

颈椎前路一体化钢板椎间融合器置入后与颈椎生物力学环境的匹配★

杨月舟¹, 徐耀增², 独行业², 耿德春², 杨惠林²

Matching between intergrated anterior cervical plate cage benezech implant and biomechanical environment

Yang Yue-zhou¹, Xu Yao-zeng², Du Xing-ye², Geng De-chun², Yang Hui-lin²

Abstract

BACKGROUND: Studies demonstrated that intergrated anterior cervical plate cage benezech implant (PCB) superior to used plates and fusion cage theoretically. However, reports concerning biomechanical analysis of the PCB are few.

OBJECTIVE: To investigate biomechanical characteristics of the PCB.

METHODS: Five types were made in 6 adult cadaveric cervical spines: normal, simulated vertebral disc removal, PCB fixation, CBK fusion cage fixation, CBK fusion cage and Secuplate titanium plate conjoined fixation. Their stability was tested by experimental stress analysis at C₅₋₆.

RESULTS AND CONCLUSION: The cervical spine became unstable and the range of motion increased significantly after the removal of vertebral disc. Compared with simulated vertebral disc removal group, after instrumentation of cervical PCB fixation, the strength increased 24%, the flexibility decreased 31%, the stiffness increased 14.3%, and the migration decreased 15% ($P < 0.05$). There was significant difference between the PCB fixation group and simulated vertebral disc removal one ($P < 0.05$). And the range of motion of the cervical spine after the insertion of correct size of PCB was similar to that of intact condition. The CBK fusion cage group was unsatisfied under extension and torsion tests, but there was significant difference between CBK fusion cage fixation group and simulated vertebral disc removal one ($P < 0.05$). Compared with simulated vertebral disc removal group, after instrumentation of cervical CBK fusion cage and Secuplate titanium plate conjoined fixation, the strength increased 27%, the flexibility decreased 38%, the stiffness increased 17%, and the migration decreased 17% ($P < 0.05$). But the motion of the segment following insertion of CBK fusion cage and Secuplate titanium plate conjoined fixation almost lost and the range of motion of the adjacent segment increased. PCB has occupied advantages of both secuplate titanium plate fixation and CBK fusion cage fixation which could match the biomechanical environment.

Yang YZ, Xu YZ, Du XY, Geng DC, Yang HL. Matching between intergrated anterior cervical plate cage benezech implant and biomechanical environment. Zhongguo Zuzhi Gongcheng Yanjiu yu Linchuang Kangfu. 2011;15(9): 1583-1587.

[http://www.crter.cn http://en.zglckf.com]

¹Department of Orthopaedics, Charity Hospital of Wuxi, Wuxi 214000, Jiangsu Province, China; ²Department of Orthopaedics, First Affiliated Hospital of Soochow University, Suzhou 215006, Jiangsu Province, China

Yang Yue-zhou★, Master, Attending physician, Department of Orthopaedics, Charity Hospital of Wuxi, Wuxi 214000, Jiangsu Province, China
yangyuezhou@sina.com

Received:2010-08-21
Accepted:2010-10-20

摘要

背景: 研究表明, 颈椎一体化前路钢板融合器比现行钢板和融合器具有更多理论上的优势。但是目前有关其生物力学方面的研究国内尚无文献报道。

目的: 观察与评价颈椎前路一体化钢板椎间融合器内固定置入后的生物力学特征。

方法: 采集 6 具成人尸体颈椎标本, 分为 5 组进行测试, 即正常组、椎间盘摘除组、颈椎前路一体化钢板椎间融合器固定组、CBK 融合器固定组及 CBK 融合器+Secuplate 钢板联合固定组, 以 C₅₋₆ 椎间隙为观察对象, 进行生物力学实验。

结果与结论: 颈椎间盘摘除后, 颈椎在各个方向运动加大, 刚度及强度等生物力学数值减小, 脊柱失稳。与椎间盘摘除组相比, 颈椎前路一体化钢板椎间融合器固定后其强度增加 24%, 椎体应变减小 31%, 刚度增加 14.3%, 位移减小 15% ($P < 0.05$), 颈椎前路一体化钢板椎间融合器对颈椎的力学性能影响较小, 说明它能较好地与颈椎的力学环境相匹配。CBK 融合器固定后抗后伸及旋转作用相对较小, 同椎间盘摘除组相比差异有显著性意义 ($P < 0.05$)。CBK 融合器+Secuplate 钢板联合固定组载荷强度和应变过大, 与椎间盘摘除组相比其强度增加 27%, 椎体应变减小 38%, 刚度增加 17%, 位移减小 17% ($P < 0.05$), 颈椎刚度增大且邻近椎节的运动有增大趋势, 将引起力学性能的改变。提示颈椎前路一体化钢板椎间融合器结合了颈椎前路钢板和融合器生物力学方面的优点, 能较好地与颈椎的力学环境相匹配。

关键词: 颈椎; 生物力学; 内固定器; 融合; 钢板

doi:10.3969/j.issn.1673-8225.2011.09.016

杨月舟, 徐耀增, 独行业, 耿德春, 杨惠林. 颈椎前路一体化钢板椎间融合器置入后与颈椎生物力学环境的匹配[J]. 中国组织工程研究与临床康复, 2011, 15(9):1583-1587. [http://www.crter.org http://cn.zglckf.com]

¹ 无锡市慈善医院骨科, 江苏省无锡市 214000; ² 苏州大学附属第一医院骨科, 江苏省苏州市 215006

杨月舟★, 男, 1975 年生, 江苏省高邮市人, 汉族, 2008 年苏州大学毕业, 硕士, 主治医师, 主要从事脊柱外科和创伤骨科研究。
yangyuezhou@sina.com

中图分类号:R318
文献标识码:A
文章编号:1673-8225
(2011)09-01583-05

收稿日期: 2010-08-21
修回日期: 2010-10-20
(20100725007/G · Z)

0 引言

由法国神经外科医生Benezech发明的颈椎置入系统颈椎前路一体化钢板椎间融合器(plate cage benezech, PCB), 整合了理想融合器与钢板的特性, 用于颈椎间盘退行性病变和颈椎创伤的前路椎间融合与固定^[1]。为了深入分析PCB的生物力学特性, 现将PCB、CBK融

合器、Secuplate钢板以不同的内固定方式, 进行生物力学对照观察, 以便为临床提供更为可靠的理论依据。

1 材料和方法

设计: 对比观察实验。

时间及地点: 于2007-11/12在上海大学生物力学研究所完成(测试报告项目编号: 2007420,

工作编号: 520, 鉴定证书: 力字第200716号)。

材料: 采集6具较为新鲜的人体颈椎标本, 均由苏州大学医学院教研室提供, 截取C₂~T₁部位, 拍摄颈椎正侧位片, 排除有颈椎创伤、肿瘤、严重退变与其他病理变化的标本, 随机取样, 剔除颈椎所附肌肉, 保留并避免损伤颈椎主要韧带以及后关节突的完整性, 将颈椎置于标准自然位, 用两层塑料袋密封保存。

方法:

实验力学模型: 所有实验力学模型要求在标本损伤制作固定、颈椎生物力学材料性质、加载方式、模拟载荷等要求均一致, 以提高实验精度^[2]。本实验模型为人颈椎尸体实体, 加载以150 N为最大生理载荷, 颈椎的运动以中心压缩、前屈、后伸、侧弯4种运动方式加载, 加载速率为1.40 mm/min; 颈椎以0, 50, 100, 150 N实行分级加载; 为了测量颈椎植骨融合器固定和钢板固定在颈椎在颈椎上的应力变化, 在椎体C₅处布置电阻应变片; C₅₋₆椎间隙的变化以位移传感器进行测量。

模型制作: 在6具颈椎标本上下两端分别浇注相平行的自凝型牙托粉平台, 然后进行分组, 内固定材料均有通用医疗器械公司上海分公司提供。

颈椎标本分组处理:

代码	标本类型
正常组	正常标本(n=6)
椎间盘摘除组	C ₅₋₆ 椎间盘摘除(n=6)
PCB固定组	从椎间盘摘除组中随机均分为2组, 其中一组置入相应尺寸的PCB(C ₅₋₆ PCB固定, n=3)
CBK固定组	上述另外一组置入相应尺寸的CBK融合器(C ₅₋₆ CBK固定, n=3)
CBK+钢板联合固定组	CBK固定组测试完后进行单节段Secuplate颈椎前钢板联合固定(C ₅₋₆ CBK+Secuplate固定, n=3)

生物力学测试: 实验仪器有万能力学试验机(WD-5)和位移传感器使用KG-101高精度数量微型位移计(精度1%), 实验前预加载50 N 3次, 以去除颈椎的应力松弛、蠕变等流变学特性的影响。加载缓慢模拟准静态加载, 正式加载后记录各类数据, 不断变更加载工况, 每次加载30 s后采集1次数据, 重复多次, 以确保实验精度。本实验在上海大学生物力学研究所完成。

主要观察指标: 颈椎的轴向刚度, 颈椎的强度, 颈椎的扭转力学性能, 颈椎的椎间隙的变化值。

统计学分析: 统计学处理者为王以进教授、吴永方副教授(上海大学生物力学研究所), 所有的力学指标利用SPSS 11.0软件进行统计与分析, 对各组的变化均以 $\bar{x}\pm s$ 表示, 然后线性回归, 方差分析, 经最小二乘法加以处理, 比较各组的差异性, 设定 $P < 0.05$ 为显著差异

性水平。

2 结果

2.1 各组颈椎标本的载荷-应变关系 见表1。

表1 各组颈椎标本的载荷-应变关系
Table 1 Load-strain relationship of cervical vertebrae in each group ($\bar{x}\pm s, \mu\epsilon$)

Group	Load (N)	Axial direction	Anterior flexion	Backward extension	Lateral flexion
Normal (n=6)	50	70±5	92±8	60±4	84±6
	100	141±12	183±14	119±09	167±14
	150	210±18	276±21	180±20	252±27
Vertebral disc removal (n=6)	50	115±9	145±12	78±6	128±11
	100	229±19	289±25	157±13	257±24
	150	344±31	435±40	234±21	385±36
PCB fixation (n=3)	50	77±6	102±9	67±5	93±8
	100	148±14	195±20	125±12	177±18
	150	215±21	286±25	188±18	270±24
CBK fixation (n=3)	50	79±7	104±10	68±6	97±9
	100	158±13	208±21	136±13	194±19
	150	238±23	312±27	205±20	291±24
CBK+plate conjoined fixation (n=3)	50	65±6	84±7	57±5	77±7
	100	131±11	167±14	112±10	155±13
	150	195±17	253±23	170±15	232±21

PCB: plate cage benezech

表1可见: ①颈椎标本的载荷应变大小排列为椎间盘摘除组>CBK固定组>PCB固定组>正常组>CBK+钢板联合固定组。②正常组、椎间盘摘除组间应变平均相差32%($P < 0.05$)。③正常组、PCB固定组之间相差9%($P > 0.05$), 但椎间盘摘除组、PCB固定组之间相差达31%($P < 0.05$)。④CBK固定组应变已接近正常组($P > 0.05$), 但椎间盘摘除组、CBK固定组之间相差24%($P < 0.05$)。⑤正常组、CBK+钢板联合固定组之间相差7%($P > 0.05$), 椎间盘摘除组、CBK+钢板联合固定组之间相差达38%($P > 0.05$)。

2.2 各组颈椎标本的载荷-位移关系 见表2。

表2 各组颈椎标本的载荷-位移关系
Table 2 Load-displacement relationship of cervical vertebrae in each group ($\bar{x}\pm s, mm$)

Group	Load (N)	Axial direction	Anterior flexion	Backward extension	Lateral flexion
Normal (n=6)	50	1.21±0.11	1.54±0.13	1.07±0.09	1.38±0.23
	100	2.41±0.23	3.07±0.30	2.13±0.20	2.77±0.26
	150	3.63±0.34	4.62±0.44	3.21±0.30	4.14±0.41
Vertebral disc removal (n=6)	50	1.57±0.10	1.92±0.17	1.29±0.12	1.70±0.16
	100	3.15±0.30	3.85±0.37	2.59±0.24	3.14±0.32
	150	4.72±0.44	5.78±0.53	3.88±0.34	5.09±0.47
PCB fixation (n=3)	50	1.33±0.12	1.68±0.14	1.20±0.10	3.02±0.30
	100	2.66±0.23	3.36±0.33	2.40±0.24	3.02±0.30
	150	3.90±0.40	5.00±0.50	3.41±0.34	4.30±0.44
CBK fixation (n=3)	50	1.91±0.17	2.35±0.22	1.44±0.12	2.04±0.18
	100	2.81±0.36	3.71±0.45	2.87±0.25	3.07±0.37
	150	3.92±0.53	5.05±0.66	3.61±0.43	4.42±0.60
CBK+plate conjoined fixation (n=3)	50	1.29±0.11	1.66±0.15	1.23±0.11	1.49±0.13
	100	2.59±0.25	3.33±0.33	2.17±0.23	2.19±0.28
	150	3.88±0.37	4.99±0.47	3.20±0.43	4.17±0.43

PCB: plate cage benezech

表2可见: ①平均载荷位移变化大小排列为椎间盘

摘除组>CBK固定组>PCB固定组>CBK+钢板联合固定组>正常组。②椎间盘摘除组摘除椎间盘会造成颈椎位移增大、颈椎失稳,与正常相比相差达20%($P < 0.05$)。③椎间盘摘除组与PCB固定组相差15%($P < 0.05$),椎间盘摘除组与CBK固定组相差13%($P < 0.05$)。④CBK固定组、PCB固定组分别与正常组相比,位移已接近正常标本的水平,分别相差7%、6%($P > 0.05$)。⑤CBK+钢板联合固定组与椎间盘摘除组相差17%($P < 0.05$),CBK+钢板联合固定组与正常组相差4%($P > 0.05$)。

2.3 各组颈椎标本的强度变化 见表3。

表3 各组颈椎标本加载 150 N 时的强度变化
Table 3 Strength changes of cervical vertebrae after 150 N loading in each group ($\bar{x}\pm s$, MPa)

Group	n	Torsional angle [(°)/cm]			
		0.2	0.4	0.6	
Normal	6	0.26±0.02	0.62±0.03	1.01±0.05	
Vertebral disc removal	6	0.23±0.01	0.52±0.03	0.72±0.05	
PCB fixation	3	0.25±0.01	0.59±0.03	0.99±0.05	
CBK fixation	3	0.26±0.01	0.57±0.03	0.96±0.05	
CBK+plate conjoined fixation	3	0.27±0.01	0.68±0.04	1.02±0.06	

PCB: plate cage benezech

表3可见: ①平均颈椎强度大小排列为CBK+钢板联合固定组>正常组>PCB固定组>CBK固定组>椎间盘摘除组。②正常组、椎间盘摘除组比较,后者下降了18% ($P < 0.05$)。③PCB固定组、CBK固定组分别与正常组比较,差异均无显著性意义($P > 0.05$)。与椎间盘摘除组相比、PCB固定组和CBK固定组的强度分别增加达24%,19% ($P < 0.05$)。④CBK+钢板联合固定组和椎间盘摘除组比较,强度增加了27% ($P < 0.05$),而且CBK+钢板联合固定组已接近或超过正常组的强度水平($P > 0.05$)。

2.4 各组颈椎标本的轴向刚度变化 见表4。

表4 各组颈椎标本加载 150 N 时的轴向刚度变化
Table 4 Changes of stiffness at axial direction of cervical vertebrae after 150 N loading in each group ($\bar{x}\pm s$, MPa)

Group	n	Torsional angle [(°)/cm]			
		0.8	1.0	Torsional stiffness (N-cm/Deg)	
Normal	6	1.52±0.07	2.54±0.09	22.69±1.43	
Vertebral disc removal	6	1.33±0.06	1.88±0.08	16.35±1.24	
PCB fixation	3	1.49±0.07	2.39±0.09	21.36±1.40	
CBK fixation	3	1.44±0.07	2.20±0.08	20.52±1.37	
CBK+plate conjoined fixation	3	1.60±0.08	2.66±0.10	23.78±1.67	

PCB: plate cage benezech

表4可见: ①本实验颈椎平均轴向刚度大小排列为正常组>CBK+钢板联合固定组>PCB固定组>CBK固定组>椎间盘摘除组。②与正常组相比,椎间盘摘除组下降20% ($P < 0.05$)。③正常组与PCB固定组相比,正常组与CBK固定组相比,差异均无显著性意义($P > 0.05$)。④与椎间盘摘除组相比,PCB固定组和CBK固定组平均

轴向刚度增强12%~15% ($P < 0.05$)。⑤CBK+钢板联合固定组已接近正常标本($P > 0.05$),CBK+钢板联合固定组与椎间盘摘除组相差达17% ($P < 0.05$)。

2.5 各组颈椎标本内固定的扭转力学性能 见表5。

表5 各组颈椎标本内固定的转矩-扭角关系
Table 5 Torque-torsional angle relationship of cervical vertebrae in each group ($\bar{x}\pm s$)

Group	n	Torsional angle [(°)/cm]			
		0.8	1.0	Torsional stiffness (N-cm/Deg)	
Normal	6	1.52±0.07	2.54±0.09	22.69±1.43	
Vertebral disc removal	6	1.33±0.06	1.88±0.08	16.35±1.24	
PCB fixation	3	1.49±0.07	2.39±0.09	21.36±1.40	
CBK fixation	3	1.44±0.07	2.20±0.08	20.52±1.37	
CBK+plate conjoined fixation	3	1.60±0.08	2.66±0.10	23.78±1.67	

PCB: plate cage benezech

表5可见: ①本实验颈椎平均扭转刚度和转矩大小排列为CBK+钢板联合固定组>正常组>PCB固定组>CBK固定组>椎间盘摘除组。②正常组和椎间盘摘除组的平均扭转刚度和转矩大小,两组分别相差31%和17% ($P < 0.05$)。③与椎间盘摘除组相比,PCB固定组、CBK固定组平均扭转刚度和转矩分别增加了23%,15%;13%,12% ($P < 0.05$)。PCB固定组、CBK固定组与正常组相比,差异无显著性意义($P > 0.05$)。④CBK+钢板联合固定组超过正常组5% ($P > 0.05$),而与椎间盘摘除组相比增强了31%和21% ($P < 0.05$)。

2.6 各组颈椎标本椎间隙的变化 见表6。

表6 各组颈椎标本加载 150 N 时不同内固定椎间隙的变化
Table 6 Changes of intervertebral space of cervical vertebrae after 150 N loading in each group ($\bar{x}\pm s$, mm)

Group	n	Torsional angle [(°)/cm]			
		0.2	0.4	0.6	
Normal	6	0.65±0.04	0.68±0.05	1.08±0.09	1.12±0.09
Vertebral disc removal	6	1.62±0.13	1.74±0.15	2.26±0.20	2.08±0.18
PCB fixation	3	0.15±0.04	0.19±0.02	0.38±0.03	0.30±0.03
CBK fixation	3	0.22±0.01	0.28±0.02	0.51±0.03	0.42±0.04
CBK+plate conjoined fixation	3	0.11±0.01	0.14±0.01	0.20±0.02	0.16±0.02

PCB: plate cage benezech

表6可见: ①本实验颈椎平均椎间隙变化大小排列为椎间盘摘除组>正常组>CBK固定组>PCB固定组>CBK+钢板联合固定组。②椎间盘摘除组椎间隙与正常组相比,相差达54% ($P < 0.05$)。③PCB固定组、CBK固定组分别同正常组比较,差异具有显著性意义($P <$

0.05); 且与椎间盘摘除组相比, 差异亦具有显著性意义 ($P < 0.05$)。④CBK+钢板联合固定组与正常组比较两者相差83%, 而与椎间盘摘除组比较相差达92% ($P < 0.05$)。

3 讨论

Panjabi等^[3]研究证实下颈椎最大伸屈活动均发生在C₄₋₅、C₅₋₆间隙, 这与临床该节段发生退行性变发生率呈相关, 故本实验的测量对象以C₅为主有其典型的意义。本实验以整具颈椎标本, 模拟生理性运动方式, 以测量手术节段的载荷位移、应变、轴向刚度、强度、扭转力学性能、椎间隙的高度变化, 真实反映了内固定物置入前后颈椎稳定性的变化, 尤其不同内固定置入后的实际变化情况。

3.1 颈椎的稳定性 Edelond^[4]认为经过手术摘除突出的椎间盘, 还要伸进椎间隙将游离的椎间盘组织尽量切除, 这就造成了椎间隙的空虚, 继发椎体间不稳, 神经受卡压, 椎管狭窄或小关节综合征等后遗症。韩德韬等^[5]通过对11具新鲜尸体的脊柱功能单位研究, 得出了椎间盘(D)、椎间孔(F)和椎管(C)之间的连锁变异即DFC现象, 当椎间盘受到破坏时, 因受到力学的作用, 椎间隙变小, 椎间孔和椎管即使受力仍在生理限度内都会相应变小, 从而导致椎管狭窄。张建发等^[6]在8具尸体标本上对切除椎间盘髓核的脊柱功能单位的刚度和强度进行了测量, 并将其与椎间盘完整时进行比较, 发现髓核切除后脊柱功能单位的压缩刚度、剪切刚度、扭转刚度及扭转强度均明显下降, 差异有显著性意义。本组实验椎间盘摘除组的结果与以上所述基本一致, 同正常组相比, 生物力学各指标都提示颈椎运动失稳。

因此, 手术的目的是重建颈椎的稳定性, 增加植骨融合率。目前, 前路内固定方法中, 钛板及椎间融合器应用较为广泛, 融合器置入时的撑开可使椎间盘纤维环及后纵韧带处于张力状态, 后者有助于稳固融合器, 形成“撑开-压缩张力带效应”。Kandziora等^[7]对比了目前常用的颈椎融合器的生物力学性能, 发现BAK的抗前屈作用最好, 而后伸和侧弯时的稳定性差, TFC的抗后伸和侧弯作用较BAK稍好。Kettler等^[8]的研究认为融合器固定对脊柱的后伸及旋转稳定性差。本实验显示CBK固定组的力学测试结果, 同椎间盘摘除组差异均具有显著性意义, 同正常组相比差异无显著性意义, 说明CBK置入后使颈椎生物力学得以一定的恢复, 具有临床应用意义。但是CBK融合器置入后载荷位移较固定前正常组增大, 尤其是后伸和旋转时相对较大, 但差异无显著性意义, 和以上报道相同, 说明融合器抗仰伸及旋转作用相对较小。

前路钢板加椎间融合器联合内固定可有效增强脊柱的稳定性, 临床报道钢板固定效果良好但有螺钉松

动、脱落, 螺钉及钢板断裂等并发症^[9-11], 这是因为钢板螺钉应力积累后易发生疲劳断裂。许多研究发现单纯前路钢板固定系统的抗后伸作用佳, 但是抗旋转及抗前屈能力差^[12-13]。本实验CBK+钢板联合固定组采用前路secuplate钢板加CBK椎间融合器联合内固定, 测试结果显示, 较椎间盘摘除组差异具有显著性意义, 且优于PCB固定组和CBK固定组; 而且CBK+钢板联合固定组同正常组比较, 其生物力学指标接近或超过正常组, 特别在载荷应变、强度、椎间隙高度变化以及扭转力学方面比正常组大, 但差异无显著性意义。但是此类钢板是属于半限制性系统, 强度较大, 钢板吸收部分结构的应力, 造成了部分应力的遮挡, 使椎间融合器内的植骨块减少了压力负担, 根据Wolff定律, 将不利于植骨融合^[14-16]。另外联合固定花费较大, 不太适合中国国情。

本实验PCB固定组的测试结果显示, 使椎间盘摘除后的颈椎得到即刻稳定; 同时各项生物力学指标都接近于正常正常组, 并且均优于CBK固定组。虽然其在载荷应变与位移、颈椎强度、轴向刚度及扭转力学稍差于CBK+钢板联合固定组联合固定, 但是无显著差异。PCB整合了理想的融合器与钢板的特性, 其轴向力主要由椎间器承受, 减少对螺钉的负荷, 使螺钉松动的风险最小化; 三角形结构具有最佳力学特征, 可以增强器械的抗旋转、抗侧弯和抗前屈作用。因此这种设计最大地减少了PCB两翼钢板和螺钉的应力, 减少了应力的遮挡, 使椎间融合器内的植骨块增加了应力, 根据Wolff定律, 将有利于植骨融合。

3.2 椎间高度的意义 颈椎前路融合技术关键在提高融合率的基础上, 如何更好的维持或恢复融合节段的高度和生理曲度^[17-18]。正常椎体间高度时, 神经根占椎间孔面积的25%左右, 在颈椎病或颈椎外伤时, 可以造成椎间高度变小, 会导致椎间孔狭窄或关节突关节的半脱位, 而椎间孔狭窄或关节突关节的半脱位是颈椎病及颈椎损伤产生神经症状的主要原因之一。Lu等^[19]发现椎间隙高度下降3 mm, 相应的神经根管面积缩小32%~45%。另外, 国内贾连顺等^[20]研究颈椎前路手术中恢复颈椎的高度和生理曲度是取得良好的远期疗效基础, 因此恢复椎间隙的高度是必要的。融合器在置入过程中可以撑开椎间隙, 并维持椎间高度。Vamvanij等^[21]的研究发现在使用椎间牵开器的情况下置入TFC后, 椎间孔容量增加了41%左右, 局部的椎管容量提高了22%左右。但长期固定后, 许多报道证实有部分高度丢失^[22]。国内王良意等^[23]在颈椎前路减压不同撑开高度影响颈椎稳定性的生物力学评价中以撑开4~6 mm为合适的高度。目前PCB的融合器高度有两种, 为5.5 mm和7.0 mm, 且置入时要求不破坏上下终板, 对维持椎间高度有协同作用, 且徐耀增等^[24]临床随访中未见椎间融合器下沉、塌陷和高度明显变化, 但还需进一步实验及临床观察。

结论: PCB结合了颈前路钢板和融合器二者生物力学方面的优点, 它能较好地与颈椎的力学环境相匹配。

4 参考文献

[1] Samandouras G, Shafafy M, Hamlyn PJ. A new anterior cervical instrumentation system combining an intradiscal cage with an intergrated plate :an early technical report. Spine. 2001;26: 1188-1192.

[2] Wang YJ, Wang JL. Beijing: People's Military Medical Press. 1989: 307-314.
王以进,王介麟.骨科生物力学[M].北京:人民军医出版社,1989: 307-314.

[3] Panjabi MM,White AA,Johnson RM,et al. Cervical Spine Mechanics as a function of transection of components. J Biomech. 1975;18:327-326.

[4] Edelond HG. Some additional suggestions for on intervertebral disc prosthesis. J Biomed Eng. 1985;7:57.

[5] Han DT, Zhang FH, Chen XQ. Zhonghua Waikexue Zazhi. 1989; 27(10):581.
韩德韬,张发惠,陈秀清.椎间盘椎间孔和椎管间生物力学相互关系的实验研究[J].中华外科杂志,1989,27(10):581.

[6] Zhang JF. Zhongshan Yike Daxue Shuoshi Lunwen. 1995.
张建发.腰椎间盘突出症的临床实验研究[D].中山医科大学硕士论文,1995.

[7] Kandziora F, Pflugmacher R, Schafer J,et al.Biomechanical comparison of cervical spine interbody fusion cages. Spine. 2001; 26(17):1850-1857.

[8] Kettler A, Wilke HJ,Dietl R, et al. Stabilizing effect of posterior lumbar interbody fusion cages befor and after cyclic loading. J Neurosurg. 2000;92(suppl):87-92.

[9] Grubb MR, Currier BL, Shih JS, et al. Biomechanical evaluation of anterior cervical spine stabilization. Spine. 1998;23:886-892.

[10] Richman JD, Daniel TE, Anderson DD, et al . Biomechanical evaluation of cervical spine stabilization methods using a porcine model. Spine. 1995;20:2192-2197.

[11] Griffith SL, Zogbi SW, Guyer RD, et al . Biomechanical comparison of anterior instrumentation for the cervical spine. J Spinal Disord. 1995;8:429-438.

[12] Do Koh Y, Lim TH, Won Yon J, et al. A biomechanical comparison of modern anterior and posterior plate fixation of the cervical spine. Spine. 2001;26(1):15-21.

[13] Lee KY, Siff TE, Heggeness MH, et al. Anterior locking screw plate fixation for cervical spondylosis. Am J Orthop. 2002;31(1):27-30.

[14] Kim DH, Pedlow FX. Advances in cervical spine instrumentation. Curr Opin Orthop. 2000;11(3):158-166.

[15] Apfelbaum RI, Dailey AT, Soleau S, et al. Clinical experience with a new load-sharing anterior cervical plate. Int Congress Series. 2002;1247:563-579.

[16] Brodke Darrel S, Gologly S, Mohr RA, et al. Dynamic cervical plates Biomechanical evaluation of load sharing and stiffness. Spine. 2001; 26(12):1324-1329.

[17] Sun TS, Liu Z, Shi SS. Zhonghua Waikexue Zazhi. 2002;40(4):318.
孙天胜,刘智,时述山.脊髓型颈椎病前路减压的危险因素[J].中华外科杂志,2002,40(4):318.

[18] Van Limbeek J, Jacobs WC, Anderson PG, et al. A systematic literature review to identify the best method for a single level anterior cervical interbody fusion. Eur Spine J. 2000;9:129-136.

[19] Lu J, Ebraheim NA, Huntoon M, et al. Cervical intervertebral disc space narrowing and size of intervertebral foramina. Clin Orthop. 2000; 370:259-263.

[20] Jia LS, Yuan W, Ni B, et al. Zhonghua Guke Zazhi. 1999;19(5): 261-264.
贾连顺,袁文,倪斌,等.脊髓型颈椎病手术治疗的远期疗效[J].中华骨科杂志,1999,19(5):261-264.

[21] Vamvanij V, Ferrara LA, Hai Y, et al. Quantiative changes in spine cannl dimensions using interbody distraction for spondylolisthesis. Spine. 2001;26(3):B1-B6.

[22] Sandhu HS, Turner S, Kabo JM, et al. Distractive prooerties of thread: An in vivo modd. Spine. 1996;21(10):1201-1210.

[23] Wang LY, Chen DY, Guo YF, et al. Zhongguo Jiaoxing Waikexue Zazhi. 2004;12(12):1846-1848.
王良意,陈德玉,郭永飞,等.前路减压不同撑开高度影响颈椎稳定性的生物力学评价[J].中国矫形外科杂志,2004,12(12):1846-1848.

[24] Xu YZ, Lu SJ, Wang SJ, et al. Zhonghua Chuangshang Zazhi. 2004;20(10):581-584.
徐耀增,吕书军,王树金,等.一体化颈椎钢板融合器的临床应用[J].中华创伤杂志,2004,20(10):581-584.

来自本文课题的更多信息一

作者贡献: 实验设计者为徐耀增教授; 实施者为杨月舟、王以进教授(上海大学生物力学研究所)、耿德春及独行业; 由杨惠林教授、徐耀增教授进行结果评估。

致谢: 感谢苏州大学医学部解剖教研室、苏州大学附一院骨科、上海大学生物力学研究所、无锡市慈善医院骨科的大力支持。

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。

伦理批准: 标本经过苏州大学医学部解剖教研室获准。

本文创新性: 检索 CNKI 以及万方医学文献数据库 1996-01/2007-06 的文献, 研究表明, 颈椎一体化前路钢板融合器(PCB)比现行钢板和融合器具有更多理论上的优势。但是目前有关其生物力学方面的研究国内尚无文献报道。为了深入分析 PCB 的生物力学特性, 文章创新性地将 PCB、CBK 融合器、Secuplate 钢板以不同的内固定方式进行生物力学对照观察, 以期临床提供更为可靠的理论依据。



医学英语单词例句: 本刊英文部

distraction:

n. 分心的事物, 分心, 注意力分散, 娱乐, 消遣, 发狂

英英解释:

① mental turmoil

② an obstacle to attention

③ an entertainment that provokes pleased interest and distracts you from worries and vexations

同义词: beguilement

④ the act of distracting; drawing someone's

attention away from something

同义词: misdirection

本刊例句:

Results showed that individualized titanium mesh can simulate the normal disc shape, and under certain interbody **distraction**, it can effectively restore the physiological curvature of cervical spine and angle of the surgical intervertebral segment.

transfusion:

n. 输液, 输血, 转移

英英解释:

① the introduction of blood or blood plasma into a vein or artery

同义词: blood transfusion

② the action of pouring a liquid from one vessel to another

本刊例句:

Allogeneic **transfusion** and **transfusion**-induced complications in total joint replacement have aroused increasing attention.