

全下颌牙种植义齿及支持组织应力的三维有限元分析

V. 种植体类型对覆盖种植义齿应力分布的影响

岑远坤 毛祥彦 何佳凝 鲜苏琴

摘要 采用三维有限元的方法,分别考察了由柱状和叶状种植体支持的全下颌种植覆盖义齿、种植体、骨界面及牙槽嵴在三种𪙇位下的应力分布情况。发现叶状种植体及其骨界面的应力较高,不利于应力分布。

关键词 全口覆盖义齿 种植体 有限元分析 应力

柱状和叶状种植体是目前临床上应用最广泛的两种种植体类型。柱状种植体包括螺纹柱状、中空柱状等,大部分的埋植型种植系统均采用柱状的形式,如 Branemark, Screw-Vent, Cove-Vent 等。叶状种植体的临床应用历史较长,为广大医师熟悉和接受,它一般属于非埋植型,植入后可立即承受载荷,尤其适用于牙槽嵴窄、低平的病例。

对于不同形态种植体的力学研究,以往多着重于考察单个种植体直接受载时,种植体-骨界面的应力分布情况,重点分析种植体的细微结构和微观形态对应力分布的影响。本研究将不同类型的种植体作为全下颌覆盖义齿的支持部分,考察在正中、侧方及前伸咬合条件下,义齿及其支持组织的应力分布情况,分析种植体类型对整个系统应力分布的影响,为临床修复中种植体的选择提供理论依据。

1 材料和方法

1.1 有限元模型的建立

采用 CT 扫描及图形数字化处理获得实体模型的数据信息。再利用 IDEAS 有限元分析系统重建模型¹。本研究选用的柱状种植体直径为 3.5 mm,长 20 mm,骨内段长 13 mm。叶状种植体厚 1~1.5 mm,肩宽 5 mm,颈宽 3 mm,长 23 mm,骨内段长 13 mm。种植体数目为 2 枚,位于天然牙弓尖牙的位置,对称分布,种植体之间彼此平行。

将建立好的柱状种植体模型按其应有的位置和方向通过布尔运算放入下颌骨的有限元模型中,完成运算分析后,再用叶状种植体取代柱状,重复运算。

1.2 材料的力学参数,加载及边界条件

见参考文献 2。

2 结果

2.1 种植体及种植体-骨界面的应力分布情况

在正中、侧方和前伸三种𪙇位加载条件下,种植体颈部及其周围的骨皮质界面均为应力集中区。叶状种植体及其骨界面的应力分布规律与柱状者相似,但在其颊、舌面与近、远中面交界的尖锐线角处,应力集中更为明显。三种𪙇位下,叶状种植体及骨界面的应力峰值均大于柱状种植体(表 1, 2)。

表 1 三种𪙇位下种植体颈部的应力分布(单位:MPa)

种植体类型	𪙇位	最大张应力		最大压应力	
		应力值	位置	应力值	位置
柱状	正中	105.0	颊侧近中	-116.0	舌侧远中
	侧方	70.5	工作侧种植体颊侧近中	-81.0	工作侧种植体舌侧远中
	前伸	90.4	颊侧	-96.6	舌侧
叶状	正中	210.0	颊侧近中	-230.0	舌侧远中
	侧方	136.2	工作侧种植体颊侧近中	-143.0	工作侧种植体舌侧远中
	前伸	149.7	颊侧	-158.0	舌侧

2.2 牙槽嵴表面骨皮质的应力分布情况

在三种加载条件下,牙槽嵴表面主要表现为压应力。颌弓前段种植体支持区的应力小于后段,应力在牙嵴顶及其颊、舌侧分布均匀。采用两种类型的种植体,牙槽嵴表面骨皮质的应力峰值无明显差异(表 3)。

四川省卫生厅资助课题

作者单位: 610041 华西医科大学口腔医学院

表2 三种𦍇位下种植体颈部周围骨皮质的应力分布(单位:MPa)

种植体类型	𦍇位	最大张应力		最大压应力	
		应力值	位置	应力值	位置
柱状	正中	23.0	颊侧近中	-44.2	舌侧远中
	侧方	13.5	工作侧种植体颊侧近中	-20.1	工作侧种植体舌侧远中
	前伸	9.8	颊侧近中	-13.9	舌侧远中
叶状	正中	38.3	颊侧近中	-48.0	舌侧远中
	侧方	18.6	工作侧种植体颊侧近中	-25.4	工作侧种植体舌侧远中
	前伸	15.9	颊侧近中	-18.0	舌侧远中

表3 牙槽嵴表面骨皮质的应力分布(单位:MPa)

种植体类型	𦍇位	最大压应力
柱状	正中	-56.9
	侧方	-36.9
	前伸	-29.0
叶状	正中	-57.1
	侧方	-36.9
	前伸	-28.6

2.3 义齿的应力分布情况

在三种𦍇位下,叶状种植体支持的义齿的应力峰值略大于柱状种植体支持的应力峰值,但差异无显著性,应力主要集中于双尖牙区(表4)。

表4 义齿的应力分布(单位:MPa)

种植体类型	𦍇位	最大张应力		最大压应力	
		应力值	位置	应力值	位置
柱状	正中	8.1	双尖牙区基托下缘	-10.8	双尖牙区𦍇面
	侧方	18.8	工作侧双尖牙区基托下缘	-22.5	工作侧双尖牙区𦍇面
	前伸	30.6	尖牙-双尖牙区基托下缘	-40.4	尖牙-双尖牙区𦍇面
叶状	正中	14.8	双尖牙区基托下缘	-18.5	双尖牙区𦍇面
	侧方	15.4	工作侧双尖牙区基托下缘	-23.7	工作侧双尖牙区𦍇面
	前伸	31.4	尖牙-双尖牙区基托下缘	-40.8	尖牙-双尖牙区𦍇面

2.4 义齿的位移情况

两种种植体支持的义齿在正中𦍇时,双侧颊侧翼缘区及前牙区基托的绝对位移量最大。前牙区主要表现为基托水平向前的位移,即基托舌侧压向粘膜,唇侧背离粘膜。后牙区主要表现为双侧基托向颊侧的位移,位移量由前向后逐渐增大(附图)。

3 讨论

3.1 种植体类型对种植体及骨界面应力分布的影响

物体受载时的应力分布与其刚度大小密切相关。由相同材料构成的物体,其刚度主要取决于其尺寸大小和几何结构。叶状和柱状种植体不同的几何形状和截面积决定了二者刚度上的差异。叶状种植体为薄而宽的片状,其刚度小于柱状种植体,这种刚度上的差异对其应力分布产生了两方面的影响:一方面,当一个系统受载时,即义齿及支持组织在咬合时,其中刚度较小的部分所分担的载荷量也较小³,即叶状种植体分担的有效载荷量小于柱状种植体。而另一方面,叶状种植体的截面面积小使其受载后的平均应力升高,造成颈部的应力集中。在本实验条件下,这二者综合作用及咬合系统复杂𦍇力条件的影响下,结果表现出叶状种植体及其周围骨皮质的应力大于柱状种植体。说明在本实验条件下,叶状种植体不利于种植体及骨界面的应力分布。与临床上叶状种植体容易发生颈部折断及种植体周围骨质吸收的现象有关。

3.2 种植体的设计与种植体应力分布的关系

为了适应种植体在口内承受载荷的需要,种植体在设计时,必须保证其有足够的强度,使它在𦍇力作用下不发生严重变形或断裂。种植体自身的强度主要取决于材料的强度、种植体的截面面积和几何结构⁴。从种植体的受力结果来看,结构的薄弱环节在颈部,而在设计时,为了减小上皮袖口区,获得更好的龈附着,颈部通常要设计得细一些,结果更易造成应力集中。因此,在种植体的设计中,应保证其颈部有足够的截面积,表面光洁,避免尖锐角嵴,粗细过渡圆缓^{5,6}。另外,还可在外形上设计沟槽网孔以增加表面积,增加种植体与骨的结合量,降低界面应力^{7,8}。

3.3 种植体类型对牙槽嵴表面骨皮质及义齿应力分布的影响

在本实验条件下,后段剩余牙槽嵴表面骨皮质的应力小于前段种植体支持区,且两种类型种植体,后段牙槽嵴的应力值无明显差异。可见,当种植体数目较少(2枚)时,义齿受到的𦍇力主要由后段剩余牙槽嵴承担,种植体类型对其应力分布无显著影响。

在三种载荷条件下,义齿的应力均集中于前段种植体支持区与后段粘膜支持区的交界处,种植体

类型对义齿的应力分布亦无明显影响。

3.4 义齿的位移情况与义齿的固位

全口种植覆盖义齿由于是由种植体和基托下组织共同支持的,在受载条件下义齿不均匀下沉而出现弯曲变形。颊侧翼缘区有较大的颊向位移,前牙区有较大的向前的位移,使义齿出现背离粘膜的位移趋势,说明全下颌种植覆盖义齿的基托边缘存在着破坏义齿边缘封闭的可能性。因此,在制作全口种植覆盖义齿时,仍应遵循常规全口义齿的原则,注意基托的伸展,获得良好的边缘封闭,求得平衡¹⁴,以保证义齿的固位。

(本文图见中心插页3)

4 参考文献

- 1 毛祥彦,岑远坤,王政严,等.全下颌牙种植义齿及其支持组织应力的三维有限元分析 I.三维有限元模型的建立.华西口腔医学杂志,1996,14(4):299
- 2 岑远坤,何佳凝,毛祥彦,等.全下颌牙种植义齿及其支持

组织应力的三维有限元分析 IV.种植体数目及受载条件对覆盖式义齿应力分布的影响.华西口腔医学杂志,1996,14(4):311

- 3 Bidez MW, Misch LE. Force transfer in implant dentistry: Basic concepts and principles. J Oral Implantol, 1992, 18: 264
- 4 Weiss CM. The physiologic, anatomic and physical basis of oral endosseous implant design. J Oral Implantol, 1982, 9: 459
- 5 Vajda TT, Fung JYH. Comparative photoelastic stress analysis of four blade-type endosteal implants. J Oral Implantol, 1979, 8: 257
- 6 王少安.人工种植牙骨组织界面的应力研究.华西医科大学博士论文,成都,1989
- 7 Suetsugu T, Kitoh M, Kondoh A. Stress analysis of blade implant by the finite element method. J Oral Implantol, 1978, 1(1): 27
- 8 夏荣.人工种植牙-骨组织界面的应力研究.华西医科大学硕士论文,成都,1993

(1996-11-20 收稿)

A Three-Dimensional Finite Element Stress Analysis of Implant-Supported Prosthesis and Its Supporting Tissue in the Edentulous Mandible

Part 5 The Influence of Implant Type in Complete Implant Overdenture and Its Supporting Tissue

Cen Yuankun, Mao Xiangyan, He Jianing, et al

College of Stomatology, West China University of Medical Sciences

Abstract

The stress distribution of implant, implant-bone interface, alveolar ridge surface and the overdenture when supported by cylindrical-type or blade-type implants under three kinds of occlusion, were investigated respectively in this study. The results showed that the extreme principle stress was greater when the denture was supported by blade-type implants than by cylindrical type one. The stress distribution of the system with application of cylindrical type implant is more acceptable.

Key words overdenture implant stress finite element analysis

国际牙科联盟(FDI)将在北京举办国际继续教育报告会

国际牙科联盟(FDI)将于1997年9月1~2日在北京友谊宾馆举办题为“当代临床牙医学”的继续教育课程。FDI已邀请国际著名专家对修复、牙体、儿科、感染控制等课题作有关报告。会议估计有150名国际代表参加,国内代表将由中华口腔医学会负责组织参加。中华口腔医学会为配合FDI的国际报告会,于8月30~31日举办题为“临床口腔医学各科进展”的知识更新继续教育课程,将邀请国内著名口腔医学专家作有关报告。此次活动主要面向基层口腔医学工作者。凡拟参加这次国际、国内继续教育课程者可向中华口腔医学会索取有关报告内容及安排的详细资料。(来信请寄:北京100081,海淀区白石桥路38号中华口腔医学会办公室江复华收。请附邮资0.50元)。

(中华口腔医学会)