

基于CosmosWorks有限元分析在腰椎弹性内固定棒中的应用*★

石更强

CosmosWorks-based finite element analysis for lumbar elastic fixation rod

Shi Geng-qiang

University of
Shanghai for Science
and Technology,
Shanghai 20093,
ChinaShi Geng-qiang★,
Master, Lecturer,
University of
Shanghai for Science
and Technology,
Shanghai 20093,
China
gengergengqiang@
yahoo.com.cnSupported by: the
Eastern Scholar
Program at Shanghai
High Institutions*Received: 2010-06-31
Accepted: 2010-09-27上海理工大学, 上
海市 200093石更强★, 男,
1977年生, 湖南
省新邵县人,
1999年湘潭大学
毕业, 硕士, 讲师,
主要从事
CAD/CAM及人
体骨骼数字建模
和康复教学与科
研工作。
gengergengqian
g@yahoo.com.
cn中图分类号: R318
文献标识码: B
文章编号: 1673-8225
(2010)48-08962-04收稿日期: 2010-06-31
修回日期: 2010-09-27
(20100331004/M·A)

Abstract

BACKGROUND: Mechanical and biological factors are main causes for prosthesis loosening, so the stress distribution and implant loosening mechanisms have aroused the attention of scholars.**OBJECTIVE:** To analyze mechanical properties of lumbar spine "U"-type flexible mechanical fixation device using finite element analysis.**METHODS:** Three-dimensional modeling software of solidworks2008 was used to establish a flexible rod fixation of the entity model, and CosmosWorks tools were used for finite element analysis, respectively, to exert compression, flexion, and tensile and other physical load. The stress distribution of model under different loads elastic fixation device was observed, and each node unit force and displacement situation of fixation rods in the deformation process were observed.**RESULTS AND CONCLUSION:** The "U"-type elastic stress distributes within the fixation device in the "U"-type connecting rods of the "U"-type area, and the stress-strain curves show a good elasticity.

Shi GQ. CosmosWorks-based finite element analysis for lumbar elastic fixation rod. Zhongguo Zuzhi Gongcheng Yanjiu yu Linchuang Kangfu. 2010;14(48): 8962-8965. [http://www.crter.cn http://en.zglckf.com]

摘要

背景: 引起假体松动的原因主要有力学因素和生物因素, 所以应力分布和松动的机制是目前研究热点。**目的:** 应用有限元分析腰椎“U”型弹性内固定器的力学特征。**方法:** 运用 solidworks2008 三维建模软件建立弹性内固定棒的实体模型, 并借助其中的 CosmosWorks 工具进行有限元分析, 分别施加压缩、前屈及拉伸等各种生理载荷, 观察模型在不同载荷下弹性内固定器的应力分布, 内固定棒在变形过程中其本身结构中各节点、单元的受力、位移情况。**结果与结论:** “U”型弹性内固定器的应力分布在“U”型连接棒的“U”型区上, 应力应变曲线表现出较好的弹性作用。**关键词:** 内固定器; 应力分布; 有限元分析; 弹性固定; 磨损

doi:10.3969/j.issn.1673-8225.2010.48.009

石更强. 基于 CosmosWorks 有限元分析在腰椎弹性内固定棒中的应用[J]. 中国组织工程研究与临床康复, 2010, 14(48):8962-8965. [http://www.crter.org http://cn.zglckf.com]

0 引言

有限元分析是将研究对象的连续求解区域离散为一组有限个、且按一定方式相互联结在一起的单元组合体^[1], 模拟成不同几何形状的求解区域, 然后对单元进行力学分析, 最后再整体分析。作为数值分析的一种方法, 有限元计算广泛应用于工程学的各个领域^[2]。由于它在复杂物体力学分析方面的优越性, 20世纪70年代以后逐渐为生物医学所采用。近年来随着计算机功能的提高以及该项技术的不断成熟, 很多人将有限元计算用于腰椎“U”型弹性内固定棒的力学分析, 并有人已通过试验和临床结果与有限元分析进行比较, 验证了该项技术的实用性、科学性。

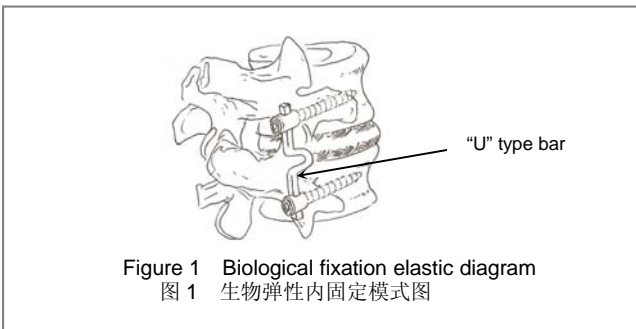
腰椎间采用刚性内固定使相应脊柱节段的运动功能丧失, 邻近节段超负荷而出现椎体间的活动度代偿性增加, 导致应力异常集中于邻

近椎间盘及关节突, 产生转换综合征, 引起继发性椎管狭窄、关节突关节退变和滑脱。而且刚性固定一段时间后, 由于骨质吸收及疲劳损伤, 常有固定发生松动和器械断裂的危险。为了避免上述问题, 弹性内固定似乎为避免临近节段蜕变和延后脊柱融合提供了一种新思路。鉴于刚性固定存在上述不足, 有关研究提出了一种新型的腰椎“U”型弹性内固定器, 该固定器可在三维空间内弹性变形, 具有允许患者腰椎固定节段适当活动的优点。为评价该弹性内固定器的生物力学特性, 本文对弹性内固定器进行有限元研究, 为该系统进一步临床应用提供理论依据。

1 腰椎弹性固定的生物力学特点

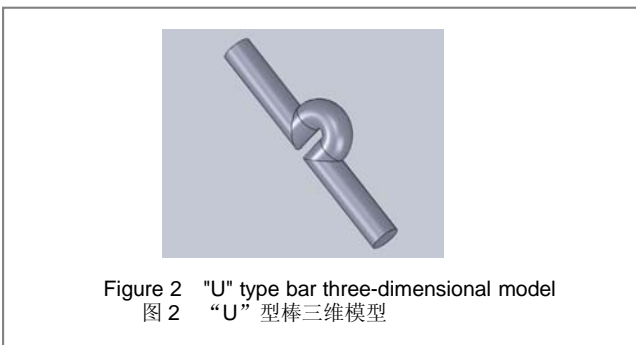
采用超弹性钛合金材料作为连接棒材料, 同时将所述的棒状构件的中部弯曲成U形的弯部, 利用超弹性钛合金良好的弹性形变能力,

而显著改善了所述棒状构件效果,使整个内固定器在三维空间内都具有良好的弹性效果^[3]。椎间盘的蜕变而使弹性作用消失的患者使用后,不但显著提高了脊柱的轴向负荷承载能力,而且也不影响被固定脊柱节段的正常活动,为椎间盘及其他软组织的恢复提供一个良好的环境,可有效逆转椎间盘蜕变进程,延缓小关节退变的发生,使在小关节需要切除的情况下,也可椎间盘置换留下机会。“U”记忆合金棒,见图1,采用的材料是医用NiTi记忆合金,Ti含量为49.2%~48.2%,力学参数如下:弹性模量(马氏体态) $E=71\ 400\ \text{MPa}$,泊松比 $\mu=0.33$ ^[4-5]。

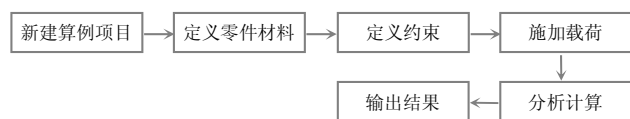


2 弹性内固定棒模型建立及有限元分析

2.1 “U”型棒建模 模拟Medtronic公司的TSRH椎弓根螺钉系统的内固定棒,棒直径为6 mm,长度为50 mm,“U”型区距中心宽度为4 mm^[6],见图2。



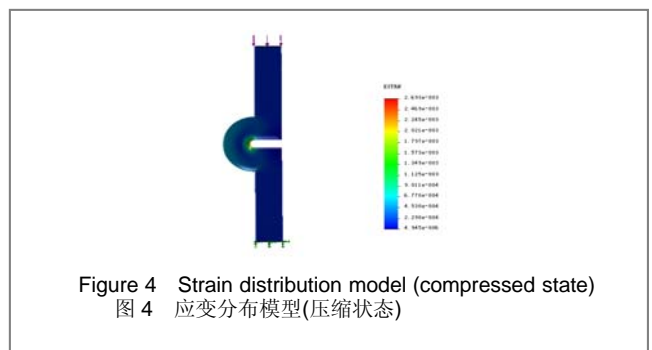
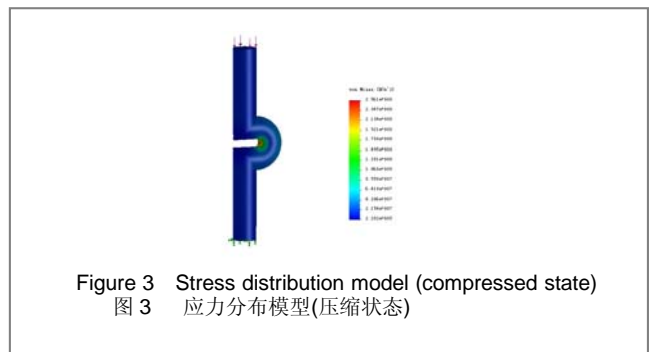
2.2 分析步骤 “U”型固定棒模型建成后,就可直接在SolidWorks中单击“COSMOSWorks管理程序”按钮,对“U”型固定棒进行有限元分析。COSMOSWorks应力分析步骤如下:



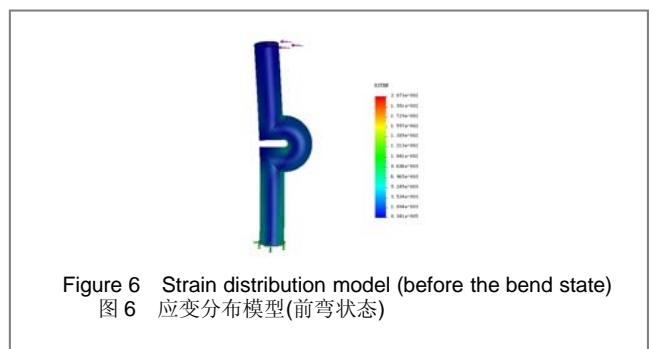
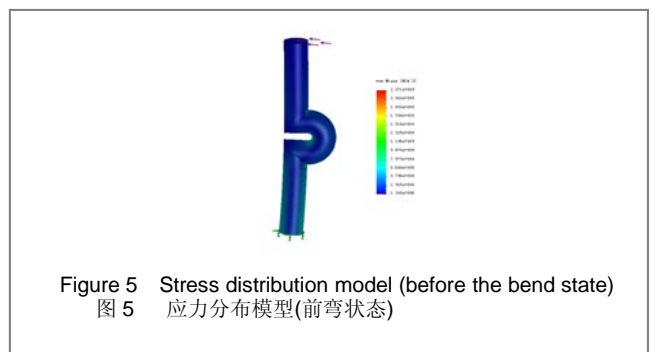
2.3 分析计算过程

压缩状态下内固定棒应力应变结果:纵向压缩载荷下“U”型记忆合金棒内部应力峰值为256.1 MPa,应力集中在“U”型部位;应变峰值为 2.683×10^{-3} ,应变集中在“U”

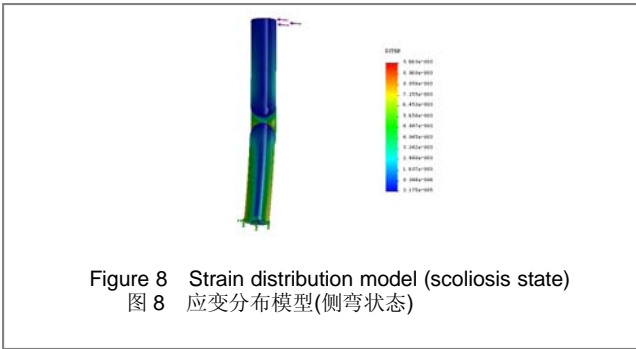
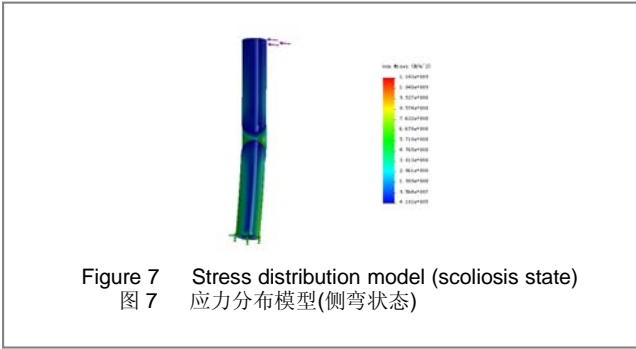
型部位,见图3,4。



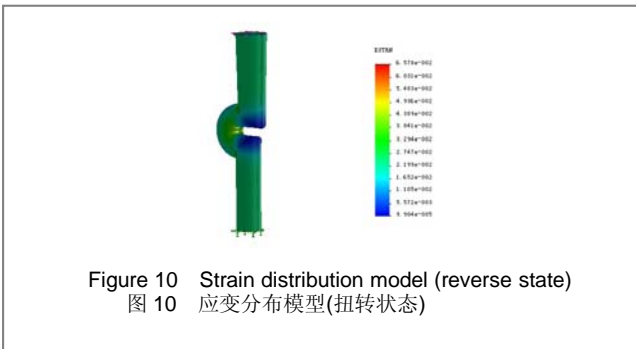
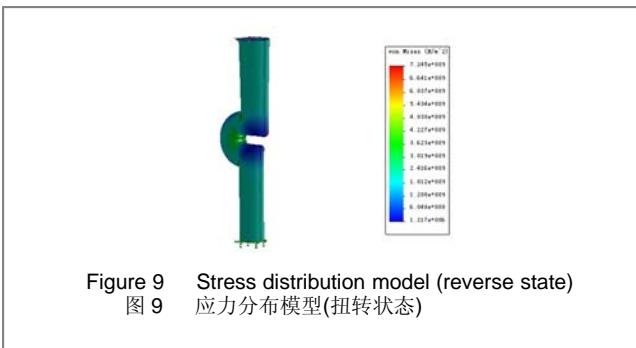
前弯状态下内固定棒应力应变结果:前后屈曲载荷下“U”型记忆合金棒内部应力峰值为2.271 GPa,应力集中在“U”型部位;应变峰值为 2.073×10^{-2} ,应变集中在两端部位,见图5,6。



侧弯状态下内固定棒应力应变结果:左右屈曲载荷下“U”型记忆合金棒内部应力峰值为1.143 GPa,应力集中在“U”型部位;应变峰值为 9.663×10^{-3} ,应变集中在两端部位,见图7,8。



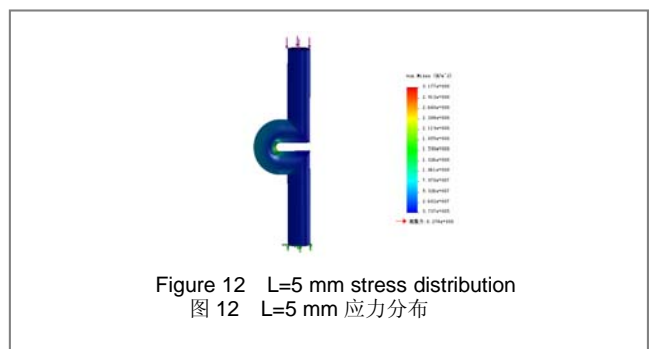
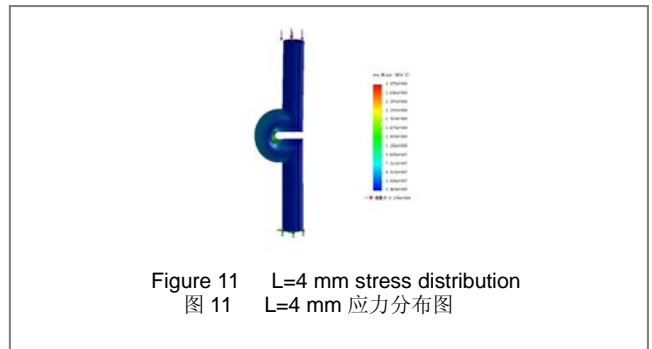
扭转状态下内固定棒应力应变结果: 水平扭转载荷下“U”型记忆合金棒内部应力峰值为7.245 GPa, 应力集中在“U”型部位; 应变峰值为 6.578×10^{-2} , 应变集中在“U”型部位, 见图9, 10。



在以上4种载荷下, “U”型记忆合金内固定棒所受应力主要集中在“U”型区, 峰值主要位于该区域。

压缩状态不同模型的分析: 在压缩载荷下, “U”型区直线部分尺寸L=4 mm的合金棒应力峰值为287.5 MPa; “U”型区直线部分尺寸L=5 mm的合金棒

应力峰值为317.7 MPa, 见图11与图12。由此得出, “U”型区的底部越靠近直棒部分, 所受的最大应力越小^[7], 因此, 所建的基本模型比较合理。



3 讨论

有限元分析结果表明, 与坚强内固定相比该内固定不仅起到坚强固定, 而且有弹性固定作用。“U”型弹性内固定器棒上应力分布较刚性内固定分布均匀, 可使椎体固定处于一种与脊柱整体刚性相近的动态内固定, 能够分担脊柱异常应力, 保证脊柱正常生理活动, 并限制脊柱异常活动^[8]。从而减少脊柱术后应力遮挡和应力集中, 降低固定节段的骨质疏松、骨萎缩, 邻近节段的椎间盘、小关节退行性变等, 为固定节段和邻近节段创造一个理想的力学环境^[9]。同时, 弹性内固定对逆转椎间盘退变可能具有帮助作用, 椎间盘退变的特点是椎间盘细胞生物化学及细胞学的一系列改变, 包括细胞密度降低和细胞凋亡。而力学环境对椎间盘细胞的生物合成起很重要的作用, 弹性内固定的目的就是改变椎间盘的应力来逆转或减缓椎间盘退变的病理过程^[10]。有动物实验发现, 通过对退变椎间盘持续被动的牵引能够诱导椎间盘再生, 压力减低的椎间盘在分子、细胞水平和生物力学方面均显示出再生迹象。所以, 弹性内固定可能成为一种介于保守治疗与融合手术之间的椎间盘退变的治疗方法^[11]。本实验仅对弹性内固定棒进行力学的有限元分析, 在临床应用前, 将对该内固定器进行进一步的力学分析和动物实验研究。

4 参考文献

- [1] Wang DL, Tang TS. Zhonghua Waike Zazhi. 1999;37(5):301-303. 王东来, 唐天骝. 五种颈椎内固定方法的稳定性生物力学评价[J]. 中华外科杂志, 1999, 37(5):301-303.
- [2] Wang C, Wang YJ, Guo WZ. Jingyao tong Zazhi. 1998;19(3):162-165. 王春, 王以进, 郭卫忠. U型棒椎弓根钉的生物力学实验与临床应用[J]. 颈腰痛杂志, 1998, 19(3):162-165.
- [3] Tu XY, Gao L, Deng DM, et al. Changjiang Daxue Xuebao. 2005;2(12):336-338. 涂献玉, 高林, 邓德明, 等. 碳纤维增强壳聚糖内固定棒的生物相容性研究[J]. 长江大学学报, 2005, 2(12):336-338.
- [4] Chen ZP, Zhou JS, Zhuang XY, et al. Zhongguo Zuzhi Gongcheng Yanjiu yu Linchuang Kangfu. 2008;12(44):8606-8609. 陈执平, 周金水, 庄孝荫, 等. 髌骨骨折镍钛合金丝内固定的生物力学特点[J]. 中国组织工程研究与临床康复, 2008, 12(44):8606-8609.
- [5] Solidworks公司. COSMOSWorks Designer[M]. 杭州:机械工业出版社, 2007.
- [6] Yu B, Ji AM, Wan L, et al. Zhongguo Zuzhi Gongcheng Yanjiu yu Linchuang Kangfu. 2009;13(4):643-646. 于博, 靳安民, 万磊, 等. 腰椎‘U’型弹性内固定棒的有限元分析[J]. 中国组织工程研究与临床康复, 2009, 13(4):643-646.
- [7] Thomas W, Schug M. Significance of the position of the endoprosthesis acetabular cup from the biomechanical and clinical viewpoint--recommendations for a classification. Biomed Tech (Berl). 1994;39(9):222-226.
- [8] Wilairatana V, Prasongchin P. Acetabular position setting in total hip arthroplasty by using V-inclinometer. J Med Assoc Thai. 2004;87(4):353-356.
- [9] Noble PC, Sugano N, Johnston JD, et al. Computer simulation: how can it help the surgeon optimize implant position? Clin Orthop Relat Res. 2003;(417):242-252.
- [10] D'Lima DD, Chen PC, Colwell CW Jr. Optimizing acetabular component position to minimize impingement and reduce contact stress. J Bone Joint Surg Am. 2001;83-A Suppl 2 Pt 2:87-91.
- [11] Thomas W, Schug M. Significance of the position of the endoprosthesis acetabular cup from the biomechanical and clinical viewpoint--recommendations for a classification. Biomed Tech (Berl). 1994;39(9):222-226.

来自本文课题的更多信息--

基金资助: 上海高校特聘教授(东方学者)岗位计划资助。

利益冲突: 课题未涉及任何厂家及相关雇主或其他经济组织直接或间接的经济或利益的赞助。



ISSN 1673-8225 CN 21-1539/R 2010 年版权归《中国组织工程研究与临床康复》杂志社所有

如何向 SCI 收录的优秀期刊投稿: 选择合适期刊可提高论文的被引用 (本刊发展部)

如何发表高被引论文, 是绝大多数科研人员都关心的问题。《科学家》网站近日刊登了美国西北太平洋国家实验室研究员、生物分子系统计划主管 Steven Wiley 对于发表论文的一些建议。他称, 找准适合自己的期刊发表文章, 会更加有利于提高引用率。Wiley 自己发表了 100 多篇论文, 被引用超过 6000 次。

发表论文对于研究人员极为重要, 不过并不是发在任何期刊上都能有一样的效果。通过了编辑审核和苛刻的同行评议, 最终发表在顶级期刊上的文章似乎更能打动资金评审人员。人们认为没有高引用率文章, 自己就无法获得晋升, 并认为要获得高引用率就得在顶级期刊发表文章。不过要想在顶级期刊上发表文章并不是容易的事情, 需要付出极大的精力, 研究人员面对的将不仅仅是写文章, 还要回答论文评

议者的各种问题。

只是简单地往特定期刊发表文章并不能带来高引用率, 而且文章的总引用率与论文的重要程度其实关系不大, 流行领域中的回顾性文章是众所周知的引用率“磁铁”, 比如 Wiley 引用率最高的一篇文章被引用了超过 360 次, 这篇文章是发表在《生物化学杂志》上的一篇技术论文。

研究人员文章的引用等级确实会影响其职业发展。作为科学家, 最主要的职责之一就是要把研究结果发表, 不过也许不用那么在意文章发表的期刊。如果选择花费一年时间在像《细胞》这样的期刊上发表一篇文章, 而不是在次级期刊上多发表几篇文章的话, 可能会对研究人员的整个研究发表率甚至是引用计数产生消极影响。当然, 有时发表在哪里确实会对引用

率造成影响。

根据可能会评估你的资金和能为你写推荐信的科学家的决定文章发表的期刊, 这可能是个好主意。这些科学家喜欢引用什么期刊的文章? 他们的文章发表在哪个期刊? 他们可能会在自己敬重的期刊上发表文章。所以如果研究人员在这些期刊上发表论文, 他们就可能看到论文并发表意见。Wiley 的同行更多的是在高质量专业期刊上看到他的文章, 而不是《科学》、《自然》或《细胞》, 这 3 份期刊他们一般并不会经常翻阅。当然了, 由于大家都知道在这几份顶级刊物发表文章非常困难, 如果曾在这些刊物发表文章的话会为简历加分不少。

Wiley 发现, 相比他发表在《科学》和《细胞》上的论文, 他发表在《生物化学杂志》或《细胞分子生物学》(Molecular Biology of the Cell) 这类期刊上的文章会有更多的引用次数。

资料来源:

(http://www.medpaperpub.com/Html/2010_11_05/4892_123290_2010_11_05_135330.html)