

# 前屈后伸载荷下颈椎间孔的孔径变化: Bryan颈人工椎间盘置换与颈椎钢板植骨内固定的比较

陈书文<sup>1</sup>, 尹朝信<sup>1</sup>, 颜爱民<sup>1</sup>, 刘文和<sup>2</sup>

## Adaptive variation of the space of intervertebral foramina under anteflexion and posterior extension conditions: Bryan cervical disc prosthesis replacement versus cervical plate combined with graft internal fixation

Chen Shu-wen<sup>1</sup>, Yin Chao-xin<sup>1</sup>, Yan Ai-min<sup>1</sup>, Liu Wen-he<sup>2</sup>

### Abstract

**BACKGROUND:** Many reports have shown different experiment results about the biomechanical test effects of the stress on the adjacent segments of vertebra with interbody fusion. The experiment results are very different of the stress characteristic on the adjacent segments of vertebra with interbody fusion under the conditions of loading control and shifting control test mode.

**OBJECTIVE:** To analyze adaptive variation of the space of intervertebral foramina C5/6 basing on graded-loading-force under forward flexion and rearward extended conditions under different conditions of intact cervical disc, cervical intervertebral discectomy, Bryan cervical disc prosthesis replacement, or anterior cervical discectomy and fusion using bone graft and plate fixation.

**METHODS:** The pathologic variational regulation of the space of bone intervertebral foramina C5/6 had been analyzed under different graded-loading-force (0.25, 0.50, 0.75, 1.00, 1.25 and 1.50 N·m) in forward flexion and rearward extended under different conditions of intact cervical disc, cervical intervertebral discectomy, Bryan cervical disc prosthesis replacement, or anterior cervical discectomy and fusion using bone graft and plate fixation.

**RESULTS AND CONCLUSION:** Under the different conditions of graded-loading-force in forward flexion and rearward extended conditions, on adult's corpse cervical spine samples, the length diameter, superior width, inferior width and space of bone intervertebral foramina of C5/6 of the cervical intervertebral discectomy group was lower than that of the other groups ( $P < 0.05$ ), the Bryan cervical disc prosthesis replacement group was higher than cervical intervertebral discectomy group ( $P < 0.05$ ). The experiment results have shown that the average area data of space of bone intervertebral foramina C5/6 decreases after cervical intervertebral discectomy.

Chen SW, Yin CX, Yan AM, Liu WH. Adaptive variation of the space of intervertebral foramina under anteflexion and posterior extension conditions: Bryan cervical disc prosthesis replacement versus cervical plate combined with graft internal fixation. Zhongguo Zuzhi Gongcheng Yanjiu Yanjiu Linchuang Kangfu. 2010;14(30): 5523-5526.  
[http://www.crter.cn http://en.zglckf.com]

### 摘要

**背景:** 诸多针对脊椎椎体间固定融合后相邻节段应力变化的生物力学测试结果并不尽相同, 载荷控制与位移控制试验模式下所反映出的相邻节段应力状况其结果也相差甚远。

**目的:** 分析椎间盘完整、椎间盘切除、Bryan 颈人工椎间盘置换和前路颈椎植骨融合钢板内固定后, 成人尸体颈椎标本分别在前屈后伸载荷下 C<sub>5/6</sub> 椎间孔孔径和面积的变化情况。

**方法:** 分别测量 C<sub>5/6</sub> 椎间盘完整、椎间盘髓核摘除、Bryan 颈人工椎间盘置换和前路钢板植骨内固定 4 种状态下以 0.25, 0.50, 0.75, 1.00, 1.25, 1.50 N·m 的分级载荷加载于标本的前屈后伸状态时 C<sub>5/6</sub> 椎间孔孔径和面积的变化情况。

**结果与结论:** 前屈后伸各级加载时, C<sub>5/6</sub> 椎间孔上下径、上前径、下前后径和面积椎间盘完整组、Bryan 颈人工置换组和钢板植骨内固定组高于椎间盘髓核摘除组, 差异有显著性意义( $P < 0.05$ ), Bryan 颈人工置换组高于钢板植骨内固定组, 差异有显著性意义( $P < 0.05$ ), 可见颈椎间盘髓核摘除后 C<sub>5/6</sub> 椎间孔有效空间明显减少。

**关键词:** 颈椎; 椎间孔; 椎间盘摘除; 钢板; 生物力学

doi:10.3969/j.issn.1673-8225.2010.30.004

陈书文, 尹朝信, 颜爱民, 刘文和. 前屈后伸载荷下颈椎间孔的孔径变化: Bryan 颈人工椎间盘置换与颈椎钢板植骨内固定的比较[J]. 中国组织工程研究与临床康复, 2010, 14(30):5523-5526. [http://www.crter.org http://cn.zglckf.com]

## 0 引言

随着颈椎人工椎间盘置换病例数量的不断增加, 相关研究报告日益增多<sup>[1-3]</sup>。国外已经有超过6年的临床病例随访报告<sup>[4-5]</sup>。国内也已发表手术后2年随访观察结果的论文<sup>[6-7]</sup>, 近期临床疗效与部分国外学者的经验基本一致<sup>[8]</sup>。多数

作者对颈椎人工椎间盘置换术的疗效持肯定态度<sup>[9]</sup>。近年来, 设计类似的关节替代退变的颈椎间盘成为脊柱外科的研究热点<sup>[10-12]</sup>。迄今人们还难以根据生物力学研究结果对颈椎椎体间融合术和颈椎人工椎间盘置换术的利弊和优劣作出准确判断<sup>[13-14]</sup>。国内外尚未见运用Bryan颈人工椎间盘置换后对邻近节段(包括邻近一个及两个节段)椎间孔形态改变的研究。为了解椎间

<sup>1</sup>Department of Orthopaedics, Guiyang Hospital of Traditional Chinese Medicine, Guiyang 424400, Hunan Province, China; <sup>2</sup>Department of Orthopaedics, Affiliated Hospital of Xiangnan University, Chenzhou 423000, Hunan Province, China

Chen Shu-wen, Associate chief physician, Department of Orthopaedics, Guiyang Hospital of Traditional Chinese Medicine, Guiyang 424400, Hunan Province, China liudoct@163.com

Correspondence to: Liu Wen-he, Department of Orthopaedics, Affiliated Hospital of Xiangnan University, Chenzhou 423000, Hunan Province, China

Received: 2010-04-05  
Accepted: 2010-05-24

<sup>1</sup> 桂阳中医院骨科, 湖南省桂阳县, 424400; <sup>2</sup> 湘南学院附属医院骨科, 湖南省郴州市, 423000

陈书文, 男, 1967年生, 湖南省桂阳县人, 汉族, 1990年湖南中医药大学毕业, 副主任医师, 主要从事老年病、骨质疏松症的研究。liudoct@163.com

通讯作者: 刘文和, 博士, 副主任医师, 湘南学院附属医院骨科, 湖南省郴州市, 423000

中图分类号: R318  
文献标识码: A  
文章编号: 1673-8225 (2010)30-05523-04

收稿日期: 2010-04-05  
修回日期: 2010-05-24  
(20100405013/D·Z)

盘切除对脊椎的影响, 国内外有学者采用影像学或生物力学等方法对此进行了研究, 但尚未得出一致结论。临床上神经根型颈椎痛的患者已被证实有椎间孔内神经根受压的现象。当椎间盘后缘间隙小于4 mm或椎间孔高度小于15 mm时, 即可出现神经根受压现象。而诸多针对脊椎椎体间固定融合后相邻节段应力变化的生物力学测试结果并不尽相同, 载荷控制与位移控制试验模式下所反映出的相邻节段应力状况其结果也相差甚远。况且, 试验条件与试验方法不同等因素对实验结果所造成的影响, 也使得生物力学研究结果存在不确定性。

自颈椎人工椎间盘置换术问世以来, 尽管争议连连不断, 但近2年来对于该技术的赞同和支持声音似乎愈来愈强大<sup>[15-16]</sup>。甚至有人认为非融合时代已经到来, 颈椎人工椎间盘置换技术将是融合技术的终结者, 在颈椎退行性疾病的手术治疗中必将取代融合技术。已有不少临床观察和研究结果表明颈椎人工椎间盘置换术作为一种实用型非融合技术, 在颈椎退行性疾病较早期的治疗中取得了满意疗效。

实验测量椎间盘完整时、椎间盘切除、Bryan颈人工椎间盘置换和颈椎前路植骨融合内固定后, 新鲜的成人尸体颈椎标本分别在左右侧弯载荷时邻近椎间孔形态的变化, 探讨不同术式对颈椎椎间孔的影响和作用, 为颈椎手术提供生物力学方面的理论依据。

## 1 材料和方法

**设计:** 体外对比观察, 生物力学测定实验。

**时间及地点:** 实验于2007/2008-05在湘南学院附属医院完成。

**材料:** 成人新鲜尸体颈椎标本10具(自愿捐献或家属同意), 符合医学伦理学标准。大体及X射线平片观察排除标本无结构性破坏。双层塑料袋密封置于-70℃冰箱冷冻保存, 实验前取出置4℃冰箱中解冻24 h, 解冻后剔除椎旁肌肉及筋膜组织, 保留前纵韧带、关节突和关节囊的完整。节段包括C<sub>3</sub>~T<sub>1</sub>椎体及其椎间盘, 牙托粉包埋构件两端。Bryan颈人工椎间盘为美国Sofamor Danek公司产品; 骨水泥和钢板为美国Miller公司产品; 测量所用传感器由湘南学院流行病学与卫生统计学教研室提供, 为北京欧锐特科技有限公司产品。

**方法:**

**完整椎间盘标本的测量:** ①将插入位移传感器探头的标本以性能实验夹具直立固定, 连接于实验机上。②在标本上先以100 N轴向载荷反复加压3次, 加压速度5 mm/min, 消除标本粘滞效应。③以0.25, 0.50, 0.75, 1.00, 1.25, 1.50 N·m的分级前屈后伸载荷加载于标本上, 加压速度为5 mm/min, 每次加载间隔10 min, 记录C<sub>5/6</sub>椎间孔孔径和面积数据。

**分组及干预:** 将40具标本随机均分为4组: 椎间盘完整组、椎间盘髓核摘除组、Bryan颈人工置换组和钢板植骨内固定组, 10具/组。椎间盘完整组: 不进行任何干预。椎间盘髓核摘除组: 将C<sub>5/6</sub>颈椎间盘纤维环从侧前方切开, 切除全部椎间盘髓核组织, 缝合前纵韧带和纤维环, 制成颈椎间盘切除标本模型。重复以上加载步骤, 记录C<sub>5/6</sub>椎间孔孔径和面积数据。Bryan颈人工置换组: 将C<sub>5/6</sub>颈椎间盘行Bryan颈人工椎间盘置换, 制成Bryan颈人工椎间盘置换标本模型。重复以上加载步骤, 记录C<sub>5/6</sub>椎间孔孔径和面积数据。钢板植骨内固定组: 将C<sub>5/6</sub>颈椎间注入骨水泥, 行前路钢板内固定, 制成前路颈椎植骨融合钢板内固定标本模型。重复以上加载步骤, 记录C<sub>5/6</sub>椎间孔孔径和面积数据。

**测量指标:** 取颈椎标本, 节段包括C<sub>3</sub>~T<sub>1</sub>, 接入传感器, 测量、计算并分析C<sub>4/5</sub>椎间孔孔径和面积变化情况。

**主要观察指标:** 上下径、上前后径、下前后径, C<sub>5/6</sub>椎间孔孔径与面积。

**设计、实施、评估者:** 实验设计者为第一、四作者, 资料收集者为第二、三作者, 实施和评估为第一、四作者, 评估采用盲法。

**统计学分析:** 由湘南学院流行病学与卫生统计学教研室用SPSS 12.5软件进行统计分析, 所有数据用 $\bar{x} \pm s$ 表示, 采用成组设计多个均数比较的方差分析, 以 $P < 0.05$ 表示差异有显著性意义。

## 2 结果

**2.1 后伸载荷加载于标本时各组C<sub>5/6</sub>椎间孔孔径与面积测量结果** 以0.25, 0.50, 0.75, 1.00, 1.25和温表1.50 N·m的分级后伸载荷加载于标本上, 加压速度为5 mm/min时对C<sub>5/6</sub>椎间孔孔径与面积的影响显示: 上下径、上前后径、下前后径的均值及面积均值椎间盘完整组、Bryan颈人工置换组、钢板植骨内固定组高于椎间盘髓核摘除组( $P < 0.05$ ), 且在0.25, 0.50 N·m时Bryan颈人工置换组面积均值高于钢板植骨内固定组, 差异有显著性意义( $P < 0.05$ ), 具体情况见表1。

**2.2 前屈载荷加载于标本时各组C<sub>5/6</sub>椎间孔孔径与面积测量结果** 以0.25, 0.50, 0.75, 1.00, 1.25和1.50 N·m的分级前屈载荷加载于标本上, 加压速度为5 mm/min时对C<sub>5/6</sub>椎间孔孔径与面积的影响显示: 上下径、上前后径、下前后径的均值及面积 均值椎间盘完整组、Bryan颈人工置换组、钢板植骨内固定组高于椎间盘髓核摘除组( $P < 0.05$ ), 且在0.25, 0.50 N·m 时Bryan颈人工置换组面积均值高于钢板植骨内固定组, 差异有显著性意义( $P < 0.05$ ); 椎间盘完整组面积均值高于钢板植骨内固定组, 差异有显著性意义( $P < 0.05$ ), 具体情况见表2。

表 1 分级后伸载荷加载于标本时对 C<sub>5/6</sub> 椎间孔孔径与面积的影响  
 Table 1 The changing of the length、width and space of bone intervertebral foramina between C<sub>5</sub> and C<sub>6</sub> under the extended graded-loading-force ( $\bar{x}\pm s$ , n=10)

Graded-loading	0.25 N·m	0.50 N·m	0.75 N·m	1.00 N·m	1.25 N·m	1.50 N·m
Intact intervertebral disc						
LD (mm)	8.87±0.24	9.77±0.23	9.75±0.23	9.66±0.24	9.53±0.23	9.42±0.23
SW (mm)	6.43±0.24	7.23±0.23	7.18±0.25	7.06±0.27	7.19±0.26	7.23±0.26
IW (mm)	7.38±0.31	7.91±0.28	7.83±0.28	7.91±0.28	7.93±0.28	7.33±0.28
SF (mm <sup>2</sup> )	53.24±17.63	61.73±16.87 <sup>a</sup>	60.83±16.87 <sup>a</sup>	59.83±16.87 <sup>a</sup>	55.82±16.87 <sup>a</sup>	51.83±16.87 <sup>a</sup>
Cervical intervertebral discectomy						
LD (mm)	8.75±0.22	9.75±0.24	9.53±0.26	9.61±0.22	9.54±0.23	9.61±0.22
SW (mm)	6.42±0.24	6.42±0.24	6.63±0.23	6.63±0.23	7.19±0.26	6.72±0.24
IW (mm)	7.38±0.31	7.53±0.37	7.54±0.31	7.52±0.31	7.93±0.28	7.62±0.31
SF (mm <sup>2</sup> )	53.24±17.63	52.14±17.62	51.23±17.62	49.21±17.62	55.82±16.87 <sup>a</sup>	46.11±17.62
Bryan cervical disc prosthesis replacement						
LD (mm)	10.28±0.28	10.14±0.25	10.15±0.28	10.24±0.24	10.03±0.28	10.05±0.28
SW (mm)	7.13±0.22	7.12±0.23	7.16±0.25	7.17±0.26	7.03±0.24	7.23±0.25
IW (mm)	7.97±0.30	7.95±0.30	7.87±0.30	7.95±0.30	7.92±0.30	7.91±0.30
SF (mm <sup>2</sup> )	73.26±17.79 <sup>ab</sup>	71.32±17.79 <sup>ab</sup>	70.32±17.79 <sup>ab</sup>	69.35±17.78 <sup>ab</sup>	64.24±17.79 <sup>a</sup>	62.14±17.74 <sup>a</sup>
Fusion using bone graft						
LD (mm)	9.84±0.25	9.82±0.27	9.73±0.26	9.64±0.26	9.74±0.25	9.82±0.28
SW (mm)	7.10±0.25	7.09±0.26	7.27±0.25	7.07±0.26	7.03±0.24	7.09±0.24
IW (mm)	7.95±0.24	7.91±0.28	7.56±0.27	7.75±0.29	7.75±0.29	7.86±0.28
SF (mm <sup>2</sup> )						

LD: length diameter; SW: superior width; IW: inferior width; SF: space of bone intervertebral foramina between C<sub>5</sub> and C<sub>6</sub>; <sup>a</sup>P < 0.05, vs. cervical intervertebral discectomy group; <sup>b</sup>P < 0.05, vs. fusion using bone graft group

表 2 分级前屈载荷加载于标本时对 C<sub>5/6</sub> 椎间孔孔径与面积的影响  
 Table 2 The changes of the length, width and space of bone intervertebral foramina between C<sub>5</sub> and C<sub>6</sub> under the flexed graded-loading-force ( $\bar{x}\pm s$ , n=10)

Graded-loading	0.25 N·m	0.50 N·m	0.75 N·m	1.00 N·m	1.25 N·m	1.50 N·m
Intact intervertebral disc						
LD (mm)	11.87±0.24	11.86±0.23	11.77±0.24	11.67±0.26	11.57±0.23	11.47±0.24
SW (mm)	8.10±0.25	8.60±0.22	8.50±0.25	8.30±0.26	8.60±0.26	8.60±0.24
IW (mm)	8.94±0.28	8.92±0.28	8.93±0.28	8.93±0.28	8.93±0.28	8.93±0.28
SF (mm <sup>2</sup> )	81.86±16.87 <sup>ab</sup>	80.76±16.87 <sup>ab</sup>	78.83±16.88 <sup>ab</sup>	77.85±16.87 <sup>ab</sup>	76.80±16.87 <sup>ab</sup>	74.85±16.87 <sup>ab</sup>
Cervical intervertebral discectomy						
LD (mm)	10.75±0.22	10.73±0.24	10.63±0.26	10.75±0.22	10.74±0.24	10.75±0.25
SW (mm)	7.73±0.24	7.72±0.23	7.73±0.24	7.73±0.23	7.73±0.24	7.73±0.23
IW (mm)	8.66±0.31	8.67±0.32	8.67±0.31	8.66±0.31	8.66±0.31	8.66±0.31
SF (mm <sup>2</sup> )	77.26±17.65 <sup>b</sup>	77.15±17.62 <sup>b</sup>	65.21±17.65	63.21±17.63	61.24±17.62	59.13±17.62
Bryan cervical disc prosthesis replacement						
LD (mm)	11.23±0.28	11.25±0.25	11.33±0.28	11.23±0.28	11.23±0.28	11.23±0.28
SW (mm)	8.13±0.27	8.14±0.24	8.13±0.22	8.13±0.22	8.13±0.22	8.13±0.24
IW (mm)	8.96±0.30	8.96±0.30	8.95±0.30	8.97±0.30	8.97±0.30	8.97±0.30
SF (mm <sup>2</sup> )	85.36±17.78 <sup>ab</sup>	85.34±17.78 <sup>ab</sup>	83.34±17.78 <sup>ab</sup>	81.34±17.78 <sup>ab</sup>	79.21±17.78 <sup>ab</sup>	77.11±17.78 <sup>ab</sup>
Fusion using bone graft						
LD (mm)	9.84±0.25	9.84±0.23	9.83±0.25	9.83±0.23	9.83±0.23	9.83±0.23
SW (mm)	7.10±0.27	7.29±0.24	7.30±0.25	7.10±0.24	7.30±0.24	7.10±0.25
IW (mm)	7.95±0.29	7.95±0.28	7.95±0.28	7.95±0.28	7.95±0.28	7.95±0.28
SF (mm <sup>2</sup> )	66.15±16.44 <sup>a</sup>	66.24±16.44 <sup>a</sup>	60.83±16.87 <sup>a</sup>	67.25±16.44 <sup>a</sup>	67.24±16.44 <sup>a</sup>	67.26±16.44 <sup>a</sup>

LD: length diameter; SW: superior width; IW: inferior width; SF: space of bone intervertebral foramina between C<sub>5</sub> and C<sub>6</sub>; <sup>a</sup>P < 0.05, vs. cervical intervertebral discectomy group; <sup>b</sup>P < 0.05, vs. fusion using bone graft group

### 3 讨论

颈前路单纯椎间盘切除术, 由于残留椎间盘或者骨刺的原因, 继续存在或加重神经性病变, 术后颈椎不稳。多间隙椎间盘切除后, 椎体前部塌陷致颈椎后凸畸形。颈前路椎体次全切除融合、钢板内固定术, 植骨块与上下椎体接触面之间存在微动, 可引起植骨融合失败, 形成假关节, 影响手术效果<sup>[17-18]</sup>。颈椎前路钢板内固定融

合后节段失去运动, 毗邻节段易发生退变, 影响远期疗效<sup>[19]</sup>, 甚至症状复发需再次手术。无论采用何种手术方式对颈椎间盘髓核进行切除, 最终都将对椎间盘造成损伤, 而纤维环的愈合能力差, 如果椎间盘髓核摘除后未对脊柱的前、中柱进行重建, 术后都将对颈椎的稳定性和其正常的生物力学性能产生明显的影响<sup>[20]</sup>。随着时间的推移, 手术节段的间隙将不可避免的发生退行性病变而出现椎管狭窄, 最终影响远期疗效<sup>[21]</sup>。

颈椎人工椎间盘置换术是一项非融合技术。近年来

国内外大量临床观察以及相关研究的结果表明, 该技术具有良好的应用价值和前景, 合理应用可取得满意疗效, 与颈椎融合手术相比在一定程度上更有助于改善患者的生活质量<sup>[22-24]</sup>。本实验结果表明, 颈椎间盘髓核摘除后颈椎在前屈后伸分级载荷时颈椎间孔孔径与面积减少, 与椎间盘完整时比较, 差异具有显著性意义( $P < 0.05$ )。进一步证实了颈椎间盘髓核摘除术对颈椎正常生物力学性能产生了明显的负面影响, 提示颈椎间盘髓核摘除颈椎间孔孔径减少可能是导致其相邻下位椎间盘出现退行性病变或退行性病变加剧的原因之一。

体外颈椎标本容易被固定于某一特定的屈伸运动位置, 且能保证不伴有侧屈和旋转。本实验为离体颈椎标本测量椎间盘完整、椎间盘切除、Bryan 颈人工椎间盘置换和前路颈椎植骨融合钢板内固定后, 成人尸体颈椎标本分别在后伸前屈载荷下相应椎间隙和小关节内应力的分布和 C<sub>5/6</sub> 椎间孔孔径的变化情况。探讨椎间盘切除、Bryan 颈人工椎间盘置换和前路颈椎植骨融合钢板内固定对颈椎椎间孔孔径的影响。选择 6 级载荷, 是模拟正常人体的生理运动的力学范围。每次加载会导致椎间孔孔径的变化, 这样会对之后试验的结果造成影响, 故尽量每次加载都用新样本, 以避免这种误差。实验结果显示前屈后伸各级加载时, 与椎间盘完整组比较, 椎间盘髓核摘除组 C<sub>5/6</sub> 椎间孔面积均减少, 差异有显著性意义( $P < 0.05$ ); Bryan 颈人工椎间盘置换组与椎间盘完整组比较, C<sub>5/6</sub> 椎间孔面积差异无显著性意义( $P > 0.05$ ); 与椎间盘髓核摘除组比较, Bryan 颈人工椎间盘置换组 C<sub>5/6</sub> 椎间孔孔径均增大, 差异有显著性意义( $P < 0.05$ )。

#### 4 参考文献

[1] Chi JH, Ames CP, Tay B. General considerations for cervical arthroplasty with technique for Prodisc-C. Neurosurg Clin N Am. 2005;7(16):629-639.

[2] McAfee PC, Cunningham BW, Hayes V, et al. Biomechanical analysis of rotational motion after disc arthroplasty: implications for patients with adult deformities. Spine. 2006;9(31):152-160.

[3] Lee S, Lee SH. Clinical and radiographic comparison of the Bryan cervical disc replacement and anterior cervical discectomy and fusion for the treatment of cervical degenerative disc disease. Spine J. 2006;6(5):131-132.

[4] Wiffield CC, Skrzypiec D, Jackowski A, et al. Internal stress distribution in cervical intervertebral discs: the influence of an artificial cervical joint and simulated anterior interbody fusion. J Spinal Disord Tech. 2003;16(6):441-449.

[5] Suan Y, Pan SF, Zhang FS, et al. Zhongguo Jizhu Jisui Zazhi. 2008;18(1):13-17. 孙宇, 潘胜发, 张凤山, 等. Bryan 人工椎间盘置换术治疗颈椎病的近期临床效果及出现的问题[J]. 中国脊柱脊髓杂志, 2008, 18(1):13-17.

[6] Anton E, Dmitriev, Bryan W, et al. Adjacent Level Intradiscal Pressure and Segmental Kinematics Following A Cervical Total Disc Arthroplasty An In Vitro Human Cadaveric Model. Spine. 2005;10(30):1165-1172.

[7] Yu Q, Li ZB. Zhonghua Wuli Yixue yu Kangfu Zazhi. 2003;25(12):719-722. 余情, 李泽兵. 颈椎旋转对颈椎间孔形态的影响[J]. 中华物理医学与康复杂志, 2003, 25(12):719-722.

[8] Su Y. Zhongguo Jizhu Jisui Zazhi. 2008;18(1):11. 孙宇. 颈椎人工椎间盘置换术--我们的未来[J]. 中国脊柱脊髓杂志, 2008, 18(1):11.

[9] Phillips FM, Garfin SR. Cervical disc replacement. Spine. 2005;30(17 Suppl):27-33.

[10] Zaveri GR, Fund M. Cervical spondylosis: the role of anterior instrumentation after decompression and fusion. J Spinal Disord. 2001;14(1):10-16.

[11] Tye GW, Graham RS, Brouddus WC, et al. Graft subsidence after instrument assisted anterior cervical fusion. J Neurosurg. 2002; 97(Suppl 2):186-192.

[12] Rapoff AJ, Conrad BP, Johnson WM, et al. Load sharing in premier and zephir anterior cervical plates. Spine. 2003;28(24):2648-2651.

[13] Brodke DS, Gollogly S, Alescander MR, et al. Dynamic cervical plates: biomechanical evaluation of load sharing and stiffness. Spine. 2001;26(12):1324-1329.

[14] Li KH, Wang H, Lei GH, et al. Zhongguo Linchuang Kangfu. 2003;7(4):231-233. 李康华, 王华, 雷光华, 等. 腰椎间盘切除与人工椎间盘对关节突关节内压力的影响[J]. 中国临床康复, 2003, 7(4):231-233.

[15] Liu ZJ, Dang GD. Zhongguo Jizhu Jisui Zazhi. 2008;18(1):5-6. 刘忠军, 党耕町. 对颈椎人工椎间盘置换术现状的认识与思考[J]. 中国脊柱脊髓杂志, 2008, 18(1):5-6.

[16] Wang Y. Zhongguo Jizhu Jisui Zazhi. 2008;18(1):8-9. 王岩. 颈椎人工椎间盘置换相对于传统前路融合手术的优势[J]. 中国脊柱脊髓杂志, 2008, 18(1):8-9.

[17] Traynelis VC. The prestige cervical disc. Neurosurg Clin N Am. 2005; 7(16):621-628.

[18] Van DM, Smit T, Srgiham S, et al. The effect of cage stiffness on the rate of lumbar interbody fusion: an in vivo model using poly(l lactic acid) and titanium cage. Spine. 2002;27(7):682-688.

[19] Fong SY, Duplessis SJ, Casha S, et al. Design limitation of Bryan disc arthroplasty. Spine J. 2006;6(3):233-241.

[20] Gu HS, Li ZY, Liu SL, et al. Zhongguo Gu yu Guanjie Sunshang Zazhi. 2006;21(4):256-258. 顾洪生, 李振宇, 刘尚礼, 等. 人工椎间盘置换术后下腰椎椎管及神经根管改变的初步临床研究[J]. 中国骨与关节损伤杂志, 2006, 21(4):256-258.

[21] Jin DD. Zhongguo Jizhu Jisui Zazhi. 2008;18(1):9-10. 金大地. 颈椎融合与人工颈椎间盘置换术存在的问题[J]. 中国脊柱脊髓杂志, 2008, 18(1):9-10.

[22] Fong SY, Duplessis SJ, Casha S, et al. End plate kyphosis after Bryan cervical disc replacement. Spine J. 2006;5(4):77-78.

[23] Wang X, Liu WH, Meng YB, et al. Zhongguo Zuzhi Gongcheng Yanjiu yu Linchuang Kangfu. 2007;11(13):2466-2469. 王晓, 刘文和, 蒙艳斌, 等. 不同载荷作用下 C<sub>4-5</sub> 椎间孔孔径的变化[J]. 中国组织工程研究与临床康复, 2007, 11(13):2466-2469.

[24] Goffin J, Loon JV, Calenbergh FV. Cervical arthroplasty with the Bryan disc: 4-year results. Spine J. 2006;6(5):62-63.

#### 来自本文课题的更多信息一

**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。

**课题意义:** 临床上神经根型颈椎病的患者已被证实有椎间孔内神经根受压的现象。研究发现当椎间盘后缘间隙小于 4 mm 或椎间孔高度小于 15 mm 时, 即可出现神经根受压现象。而诸多针对颈椎椎体间固定融合后相邻节段应力变化的生物力学测试结果并不尽相同, 载荷控制与位移控制试验模式下所反映出的相邻节段应力状况其结果也相差甚远。本课题利用新鲜的成人尸体颈椎标本分别在左右侧弯载荷时邻近椎间孔形态的变化, 首次探讨不同术式对颈椎椎间孔的影响和作用, 为颈椎手术提供生物力学方面的理论依据。

**课题评估的“金标准”:** 椎间盘完整时、椎间盘切除、Bryan 颈人工椎间盘置换和颈椎前路植骨融合内固定后, 椎间孔形态的变化规律, 尚没有国际公认的评估“金标准”。

**设计或课题的偏倚与不足:** 本体外颈椎标本容易被固定于某一特定的屈伸运动位置, 且能保证不伴有侧屈和旋转。本实验为成人尸体颈椎标本分别在后伸前屈载荷下相应椎间隙孔径的变化情况, 与临床实际可能还存在一定的差异, 使其结论在临床上的推广存在一定的局限性。

**提供临床借鉴的价值:** 本实验为成人尸体颈椎标本分别在后伸前屈载荷下相应椎间隙和小关节内应力的分布和 C<sub>5/6</sub> 椎间孔孔径的变化情况, 与临床实际可能还存在一定的差异, 但为各种手术与应力情况下的临床表现与临床实践探索仍提供一定理论与方法上的指导。