



不同挤压方式植入种植体生物力学性能的有限元研究

左艳萍 (西安医学院口腔医学系 陕西西安 710021)

摘要: **目的** 建立不同挤压方式植入种植体的有限元模型, 探讨不同挤压方式(螺旋和敲击)植入种植义齿即刻负载的生物力学性能。**方法** 建立敲击式和螺旋式挤压植入种植体的有限元模型, 对牙冠部分进行水平向负载, 对比在侧向力的作用下, 两种不同挤压方式植入的种植义齿稳定性的差异。**结果** 在相同水平向负载的作用下, 敲击式和螺旋式挤压植入的种植体最大位移集中在种植体颈部, 敲击式挤压植入的种植体位移量更小。**结论** 敲击式挤压植入种植义齿即刻负载后的稳定性更好。

关键词: 骨挤压 种植体 有限元 生物力学

中图分类号: R783 **文献标识码:** A **文章编号:** 1009-5187 (2018) 02-099-02

种植体的初期稳定性直接关系到种植体的成功率, 良好的初期稳定性有利于种植体骨界面的骨结合, 也为种植义齿的即刻负载提供了有利条件。种植窝骨结构是影响种植体初期稳定性的重要因素, 骨挤压技术可以通过改善种植窝骨结构已被临床实践证实可有效提高种植体初期稳定性^[1, 2]。目前临床种植体骨挤压技术主要包括敲击挤压法和螺旋挤压法。本研究将通过建立种植体植入的有限元模型, 对比分析敲击法和旋入法两种植入方式种植体的生物力学性能。

1 材料与方法

1.1 实验设备

计算机 (CPU inter i5 8400, 内存 Kingston 4G); ANSYS 建模软件。

1.2 种植体、骨块有限元模型的建立

1.2.1 种植体、挤压器、骨块设计及尺寸

为了更加真实的模拟种植体在功能行使过程中的受力情况, 种植体的设计参照临床常见种植体系统, 包括基台及上部结构即牙冠部分。种植体为根形螺纹种植体, 尺寸为直径 4.0mm (颈部)/3.3mm (尖端), 长度 10mm, 螺纹间距 0.5mm, 螺纹深度 0.5mm; 骨块宽 14mm, 深 20mm。根据不同挤压方式, 分别设计敲击挤压器及螺旋挤压器的工作端。(图 1)

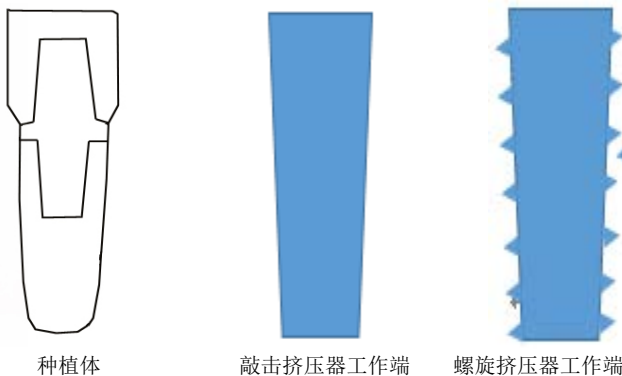


图 1. 种植体及挤压器示意图

1.2.2 模型生成

根据上述尺寸, 利用 ANSYS 建模软件绘制出螺纹型种植体, 颌骨局部骨块三维立体几何模型, 在骨块中分别绘制出与两种挤压器形态匹配的种植窝。

1.2.3 材料力学参数

表 1: 材料力学参数

	弹性模量 /MPa	泊松比
皮质骨	13700	0.3
松质骨	1370	0.3
钛合金种植体	96000	0.34

1.2.4 实验假设

模型中的种植体、骨组织都假设为连续、均质和各项同性的线弹性材料。界面处两种材料在外力作用下可以发生相对运动, 界面可传递压力, 不能传递拉应力, 摩擦系数 0.3。

1.2.5 边界条件

局部骨块侧向及底面给予固定约束。

1.3 种植窝骨挤压有限元模型的建立

1.3.1 敲击式挤压有限元模型的建立

由于对种植窝骨壁的挤压使种植窝骨壁的刚度增加, 因此设计种植体周骨质的弹性模量呈梯度变化。设置皮质骨周边的弹性模量以每 50MPa 的梯度增加, 共设置了 5 层。其中皮质骨的弹性模量为 13700MPa, 弹性模量随着挤压程度的增大而增大, 因此与种植牙接触处的皮质骨的弹性模量为 13950MPa。同样, 松质骨周边的弹性模量以每 5MPa 的梯度增加, 共设置了 5 层, 其中松质骨的弹性模量为 1370MPa, 弹性模量随着挤压程度的增大而增大, 因此与种植牙接触处的松质骨的弹性模量为 1395MPa。

网格单元采用 PLANE183, 种植体附近进行了网格加密。最后, 在种植窝壁施加与种植体螺纹螺距、螺纹深度相似的位移约束, 即分别施加 0.5mm 的位移约束。

1.3.2 螺旋式挤压有限元模型的建立

同样设计种植体周骨质的弹性模量呈梯度变化, 模型弹性模量的处理方式与前述植入方式相同。网格划分: 网格单元采用 PLANE183。

1.4 应力加载及有限元计算分析

对两种植入方式的种植体上部结构(牙冠部分)施加水平方向侧向力 200N (图 2), 并利用 ANSYS 软件进行有限元计算分析。

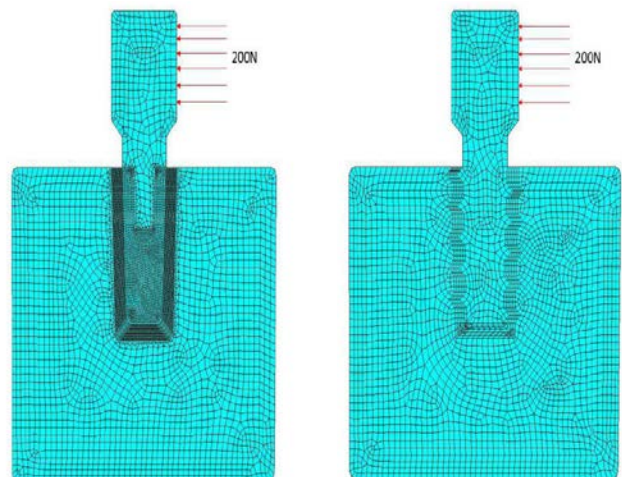


图 2. 应力加载示意图

2 结果

总位移云图中种植义齿中不同颜色部分代表不同位移量, 右侧颜色指使条表示从深蓝色到红色位移量逐渐增大。可以看出, 在侧向力



的作用下, 敲击式挤压植入的种植义齿最大位移在牙冠部, 种植体的最大位移在种植体颈部; 螺旋式挤压的种植义齿最大位移在牙冠部, 种植体的最大位移在种植体颈部及根尖部。选取牙冠左上角相同位置的节点进行对比。(表 2)

表 2: 相同节点处的位移结果

	节点编号	水平向位移/mm
挤压式	30	5.1
螺旋式	7968	6.0

根据表 2 的位移结果对比, 发现在相同侧向力的作用下, 敲击式挤压植入种植体的位移量小于螺旋式挤压植入的种植体, 即敲击式挤压植入种植体的初期稳定性更好。

3 讨论

3.1 建模方法的选择

关于口腔生物力学的有限元研究常见利用磨片、切片、三维测量、CT 扫描等方式建立三维有限元模型^[3, 4]。本研究的主要目的是对比两种不同挤压方式生物力学的差异, 同时考虑到种植体及周围骨质在结构上的对称性特点, 利用 ANSYS 软件绘制平面式二维图形, 建立二维的有限元模型, 将问题简单化。

3.2 加载方式的设计

种植体在行使功能的过程中, 对垂直向载荷的耐受力强于水平向载荷, 因此本研究设计水平向载荷, 用以观察在水平向载荷的所用下, 种植体上部结构的位移程度和种植体周应力分布情况。

3.3 造成实验结果位移量较大的可能原因

本实验结果中种植体上部结构的位移程度远大于临床常见或允许的正常动度, 主要原因是在软件绘图过程中, 忽略了中央螺钉的结构, 在基桩与种植体的衔接部分没有完全模拟临床实际情况, 造成种植体上、下两部分结构之间连接强度不够, 从而位移程度过大。

3.4 实验有待改进之处

在软件绘图过程中, 应注意种植义齿上、下部分连接结构的设计, 尽量模拟临床实际情况, 使实验结果更具说服力。另外, 在加载方式的设计上, 也可以考虑进一步模拟临床不同角度载荷下的生物力学性能, 使其更接近口腔功能状态下的实际情况^[5]。

参考文献

- [1] 刘夏青, 李英. 骨挤压技术在低密度种植床的应用[J]. 中国药物与临床, 2014, 14(10):1379-1380.
- [2] 孙嵩, 赵峰, 孙勇. 骨挤压对种植体初期稳定性的影响[J]. 中国组织工程研究, 2013, 17(15):2698-2702.
- [3] 陆永健, 唐震, 龚璐璐, 李笑梅, 汪大林. 两种种植体支持下颌半口固定义齿种植体应力有限元分析[J]. 第二军医大学学报, 2016, 37(07):821-826.
- [4] 甄恩明, 吴昌敬, 邵军. 双侧上颌骨缺损种植体修复的有限元探讨[J]. 中国口腔种植学杂志, 2016, 21(03):107-110.
- [5] 雍苓, 黄仕禄, 刘洪, 牟雁东. 不同骨缺损类型牙种植体的三维有限元分析[J]. 医用生物力学, 2016, 31(02):148-153.

(上接第 96 页)

汤联合抗结核疗法治疗, 中西药相辅相成, 能让患者的抗耐药性和免疫力显著增加。

总之, 在对老年肺结核患者进行治疗时, 在常规抗结核治疗的同时给予苈百汤治疗能让临床疗效显著提高, 让其炎症因子水平显著降低, 对其免疫功能进行有效调节, 值得临床推广。

参考文献

- [1] 李艳, 谭守勇, 罗春明等. 依来利福平与耐利福平结核杆菌肺

结核的临床特点比较[J]. 南方医科大学学报, 2013, 33(2):287-289.

- [2] 李进升, 黄秋霞, 余少英等. 含利福喷丁或利福平联合化疗方案对老年肺结核患者药物性肝损伤的临床比较[J]. 中国防痨杂志, 2014, 36(6):514-516.

[3] 赵晖. 老年肺结核患者细胞和体液免疫状况及免疫干预治疗对其的影响[J]. 中国老年学杂志, 2014, (15):4186-4188.

- [4] 高微微. 老年肺结核患者治疗问题探讨[J]. 中华结核和呼吸杂志, 2014, 37(10):732-733.

(上接第 97 页)

提升愈合速度^[5]。另外, 研究结果还显示, 联合组不良反应有 3 例, 常规组有 4 例。联合组出现不良反应例数比较少的原因可能为双歧杆菌三联活菌的应用改善了肠道整体环境, 提升肠道免疫力, 减少了消化系统不良反应。关于该问题, 需要选取大样本深入研究。

综合以上内容, 微生态制剂在溃疡性结肠炎治疗中的应用可改善内镜检查结果与患者临床表现, 并促进治疗效果的提升, 而且不会增加不良反应。

参考文献

- [1] 马惠红, 秦艳, 王立红. 参苓白术散合艾迪莎治疗溃疡性结肠炎

疗效观察及对炎症相关因子的影响[J]. 中医药导报, 2015, 9(4):71-72.

- [2] 车军, 贾泽博, 王永席, 等. 氨基水杨酸类联合微生态制剂维持治疗溃疡性结肠炎的效果[J]. 胃肠病学和肝病学杂志, 2016, 25(9):1047-1049.

[3] 何敬堂, 何敬之, 那奕文, 等. 柳氮磺胺吡啶与微生态制剂治疗溃疡性结肠炎 32 例[J]. 陕西医学杂志, 2016, 45(5):608-609.

- [4] 王赛, 周国华. 氨基水杨酸类联合微生态制剂对溃疡性结肠炎的维持治疗进展[J]. 实用药物与临床, 2015, 18(4):463-466.

[5] 李建军, 杨小莉. 微生态制剂对溃疡性结肠炎的治疗效果及作用机制研究[J]. 结直肠肛门外科, 2016, 27(1):59-60.

(上接第 98 页)

断指再植术治疗总有效率高于对照组, $P < 0.05$; 观察组修复总时间、平均出院时间短于对照组, $P < 0.05$; 观察组皮瓣成活率、皮肤感觉良好率、皮瓣颜色相符率、皮瓣美观率高于对照组, $P < 0.05$ 。

综上所述, 股前外侧皮瓣在合并软组织及血管缺损断指再植术中的应用效果确切, 可提高皮瓣成活率、皮肤感觉良好率、皮瓣颜色相符率、皮瓣美观率, 缩短修复和住院时间, 值得推广。

参考文献

- [1] 李军, 张大伟, 祝勇刚等. 游离股前外侧皮瓣桥接修复小腿软组织损伤合并主要血管缺损[J]. 临床骨科杂志, 2015, 18(1):87-89, 92.
- [2] 杨勇, 田文, 李忠哲等. 逆行供血的股前外侧皮瓣游离移植修复肢体创面五例报告[J]. 中国骨与关节杂志, 2017, 6(4):266-269.
- [3] 潘朝晖, 王剑利, 薛山等. 旋髂浅动脉蒂髂骨骨瓣重建

足踝部复杂骨缺损的回顾性分析[J]. 中华显微外科杂志, 2016, 39(2):156-159.

- [4] 陈杰, 黄文孝, 周晓等. 晚期喉癌下咽癌术后缺损的修复[J]. 中国耳鼻咽喉颅底外科杂志, 2016, 22(2):120-124, 128

[5] 陈云俊, 夏艳, 夏新等. 超声引导下肌间沟联合腋路臂丛神经阻滞用于患儿上肢手术[J]. 临床麻醉学杂志, 2014, 30(11):1101-1103.

- [6] 梁高峰, 智丰, 滕云升等. 游离股前外侧肌皮瓣加植皮修复手掌背软组织缺损[J]. 中华外科杂志, 2015, 31(4):320.

[7] 傅东升, 赵君海. 探究股前外侧皮瓣在合并软组织及血管缺损断指再植术中的疗效[J]. 中国医药导刊, 2017, 19(5):140-141, 143.

- [8] 李学渊, 王扬剑, 章伟文等. 端侧吻合与端端吻合在游离穿支皮瓣修复手部软组织缺损病例中的对比研究[J]. 中华显微外科杂志, 2016, 39(1):8-11.