

· 基础研究 ·

腰椎不同节段固定对腰椎活动度及椎间压力的影响

张志敏¹, 苏峰^{2△}, 张春林², 马朋朋², 张瑛², 张晓平³

(河北北方学院: 1. 研究生部; 2. 附属第一医院骨科; 3. 附属第一医院放射科, 河北张家口 075000)

摘要:目的 研究不同节段腰椎内固定后对下位相邻节段退变加速发生过程的影响。方法 60 具绵羊腰段脊柱标本: 取腰 1 椎体-骶 5, 以椎弓根螺钉固定, 依据固定节段的不同分为完整对照组(未固定)、L6~L7 单节段固定组、L5~L7 短节段固定组、L3~L7 长节段固定组。本实验为自身对照实验, 在 6 N·m(牛顿·米)力矩加载下进行生物力学测定, 比较各组在椎弓根螺钉进行不同节段固定下腰 7 骶 1 节段的变化。结果 施加内固定后, 下方相邻节段在屈伸方向上的活动度、椎间盘压力都明显增加, 增加幅度随着固定范围的增大而增大, 各组间差异有统计学意义($P < 0.05$)。结论 固定节段越长, 椎弓根钉内固定对下方邻近节段退变的影响越大。

关键词:腰椎; 内固定; 椎间盘退变; 生物力学

doi:10.3969/j.issn.1671-8348.2013.28.027

文献标识码: A

文章编号: 1671-8348(2013)28-3403-02

The effect of different lumbar segmental fixation on lumbar activity and intervertebral pressureZhang Zhimin¹, Su Feng^{2△}, Zhang Chunlin², Ma Pengpeng², Zhang Ying², Zhang Xiaoping³

(1. Graduate Faculty; 2. Department of Orthopaedics, First Affiliated Hospital; 3. Department of Radiological, First Affiliated Hospital, Hebei North College, Zhangjiakou, Hebei 075000, China)

Abstract: Objective To study the changes of inferior adjacent segmental after different segmental fixation, and to analyze the accelerating mechanism of the adjacent segment degeneration. **Methods** Sixty sheep lumbar spine specimens (Waist 1 vertebral body -S5) with pedicle screws were collected, according to the different fixed section, they were divided into complete control group (not fixed), L6-L7 single segment fixed group, L5-L7 short segmental fixed group, L3-L7 long segmental fixed group. The biomechanical experiment was measured in the 6 N·m torque loading, L7-S1 sacral vertebra clearance were measured in different fixed section. **Results** Applied in fixed, beneath the adjacent segment in the stretch direction of angular displacement, intervertebral disc pressure was increased significantly, amplitude in creased with the increase of fixed range. The difference between groups was statistically significant ($P < 0.05$). **Conclusion** After fixing spine in pedicle screws, the longer the segmentation is fixed, the more effect it has on subjacent segment degeneration.

Key words: lumbar vertebra; internal fixation; intervertebral disc degeneration; vitodynamics

近年来, 双侧椎弓根螺钉固定术已被广泛应用于临床治疗, 取得了令人满意的近期疗效。然而术后长期随访发现, 邻近节段退变(adjacent segment degeneration, ASD)的问题显得尤为突出。根据治疗需要的不同, 常见的固定方式包括单节段固定、短节段固定和长节段固定。有关 3 种固定方法术后对下方邻近节段退变影响的比较研究报道并不多见, 作者对此进行了一定的实验, 旨在为临床治疗的选择提供生物力学方面的依据。

1 材料与方 法

1.1 实验材料 新鲜绵羊腰椎(L1~S5)标本 60 具, 均为(10.0±2.5)月龄, 于宰杀后 6 h 内获取。X 线片摄片证实无明显腰椎损伤和病变。剔除四周肌肉组织, 保留椎间盘、韧带、关节囊和骨性结构的完整。以双层保鲜膜和塑料袋密封, 置于-20℃冰柜内保存。实验前 12 h 取出, 室温下自然解冻。以自凝牙托粉包埋头尾两端, 保持 L7~S1 椎体终板水平。于 L7~S1 椎间盘上下椎体前后正中分别以染料点出圆点做测量标记物。椎弓根螺钉内固定系统采用椎弓根螺钉系统, 钉长 45 mm, 外径 6.5 mm, 带横连接装置, 钛合金材质。

1.2 方法

1.2.1 实验分组 本实验为自身对照实验, 选取标本 60 具, 羊有 7 节腰椎, 按固定节段长短分为 A、B、C、D 4 组, A 组为

完整对照组未固定, B 组为 L6~L7 单节段固定组, C 组为 L5~L7 短节段固定组, D 组为 L3~L7 长节段固定组。按照 Magerl 进钉法置入椎弓根螺钉, 进钉点位于横突中点水平线与上关节突外侧的交点, 保持螺钉与终板平行, 进钉方向与矢状面成 10°~20°。钉道深度 28 mm, 前缘刚刚突破椎体前柱为准; 置入螺钉后安放连接棒及横连。

1.2.2 测试方法 将标本通过下方夹具固定于自行改装设计的力学实验台上, 标本上端利用钢丝绳通过滑轮组与生物力学机上端加载端相连, 处于三维自由状态。前屈后伸加载力矩均为 6 N·m, 分别测量 L7 相对 S1 的角位移及 L7、S1 椎间盘压力。将压敏片(一端保留一小三角, 一端保留一梯形小角, 利于放入取出并判断方位)。外包一层保鲜膜进行封装, 避开前、后纵韧带从侧方切开纤维环, 撑开上下椎体, 使用小钳子夹住压敏片两端小角, 放入切开的椎间盘内。前屈或后伸位保持 2 min 后, 待压敏片生色时取下, 使用压力测量分析系统转换成具体数据。

1.2.3 实验步骤 本实验只模仿了椎体在额状轴上的前屈、后伸(临床上较为常见)。每一标本按 A、B、C、D 组顺序分别进行前屈、后伸的加载测试, 分别记录 L7~S1 的椎间隙运动范围和椎间盘压力数据。先进行 A 组测试, 将前屈、后伸 2 种力矩按随机顺序分别施加于标本上, 每次先加载 6 N·m 力

矩,然后完全卸载($0\text{ N}\cdot\text{m}$),重复 3 次;此时采集图像,在最大载荷下采集图像用以计算活动度,并测定椎间盘压力大小,只记录第 3 次实验数据。然后对本标进行 L6~L7 单节段固定,进行 B 组测试。测定完毕后拆除横连和固定棒,更换长棒安装固定 L5~L7 短节段,进行 C 组测试。同理固定 L3~L7 长节段,进行 D 组测试。前屈、后伸测试采用随机顺序进行,以消除由于加载方式先后顺序造成的系统误差。每种加载方式之间保持 10 min 的间歇期。为消除脊柱粘弹性影响,每次采集和读数于正式加载后 30 s 后进行。实验室室温控制在 $20\sim 25\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。实验中间断用生理盐水喷洒以保持标本湿润。实验完毕后进行标本解剖,观察内固定器植入情况。

1.3 统计学处理 采用 SPSS17.0 统计软件进行分析,计量资料采取 $\bar{x}\pm s$ 表示,单因素多组数据的比较采用方差分析。两两比较采用 SNK- q 检验。以 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结 果

2.1 活动度情况 实验结果表明施加内固定后,下方相邻 L7~S1 节段在屈伸方向上的活动度都有增加,增加幅度随着固定范围的增大而增大。A、B、C、D 组前屈、后伸方向上差异均有统计学意义($P<0.05$)。进一步两两比较采用 SNK- q 检验,D 组与 A、B、C 组,C 组与 A 组,C 组与 D 组在前屈上有差异,差异有统计学意义($P<0.05$);D 组与 A、B、C 组在后伸上有差异,差异有统计学意义($P<0.05$)。见表 1。

表 1 腰椎固定后下位相邻间隙活动度(度, $\bar{x}\pm s, n=60$)

组别	前屈	后伸
A 组	3.91±0.32	4.31±0.60
B 组	4.32±0.70	4.53±0.44
C 组	4.68±0.51	4.72±0.30
D 组	6.52±0.62	6.64±0.52
F	12.812	3.262
P	<0.01	<0.05

2.2 椎间盘压力的情况 实验结果表明施加内固定后,下方相邻节段在屈伸方向上的椎间盘压力都明显增加,增加幅度随着固定范围的增大而增大。A、B、C、D 组前屈、后伸方向上差异均有统计学意义($P<0.05$)。进一步两两比较采用 SNK- q 检验,D 组与 A、B、C 组,C 组与 A、B 组,B 组与 A 组在前屈后伸上比较,差异有统计学意义($P<0.05$)。见表 2。

表 2 腰椎固定后下位相邻椎间盘压力(N, $\bar{x}\pm s, n=60$)

组别	前屈	后伸
A 组	24.31±5.62	21.31±6.24
B 组	29.53±5.41	28.18±5.72
C 组	36.70±6.32	34.68±5.61
D 组	46.67±5.56	41.50±6.63
F	10.672	7.340
P	<0.01	<0.05

3 讨 论

目前内固定术后 ASD 的问题变得越来越突出,因其可引起临床症状,影响预后,故利用生物力学实验研究其发病机制成为人们关心的热点^[1-2]。已有文献表明绵羊腰椎是人体腰椎一个好的生物力学模型。田勇等^[3]从形态计量学方面分析,认为羊作为脊柱动物模型与人类相比具有良好的相似性。由于

腰骶部活动度大,处于活动的脊柱与固定的骨盆交界处,承受的应力最大,椎间盘容易发生退变和损伤,Shono 等^[4]的研究表明内固定术后下方相邻节段应力集中,易出现退变。而 Guan 等^[5]采用有限元分析法发现,下腰椎椎体间融合后邻近下节段椎间盘压力增加。

临床治疗中,常见的固定方式包括单节段固定、短节段固定和长节段固定。单节段固定^[6]是指仅限于单一病变运动单元范围的固定方式;短节段固定^[7]是指固定包括病变运动单元及其上下各一个正常运动单元范围的固定方式;长节段固定^[8]是指固定包括病变运动单元及其上下各 2 个或 2 个以上正常运动单元范围的固定方式。本实验旨在比较 3 种固定方法对下方邻近节段退变的影响。

活动度是在柔度实验中评价脊柱运动的指标。活动度越小,表示该节段的稳定程度越好;反之,表示稳定性差。而节段稳定性与退变密切相关,稳定性的破坏是导致退变的主要因素之一。应力集中理论^[4]认为,当固定某一节段脊柱时,其本身的变形量就会减少或消失,固定节段的变形量就只能转移到上下节段,导致这些节段的变形增加,应力集中,可导致脊柱退变加速。另外与退变有关的因素是椎间盘内压。也有研究表明固定后邻近节段椎间盘压力有所升高^[9],并随固定节段的增加而升高更明显^[10]。从大样本测得的在椎间盘内压变化结果^[11]证实了这一特点。研究表明椎间盘的物质代谢和交换有赖于间断性的压力负荷。压力增高,水分向外分流增加,反之则水分向内分流。当压力持续性增高时,椎间盘内外水分分流状态受其影响,椎间盘内物质交换障碍,可导致椎间盘退变^[12]。随固定范围的增加,内固定对下方邻近节段退变的影响增加。

参考文献:

- [1] Fleischer GD, Kim YJ, Ferrara LA, et al. Biomechanical analysis of sacral screw strain and range of motion in long posterior spinal fixation constructs: effects of lumbosacral fixation strategies in reducing sacral screw strains [J]. Spine (Phila Pa 1976), 2012, 37(3): E163-E169.
- [2] Pradhan BB, Turner AW, Zatushevsky MA, et al. Biomechanical analysis in a human cadaveric model of spinous process fixation with an interlaminar allograft spacer for lumbar spinal stenosis: Laboratory investigation [J]. J Neurosurg Spine, 2012, 16(6): 585-593.
- [3] 田勇, 王阳, 夏长丽, 等. 鹿、羊和人腰椎形态计量学关联性分析[J]. 吉林大学学报:医学版, 2010, 36(1): 163-168.
- [4] Shono Y, Kaneda K, Abumi K, et al. Stability of posterior spinal instrumentation and its effects on adjacent motion segments in the lumbosacral spine [J]. Spine (Phila Pa 1976), 1998, 23(14): 1550-1558.
- [5] Guan Y, Yoganandan N, Maiman DJ, et al. Internal and external responses of anterior lumbar/lumbosacral fusion; nonlinear finite element analysis [J]. J Spinal Disord, 2008, 21(4): 299-304.
- [6] Liu S, Li H, Liang C, et al. Monosegmental transpedicular fixation for selected patients with thoracolumbar burst fractures [J]. J Spinal Disord Tech, 2009, 22(1): 38-44.
- [7] 陈艺, 白波, 吴景明, 等. 短节段椎弓根钉固定术对相邻椎间盘影响的生物力学研究 [J]. 中华创(下转第 3407 页)

右美托咪定是上世纪 80 年代开发的高选择性 α_2 受体激动剂,在体内主要通过激活 α_2 受体发挥作用,而后者激活可以进一步活化下游的 Akt 信号路参与病理或生理过程^[13]。有研究发现右美托咪定具有抗损伤、抗凋亡作用,Akt 信号通路的活化程度降低参与细胞凋亡过程^[14]。本研究发现,预先腹腔注射右美托咪定 $25 \mu\text{g} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot 4 \text{h}^{-1}$ 3 次后,ALI 后 6 h 组 BALF 中蛋白浓度和细胞凋亡指数明显降低,病理学结果也提示肺组织病理学损伤减轻,这一结果证实右美托咪定预处理对 LPS 造成的 ALI 可能具有保护作用。另外,大鼠肺组织 p-Akt 较 ALI 组表达明显增加,提示右美托咪定预处理可能是通过活化 Akt 信号通路缓解 ALI 的症状。

本研究还发现,右美托咪定预处理可以明显提高 ALI 大鼠 48 h 内的生存率,提示右美托咪定可以有效改善 LPS 致 ALI 大鼠的生存情况。本研究只在 LPS 导致的 ALI 模型中进行了研究,在其他常用动物模型中右美托咪定是否也具有同样的保护作用尚有待研究,比如常用的缺血性休克导致的 ALI 模型^[15]。

综上所述,右美托咪定预处理可以改善 LPS 致 ALI 大鼠的症状和生存情况,右美托咪定可能是通过激活 α_2 受体后进一步激活 p-Akt 信号通路参与了这一过程。

参考文献:

- [1] York NL, Kane C. Trends in caring for adult respiratory distress syndrome patients[J]. *Dimens Crit Care Nurs*, 2012,31(3):153-158.
- [2] Zhang F, Ding T, Yu L, et al. Dexmedetomidine protects against oxygen-glucose deprivation-induced injury through the I2 imidazoline receptor-pi3k/akt pathway in rat c6 glioma cells [J]. *J Pharm Pharmacol*, 2012,64(1):120-127.
- [3] Li HP, Li X, He GJ, et al. The influence of dexamethasone on the proliferation and apoptosis of pulmonary inflammatory cells in bleomycin-induced pulmonary fibrosis in rats [J]. *Respirology*, 2004,9(1):25-32.
- [4] Sanders RD, Sun P, Patel S, et al. Dexmedetomidine provides cortical neuroprotection: Impact on anaesthetic-induced neuroapoptosis in the rat developing brain[J]. *Acta Anaesthesiol Scand*, 2010,54(6):710-716.
- [5] Jiang S, Zhu W, Li C, et al. Alpha-lipoic acid attenuates lps-induced cardiac dysfunction through a pi3k/akt-dependent mechanism [J]. *Int Immunopharmacol*, 2013,16(1):100-107.

- [6] Lee KH, Yoo CG. Simultaneous inactivation of gsk-3beta suppresses quercetin-induced apoptosis by inhibiting the jnk pathway [J]. *Am J Physiol Lung Cell Mol Physiol*, 2013,304(11):5.
- [7] Zhao MM, Yang JY, Wang XB, et al. The pi3k/akt pathway mediates the protection of so(2) preconditioning against myocardial ischemia/reperfusion injury in rats [J]. *Acta Pharmacol Sin*, 2013,34(4):501-506.
- [8] Ruan JP, Zhang HX, Lu XF, et al. Ephrins/ephbs signaling is involved in modulation of spinal nociceptive processing through a mitogen-activated protein kinases-dependent mechanism [J]. *Anesthesiology*, 2010,112(5):1234-1249.
- [9] Wang CG, Lu XF, Wei JQ, et al. Activation of the spinal extracellular signal-regulated kinase 5 signaling pathway contributes to morphine physical dependence in rats [J]. *Neurosci Lett*, 2011,494(1):38-43.
- [10] Li HP, Li X, He GJ, et al. The influence of dexamethasone on the proliferation and apoptosis of pulmonary inflammatory cells in bleomycin-induced pulmonary fibrosis in rats [J]. *Respirology*, 2004,9(1):25-32.
- [11] Choi JS, Lee HS, Seo KH, et al. The effect of post-treatment n-acetylcysteine in lps-induced acute lung injury of rats [J]. *Tuberc Respir Dis*, 2012,73(1):22-31.
- [12] Tai WL, Dong ZX, Zhang DD, et al. Therapeutic effect of intravenous bone marrow-derived mesenchymal stem cell transplantation on early-stage lps-induced acute lung injury in mice [J]. *Nan Fang Yi Ke Da Xue Xue Bao*, 2012,32(3):283-290.
- [13] Musch MW, Arvans DL, Paris H, et al. Alpha2-adrenergic receptors attenuate secretagogue-induced endocytosis and promote exocytosis of intestinal nhe2 and nhe3 [J]. *J Pharmacol Exp Ther*, 2009,330(3):818-825.
- [14] 文翠月,陈碧. CD95 酪氨酸磷酸化与细胞凋亡的分子关系 [J]. *国际检验医学杂志*, 2010,31(6):581-583.
- [15] 赵云,但伶,黄燕. 盐酸戊乙奎醚预处理对大鼠失血性休克致急性肺损伤时 p38MAPK 信号通路的影响 [J]. *激光杂志*, 2010,31(5):82-85.

(收稿日期:2013-05-04 修回日期:2013-05-28)

(上接第 3404 页)

- 伤骨科杂志, 2009,11(4):346-350.
- [8] Altay M, Ozkurt B, Aktekin CN, et al. Treatment of unstable thoracolumbar junction burst fractures with short- or long-segment posterior fixation in magerl type a fractures [J]. *Eur Spine J*, 2007,16(8):1145-1155.
- [9] Brantiganetal JW, Neidre A, Toohey JS. The lumbar I/F cage for posterior lumbar interbody fusion with the variable screw placement system; 10-year results of a food and drug administration clinical trial [J]. *Spine J*, 2004,4(6):681-688.
- [10] Ruan D, He Q, Ding Y, et al. Intervertebral disc transplantation in the treatment of degenerative spine disease:

a preliminary study [J]. *Lancet*, 2007,369(9566):993-999.

- [11] Lotz JC, Colliou OK, Chin JR, et al. Compression-induced degeneration of the intervertebral disc: an in vivo mouse model and finite-element study [J]. *Spine (Phila Pa 1976)*, 1998,23(23):2493-2506.
- [12] Itoh H, Asou Y, Hara Y, et al. Enhanced type X collagen expression in the extruded nucleus pulposus of the chondrodystrophoid dog [J]. *J Vet Med Sci*, 2008,70(1):37-42.

(收稿日期:2013-05-17 修回日期:2013-05-25)