

学校编码: 10384

分类号_____密级_____

学 号: 20720091150032

UDC_____

厦 门 大 学

硕 士 学 位 论 文

睡姿和枕高对颈椎应力影响的三维有限元分析

3D finite element analysis of the influence of sleeping position
and pillow height on cervical spine stress

吴 风 霞

指导教师姓名: 冯 祖 德 教授

专 业 名 称: 材料物理与化学

论文提交日期: 2012 年 月

论文答辩日期: 2012 年 月

学位授予日期: 2012 年 月

答辩委员会主席: _____

评 阅 人: _____

2012 年 5 月

厦门大学博硕士学位论文摘要库

3D finite element analysis of the influence of sleeping
position and pillow height on cervical spine stress



Thesis Submitted to

Xiamen University

In partial fulfillment of the requirement

for the degree of

Master of Engineering

By

Fengxia Wu

(Materials Physics and Chemistry)

Supervisor: Prof. **Zude Feng**

2012

厦门大学学位论文原创性声明

本人呈交的学位论文是本人在导师指导下，独立完成的研究成果。本人在论文写作中参考其他个人或集体已经发表的研究成果，均在文中以适当方式明确标明，并符合法律规范和《厦门大学研究生学术活动规范（试行）》。

另外，该学位论文为（）课题（组）的研究成果，获得（）课题（组）经费或实验室的资助，在（）实验室完成。（请在以上括号内填写课题或课题组负责人或实验室名称，未有此项声明内容的，可以不作特别声明。）

声明人（签名）：

年 月 日

厦门大学学位论文著作权使用声明

本人同意厦门大学根据《中华人民共和国学位条例暂行实施办法》等规定保留和使用此学位论文，并向主管部门或其指定机构送交学位论文（包括纸质版和电子版），允许学位论文进入厦门大学图书馆及其数据库被查阅、借阅。本人同意厦门大学将学位论文加入全国博士、硕士学位论文共建单位数据库进行检索，将学位论文的标题和摘要汇编出版，采用影印、缩印或者其它方式合理复制学位论文。

本学位论文属于：

1. 经厦门大学保密委员会审查核定的保密学位论文，
于 年 月 日解密，解密后适用上述授权。

2. 不保密，适用上述授权。

（请在以上相应括号内打“√”或填上相应内容。保密学位论文应是已经厦门大学保密委员会审定过的学位论文，未经厦门大学保密委员会审定的学位论文均为公开学位论文。此声明栏不填写的，默认为公开学位论文，均适用上述授权

声明人（签名）：

年 月 日

厦门大学博硕士学位论文摘要库

摘要

颈椎病为临床常见病，其发病率呈上升趋势，其患者呈低龄化倾向。它常常影响人们的工作与生活质量。研究发现颈椎病的发病原因与长期不良的生活习惯密切相关，如不良坐姿和不良睡姿等，还与枕高不当有关。目前，睡姿和枕高的研究主要集中在临床方面，采用统计调查、测量及影像学相结合的方法。大量研究表明生物力学因素在颈椎疾患的发病机制中具有十分重要的意义。有限法成本低且省时省力。但采用有限元法分析睡姿和枕高对颈椎应力影响的研究至今鲜见报道。

本文以正常人体头颈 CT 图像为原始数据，依次经过 Mimics 10.0、Geomagic Studio 11.0 及 Hypermesh 10.0 软件建立全颈椎的三维有限元模型，利用 Abaqus 6.10 软件仿真分析仰卧状态与侧卧状态不同枕高（6cm、8cm、10cm 及 12cm）下颈椎的应力特性。结果发现睡姿和枕高对颈椎应力均有重大影响。枕高相同时，仰卧位与侧卧位椎体应力的分布不同，且仰卧位椎间盘应力的最大值大于侧卧位；同样睡姿时，枕高增加使颈椎的应力增大。因此，从颈椎应力的生物力学角度看，侧卧比仰卧更有利于颈椎的健康，且仰卧位枕高应低于侧卧位。这为人们确定恰当的睡姿及适宜的枕高提供参考依据，也为枕头的设计提供参考意见，进而有助于人们预防颈椎病。人们睡眠时应仰卧与侧卧交替，但以侧卧为主，且仰卧位枕高应低于侧卧位。

关键词：颈椎 有限元分析 睡姿 枕高

Abstract

Cervical spondylosis is a common clinical disease. The incidence rate is rising. The patients showed a tendency of younger age. It often affects people's work and quality of life. Studies found that the cause of cervical disease is closely related to long-term bad life habits, such as poor sitting posture and poor sleeping position, etc. It is also related to the inappropriate height of the pillow. At present, the study of sleeping position and the height of pillow are mainly concentrated in the clinical aspects using survey, measurement and imaging methods. A large number of studies had shown that biomechanical factors were of great significance in the pathogenesis of cervical disease. The finite element method was a low-cost, time-saving and labor-saving method. However, the study that analysing the influence of sleeping position and the height of pillow on cervical spine stress by finite element method was rarely reported.

Using Mimics 10.0, Geomagic Studio 11.0 and Hypermesh 10.0 softwares, 3D finite element model of the whole cervical spine was established based on the raw data from CT images of a normal human's head and neck. The stress properties of cervical spine under different pillow height, namely 6cm, 8cm, 10cm and 12cm, were analyzed by Abaqus 6.10 software while sleeping on the back and side, respectively. The results showed that both sleeping position and pillow height exhibited a significant influence on the stress of cervical spine. Under the same height of pillow, the distribution of the vertebral body stress was different in the supine and lateral position. The maximum stress value of intervertebral disc under supine lying was higher than that of side lying with the same pillow height. The stress of cervical spine increased with the increment of pillow height under the same sleeping position. So from the viewpoint of biomechanics of cervical spine stress, side lying was more helpful to cervical health than supine lying, and the pillow height under supine lying should be lower than that of side lying. The results provided a reference for people to

determine the proper sleeping position and a suitable pillow height. They also provided a reference for the design of the pillow. And then it is helpful for people to prevent cervical spondylosis. People should sleep on the back and side alternately, but sleep on the side mainly, and the pillow height under supine lying should be lower than that of side lying.

Key words: Cervical spine; Finite element analysis; Sleeping position; Pillow height

厦门大学博硕士学位论文摘要库

目 录

摘 要.....	I
Abstract.....	II
第一章 绪论	1
1.1 研究背景	1
1.1.1 有限元法概述.....	2
1.1.2 脊柱生物力学的研究方法.....	3
1.1.3 颈椎有限元模型的发展.....	4
1.1.4 有限元法在颈椎生物力学中的应用.....	5
1.1.5 头颈睡姿的研究进展.....	6
1.2 研究目的与意义	9
1.3 研究内容与技术路线.....	10
1.3.1 研究内容.....	10
1.3.2 技术路线.....	11
参 考 文 献.....	12
第二章 实验设备与实验对象	17
2.1 实验设备	17
2.1.1 软件设备.....	17
2.1.2 硬件设备.....	18
2.2 实验对象	19
第三章 全颈椎几何模型的重构	20
3.1 前言	20
3.2 正常颈椎的解剖结构	21
3.3 椎骨几何模型的重构	24
3.3.1 利用Mimics软件建立椎骨初步的三维几何模型	24
3.3.2 利用Geomagic Studio软件修洁椎骨模型并实体重建.....	28

3.4 椎间盘几何模型的重构.....	32
3.4.1 椎间盘几何模型的建立方法.....	32
3.4.2 建立椎间盘的几何实体模型.....	32
3.5 本章小结.....	35
参 考 文 献.....	36
第四章 全颈椎三维有限元模型的重构及有效性验证.....	37
4.1 前言.....	37
4.2 网格划分.....	37
4.2.1 椎骨的网格划分.....	38
4.2.2 椎间盘的网格划分.....	41
4.3 韧带的建立.....	45
4.4 材料特性.....	45
4.5 模型的有效性验证.....	47
4.6 本章小结.....	48
参 考 文 献.....	49
第五章 三维有限元分析.....	50
5.1 前言.....	50
5.2 实验步骤.....	50
5.3 结果与分析.....	53
5.4 讨论.....	60
5.5 本章小结.....	65
参 考 文 献.....	67
第六章 总结与展望.....	70
6.1 总结.....	70
6.1.1 本文的工作及结论.....	70
6.1.2 本文的创新点.....	71
6.1.3 本文的不足与商榷之处.....	71
6.2 展望.....	71
攻读硕士学位期间发表的论文.....	73

致 谢.....74

厦门大学博硕士学位论文摘要库

Table of Content

Abstract in Chinese	I
Abstract	II
Chapter 1 Introduction	1
1.1 Research Background	1
1.1.1 An overview of the finite element method.....	2
1.1.2 Spine biomechanics research methods.....	3
1.1.3 The development of the finite element model of the cervical spine	4
1.1.4 The application of the finite element method in the cervical spine biomechanics.....	5
1.1.5 Research progress of head and neck sleeping position.....	6
1.2 Research purposes and Significance	9
1.3 Research content and Technology roadmap	10
1.3.1 Research content	10
1.3.2 Technology roadmap.....	11
References	12
Chapter 2 The experimental equipment and experimental object	17
2.1 Experimental equipment	17
2.1.1 Software equipment	17
2.1.2 Hardware equipment.....	18
2.3 Experimental object	19
Chapter 3 Reconstruction of the geometric model of the whole cervical spine	20
3.1 Introduction	20
3.2 The anatomical structure of the normal cervical spine	21
3.3 The reconstruction of the geometric model of vertebra	24

3.3.1 Reconstruct the preliminary three-dimensional geometric model of vertebra using Mimics software	24
3.3.2 Repair vertebra model and reconstruct its entity using Geomagic Studio software	28
3.4 Reconstruction of the geometric model of intervertebral disc	32
3.4.1 The method of establishing intervertebral disc model	32
3.4.2 The establishment of the geometric model of intervertebral disc	32
3.5 Chapter summary	35
References	36
Chapter 4 Reconstruction and validation of the 3D finite element model of the whole cervical spine	37
4.1 Introduction	37
4.2 Meshing	37
4.2.1 Meshing of the vertebral body	38
4.2.2 Meshing of intervertebral disc	38
4.3 Establishment of ligaments	45
4.4 Material properties	45
4.5 Validation of the model validity	47
4.6 Chapter summary	48
References	49
Chapter 5 3D finite element analysis	49
5.1 Introduction	49
5.2 Experimental procedures	50
5.3 Results and Analysis	53
5.4 Discussion	60
5.5 Chapter summary	65
References	67
Chapter 6 Summary and Outlook	70
6.1 Summary	70
6.1.1 Work and conclusions of this paper	70

6.1.2 Innovations of this paper.....	71
6.1.3 Deficiencies of this paper.....	71
6.2 Outlook.....	71
Papers Published during the Study for Master's degree.....	73
Acknowledgements	74

厦门大学博硕士学位论文摘要库

第一章 绪论

1.1 研究背景

颈椎是承接头颅和连接脊柱的重要解剖结构,在整个脊柱中结构较为复杂和特殊。它的活动度大,活动频率高,因而稳定性差。在日常生活、工作及运动中颈椎承受各种负荷,而周围无胸廓及腹腔等保护,因此容易发生劳损,并出现退变。尤其是颈椎椎间盘,不仅退变过程开始得较早,而且是诱发或促进颈椎其他部位组织发生退变的重要因素。颈椎损伤在脊柱损伤中后果最为严重,由于其常常结合脊髓损伤,故易导致高位截瘫甚至死亡。颈椎病常常影响着人们的工作和生活质量,甚至对人们的身心健康造成严重危害。

随着体力劳动逐渐转向脑力劳动,伏案工作增加,颈椎病成为国际性多发病,其发病率占成人的 60%,在某些职业甚至高达 90%以上,已明显超过过去常见的下腰痛。同时随着电脑的普及,生活节奏的加快,颈椎病患者呈低龄化倾向。而且随着我国人均寿命的延长,此种以退行性变为基础的疾患必然随着年龄的递增而成倍地增加。

目前手术是治疗颈椎病的有效手段。每年行颈椎病手术的病人,美国大约有 5 万,中国大约有 2 万。虽然治疗方法有多种,但是治疗好转后,很多患者由于各种原因又会导致病情的复发。可见,研究颈椎病的发病因素,积极采取措施预防颈椎病的发生很有必要。

国内外学者认为颈椎病与颈椎劳损,退变,颈曲改变,内外力平衡失调及颈椎失稳的病因病理变化有关。此外,研究发现颈椎病的发病原因也与长期不良的生活习惯密切相关,如不良坐姿和不良睡姿等,还与枕高不当有关。长期不良睡姿会使颈椎局部长期应力过大而劳损,退化或骨质增生。而长期枕高不当使颈椎内部产生有害应力,颈部肌肉劳损与松弛,破坏椎体间的正常连接关系,导致椎间关节及椎间盘等退化^[1,2]。此外,枕高影响颈曲^[1,2],枕高过高会使颈椎处于过屈状态,而枕高过低会使颈椎处于过伸状态,这两种情况都会破坏正常的颈曲。

人的颈部放松的最好时间是在晚上睡眠的时候,但由于人们习惯的但却是不

Degree papers are in the "[Xiamen University Electronic Theses and Dissertations Database](#)". Full texts are available in the following ways:

1. If your library is a CALIS member libraries, please log on <http://etd.calis.edu.cn/> and submit requests online, or consult the interlibrary loan department in your library.
2. For users of non-CALIS member libraries, please mail to etd@xmu.edu.cn for delivery details.

厦门大学博硕士论文摘要库