

[文章编号] 1000-1182(2009)01-0104-03

犬股骨髁松质骨挤压后愈合过程的骨形态计量学研究

左艳萍¹ 汪永跃² 周颖³ 傅云婷⁴

(1.西安医学院 口腔医学系, 陕西 西安 710021; 2.四川大学华西口腔医院 种植科, 四川 成都 610041; 3.成飞医院 口腔科, 四川 成都 610091; 4.深圳市龙岗中心医院 口腔科, 广东 深圳 518116)

[摘要] 目的 通过建立松质骨挤压的动物模型, 模拟临床种植体挤压植入术, 测量骨形态计量学参数, 观察松质骨挤压后愈合过程中骨小梁排列的变化, 为骨挤压技术的使用和改进提供实验依据和支持。方法 以犬股骨髁松质骨为挤压部位, 选择敲击挤压法, 使用自行研制的挤压器, 按照不同的挤压程度进行逐级挤压、备洞, 植入与种植窝直径相同的圆柱状纯钛种植体。按照不同观察时期(1、2、4、12周)处死动物, 取材, 制作Messon染色硬组织切片, 采用Osteomeasure软件测量骨形态计量学参数。结果 松质骨受挤压后, 在一定时期内骨小梁数增多, 骨小梁间距减小, 骨小梁厚度基本不变。前两者改变在2周内的愈合期比较明显, 从第4周开始, 经过12周的愈合, 各参数与对照组之间趋于一致。结论 骨挤压技术在一定时期内能够提高种植窝周骨小梁的致密度, 可能有益于提高种植体的初期稳定性。

[关键词] 松质骨; 骨挤压; 骨组织形态计量学

[中图分类号] R783 [文献标识码] A

Bone histomorphometry study in agglutination of femoral condyle of dog after being compressed ZUO Yan-ping¹, WANG Yong-yue², ZHOU Ying³, FU Yun-ting⁴. (1. Dept. of Stomatology, Xi'an Medical University, Xi'an 710021, China; 2. Dept. of Dental Implants, West China College of Stomatology, Chengdu 610041, China; 3. Dept. of Stomatology, Chengfei Hospital, Chengdu 610091, China; 4. Dept. of Stomatology, Longgang District Central Hospital of Shenzhen, Shenzhen 518116, China)

[Abstract] **Objective** This study simulated clinical implant surgery using squeeze technique by establishing a rational animal model. To measure the morphologic parameters in order to observe the agglutination of the cancellous bone after being compressed. The study wanted to get some favourable support of implant squeeze technique in bone healing and obtaining primary stabilities of implants, so as to provide some reasonable and valid guidance in the application and improvement of implant squeeze technique. **Methods** The cancellous bone in condyles of femur of dog had been chosen as the experimental position, prepared the implant holes using squeeze technique according to different compressing extent(0, 0.6, 1.2, 2.0 mm), and then inserted the corresponding implants into them. After different healing periods(1, 2, 4, 12 weeks), the mongerl dogs were sacrificed and the hard tissue slices were made and then the morphologic parameters were measured. **Results** The morphologic parameter of the bone tissue shows that after being compressed, the trabecular bone thickness was almost constant, while the trabecular bone number increased, and the trabecular bone spacing decreased, obviously in the 1-week and 2-week groups. The differences went down gradually along with the extend of healing time. **Conclusion** The clinical implant surgery using squeeze technique can improve peri-implant bone density so it is good for obtaining primary stabilities of implants.

[Key words] cancellous bone; bone compressing; bone histomorphometry

在进行口腔种植治疗时, 种植体的直径通常比预备的种植体窝的直径大一些, 不管是利用敲击法

还是旋入法使种植体就位, 骨组织都会受到不同程度的挤压。由于松质骨本身具有一定的黏弹性, 因此在受到挤压后可以在种植体周形成一个致密度较高的区域^[1]。这种方法经临床证实能有效提高种植体的初期稳定性。本实验通过建立松质骨挤压的动物模型, 测量骨组织形态计量学参数, 了解松质骨

[收稿日期] 2008-07-30; [修回日期] 2008-11-04

[作者简介] 左艳萍(1981-), 女, 陕西人, 助教, 硕士

[通讯作者] 汪永跃, Tel: 13881782517

挤压后骨小梁的结构变化。

1 材料和方法

1.1 实验材料

圆柱状纯钛种植体(由四川大学生物医学材料研究中心加工处理)规格为:3.0/8 mm、4.0/8 mm、4.2/8 mm。自行设计加工的不锈钢合金敲击型骨挤压器挤压端规格为:3.0/8 mm、3.6/8 mm、4.0/8 mm、4.2/8 mm;敲击端规格为:10/80 mm。种植体和挤压器使用前需要经过严格消毒。

1.2 动物模型的建立

1.2.1 实验动物的选取和分组 选取由四川大学华西校区实验动物供应站提供的普通成年杂种犬12只,体重10~15 kg,适应性饲养1周后进行实验。根据观察时间不同将实验动物分为4组,分别为1周组、2周组、4周组、12周组。根据挤压程度不同,每组又分为4个亚组,即0 mm(对照组)、0.6 mm挤压组、1.2 mm挤压组、2.0 mm挤压组。

1.2.2 手术过程 将实验动物静脉注射3%戊巴比妥钠溶液全身麻醉,麻醉剂量为1 mL/kg。将麻醉后的实验动物以侧卧位固定于手术台上。每侧股骨髁表面预备两个种植体窝。根据不同的挤压组,备洞直径分别为2.0、3.0 mm。4个种植窝中3个为挤压组,1个为对照组。敲击骨挤压器,顺种植窝向下直至所需深度,轻柔旋转后取出,更换下一级挤压器(分别挤压0.6、1.2、2.0 mm)。按照挤压最后种植窝的直径分别植入相应种植体。其中对照组备洞直径3.0 mm。12只实验动物共植入种植体48枚。术后3 d,每天肌注青霉素钠80万单位和维生素C注射液2.5 mL。

1.3 切片制作与观察

在植入后1、2、4、12周各处死实验动物3只。取出种植体所在骨段,生理盐水冲洗,浸泡于固定液(甲醛溶液稀释10倍制成)中。保留种植体周至少5 mm的骨质,制作种植体周松质骨的不脱钙硬组织切片,切片方向垂直于种植体长轴,选择Messon染色,采用Osteomeasure软件进行骨组织形态计量学参数的测量。测量参数有:整体松质骨面积、骨小梁面积、骨小梁周长、骨小梁厚度、骨小梁数、骨小梁间距。其中前3个为基础参数,由分析软件直接获得,后3个由基础参数通过公式计算得到。

2 结果

2.1 骨小梁数的测量结果

各时段骨小梁数的测量结果见图1。由图1可见,松质骨受挤压后,其骨小梁数显著高于非挤压

组,尤其表现在前4周的愈合过程中,且骨小梁数的大小与挤压程度呈正相关。而在12周时,2.0 mm挤压组的骨小梁数明显下降。

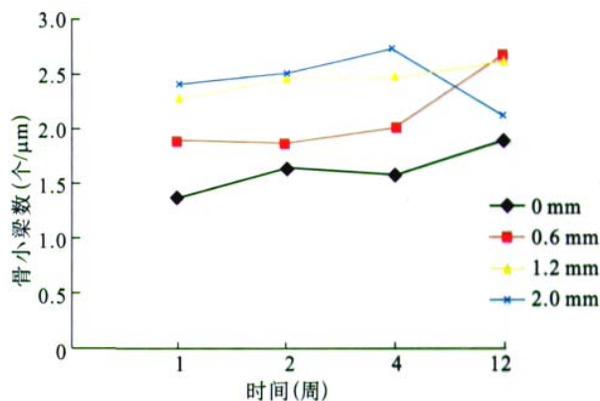


图1 骨小梁数折线图

Fig 1 The line chart of trabecular bone number

2.2 骨小梁间距的测量结果

各时段骨小梁间距的测量结果见图2。由图2可见,挤压组骨小梁间距明显小于对照组,在1、2周的愈合期较为明显。从第4周开始,挤压组与对照组的骨小梁间距值已趋于一致,到第12周时,挤压组与对照组的骨小梁间距值更加接近。

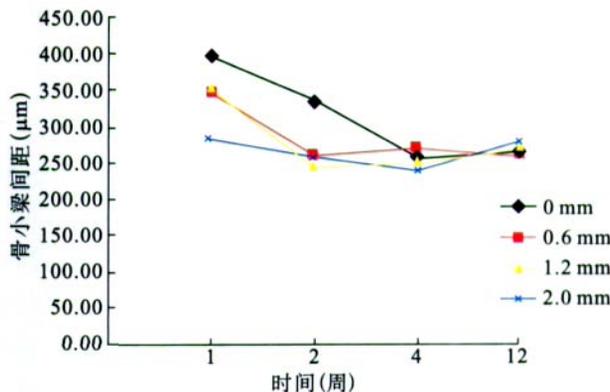


图2 骨小梁间距折线图

Fig 2 The line chart of trabecular bone spacing

2.3 骨小梁厚度的测量结果

各时段骨小梁厚度的测量结果见图3。

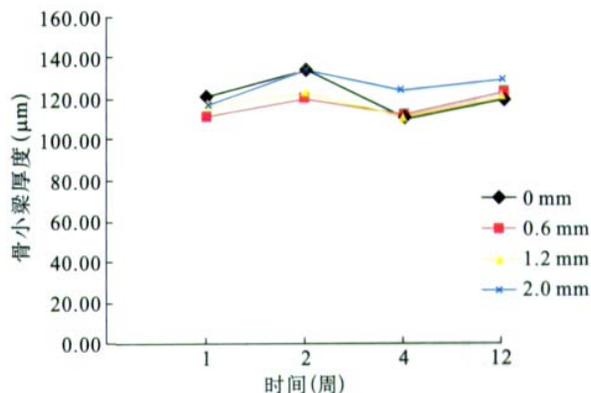


图3 骨小梁厚度折线图

Fig 3 The line chart of trabecular bone thickness

由图3可见,每个观察时间点上挤压组与对照

组骨小梁厚度之间无明显差异。

3 讨论

种植义齿的成功率有赖于种植体良好的稳定性，种植体稳定性包括种植体植入初期的稳定性和骨愈合后的稳定性。种植体初期稳定性与颌骨的质与量、外科植入技术、种植体的设计等密切相关^[2]。良好的初期稳定性被视为未来骨结合形成的基础，也是种植体即刻负载获得成功的最重要因素。而种植体周骨密度与种植体的初期稳定性有最直接的关系，是种植义齿成功率尤其是即刻负载种植义齿成功率的主要决定因素。Tada等^[3]研究结果也证实，松质骨骨密度是影响种植预后的重要因素。

以往种植手术的实验动物模型通常选择猴、犬、猪等的下颌骨作为手术部位，拔牙后经过3个月的愈合期在缺牙区植入种植体，主要用来观察种植体-骨界面的愈合及结合情况，对种植体材料、表面处理以及对种植体不同外形设计进行比较^[4-6]。而本实验主要观察种植体周松质骨挤压后骨小梁的形态变化以及松质骨愈合过程，犬的下颌骨高度有限且皮质骨较厚，松质骨含量少，不适合用于松质骨的观察。另外，本实验种植窝的预备过程中要使用自行设计的骨挤压器对种植窝周围的松质骨进行不同程度的逐级挤压，将下颌骨作为手术部位，可能会增加手术的难度，降低可操作性。因此需要选择一个松质骨丰富且易于操作的实验动物及部位。由于最长观察时间为12周，因此所选的实验动物也应易于饲养。此外，本实验建立的挤压模型模拟种植体植入手术，种植体具有一定规格，因此所选择的实验部位应足够大，松质骨的量应足够多。犬的股骨髁处体积膨大，皮质骨薄而松质骨比较丰富，常用于松质骨骨折愈合方面的研究^[7-9]。同时，股骨髁内侧骨面平坦，便于备洞、植入等。并且股骨髁内侧皮下组织较薄，无重要解剖结构，易于解剖到达股骨髁表面，创伤小，术后不影响进食，因此股骨髁成为本实验比较理想的手术部位。

骨组织形态计量学是对骨组织进行定量描述的一门技术，主要通过对显微镜下的骨组织二维平面的测量，根据体视学原理，推测或转换获得三维参数，包括静态参数和动态参数。它是观察和解释各种不同骨组织疾病的发病机理以及细胞机制的最有力工具。传统的肉眼观察、网格计数的方法不仅费时费力，而且会产生人为偏差，而本实验所采用的骨组织形态计量学方法应用特殊的测量系统及测量软件可以得出骨组织的定量结构信息，可避免结果观测的主观性^[10]。它广泛应用于各种骨组织疾病的

研究中，尤其是对骨质疏松症的研究^[11]。在口腔种植方面，主要用于研究不同生物材料植骨后或是植入不同表面处理的种植体后松质骨的愈合过程^[12-14]。

骨小梁数即平均骨小梁密度，表示单位视野内骨小梁个数，骨小梁数越大，表示单位视野内骨小梁密度越大，排列形成密集的网络状空间结构，间质分布于其间，有丰富的毛细血管网供给营养。本实验结果显示，松质骨受挤压后，其骨小梁数显著高于非挤压组，尤其表现在前4周的愈合过程中，且骨小梁数的大小与挤压程度呈正相关。而在12周时，2.0 mm挤压组的骨小梁数明显下降，可能是由于骨小梁经过12周的愈合后发生了改建和内部应力作用下的重新排列，表现为种植体周骨质密度的下降。而骨小梁数明显低于另外两个挤压组的现象则可能是由于实验过程中的误差或偏差造成。

骨小梁间距即平均骨小梁间距或弥散度，表示相邻两个骨小梁间的距离，骨小梁间距越大，表示相邻骨小梁之间距离越远。本实验结果显示，挤压组骨小梁间距明显小于对照组，说明骨小梁在挤压力的作用下排列更加致密。这种表现在1、2周的愈合期较为明显，说明挤压对于骨小梁间距的影响主要表现在4周之内的愈合期。

骨小梁厚度表示骨小梁本身的厚度，骨小梁厚度越大，说明骨小梁越粗壮，结构越复杂，可能形成成熟的哈弗系统，有充足的血液供给，相应的抵抗外力、损伤后修复的能力越大，有较好的生物力学性能。本研究中每个观察时间点上，挤压组与对照组骨小梁厚度之间无明显差异，说明骨小梁厚度可能作为个体的骨质特征，而不受挤压的影响。

本实验成功建立了松质骨挤压的动物模型，模拟临床种植挤压术，研究结果显示，松质骨受挤压后，骨小梁厚度基本不变，骨小梁数增多，骨小梁间距减小，这种改变在1、2周的愈合期内比较明显，从第4周开始，各参数与对照组趋于一致。说明骨挤压技术可以在一定时期内提高种植窝周松质骨的骨密度，从而有效提高种植体的初期稳定性。尤其对于即刻负载、骨质疏松的患者或是种植位点，骨挤压技术可能是一种提高种植成功率的有效方法。虽然本实验术区股骨髁松质骨与颌骨松质骨骨小梁在结构上存在着差异，但是本实验对于下一步建立更加完善的动物模型具有一定的参考价值。

[参考文献]

[1] Hahn J. Clinical uses of osteotomes[J]. J Oral Implantol, 1999, 25(1) 23-29.

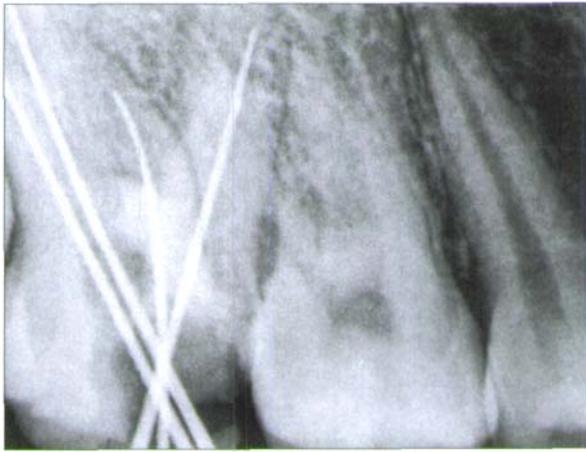


图 2 术中X线片显示4个根管

Fig 2 X-ray showing 4 root canals

2 讨论

良好的根管扩大、消毒和充填是根管治疗的必要步骤。上颌第二磨牙髓室变异、髓室底位置较深及靠后使根管治疗的操作空间和视野不佳，同时根管的融合或变异更增加了根管的治疗难度。治疗此类患牙时应谨慎操作，反复、仔细探查根管，防止发生根管的遗漏，同时避免髓室底穿孔，提高根管治疗的成功率^[2]。本例患牙由于龋洞较深，髓室底

较低，冠髓质地韧厚，仅靠牙体检查对穿髓还是髓室底穿通不能明确判断，最后通过X线片才确定了髓室底的完整。这提示临床上不能仅靠牙体检查来判断髓室底是否完整，而应作进一步的X线检查。

腭侧双根管型四根管上颌第二磨牙十分罕见。本例患者的4个根管口均较为清晰，根管粗大，但近中腭侧根过于向近中偏斜，髓室底较低，根管清理和充填具有一定的难度。由于本例患牙的髓室较深，完成根管充填后利用髓室固位完成牙体修复，通过全冠保护性修复使得患牙得以完好保留。

[参考文献]

[1] 王效平, 王忠桂, 叶荣, 等. 上颌第二磨牙根管的临床观察[J]. 华西口腔医学杂志, 2005, 23(5) :453-454.
WANG Xiao-ping, WANG Zhong-gui, YE Rong, et al. Clinical investigation of root canal system of maxillary second molar[J]. West China J Stomatol, 2005, 23(5) :453-454.

[2] 黄定明, 谭红. 上颌第二磨牙腭根及根管变异1例报告[J]. 华西口腔医学杂志, 2005, 23(4) :356-357.
HUANG Ding-ming, TAN Hong. Variation of palatal root and root canal of maxillary second molar: A case report[J]. West China J Stomatol, 2005, 23(4) :356-357.

(本文编辑 李彩)

(上接第 106 页)

[2] 汪昆, 李德华. 牙种植体稳定性的评价方法[J]. 中国口腔种植学杂志, 2005, 10(2) :99-101.
WANG Kun, LI De-hua. The evaluation methodology of the stability of dental implants[J]. Chin J Oral Implant, 2005, 10(2) : 99-101.

[3] Tada S, Stegaroiu R, Kitamura E, et al. Influence of implant design and bone quality on stress/strain distribution in bone around implants: A 3-dimensional finite element analysis[J]. Int J Oral Maxillofac Implants, 2003, 18(3) :357-368.

[4] Kohal RJ, Weng D, Bächle M, et al. Loaded custom-made zirconia and titanium implants show similar osseointegration: An animal experiment[J]. J Periodontol, 2004, 75(9) :1262-1268.

[5] Salata LA, Burgos PM, Rasmusson L, et al. Osseointegration of oxidized and turned implants in circumferential bone defects with and without adjunctive therapies: An experimental study on BMP-2 and autogenous bone graft in the dog mandible[J]. Int J Oral Maxillofac Surg, 2007, 36(1) :62-71.

[6] Botticelli D, Berglundh T, Persson LG, et al. Bone regeneration at implants with turned or rough surfaces in self-contained defects. An experimental study in the dog[J]. J Clin Periodontol, 2005, 32(5) :448-455.

[7] Demirel M, Dereboy F, Ozturk A, et al. Arthroscopically assisted intra-articular lateral femoral condyle fracture surgery[J]. Arthroscopy, 2006, 22(6) :690.

[8] 时宏富, 蔡贤华, 汪国栋, 等. 股骨髁冠状面骨折的分型与治疗[J]. 中华创伤骨科杂志, 2007, 9(2) :118-121.
SHI Hong-fu, CAI Xian-hua, WANG Guo-dong, et al. Classifi-

cation and treatment of the coronal fracture of the femoral condyle[J]. Chin J Orthopaedic Trauma, 2007, 9(2) :118-121.

[9] Hak DJ, Nguyen J, Curtiss S, et al. Coronal fractures of the distal femoral condyle: A biomechanical evaluation of four internal fixation constructs[J]. Injury, 2005, 36(9) :1103-1106.

[10] 汤亭亭, 戴克戎, 顾冬云, 等. 计算机辅助骨形态计量学分析系统的构建与应用[J]. 生物医学工程杂志, 2001, 18(4) :580-582.
TANG Ting-ting, DAI Ke-rong, GU Dong-yun, et al. The development and application of computer-aided bone histomorphometry system[J]. J Biomed Eng, 2001, 18(4) :580-582.

[11] Dalle Carbonare L, Bertoldo F, Valenti MT, et al. Histomorphometric analysis of glucocorticoid-induced osteoporosis[J]. Micron, 2005, 36(7/8) :645-652.

[12] Scarano A, Degidi M, Iezzi G, et al. Maxillary sinus augmentation with different biomaterials: A comparative histologic and histomorphometric study in man[J]. Implant Dent, 2006, 15(2) :197-207.

[13] Thompson DM, Rohrer MD, Prasad HS. Comparison of bone grafting materials in human extraction sockets: Clinical, histologic, and histomorphometric evaluations[J]. Implant Dent, 2006, 15(1) :89-96.

[14] Sakakura CE, Nociti FH Jr, Mello GP, et al. Histomorphometric evaluation of a threaded, sandblasted, acid-etched implant retrieved from a human lower jaw: A case report[J]. Implant Dent, 2005, 14(3) :289-293.

(本文编辑 王晴)