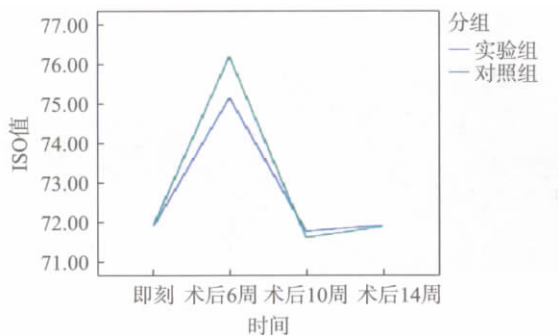


图 4 实验组与对照组各时间段的 ISQ 值  
Fig. 4 Comparison of ISQ value between two groups

3 讨 论

3.1 共振频率分析

共振频率分析(resonance frequency analysis, RFA)是近年来发展的一种种植体稳定性测量手段,对种植体的稳定性进行长期的检测,是判断种植体是否形成骨性愈合的一种有效的、无创的方法<sup>[2-3]</sup>。

1996 年由 Cawley P. 等人在声音和超声的基础上,首次提出应用共振频率对种植体组织接口的稳定性进行数字化评估。共振频率分析种植体稳定性是一种无创、准确可靠、简易、客观数字化、可以同时评估初期稳定性(和骨质有关)和预测骨整合(在骨整合后加以评估以检验预测)的方式<sup>[4]</sup>。

3.2 稳定性的变化

本实验中 2 组微型种植体支抗的初期稳定性基本相同,随时间推移,稳定性逐渐增加,并达到最大值,随后逐渐减小并保持在初始水平或略有增加。这一结果可能与微型种植体周围的骨改建过程有关:早期加载使微螺钉种植体与周围骨质间产生一层纤维化组织<sup>[5]</sup>,这层中间软组织为钻孔过程中骨质过度愈合产生的一层炎性渗出物,它可以导致种植体完全松动甚至脱落。有学者发现种植体在一定的生物性载荷条件下,纤维骨性结合接口最终也能形成骨性结合接口。只要种植体植入骨质中的初期稳定性好,就能承受一定生理载荷范围内的加载力<sup>[6]</sup>。对种植体周围的牙槽骨而言,这种加载力是一种生理性刺激,有利于骨的生长和改建<sup>[7]</sup>。Deguchi 等<sup>[8]</sup>以犬为实验动物研究微型种植体,结果表明:虽然植入后愈合 3 周时(相当于人 6 周)种植体周围主要为编织骨,但此时加力 12 周后种植体同样有良好的稳定性,种植体周围形成大量的板状骨。因 3 周加载的种植体有 100% 的成功率, Deguchi 等<sup>[14]</sup>认为可以尝试减少愈合期,甚至即刻加载。Meyer 等<sup>[9]</sup>也认为,MSI 植入后可以即刻加载,一定限度内的载荷并不会影响 MSI 的愈合。Freire 等<sup>[10]</sup>对植入实验动物的 MSI 即刻载入 250 g 恒定力,通过组织学观察证实植入 1 周后,在种植体周围的骨小梁区域即有新生骨形成。Melsen 等<sup>[11]</sup>的研究证实,即刻加载的正畸力可以显著影响种植体周围牙槽骨的改建及密度,但不会改变二者的骨整合。本实验中 2 组微型种植体在各时间段的稳定性均无统计学差异,可以认为 2 周加载对于微型种植体支抗骨结合过程未产生不利影响,证明微型种植体支抗愈合 2 周加载不影响微型种植体的稳定性。

3.3 共振频率分析的临床意义

目前,共振频率分析主要用于种植体稳定性的临床评估,作为最新的种植体稳定性评价手段,共振

频率分析具有客观、可连续测量、可重复性高、无创、不影响种植体骨结合等优点,成为目前最佳的临床测量种植体稳定性的方法<sup>[12]</sup>。评价种植体的稳定性具有非常重要的临床意义,种植体的初期稳定性是判断能否即刻负载的重要指针。连续监测种植体的稳定性,可判断种植体骨接口的愈合状态和力学特性,指导种植负载时机。本实验通过改装共振频率分析仪测试探头,将其用于评价微型种植体支抗的稳定性。

本研究显示 2 组微型种植体支抗的 ISQ 变化趋势相同,各时间点 ISQ 值无统计学差异,提示微型种植体支抗愈合 2 周加载不影响微型种植体的稳定性,共振频率分析可判断微型种植体支抗的稳定性。但是,由于相关的临床报道和应用还十分有限,目前还没有明确关于微型种植体 ISO 正常值范围,单个的 ISQ 值并不能评定微型种植体支抗的骨结合情况。其作为判断微型种植体松动的参数的能力仍然有限。因此,还需要更多的相关临床研究界定微型种植体 ISQ 的阈值。

#### 【参考文献】

- [1] Huang LH, Shotwell JL, Wang HL. Dental implants for orthodontic anchorage[J]. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2005, 127: 713-722.
- [2] Rasmussen L, Meredith N, Kahnberg KE, et al. Stability assessments and histology of titanium implant placed simultaneously with autogenous onlay bone in the rabbit tibia[J]. *Int J Oral Maxillofac Surg*, 1998, 27(3): 229-325.
- [3] 庄龙飞, 张志勇, 赖红昌. ITI 种植体早期负重与传统负重稳定性的比较[J]. *上海口腔医学* 2007, 16(3): 251-254.
- [4] 阮征, 黄远亮. 共振频率分析在口腔种植实验与临床中的应用[J]. *口腔材料器械* 2009, 19(3): 157.
- [5] Aparicio C, Lang NP, Rangert B. Validity and clinical significance of biomechanical testing of implant/bone interface[J]. *Clin Oral Implants Res* 2006, 17(Suppl. 2): 2-7.
- [6] Schnelle MA, Beck FM, Jaynes RM, et al. A radiographic evaluation of the availability of bone for placement of miniscrews[J]. *Angle Orthod*, 2004, 74(6): 832-837.
- [7] 吴晶, 白玉兴, 王邦康, 等. 微型种植体支抗愈合期稳定性的比较[J]. *中华口腔医学杂志*, 2006, 41(4): 226-227.
- [8] Deguchi T, Yamamoto T, Kanomi R, et al. The use of small titanium screws for orthodontic anchorage[J]. *Dent Res*, 2003, 82: 377-381.
- [9] Meyer U, Joos U, Mythili J, et al. Ultrastructural characterization of the implant / bone interface of immediately loaded dental implants[J]. *Biomaterials*, 2004, 25(10): 1959-1967.
- [10] Freire JN, Silva NR, Gil JN, et al. Histomorphologic and histomorphometric evaluation of immediately and early loaded mini-implants for orthodontic anchorage[J]. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 2007, 131(6): 704e1-704e9.
- [11] Melsen B, Lang NP. Biological reactions of alveolar bone to orthodontic loading of oral implants[J]. *Clin Oral Implants Res*, 2001, 12: 144-152.
- [12] Liou EJ, Pai BC, Lin JC. Do miniscrews remain stationary under orthodontic forces? [J]. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 2004, 126(1): 42-47.