

## 不同型号记忆合金牵张器对 牙槽嵴增高高度的影响

谢 旻, 胡 敏, 刘洪臣, 姚 军, 周宏志  
(解放军总医院 口腔科, 北京 100853)

**[摘要]** 目的 探讨不同牵张力、不同固定脚间距的钛镍记忆合金牵张器对牙槽嵴增高高度的影响。方法 用钛镍记忆合金丝加工成 A、B、C 3 种不同型号的牵张器, 其固定脚间距和最大复形力分别为 20 mm、700 g、15 mm、1 000 g、20 mm、1 000 g。选用成年杂种犬 15 只, 按使用牵张器型号随机分为 A、B、C 组, 拔除两侧下颌全部前磨牙和第一磨牙, 1 个月后用不同的全埋置的钛镍记忆合金牵张器完成牵张手术。在术前及术后 5 周连续测量术区颌骨高度, 拍摄 X 线片。结果 A、B、C 组在术后 1 周牙槽嵴增高的高度分别为 (7.55 ± 1.02) mm、(4.97 ± 0.34) mm、(8.54 ± 0.82) mm, 5 周时为 (7.20 ± 1.05) mm、(4.93 ± 0.21) mm、(8.04 ± 0.78) mm。A、C 组增高的高度间差异无统计学意义, B 组与其他两组间的差异有统计学意义, 组内术后不同时期的高度差异无统计学意义。X 线片可见术后有明显的牵张间隙, 5 周时牵张区骨密度增高, 有新骨生成。结论 在允许的牵张力范围内, 牙槽嵴增高的高度与钛镍记忆合金牵张器的大小即固定脚间距有关。

**[关键词]** 牙槽突; 牵引器; 牵张成骨

**[中图分类号]** R 782.13 **[文献标识码]** A

**Effects of Different TiNi-SMA Distractor on the Height of Alveolar Ridge Augmentation** XIE Min, HU Min, LIU Hong-chen, YAO Jun, ZHOU Hong-zhi. (Dept. of Stomatology, PLA General Hospital, Beijing 100853, China)

**[Abstract]** **Objective** To discuss the effects of titanium nickel shape memory alloy (TiNi-SMA) distractor with different stretching force and different distance between two fixed ends on the height of alveolar ridge augmentation. **Methods** The mini distractors were all made of TiNi-SMA wire. The maximum stretching force and the distance between two fixed ends according to different distractors (A, B and C) were 20 mm, 700 g; 15 mm, 1 000 g; 20 mm, 1 000 g. 15 adult mongrel canines were divided into three groups randomly and extracted the mandibular premolars and first molar. One month later, box-shaped osteotomies of the alveolar bone were carried out in the left mandible and the TiNi-SMA distractors were buried. The bone height was measured and the radiographs were taken before and five weeks post operation continuously. **Results** One week post operation, the vertical ridge augmentation of group A, B and C averaged (7.55 ± 1.02) mm, (4.97 ± 0.34) mm, (8.54 ± 0.82) mm and the height remained (7.20 ± 1.05) mm, (4.93 ± 0.21) mm, (8.04 ± 0.78) mm five weeks post operation. There was no statistic difference in the height of alveolar ridge augmentation between Group A and C, but Group B showed significant difference with the other two groups. In each group, the height did not changed significantly with the time. The radiographs showed obvious distraction gap post operation, and the new bone regenerated five weeks later. **Conclusion** It suggests that in the scope of suitable stretching force, the height of alveolar ridge augmentation was determined by the size of TiNi-SMA distractor, that is to say, determined by the distance between the two fixed ends.

**[Key words]** alveolar process; distractor; distraction osteogenesis

近年来,利用牵张成骨 (distraction osteogenesis, DO) 技术进行牙槽嵴增高取得了很大进展,商品化的牵张器已用于临床<sup>1,2</sup>。但它们均为半埋置装置,会在口内遗留创面,容易感染,而研制真正完全埋置的牵张器一直是各国学者的努力方向。笔者应用钛镍

形状记忆合金 (TiNi shape memory alloy, TiNi-SMA) 制作完全埋置的微型牵张器已获初步成功<sup>3</sup>,本研究对不同牵张力、不同固定脚间距的牵张器对牙槽嵴增高高度的影响进行了研究,以便为临床应用提供依据。

### 1 材料和方法

#### 1.1 牵张器械

以直径 0.8 mm 的钛镍记忆合金丝加工成 A、B 两种型号的牵张器,外形类似字母“S”,固定脚间距分别为 20 mm、15 mm;牵张器体部紧贴骨面,而两端固

[收稿日期 2004-07-27; 修回日期 2004-11-20]

[基金项目] 国家自然科学基金资助项目 (30171017); 北京市自然科学基金资助项目 (7042058)

[作者简介] 谢 旻 (1971-), 男, 河南人, 主治医师, 博士

[通讯作者] 胡 敏, Tel: 010-66937772

定脚与骨面垂直,并各向外张开5°以利固定(图1)。再用直径1.0 mm的合金丝制成同样“S”外形的C型牵张器,两端固定脚相距20 mm。各牵张器定形后做记忆处理,使其复形温度为30~33℃。以FB-30K推拉力计测定A、B、C3种牵张器在复形温度下的最大力值,分别为6.86 N、9.80 N、9.80 N。

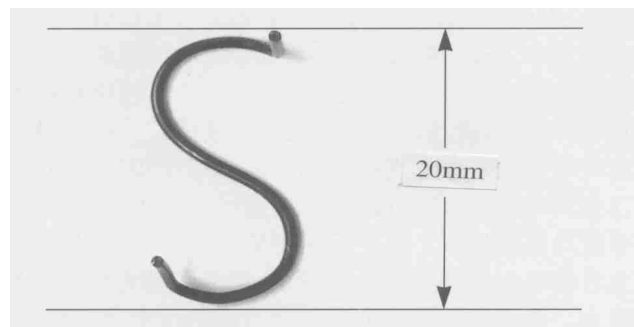


图1 S形TiNi-SMA牵张器

Fig 1 S-shaped TiNi-SMA distractor

## 1.2 实验动物

选用健康成年杂种犬15只,雄性,体重21~26 kg,顺序编号。使用统计软件STATA 4.0产生随机数,将其随机分为A、B、C3组,每组5只,分别使用A、B、C3种型号的牵张器。左侧下颌骨为实验侧,右侧为自身对照侧。

## 1.3 手术方法

实验动物按已建模型方法进行手术<sup>4</sup>。先拔除下颌所有前磨牙及第一磨牙,1个月内在犬左侧下颌后牙区下颌管以上做长4.0 cm的矩形截骨,横行截骨线细密钻孔后保留部分舌侧骨皮质,放入2个冷却变形的牵张器(图2)。各组钻孔时使牵张器两固定脚在初始状态均相距8.0 mm,考虑到牵张时需对抗软组织及骨组织阻力,故预期A、C组牙槽嵴增高8~10 mm,B组牙槽嵴增高3~5 mm。固定可靠后分层缝合。术中输入青霉素800万U,次日即给予常规流质饲料,肌注青霉素80万U,2次/天,连续3 d。术后1周拆线。

## 1.4 大体测量及X线检查

以上颌第一磨牙近颊尖为定点参照,在牵张手术前、术后及术后1周、术后5周分别测量术区及对照侧相应位置颌骨高度。在牵张手术前、术后及术后1、5周拍X线片。

## 1.5 统计学分析

采用统计软件SPSS 10.0,经正态性和方差齐性检验后,每组动物术后1、5周牙槽嵴增高高度采用配对t检验作对比分析;组间数据采用完全随机设计资料的单因素方差分析作比较。

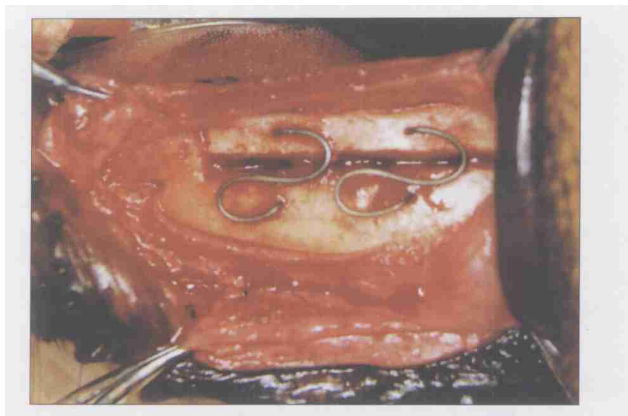


图2 术中将两个牵张器沿横行截骨线平行安放到位

Fig 2 Two distractors were inserted parallel along the horizontal osteotomy line

## 2 结果

### 2.1 一般情况

所有动物均健康成活,伤口无感染,进食及活动正常,体重变化不大。牵张手术时,TiNi-SMA牵张器就位后骨块即升高,术后随时间推移,可见骨块逐渐升高,术后3~5 d达最大值,其后变化不大,而软组织肿胀逐渐消退。术后5周见牵张区隆起,颊侧前庭沟相对加深,黏膜无破溃,色泽正常(图3)。

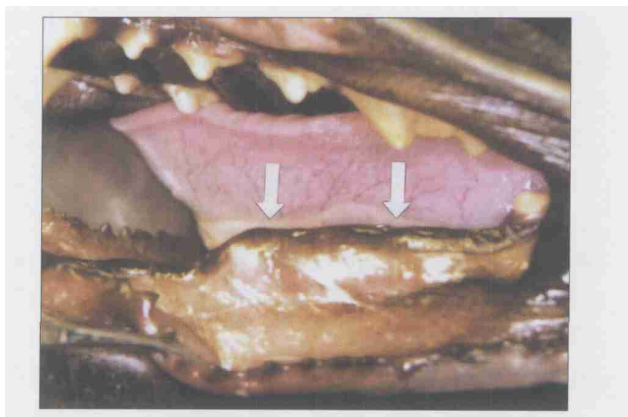


图3 术后5周,牵张区隆起(↑),黏膜外观正常

Fig 3 The distracted segment was lifted up with the mucosa showing normal appearance 5 weeks post-operation (↑)

### 2.2 X线检查

X线片可见手术完成即有一牵张间隙,牙槽嵴增高;术后1周间隙明显变大;牵张完成后1个月牵张区骨密度增高,有新骨生成<sup>3</sup>。

### 2.3 各组牙槽嵴牵张增高情况

排除了术后软组织肿胀期对测量标志点的影响,1周时测得各组牙槽嵴平均增高4.97~8.54 mm,达到预期的增高高度。此后直至术后5周,牙槽嵴高度变化不大(表1)。

表 1 犬下颌牙槽嵴牵张增高高度测量结果 (mm)

Tab 1 The results of the alveolar ridge augmented height (mm)

组别	时间		
	术后	术后 1 周	术后 5 周
A 组	3.13 ±1.13	7.55 ±1.02	7.20 ±1.05
B 组	1.96 ±0.65	4.97 ±0.34	4.93 ±0.21
C 组	3.53 ±1.08	8.54 ±0.82	8.04 ±0.78

注:各组术后 1 周与 5 周比较,  $P > 0.05$ ; B 组与 A、C 组比较,  $P < 0.01$ ; A 组与 C 组比较,  $P > 0.05$

A 组与 B 组的牵张器由同样直径的记忆合金丝加工而成, A 型牵张器的最大牵张力小于 B 型, 但固定脚间距较大, 牙槽嵴增高的高度也大, 组间差异有统计学意义 ( $P < 0.01$ ); A 组与 C 组的牵张器固定脚间距相同, 由于记忆合金丝直径不同, A 型牵张器的最大牵张力小于 C 型, 但两组牙槽嵴增高高度的差异无统计学意义 ( $P > 0.05$ ); B 组与 C 组的牵张器最大牵张力相同, B 型的记忆合金丝较细, 固定脚间距较小, 牙槽嵴增高的高度也小, 组间差异有统计学意义 ( $P < 0.01$ )。

### 3 讨论

近年来, DO 增高牙槽嵴技术日益成熟, 商品化的牵张器已用于临床。与其他部位的牵张装置相比, 牙槽嵴的特殊解剖结构要求装置小型化并尽量采用口内固定手段。目前主要的牵张器如牵张种植体和扩张螺栓等均为半埋置装置, 与之相比完全埋置的牵张器有更多优点: 口内无遗留创面、不易感染、患者无异物感、舒适性好、不影响美观等。所以研制完全埋置牵张器一直是各国学者的努力方向, 其主要困难在于解决自动加力的问题。半埋置装置可通过口内遗留的加力位置人工旋入螺丝控制加力, 如何使完全埋置装置实现自动加力并控制加力的大小、方向和频率一直难以解决。通过安装马达可实现自动加力, 但目前还没有适用于口内空间大小的微型马达。利用钛镍合金材料的形状记忆性能制作完全埋置的微型牵张器, 通过器械就位后由于温度回复产生的复形力, 巧妙解决了自动加力的难题, 而且是持续加力, 对牵张区的骨再生始终保持不间断的温和刺激, 更符合生理要求; 施力方向也可以通过形状记忆来控制; 牵张结束后, 牵张器又能起到固定作用, 于种植手术时再一并取出, 减少了患者的手术痛苦。因此, TiNi-SMA 牵张器可以说是一种真正意义上的完全埋置的牵张器, 具有良好的临床应用前景。

调查表明下颌后牙区无牙患者颌骨平均垂直吸

收 6 ~ 10 mm<sup>5,6</sup>, 种植义齿要求下颌管以上至少有 7.0 mm 高度的骨量, 故本实验牙槽嵴增高的目标分别定为 5 mm 和 10 mm, 是临床上最有可能提出的高度要求。3 组动物的牙槽嵴增高高度基本达到设计目标, 完全可以满足下一步进行种植等修复的要求。

钛镍记忆合金牵张器一旦安放到位, 就很难进行干预, 因此对其所起作用事先应做充分的估计。牵张力的大小、固定脚间距等因素都会影响到最终牙槽嵴增高的结果。合金丝的直径虽然可以影响牵张器的复形力, 但可通过不同的固定脚间距加以调节, 其本身对增高高度并无直接影响。但是固定脚不能过细, 以免局部压强太大, 应力集中, 造成固位不稳, 还可能导致局部骨坏死。由于采用不完全截骨方式, 保留部分舌侧骨皮质和更多骨膜, 产生与牵张动力相平衡的阻力。牵张器的复形力只要在合适的范围内, 其实际牵张动力可以通过手术时对平衡阻力的调控进行控制, 对最终增高高度的影响并不起决定作用, 故 A、C 两组动物牙槽嵴增高的差异并无统计学意义。实验发现, 在允许的牵张力范围内, 对牙槽嵴增高高度起决定作用的是牵张器的大小即固定脚间距, 即器械就位后两固定脚间的压缩形变距离。该距离减去牵张时对抗软组织及骨组织阻力消耗的 2 ~ 4 mm, 就是牙槽嵴所能增高的高度。

本研究结果表明: 在允许的牵张力范围内, 牵张器的大小即固定脚间距对牙槽嵴增高高度起决定作用。这对临床上牙槽嵴增高目标的预计以及牵张器的个性化设计制作, 都有重要的参考意义。

### [参考文献]

- 1] Gaggi A, Schultes G, Karcher H. Distraction implants: a new operative technique for alveolar ridge augmentation J. J Craniomaxillofac Surg, 1999, 27(4): 214-221.
- 2] Block MS, Chang A, Crawford C. Mandibular alveolar ridge augmentation in the dog using distraction osteogenesis J. J Oral Maxillofac Surg, 1996, 54(3): 309-314.
- 3] 谢旻, 胡敏, 黄旭明, 等. 应用钛镍记忆合金牵张成骨增高下颌牙槽嵴的初步研究 J. 中华口腔医学杂志, 2003, 38(2): 106-108.
- 4] 谢旻, 胡敏, 黄旭明, 等. 牵张成骨增高下颌后牙区牙槽嵴实验动物模型的建立 J. 军医进修学院学报, 2001, 22(2): 122-124.
- 5] 谢旻, 胡敏, 刘洪臣, 等. 下颌后牙区颌骨高度的曲面体层片测量研究 J. 口腔颌面修复学杂志, 2002, 3(1): 3-5.
- 6] 谢旻, 胡敏, 黄旭明, 等. 下颌后牙区牙槽嵴萎缩的解剖及 X 线测量 J. 口腔颌面外科杂志, 2002, 12(3): 212-214.

(本文编辑 王 晴)