

文章编号:1004-7220(2013)02-0223-06

# 牙周膜厚度对舌侧矫治中下颌第1磨牙近中移动的影响

刘旺玉<sup>1</sup>, 吴华锋<sup>1</sup>, 蔡斌<sup>2</sup>

(1. 华南理工大学机械与汽车工程学院, 广州 510640;

2. 中山大学光华口腔医学院·附属口腔医院, 广东省口腔医学重点实验室, 广州 510055)

**摘要:** **目的** 研究舌侧矫治中下颌第1磨牙近中移动过程, 牙周膜厚度因素对牙齿及牙周组织应力和位移的影响。**方法** 基于逆向工程技术的方法, 分别建立牙周膜厚度为0.15、0.2、0.25、0.3、0.35 mm的等牙槽骨高度的牙齿—牙周膜—牙槽骨三维模型, 在舌侧矫治中倾斜、旋转及整体移动载荷作用下, 分析牙周膜、牙根及牙槽骨表面的应力和位移状况。**结果** 由牙周膜厚度差异引起的牙周膜、牙根以及牙槽骨表面最大应力极大值与极小值之比分别为1.46、2.06、6.72, 牙根、牙槽骨表面的最大位移极大值与极小值之比分别为1.65、1.50; 对应不同的牙周膜厚度值, 牙根及牙周组织最大应力部位在牙根、根分叉以及牙颈间变动。**结论** 临床治疗中, 应注意观察牙颈、根分叉以及牙根部位的变化, 针对牙周膜厚度较小的患者, 整体移动更有利于牙齿及牙周组织的健康。

**关键词:** 舌侧矫治; 牙周膜; 有限元分析; 应力; 位移

**中图分类号:** R 783.5 **文献标志码:** A

## Effects of periodontal ligament thickness on mesial movement of mandibular first molar in lingual orthodontics

LIU Wang-yu<sup>1</sup>, WU Hua-feng<sup>1</sup>, CAI Bin<sup>2</sup> (1. School of Mechanical and Automotive Engineering, South China University of Technology, Guangzhou 510640, China; 2. Key Laboratory of Stomatology of Guangdong Province, Guanghua School of Stomatology, Hospital of Stomatology, Sun Yat-sen University, Guangzhou 510055, China)

**Abstract:** **Objective** To study the effects of the various thickness of periodontal ligament on stress and displacement of mandibular first molar and periodontal tissues during mesial movement of tooth in lingual orthodontics. **Methods** Based on the reverse engineering technology, the three-dimensional assembly models of the teeth, periodontal ligament and alveolar bone with the same height of alveolar bone were constructed, and thicknesses of the periodontal ligament was 0.15, 0.2, 0.25, 0.3 and 0.35 mm, respectively. The stress and displacement of periodontal ligament, root and surface of alveolar bone were analyzed under the condition of lingual tipping, rotation and translation movements. **Results** For the maximum stress of periodontal ligament, root and surface of alveolar bone due to different periodontal ligament thickness, the ratio of the maximum value to the minimum value was 1.46, 2.06 and 6.72, respectively. For the maximum displacement of root and the surface of alveolar bone, the ratio of the maximum value to the minimum value was 1.65 and 1.50, respectively. Corresponding with different thickness of periodontal ligament, the location of the maximum stress of root and periodontal tissues would change at root, periodontal furcation and tooth neck. **Conclusions** In clinical practice, changes of tooth neck, periodontal furcation and root should be observed carefully, and the translation movement is more conducive to the health of teeth and periodontal tissues for patients with thin thickness of periodontic ligament.

**Key words:** Lingual orthodontics; Periodontal ligament; Finite element analysis; Stress; Displacement

收稿日期:2012-06-30; 修回日期:2012-08-20

基金项目:广东省教育部产学研结合项目(2010B080701101)。

通信作者:蔡斌, E-mail: bincai37@gmail.com。

舌侧矫治技术既能满足人心理对美观的强烈要求,同时也不会降低正畸生物力学的有效性,其临床应用势必会得到提升,全面掌握舌侧矫治中牙齿移动过程的生物力学机制势在必行<sup>[1]</sup>。矫治过程中牙齿的移动是牙周组织改建的结果,牙周膜是牙受力的第一效应组织,矫治力均是通过牙齿传到牙周膜,再由牙周膜传导到牙槽骨、颌骨,当矫治力过大时可能带来明显的牙根、牙槽骨吸收,影响牙齿的稳固性。第1磨牙作为矫治过程中最重要的支抗磨牙,其健康状况对于维持牙齿的稳定至关重要<sup>[2-5]</sup>;然而,关于下颌第1磨牙舌侧矫治的生物力学研究尚不多见。

有限元分析作为一种与现代计算机技术相结合的理论分析方法,自1973年被首先引用到口腔医学后,已经成为口腔生物力学研究领域一种有效的分析工具<sup>[6]</sup>。近年来学者们在应用有限元等方法对正畸生物力学进行研究时,极少去关注牙周膜厚度因素对矫治中牙齿移动过程的影响情况,对牙周膜厚度一般均取定值0.2 mm<sup>[7]</sup>或0.25 mm<sup>[8]</sup>;然而牙周膜正常厚度与年龄及牙齿的功能状态有关,并在0.15~0.38 mm<sup>[9]</sup>变动,在一些局部或系统因素造成牙周膜质变时往往也会致使牙周膜厚度增大<sup>[10-11]</sup>;由此可见,针对不同的患者,其牙周膜厚度值是有差异。刘建平等<sup>[12]</sup>研究表明,固定桥基牙牙周膜厚度在一定范围内影响牙周膜内的应力分布;张山川等<sup>[13]</sup>发现,牙周膜厚度在一定范围时,相同质量、相同高度牙周膜的桩核—牙根联合体抗折力和位移与其牙周膜厚度成正比;因此,探讨牙周膜厚度因素对舌侧矫治过程中下颌第1磨牙移动的影响情况具有较高的临床意义。

## 1 材料和方法

### 1.1 研究对象

选择1名牙列完整、牙周组织正常、无任何口腔病变的健康女性成人作为被测试对象,通过螺旋CT对其口腔连续扫描,应用Mimics软件对扫描的二维断层图像进行处理,获取下颌第1磨牙点云数据。然后,导入到Geomagic中进行曲面重建,利用其曲面偏移功能将牙齿轮廓面分别向外偏移0.15、0.2、0.25、0.3、0.35 mm,得到一系列相互包容且封闭的曲面,以装配体的形式保存。最后,再导入Solid-

works中进行加厚实体化处理,导入到Workbench几何模块中进行牙槽骨建模及实体间的布尔操作处理,从而建立牙周膜厚度分别为0.15、0.2、0.25、0.3、0.35 mm的等牙槽骨高度的牙齿—牙周膜—牙槽骨三维模型(见图1)。

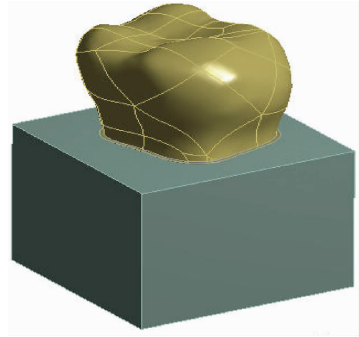


图1 三维模型

Fig. 1 The three-dimension model

### 1.2 参数设置及加载

本实验中,将各部分材料均假设为均质、连续、各向同性的线弹性体,材料受力变形为小变形,具体参数见表1。

表1 材料参数<sup>[14-15]</sup>

Tab. 1 Material parameters

部位	弹性模量/MPa	泊松比
牙冠(包括牙釉质、牙本质)	51 720	0.3
牙根(牙本质)	18 620	0.3
牙周膜	3.45	0.45
牙槽骨	13 800	0.3

采用Workbench软件Mesh模块对三维模型进行网格自动划分,其中牙周膜体以及与牙周膜体接触的相应牙根、牙槽骨表面网格尺寸大小设置为0.1 mm,模型整体网格尺寸大小设置为0.8 mm,牙周膜与牙根、牙槽骨之间的接触关系设定为绑定。

环境设置中,牙槽骨底面的自由度全部约束。在相当于舌面管近中端跟方的中点位置处加载荷,基于目前推荐的矫治力一般在200 g<sup>[16]</sup>以内,本文将近中水平力大小取为2 N(200 g);由于加载部位、加载参考坐标系以及阻抗中心、旋转中心的差异,为避免直接借鉴经验抗力矩值可能带来的加载误差,实验中针对具体模型,建立以抗力矩大小值为

优化变量、牙周膜最大应力值最小为目标函数的数学模型,通过数值优化计算,获得相应的抗倾斜、抗旋转力矩值分别为16.285、10.854 N·mm。求解中以临床关心的牙周膜应力、牙根和牙槽骨表面的应力(Von Mises 应力)及位移作为输出项。

## 2 结果

### 2.1 牙周膜应力及分布情况

在近中水平力和倾斜移动载荷作用下,随牙周膜厚度值增大,牙周膜最大应力值呈微下降趋势,牙周膜最大应力值变化极小;在旋转移动时,随牙周膜厚度值增大,牙周膜最大应力值呈逐渐上升趋势,最大26.5 kPa,最小18.1 kPa,最大为最小值的1.46倍;在整体移动时,随牙周膜厚度值增大,最大应力值大体递增,最大9.7 kPa,最小7.6 kPa,最大值为最小值的1.28倍(见图2)。在倾斜移动中,牙周膜厚度因素对牙周膜最大应力值影响很小,在旋转移动、整体移动中,牙周膜厚度因素对牙周膜最大应力值有一定的影响。

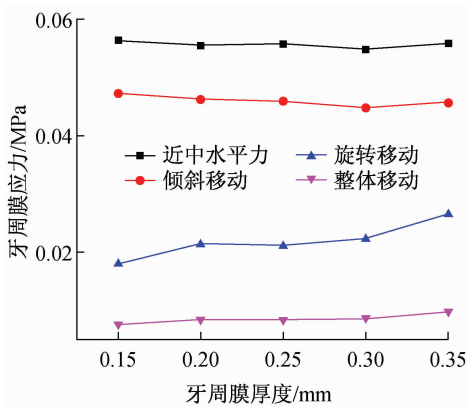


图2 牙周膜应力曲线

Fig. 2 Stress curve of the periodontal ligament

在倾斜移动载荷、近中水平力作用下,牙周膜最大应力部位不会因牙周膜厚度值差异发生改变,均集中在靠近中的牙颈上;在旋转移动载荷、整体移动载荷作用下,对应不同的牙周膜厚度值,最大应力集中部位在近中牙颈、根分叉及牙根等处变动。

### 2.2 牙根的应力及位移情况

在各种移动载荷作用下,牙根最大应力随牙周膜厚度值增大的变化趋势均一致,即牙周膜厚度值在0.25 mm 以上时,牙根最大应力值随牙周膜厚度

值增大略有上升,变化较平稳;牙周膜厚度值在0.25 mm 以下时,牙根最大应力值随牙周膜厚度值减小有较大上升(见图3)。在旋转移动和整体移动时,牙根最大应力均变化较小,最大应力均集中在根分叉上;在倾斜移动时,牙根最大应力极大值为1441.7 kPa,极小值为699.3 kPa,极大值为极小值的2.06倍;在近中水平力作用下,最大应力极大值为2095.5 kPa,极小值为1152.2 kPa,极大值为极小值的1.82倍。倾斜载荷和近中水平力作用下,当牙周膜厚度值在0.15~0.2 mm 内时,最大应力均集中在牙根上;在牙周膜厚度值在0.25 mm 以上后,最大应力部位转移到根分叉上,故牙周膜厚度因素对倾斜移动下牙根应力大小和分布均影响较大。

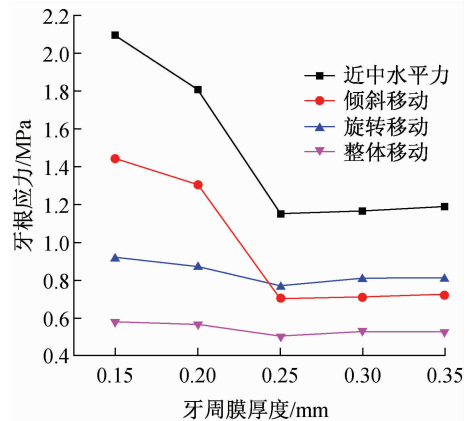


图3 牙根应力曲线

Fig. 3 Stress curve of the root

在各种移动载荷作用下,牙根上最大位移值均随着牙周膜厚度值增大呈逐渐增大趋势,并在0.36~3.22  $\mu\text{m}$  变动,最大位移的极大值约为极小值的1.65倍;在等牙周膜厚度值的情况中,牙根最大位移值呈倾斜移动最大,旋转移动次之,整体移最小的规律。在近中水平力作用和倾斜移动情况中,牙根最大位移出现在近中牙颈偏舌侧部位;在旋转移动和整体移动中,牙根最大位移主要出现在近中根部区域。

### 2.3 牙槽骨表面的应力和位移情况

在倾斜移动和整体移动载荷作用下,随牙周膜厚度值增大,牙槽骨表面的最大应力呈急剧下降,再缓慢上升趋势;在近中水平力和旋转移动载荷作用下,随牙周膜厚度值增大,牙槽骨表面的最大应力值

呈先缓增,再急降,再缓增的变化趋势(见图4)。在牙周膜厚度为0.25 mm时,近中水平力、倾斜移动、旋转移动以及整体移动载荷作用下的牙槽骨表面最大应力值最小,分别为303.6、218.9、226.0及128.7 kPa,对应的由牙周膜厚度差异导致的牙槽骨表面最大应力极大值可达到极小值的7.07、5.03、6.72、3.13倍。

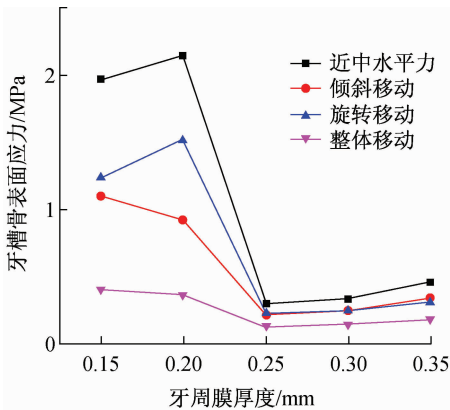


图4 牙槽骨表面应力曲线

Fig. 4 Stress curve of the alveolar bone surface

在倾斜移动载荷、旋转移动载荷及近中水平力作用下,当牙周膜厚度值处在0.15~0.2 mm内时,牙槽骨面的最大应力集中在牙根上;当牙周膜厚度值处在0.25~0.35 mm内时,牙槽骨表面最大应力部位转移到了根分叉处。在整体移动载荷作用下,当牙周膜厚度值处在0.15~0.25 mm内时,牙槽骨面的最大应力集中在牙根上;当牙周膜厚度值处在0.3~0.35 mm内时,牙槽骨表面最大应力转移到了根分叉处。另外,当牙周膜厚度为0.25 mm或0.3 mm时,牙槽骨表面牙根和根分叉上的应力值均较大。

在矫治过程中各移动载荷作用下,牙槽骨表面的最大位移值随牙周膜厚度值增大均呈逐渐增大趋势,并在0.48~1.92 mm间变动,最大位移极大值约为极小值的1.2~1.5倍;在等牙周膜厚度值的情况下,牙槽骨表面最大位移值同样呈倾斜移动最大,旋转移动次之,整体移动最小的规律。

在旋转移动载荷、整体移动载荷及近中水平力作用下,牙槽骨表面最大位移均发生在根分叉上,不会因为牙周膜差异而发生改变;在倾斜移动载荷作

用下,牙槽骨表面上根分叉和牙颈部的位移值均较大,牙颈部的位移值随牙周膜厚度值增大逐渐变小。当牙周膜厚度值处在0.15~0.2 mm内时,牙槽骨表面的最大位移发生在牙颈上;当牙周膜厚度值达到0.25 mm以上后,牙槽骨表面的最大位移转移到根分叉处。

### 3 讨论

采用先进螺旋CT做连续超薄扫描,所获得数据信息依照Dicom标准直接存储,基于逆向工程技术实现对牙齿、牙周膜模型的快速、高精度重建;牙齿、牙周膜以及牙槽骨结构通过布尔操作进行细致划分,模型与实物具有较高的几何相似性。数值分析中,将各种组织假设为连续、均匀的各向同性材料,对于观察矫治力作用下牙齿瞬间移动时各部位的应力分布,能基本满足要求<sup>[6]</sup>;所给载荷2 N是根据临床推荐矫治力值确定的,研究中优化设计获得的抗倾斜力矩/矫治力为8.1:1.0,抗旋转力矩/矫治力为5.4:1.0,这与Jenn等<sup>[17]</sup>报道的当上颌第1磨牙抗倾斜力矩/力值比为9:1,抗旋转力矩/力值比为5:1时,牙周组织可以达到相对均衡的低应力分布结论相近。另外,在有限元网格划分过程中,特别注重了牙周膜体的网格细分及其接触面网格尺度的一致性,故该数值计算结果具有较高的可靠性。

从应力结果可以看出,当牙周膜厚度值为某一定值时,在同等矫治力作用下,整体移动中牙周膜、牙根以及牙槽骨表面的应力值要远小于倾斜移动和旋转移动,这与文献[18-19]中研究的情况相符,故在同等矫治力作用下,整体移动更符合生物机理,更有利于牙周组织的健康,但在实际临床上,要使牙齿发生整体移动比倾斜移动困难的多;另外,在各移动载荷作用下均大体遵从牙根应力最大,牙槽骨表面应力次之,牙周膜应力最小的排序,这与文献[19-20]中牙根应力最大、牙周膜应力次之、牙槽骨应力最小的排序略有偏差,可能是由分析模型牙周膜高度、有限元模型边界条件设定以及材料参数取值等差异造成的,并不妨碍本研究中对于牙周膜厚度参数影响的探讨。在各移动载荷作用下,由于牙周膜厚度不同,牙周膜最大应力部位可能出现在牙颈、根分叉以及牙根几处,牙根、牙槽骨表面的最大应力均

集中在牙根或根分叉上,这与文献[21-22]中的研究结果一致,说明多根牙在矫治过程中应力分布的特点不同于单根牙,第1磨牙最易发生骨吸收的部分并不在根尖区,对应不同的牙周膜厚度值,舌侧矫治中牙齿移动时易吸收部位可能发生在牙根、牙颈或根分叉处。总体而言,牙周膜厚度因素对牙齿移动方式间的相对差异情况以及各结构部位最大应力值的排序影响不大,但对最大应力集中部位影响很大。

当牙周膜厚度值处在0.25~0.35 mm内时,牙根、牙槽骨表面最大应力值变化较为平稳;当牙周膜厚度值小于0.25 mm后,牙根、牙槽骨表面最大应力将随厚度值减小而急剧增大,上升到较高的应力状态,这与许多研究表明的患者年龄越大正畸后牙根吸收现象越明显结论一致<sup>[23]</sup>。当牙周膜厚度值为0.2 mm时,牙周膜、牙根以及牙槽骨表面的最大应力值均较大;当牙周膜厚度值为0.25 mm时,牙根和牙槽骨表面的最大应力值则较小;因此,在采取数值方法对牙齿受力下牙根、牙周膜以及牙槽骨的应力情况进行考察时,将牙周膜厚度值取为0.2 mm明显具有更高的参考价值,对获得的最大应力结果适当乘上一个考虑牙周膜厚度变化影响的安全因子,可进一步提高计算结果的可靠度。

本研究也存在一定的局限性。首先,从牙齿实际解剖结构上看,牙齿模型应区分牙釉质、牙本质等组织,但考虑到牙釉质和牙本质建模区分困难,并且对提高分析的准确度作用有限<sup>[24]</sup>,故基于业内普遍的处理方法,将牙齿按形态分为牙冠、牙根,分别赋予材料。其次,考虑到牙齿的载荷不大、材料变形较小,采用了目前广泛使用的连续、均匀、各向同性线弹性模型对各材料和组织进行假定,以利于简化计算<sup>[14]</sup>;而实质上牙齿及牙周组织本身均为各向异性,牙周膜更表现出黏弹性等非线性行为,这些对有限元计算结果会产生一定的影响<sup>[4]</sup>。可尝试对材料作更复杂的本构关系假设,用更精确的方法确定牙周膜等组织的材料参数。

## 4 结论

(1) 当牙周膜厚度值小于0.25 mm后,随牙周膜厚度值继续减小,牙根和牙槽骨表面的最大应力值将急剧增大,骨吸收现象将更明显化。

(2) 随牙周膜厚度值增大,牙根和牙槽骨表面

的最大位移值逐渐增大。

(3) 牙周膜厚度差异对旋转和整体移动下牙周膜的最大应力值有一定影响,对应不同牙周膜厚度,牙根及牙周组织的最大应力集中区域在牙根、根分叉以及牙颈间变动。

## 参考文献:

- [1] 徐佳瑛,蔡中. 舌侧正畸的进展[J]. 口腔材料器械杂志, 2007, 16(2): 86-90.
- [2] 赵志河,李宇. 正畸牙移动细胞生物力学研究进展[J]. 医用生物力学, 2010, 25(6): 393-398.  
Zhao ZH, Liu Y. Advances in cytomechanics in orthodontic tooth movement [J]. J Med Biomech, 2010, 25(6): 393-398.
- [3] 傅晓峰,王林,浦广益. 不同牙槽骨高度条件下上颌牙列牙周组织应力分布的三维有限元分析[J]. 口腔医学, 2006, 26(6): 434-436.
- [4] 李天豪,束蓉. 牙周膜有限元分析的研究现状[J]. 口腔医学研究, 2009, 25(2): 232-233.
- [5] 王晓玲,徐宝华,梁伟,等. 不同受力方式下上颌第一磨牙牙槽骨应力分布的有限元分析[J]. 医用生物力学, 2009, 24(4): 300-303.  
Wang XL, Xu BH, Liang W, et al. Stress analysis of maxillary first molar alveolar bone under different orthodontics forces by means of finite element method [J]. J Med Biomech, 2009, 24(4): 300-303.
- [6] 徐学军,郑育峰. 口腔生物力学问题有限元分析的研究进展[J]. 北京大学学报, 2006, 42(3): 412-419.
- [7] 郭玉杰,汤文成,林汤毅. 基于有限元法的前牙内收牙周膜应力分析[J]. CAD/CAM与制造业信息化, 2010(10): 60-62.
- [8] Kojima Y, Fukui H. A numerical simulation of tooth movement by wire bending [J]. Am J Orthod Dentofacial Orthop, 2006, 130(4): 452-459.
- [9] 胡文杰. 牙周治疗技术和口腔临床美学[J]. 中国实用口腔科杂志, 2009, 2(4): 207-211.
- [10] Lear CSC. Threshold levels of displacement in response to laterally directed forces [J]. J Dent Res, 1971, 51(5): 1478-1482.
- [11] Renggh HH. Splinting of teeth-An objective assessment [J]. Helv Odontol Acta, 1971, 15(2): 129-131.
- [12] 郭宁山,刘建平,潘景光,等. 固定桥基牙牙周膜厚度不同时牙周膜内的应力分析[J]. 中国临床康复, 2004, 8(29): 6352-6353.
- [13] 张山川,陈新民,周玘,等. 不同牙周膜厚度对桩核-牙根联合体抗折力学性能的影响[J]. 华西口腔医学杂志, 2007,



- 25(1): 93-96.
- [14] 李明勇, 李斌, 马轩祥, 等. 模型转化法构建牙齿的三维有限元模型[J]. 实用口腔医学杂志, 2003, 19(2): 151-153.
- [15] 周书敏, 吴仲谋. 应用有限单元法对下颌磨牙不同高度的牙周组织的应力分析[J]. 北京医学院学报, 1984, 16(4): 293-298.
- [16] 左志刚, 胡敏. 正畸治疗导致牙根吸收的影响因素和诊断评估[J]. 国际口腔医学杂志, 2009, 36(1): 111-113.
- [17] Jeon PD, Turley PK, Moon HB, *et al.* Analysis of stress in the periodontium of the maxillary first molar with a Three-dimensional finite element model [J]. Am J Orthod Dentofacial Orthop, 1999, 115(3): 267-274.
- [18] Sang JS, Hyoung SB. A comparative evaluation of different compensating curves in the lingual and labial techniques using 3D FEM [J]. Am J Orthod Dentofacial Orthop, 2003, 123(4): 441-450.
- [19] 王晓玲, 徐宝华, 梁伟, 等. 舌侧与颊侧正畸上颌第一磨牙应力的有限元分析[J]. 现代口腔医学杂志, 2008, 22(5): 548-549.
- [20] Jeon P, Patrick K, Turley P. Three-dimensional finite element analysis of stress in the periodontal ligament of the maxillary first molar with simulated bone loss [J]. Am J Orthod Dentofacial Orthop, 2001, 119(5): 498-504.
- [21] Jeon P, Turley P, Moon H, *et al.* Analysis of stress in the periodontium of the maxillary first molar with a three-dimensional finite element mode [J]. Am J Orthod Dentofacial Orthop, 1999, 115(3): 267-274.
- [22] 彭友俭, 程祥荣, 胡志运. 三维有限元分析上颌支抗磨牙及其支组织的生物力学[J]. 口腔医学纵横杂志, 1999, 15(4): 230-233.
- [23] 姜若萍, 张丁, 傅民魁. 固定正畸后牙根吸收的部分影响因素分析[J]. 中华口腔医学杂志, 2003, 38(6): 455-456.
- [24] 王野平, 林小英, 周慧峰. Mimics 和 Geomagic 辅助下建立固定义齿的有限元模型[J]. 医用生物力学, 2010, 25(6): 433-438.
- Wang YP, Lin XY, Zhou HF. Finite element model of fixed denture aided by Mimics & Geomagic [J]. J Med Biomech, 2010, 25(6): 433-438.

## · 致读者 ·

### 论文写作中的注意事项

论文的写作前言主要概述研究的背景、目的、研究思路、理论依据等。有些研究还应说明该研究开始的具体时间。前方必须开门见、简要、清楚,切忌套话、空话、牵涉面过宽、详述历史过程或复习文献过多等。不要涉及本研究中的数据或结论。不要与摘要雷同。未经检索,前言中不可写“国内外未曾报道”等字样,也不可自我评价达到“xx 水平”或“填补 xx 空白”等。前言通常不需要标题。论著文稿的前言一般不超过 250 字;比较短的论文可以只用小段文字起前言作用。

方法主要介绍研究对象(人或实验动物,包括对照组)的选择及其基本情况,以及研究所采用的方法及观察指标。常用标题有“材料与方法”、“对象与方法”、“资料与方法”等。

临床研究需交代病例和对照者的来源、选择标准及研究对象的年龄、性别和其他重要特征等,并注明参与研究者是否知情同意。临床随机对照组研究应交代干预方法(随机方法)和所采用的盲法。实验研究需注明动物的名称、种系、等级、数量、来源、性别、年龄、体重、饲养条件和健康状况等。

个人创造的方法应详细说明“方法”的细节,以备他人重复。改进的方法应详述改进之外,并以引用文献的方式给出原方法的出处。原封不动地使用他人方法,应以引用文献的方式给出方法的出处,无须展开描述。

药品、试剂应使用化学名,并注明剂量、单位、纯度、批号、生产单位和生产时间。仪器、设备应注明名称、型号、规格、生产单位、精密度或误差范围。无须描述其工作原理。

统计学处理项应说明统计分析方法及其选择依据。

结果的叙述应客观真实、简洁明了、重点突出、层次分明、合乎逻辑,不应与讨论内容混淆。若文稿设有图表,则正文不需重述其全数据,只需摘述其主要发现或数据。若使用文字描述,内容冗长烦琐不易读懂,则应改用图或表来表达数据,以收到一目了然的效果。应认真核对正文和图表的数据,达到准确、统一。统计学分析应交代统计方法、统计值,仅有  $P$  值不能体现重要的定量信息。

讨论应着重讨论研究中的新发现及从中得出的结论,包括发现的意义及其限度,以及对进一步研究的启示。若不能导出结论,出可以进行必要的讨论,提出建议、设想、改进的意见或待解决的问题。应将研究结果与其他有关的研究相联系,并将本研究的结论与目的相关联。不必重述已在前言和结果部分详述过的数据或资料。不要过多罗列文献。避免作不成熟的主观推断。讨论中一般不应设置图或表。