

基础研究

保留颈后方韧带复合体对单开门颈椎板成形术
生物力学特性的影响王 伟¹, 任龙喜², 张彤童², 韩正锋², 王 渊²

(1 解放军第 252 医院脊柱外科 071000 河北省保定市; 2 北京市垂杨柳医院骨科 100022 北京市)

【摘要】目的:观察保留颈后方韧带复合体对单开门颈椎板成形术的生物力学特性的影响。**方法:**新鲜羊颈椎标本 24 具, 分成三组, 每组 8 具。A 组, 完整标本组, 保留伸肌, 切除前方结构; B 组, 在 A 组方法处理基础上行保留颈后方韧带复合体单开门颈椎板成形术; C 组, 在 A 组基础上行传统单开门颈椎板成形术。在电子万能试验机上行生物力学试验, 测试项目包括三点折弯试验、轴向拉伸试验和压缩试验。分析比较三组间的差异性。**结果:**三点折弯试验标本变直时 A、B 两组位移无差异, C 组与 A、B 两组比较均明显减小 ($P<0.05$); 在变直时 A、B 两组加载力无差异, C 组则较 A、B 两组明显变小 ($P<0.05$)。拉伸试验在变直时 B 组与 A 组比较加载力明显变小 ($P<0.05$), C 组与 A 组相比显著变小 ($P<0.01$), 同时 C 组与 B 组比较也明显变小 ($P<0.05$); 10N 位移 B、C 两组与 A 组相比均明显增大 ($P<0.05$)。压缩试验中在前方加压 10N 时 B 组与 A 组比较位移明显变大 ($P<0.05$), C 组显著大于 A 组 ($P<0.01$), 同时 C 组亦明显大于 B 组 ($P<0.05$)。**结论:**在对抗导致颈椎变直和前屈的应力方面, 保留颈后方韧带复合体完整性的单开门手术标本明显优于破坏了其完整性的传统单开门手术标本。

【关键词】单开门; 颈椎板成形术; 颈后方韧带复合体; 生物力学; 颈椎; 羊

中图分类号: R681.5, R318.01 文献标识码: A 文章编号: 1004-406X(2007)-02-0122-04

The biomechanical effects of reconstruction of the posterior cervical ligamentous complex on open-door laminoplasty in sheep cervical spine/WANG Wei, REN Longxi, ZHANG Tongtong, et al//Chinese Journal of Spine and Spinal Cord, 2007, 17(2): 122~125

【Abstract】 Objective: To study the biomechanical effects of reconstruction of the posterior cervical ligamentous complex on open-door laminoplasty in sheep cervical spine. **Method:** 24 fresh cervical spine specimens of sheep were separated into three groups with 8 specimens in each group. Group A, all anterior elements of the cervical spine removed, leaving the posterior muscles intact. Group B, based on the protocol of group A, open-door laminoplasty with reconstruction of posterior cervical ligamentous complex was performed. Group C, based on the protocol of group A, traditional expansive open-door laminoplasty was performed. Lateral bending axial extension and compression were performed respectively in each group under electric multipotential machine. **Result:** With deformation of the specimen in flexion experiment when it was straight, there was no significant difference between group B and group A, but the deformation of group C was significantly smaller than those of group B and group A ($P<0.05$). When loading stress made the specimen straight in flexion experiment, the difference between group B and group A was not significant, while that in group C was significantly lower than those in group A and group B ($P<0.05$). When loading stress made the specimen straight in axial extension experiment, group B was significantly lower than group A ($P<0.05$), group C was significantly lower than group A ($P<0.01$), group C was also significantly lower than group B ($P<0.05$). In anterior loading experiment when the loading value was 10N, group B was significantly higher than group A ($P<0.05$), the difference between group C and group A was significant ($P<0.01$), the difference between group C and group B was also statistical ($P<0.05$). **Conclusion:** With respect to anterior flexion and physical curve of cervical spine, the cervical laminoplasty plus reconstruction of posterior ligamentous complex is superior over traditional open-door laminoplasty alone.

第一作者简介: 男 (1970-), 医学硕士, 主治医师, 研究方向: 脊柱外科

电话: (0312)2058374 E-mail: baoding252ww@yahoo.com.cn

【Key words】 Open-door; Laminoplasty; Cervical posterior ligament complex; Biomechanics; Cervical spine; Sheep

【Author's address】 Department of Orthopaedics, the 252nd Hospital of PLA, Baoding, 071000, China

大岛义彦等^[1]于 1984 年设计开展了保留颈后方韧带复合体的单开门颈椎板成形术, 任龙喜等^[2]于 1995 年引进并改良了该技术, 取得了良好的临床效果。本研究对保留颈后方韧带复合体完整性的单开门颈椎板成形术与破坏了其完整性的传统单开门颈椎板成形术的新鲜羊颈椎标本进行生物力学对比, 旨在探讨保留颈后方韧带复合体的意义, 报告如下。

1 材料与方法

1.1 标本制备

新鲜羊颈椎标本 24 具 (长度、重量基本一致), 保留 C2~T1 节段, 将标本前方肌肉全部剔除, 完整保留后方所有肌肉、韧带及小关节囊, 用双层塑料袋密封标本, 放置于 -4℃ 冰箱临时保存。

1.2 分组与实验模型建立

A 组 (完整标本组): 8 具标本全部剔除颈部皮肤、浅深筋膜、屈肌、气管食管等颈椎前方结构, 保留后方项韧带、伸肌等伸颈结构。利用克氏针将标本两端的 C2 和 T1 椎体、肌肉、项韧带固定于模具内, 保证标本的两端分别位于牙托粉固定块的中心, 灌注牙托粉固定, 保持两端牙托粉凝块平行并成一条直线, 侧面标记两端牙托粉固定块的中心 (即 C2 和 T1 脊椎的前后中点) 和 C5 脊椎的前后中点。

B 组 (保留颈后方韧带复合体组): 8 具标本在 A 组标本方法处理基础上行保留颈后方韧带复合体的单开门颈椎板成形术。于项韧带旁显露

到棘突, 紧靠棘突的左侧缘逐渐显露左半侧椎板, 达椎板关节突交界处, 用直角微型骨锯于 C3~C7 棘突基底横行锯断, 保持项韧带和棘间韧带的完整, 自动拉钩撑开折断的棘突拉向右侧, 紧贴右侧椎板剥离, 显露对侧椎板, 进行单开门颈椎板成形术 (C3~C7), 用钢丝将游离棘突固定于掀起的椎板, 将剥离的肌肉与项韧带缝合 (图 1~3)。

C 组 (传统单开门组): 8 具标本在 A 组基础上行传统单开门颈椎板成形术。于中线分离肌肉韧带, 剥离显露双侧椎板, 达椎板关节突交界处, 自动拉钩撑开, 切除 C5~C7 棘突末端, 将 C2~C3、C7~T1 棘上韧带 (项韧带)、棘间韧带切断, 进行单开门颈椎板成形术 (C3~C7), 用 10 号丝线将 C3~C7 棘突缝合于铰链侧关节囊, 将双侧剥离的椎旁肌缝合在一起。

1.3 测试方法

生物力学测试仪为长春市朝阳试验仪器有限公司生产的 WDW-5 型微机控制电子万能试验机, 其控制系统为德国 DOLI 公司生产的 EDC 全数字测控器。在控制器上设置为固定载荷 0.5N/s 速率控制, 生物力学试验机加载头以该速率自动匀速运行。试验过程中标本表面喷洒生理盐水防止干燥。

1.3.1 三点折弯试验 将包裹好的标本仰卧安装于三点折弯加载平台, 试验机采用线状加载头垂直于标本纵轴加载, 加载头与标本接触为记录零点, 记录开始加载至 10N 时标本在加载力方向上的位移; 记录标本侧面标记点 (C2、C5 和 T1 脊椎

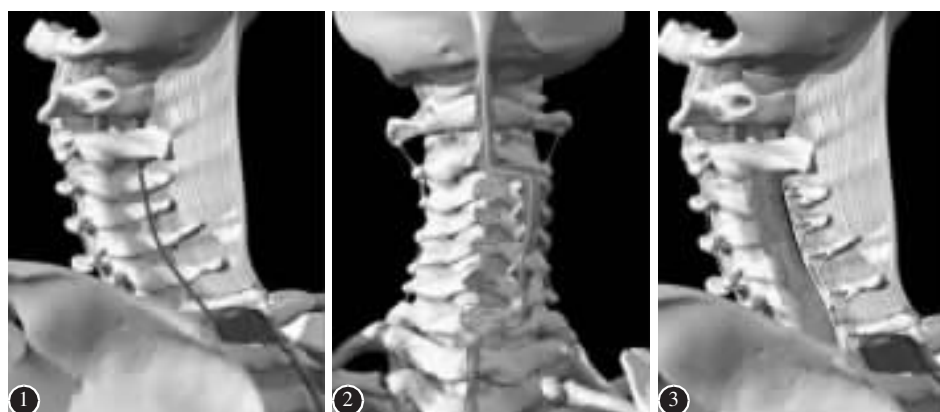


图 1 于项韧带棘突左侧显露左侧椎板, 于划线处行 C3~C7 棘突截骨 图 2 棘突横向截断后连同完整的项韧带、棘上韧带、右侧椎旁肌牵向右侧, 显露右侧椎板, 行椎板成形 图 3 将游离的棘突固定于减压掀起的相应椎板

的前后中点)三点成一条直线时加载力的大小和标本位移,加载到 100N 时标本位移。

1.3.2 轴向拉伸试验 将包埋好的标本安装固定于轴向拉伸夹具,试验机沿标本纵轴进行拉伸试验,记录项目同三点折弯试验。

1.3.3 压缩试验 包括轴向加压、前方加压和后方加压三种试验项目。其中轴向加压时试验机沿标本纵轴加压,记录开始加载至加载力达到 100N 时的标本位移;前方加压时在 C5 椎体前方顶压使标本接近成直线,试验机沿标本纵轴前方 4cm 加压,记录开始加压至加载至 10N、50N、100N 时的标本位移。后方加压缩时试验机沿标本纵轴后方 4cm 垂直加压,记录开始加压至加载力达到 50N 时的标本位移。

1.4 统计学处理

采用 SPSS 10.0 软件对实验数据进行统计学处理,组间相互比较均采用单因素的方差分析, $P<0.05$ 为有显著性差异。

2 结果

见表 1。三点折弯试验标本变直时位移,B、A 两组无差异,C 组与 A、B 两组间比较均明显减小($P<0.05$);三点折弯试验在变直时加载力 B、A 两

组无差异,C 组则较 A、B 两组明显变小($P<0.05$)。拉伸试验在变直时加载力 B 组与 A 组比较明显变小($P<0.05$),C 组与 A 组相比显著变小($P<0.01$),同时 C 组与 B 组比较也明显变小($P<0.05$);10N 位移 B、C 两组与 A 组相比均明显增大($P<0.05$)。压缩试验中在前压 10N 时位移 B 组与 A 组比较明显变大($P<0.05$),C 组显著大于 A 组($P<0.01$),同时 C 组显著大于 B 组($P<0.05$)

3 讨论

3.1 保留颈后方韧带复合体的意义

Miyamoto 等^[3]将颈椎棘突、棘上韧带和棘间韧带称作颈后方韧带复合体。其主要生理功能是对抗后方牵张应力,在维持颈椎生理曲度及颈椎稳定性方面具有重要作用。临床上常应用的颈椎板成形术和颈椎板切除术,由于破坏了颈后方韧带复合体和附着在其上的颈后伸肌群的结构完整性,影响其生理功能,可导致颈椎后凸等颈椎不稳现象的发生^[4],甚至出现迟发性脊髓、神经根受压损伤^[5]。有研究^[6-8]显示,保留颈后方韧带复合体的颈椎板成形术,不仅在 JOA 评分等脊髓神经功能恢复率等方面与传统椎板成形术有同样的临床满意度,而且在维持颈椎生理前凸方面具有明显的优势。另外,在降低轴性症状、颈椎不稳等并发症方面同样具有重要的临床意义。本研究结果验证了保留颈后方韧带复合体的颈椎板成形术的生物力学优越性,为其临床应用和推广提供了理论依据。

3.2 本研究试验方法的特点

以往研究均将颈椎前后全部肌肉剔除,本研究保留了颈椎后方全部肌肉,更能体现颈后方韧带复合体对颈椎稳定的作用。以往试验测量标本的整体活动性能(包括活动范围、位移和倾角等)和整体稳定性能(包括轴向刚度、弯曲刚度和扭转刚度等)^[9-11]。因考虑到整体测量时混杂了椎间盘、前后纵韧带等结构的因素,不能重点反映颈后方韧带复合体的力学特点,所以,基于颈后方韧带复合体的“弓弦”作用,本试验设计了重点观察颈后方韧带复合体的功能指标。本试验在三点折弯、轴向拉伸过程中使标本由前弓状态逐渐变直,前者还进一步逐渐变为后弓,分析标本变化过程中的参数:三点弯曲标本变直前的位移代表标本的前弓曲度;导致三点折弯和轴向拉伸标本变直的加

表 1 三组羊颈椎标本生物力学试验结果 ($\bar{x}\pm s, n=8$)

	A组	B组	C组
三点折弯			
变直加载力(N)	29.50±6.05	30.12±7.97	20.37±6.30 ^{②③}
10N 位移(mm)	2.68±0.91	4.73±1.98	4.40±2.78
变直位移(mm)	9.98±3.45	10.84±3.69	6.14±2.73 ^{①②}
100N 位移(mm)	18.67±2.16	21.19±4.98	16.87±5.73
拉伸试验			
变直加载力(N)	31.75±3.08	24.25±1.69 ^①	16.87±2.22 ^{②③}
10N 位移(mm)	1.10±0.29	2.75±0.61 ^①	2.66±0.56 ^①
变直位移(mm)	2.98±0.80	5.03±0.74	3.77±0.98
100N 位移(mm)	8.22±1.34	9.92±0.72	7.95±0.90
前压试验			
10N 位移(mm)	1.56±0.38	3.08±0.46 ^①	4.50±0.58 ^{②③}
50N 位移(mm)	5.49±1.03	7.27±0.76	8.04±1.34
100N 位移(mm)	9.31±1.35	11.71±1.08	13.27±1.86
轴压试验			
100N 位移(mm)	5.24±0.72	5.15±0.48	6.24±0.86
后压试验			
50N 位移(mm)	16.04±2.49	15.18±2.36	14.32±2.08

注:①与 A 组比较 $P<0.05$;②与 B 组比较 $P<0.05$;③与 A 组比较 $P<0.01$

载力代表后方韧带复合体的抵抗力,前压试验中最初的抵抗力也主要由颈椎后方结构提供;而标本变直后的位移和力则主要代表椎间盘、前后纵韧带等前方结构产生的活动范围和抵抗力;在轴压、后压过程中只产生标本的前弓加大,其位移和力也与颈后方韧带复合体无关。所以本研究重点观察和讨论了上述涉及颈后方韧带复合体的内容。

3.3 保留颈后方韧带复合体颈椎板成形术的生物力学特点

3.3.1 三点折弯试验变直时 B 组位移与 A 组相比 $P>0.05$, C 组与 B 组相比 $P<0.05$ 。三点折弯的载荷垂直于标本的前凸弧线加载,标本沿加载力方向的位移达到标本变直时刚好代表了标本的前弓程度。本试验结果表明保留复合体组的前弓程度与完整标本组相比,没有明显减少。而传统单开门组的前弓程度明显减少,保留复合体组比传统单开门组的前弓程度明显大。颈椎的前弓是靠颈后方韧带复合体、颈伸肌来维持的,这也间接说明保留颈后方韧带复合体手术后颈后方韧带复合体、伸肌的功能保留完好,而传统单开门手术后颈后方韧带复合体、伸肌的功能则明显下降。

3.3.2 三点折弯在标本变直时的加载力代表着标本后方结构的抵抗力,这主要是由颈后方韧带复合体承担的。B 组与 A 组比较 $P>0.05$, C 组与 B 组相比 $P<0.05$,说明保留的颈后方韧带复合体对载荷的抵抗力没有明显下降,传统单开门手术破坏了颈后方韧带复合体,对载荷的抵抗力明显降低,前者与后者相比有统计学意义。

3.3.3 拉伸试验的载荷是沿标本的纵轴方向加载,变直时加载力则表示颈后方结构对纵轴方向拉伸载荷的抵抗力,本研究中 B 组与 A 组相比 $P<0.05$, C 组与 B 组相比 $P<0.05$, C 组与 A 组相比 $P<0.01$ 。说明两种手术后颈后方结构对抗纵轴方向拉伸力的能力比完整标本均有降低,其中传统单开门手术组的降低尤为明显,保留颈后方韧带复合体手术组明显优于传统单开门手术组。

3.3.4 前压试验中最初的抵抗力主要由颈椎后方

结构提供,前压 10N 时 B 组位移与 A 组相比 $P<0.05$, C 组与 A 组相比 $P<0.01$, C 组与 B 组相比 $P<0.05$ 。说明在抵抗前屈载荷时,两种手术术后颈后方韧带复合体的抵抗力量均有明显下降,但保留颈后方韧带复合体手术术后这种抵抗力仍明显强于传统单开门手术组。

4 参考文献

1. 大岛义彦,佐藤浩,林雅弘,他.脊柱管扩大术—片侧侵入、有茎棘突起形成片开法[J].脊椎脊髓,1991,4(7):577-583.
2. 任龙喜,王相利,王少波,等.单开门棘突重建颈椎管扩大成形术治疗脊髓型颈椎病[J].中国脊柱脊髓杂志,2001,11(3):136-138.
3. Miyamoto S, Yorenobu K, Ono K. Experimental cervical spondylosis in the mouse[J]. Spine, 1991, 16(10):495-500.
4. Yoshida M, Otani K, Shibasaki K, et al. Expansive laminoplasty with reattachment of spinous process and extensor musculature for cervical myelopathy[J]. Spine, 1992, 17(5):491-497.
5. 叶添文,贾连顺.颈椎周围肌肉系统病变与颈椎病的关系[J].中国骨与关节损伤杂志,2005,20(2):140-142.
6. Yoshida M, Tamaki T, Kawakami M, et al. Does reconstruction of posterior ligamentous complex with extensor musculature decrease axial symptoms after cervical laminoplasty[J]? Spine, 2002, 27(13):1414-1418.
7. Tani S, Isoshima A, Nagashima Y, et al. Laminoplasty with preservation of posterior cervical elements: surgical technique [J]. Neurosurg, 2002, 50(1):97-102.
8. Kawakami M, Tamaki T, Ando M, et al. Preoperative instability does not influence the clinical outcome in patients with cervical spondylotic myelopathy treated with expansive laminoplasty[J]? J Spinal Disord Tech, 2002, 15(4):277-283.
9. 王利,宋卫,姜长明,等.颈椎棘上棘间韧带生物力学研究[J].医用生物力学,1999,14(1):50-53.
10. 许卫兵,姜长明,王以进,等.保留颈后方韧带复合体颈椎管扩大成形术的生物力学研究 [J]. 中国脊柱脊髓杂志,2000,10(4):224-226.
11. Katsushi T, Erik P, Donita BA, et al. The nuchal ligament restrains cervical spine flexion[J]. Spine, 2004, 29(18):E388-E393.

(收稿日期:2006-08-08 修回日期:2006-12-29)

(英文编审 蒋欣)

(本文编辑 李伟霞)