

颈前路钢板置入内固定加椎间植骨治疗 II 型 Hangman 骨折的生物力学评价**★

黄阳亮¹, 刘少喻¹, 赵卫东², 李浩淼¹, 魏富鑫¹, 陈克冰¹

Biomechanical evaluation of anterior cervical plate fixation combined with intervertebral bone graft for the treatment of Hangman's fracture

Huang Yang-liang¹, Liu Shao-yu¹, Zhao Wei-dong², Li Hao-miao¹, Wei Fu-xin¹, Chen Ke-bing¹

Abstract

BACKGROUND: C_{2/3} discectomy, intervertebral autograft combined with plate fixation were commonly seen in surgical treatment of Hangman's fracture. This method was used widely in clinical practice, however, the investigation of its biomechanical feature was not sufficient.

OBJECTIVE: To evaluate the biomechanical stabilities of intervertebral autograft combined with plate fixation in treatment of type II Hangman's fracture.

METHODS: Totally 6 fresh frozen human spine specimens were used, each of them was made into 3 conditions: intact condition (blank control group), type II Hangman's fracture condition (Hangman group) and plate fixation condition (plate fixation group). On above sequences, three-dimensional laser scanner and three-dimensional motion testing machine were used to test range of motion (ROM) of C_{2/3} segment under each condition.

RESULTS AND CONCLUSION: Compare with the blank control group, ROM of joint of the Hangman group was significantly larger on flexion, extension, axial rotation and lateral bending ($P < 0.05$); ROM of joint of the plate fixation group was significantly larger on direction of axial rotation ($P < 0.05$). Compare with Hangman group, ROM of joint of plate fixation group was significant smaller on direction of flexion, extension and lateral bending ($P < 0.05$). The results indicated that in treatment of type II hangman's fracture, plate fixation is helpful in resuming stability on direction of flexion, extension and lateral bending, however, stability can not be achieved on direction of axial rotation, therefore, postoperative external fixation is recommended to secure fusion.

Huang YL, Liu SY, Zhao WD, Li HM, Wei FX, Chen KB. Biomechanical evaluation of anterior cervical plate fixation combined with intervertebral bone graft for the treatment of Hangman's fracture. Zhongguo Zuzhi Gongcheng Yanjiu yu Linchuang Kangfu. 2010;14(39): 7251-7253. [http://www.crter.cn http://en.zglckf.com]

摘要

背景: C_{2/3} 椎间盘切除, 钢板置入内固定加椎间植骨是治疗 Hangman 骨折的常用术式。该术式在临床应用广泛, 但目前尚缺乏相关实验评价钢板置入内固定治疗 Hangman 骨折的生物力学特点研究。

目的: 评价钢板置入内固定+椎间植骨治疗 II 型 Hangman 骨折的生物力学稳定性。

方法: 6 具正常成人新鲜冷冻颈椎, 每一标本依次制作成以下 3 种状态组: 即正常对照组、II 型 Hangman 骨折模型组、椎间植骨+钢板内固定组。按以上顺序应用脊柱三维运动试验机和三维激光扫描仪测试每一状态 C_{2/3} 节段的三维运动范围。

结果与结论: 与正常对照组比较, II 型 Hangman 骨折模型组 C_{2/3} 节段前屈、后伸、旋转及侧弯关节活动度均显著增大 ($P < 0.05$), 钢板内固定+椎间植骨组旋转方向关节活动度显著增大 ($P < 0.05$); 与 II 型 Hangman 骨折模型组相比, 钢板内固定+椎间植骨组 C_{2/3} 节段前屈、后伸及侧弯关节活动度均显著减小 ($P < 0.05$)。结果提示钢板置入内固定能够在屈、后伸及侧弯方向恢复 II 型 Hangman 骨折的稳定性, 然而在旋转方向缺乏稳定作用, 术后需辅以外固定以确保融合。

关键词: 颈椎; Hangman 骨折; 生物力学; 内固定; 融合; 医学植入物

doi:10.3969/j.issn.1673-8225.2010.39.008

黄阳亮, 刘少喻, 赵卫东, 李浩淼, 魏富鑫, 陈克冰. 颈前路钢板置入内固定加椎间植骨治疗 II 型 Hangman 骨折的生物力学评价[J]. 中国组织工程研究与临床康复, 2010, 14(39):7251-7253. [http://www.crter.org http://cn.zglckf.com]

0 引言

Hangman 骨折亦称枢椎创伤性滑脱, 为涉及枢椎椎弓根、峡部、关节突的骨折, 占颈椎骨折的 4%~7%^[1]。Levine 和 Edwards^[2] 将其分为 I、II、IIa 及 III 型。多数学者认为外科治疗适应于保守治疗失败及成角移位明显的 II、IIa 及 III 型患者^[3]。C_{2/3} 椎间盘切除, 椎间植骨加钢板置入内固定是治疗 Hangman 骨折的常用术

式^[4]。该术式在临床应用广泛, 但目前尚缺乏生物力学实验对其生物力学特性予以研究。在鉴于此, 本实验利用尸体标本对颈前路钢板内固定治疗 II 型 Hangman 骨折进行了生物力学测试, 旨在为其临床应用提供理论依据。

1 材料和方法

设计: 随机分组设计, 体外对比观察。

时间及地点: 于 2007-05/2008-05 在南方

¹Department of Spine Surgery, First Affiliated Hospital, Sun Yat-sen University, Guangzhou 510700, Guangdong Province, China; ²Laboratory of Biomechanics, Southern Medical University, Guangzhou 510515, Guangdong Province, China

Huang Yang-liang★, Master, Physician, Department of Spine Surgery, First Affiliated Hospital, Sun Yat-sen University, Guangzhou 510700, Guangdong Province, China
lansedeahi@yahoo.com.cn

Correspondence to: Liu Shao-yu, Professor, Doctoral supervisor, Chief physician, Department of Spine Surgery, First Affiliated Hospital, Sun Yat-sen University, Guangzhou 510700, Guangdong Province, China
gzsyliu@tom.com

Supported by: the Science and Technology Planning Project of Guangdong Province, No. 2008B030301303*; the Science and Technology Planning Project of Huangpu Area, No. 0931*

Received: 2010-04-15
Accepted: 2010-05-24

¹ 中山大学附属第一医院脊柱外科, 广东省广州市 510700; ² 南方医科大学生物力学实验室, 广东省广州市 510515

黄阳亮★, 男, 1982 年生, 湖南湘潭县人, 汉族, 2008 年中山大学毕业, 硕士, 医师, 主要从事脊柱疾患研究。
lansedeahi@yaho.com.cn

通讯作者: 刘少喻, 教授, 博士生导师, 科主任, 主任医师, 中山大学附属第一医院脊柱外科, 广东省广州市 510700
gzsyliu@tom.com

中图分类号: R318
文献标识码: A
文章编号: 1673-8225 (2010)39-07251-03

收稿日期: 2010-04-15
修回日期: 2010-05-24
(20100415010/GW-Z)

医科大学生物力学实验室完成。

材料: 由南方医科大学解剖学教研室提供 6 具健康成人意外死亡新鲜冷冻尸体标本, 需检查排除颈椎外伤、退变性疾病、肿瘤和骨质增生等疾病。标本获取经医院伦理委员会批准。截取 C₀~T₂ 椎体, 双层塑料袋密封, 置于 -20 °C 保存。实验前晚将标本移至泡沫保温箱中与冰袋一同保存, 持续缓慢解冻 10~12 h。实验中, 始终用生理盐水保持标本湿润。

分组: 为减少前一项测试对后一项造成的影响, 每一标本依次制作成以下 3 种状态组: 正常对照组、II 型 Hangman 骨折模型组、椎间植骨+钢板内固定组。并按以上顺序进行生物力学测试。

设备: 由南方医科大学生物力学实验室提供脊柱三维运动试验机及三维激光扫描仪(3D digital corporation, America, 测试精度 0.1%); 由 Medtronic 公司提供 Orion 颈前路钢板。均由同一外科医生使用配套器械按手术步骤进行操作。

实验方法:

各组标本制作:

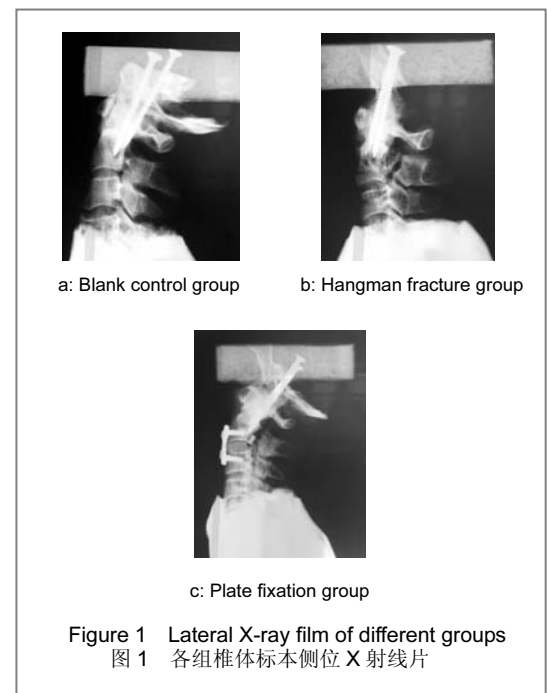
正常对照组标本: 剔除椎旁肌肉及结缔组织。用电动高速钻自颅底向下打孔, 贯通寰枕、寰枢关节, 双侧拧入螺钉(长 6 cm, 直径 3 mm), 固定 C₀~C₂ 于生理位置。标本两端分别用聚甲基丙稀酸甲脂(自凝型, 上海齿科材料厂)包埋。C₄ 横突以下用石膏固定于生理位置, 制成对照组标本, 见图 1a。

II 型 Hangman 骨折模型组标本: 按 Levine 和 Edwards^[2] 诊断标准, 在正常对照组基础上, 用电钻破坏枢椎双侧上下关节突间峡部, 至枢椎棘突可自由活动; 剥离 C₂、C₃ 椎体前纵韧带, 予以切断; 手术刀横型切开 C_{2/3} 椎间盘, 并向后方深入, 直至离断后纵韧带, 切口不向两旁扩展, 保留侧方纤维环组织, 不破坏钩椎关节及周围韧带。制成骨折组标本, 见图 1b。

钢板内固定+椎间植骨组标本: 采用异体新鲜冰冻髂骨脊, 制成 5~8 mm 的不同厚度的三面皮质骨, 采用厚度与 C_{2/3} 椎间高度相当的皮质骨嵌入。依标本颈椎曲度预弯钢板, 使用匹配螺钉四枚将钢板固定于 C₂、C₃ 椎体表面, 拧紧螺钉。最后将两枚锁钉拧入钢板表面, 防上螺钉脱出, 制成钢板组标本, 见图 1c。

生物力学测试: 实验前用标置物 4 个分别固定于 C₂ 及 C₃ 横突, 作为激光扫描仪定位标志。对每例标本的每种状态均应用脊柱三维运动试验机施加大小相等、方向相反、相互平行的 2.0 N/m 纯力偶矩, 使其产生前屈、后伸、左/

右侧弯、左/右轴向旋转 6 种生理运动。应用三维激光扫描仪依据激光标志物位置摄取零载荷和最大载荷时 C_{2/3} 节段的运动图像, 并用相应软件系统进行图像分析及数据转换, 计算出该方向的关节活动度。由于左/右侧弯、左/右轴向旋转分别是冠状位及轴位上的对称运动, 本实验将前两者数据相加, 合并为“侧弯”; 将后两者数据相加, 合并为“旋转”。每次测量均加载、卸载 3 次, 第 3 次时进行测量, 以减少标本黏弹性影响。每一标本的测试于 1 d 内完成。



设计、实施、评估者: 实验设计为第一、二作者, 干预实施为第一、三、四、五作者, 评估为第一、六作者, 均经过正规培训, 未采用盲法评估。

统计学分析: 第一作者采用 SPSS 13.0 软件进行统计学分析, 单向方差分析(one-way ANOVA)及两两比较的 LSD-t 检验法对各组标本不同运动方向的关节活动度行比较。 $P < 0.05$ 视为有显著性差异。

标准化处理: 对上述数据进行标准化处理, 将各组 ROM 值代入公式: $Q = R_n / R_0 \times 100\%$ (R_0 : 正常对照组关节活动度值; R_n : 各位状态关节活动度值), 得出 Q 值则为各组相对于正常对照组稳定性百分值。

2 结果

C_{2/3} 节段不同状态下的三维活动度见表 1, 相对稳定性见表 2。

表 1 C_{2/3} 节段不同状态下的关节活动度
Table 1 Three dimensional motion of segment C_{2/3} ($\bar{x}\pm s$, $n=6$, °)

Group	Blank control	Hangman fracture	Plate fixation
Flexion	3.30±1.18	8.59±2.42 ^a	2.04±1.10 ^b
Extension	2.10±0.59	8.08±3.35 ^a	2.42±0.65 ^b
Rotation	6.89±0.75	16.91±4.89 ^a	15.44±3.42 ^a
Lateral bending	6.07±2.32	11.34±1.83 ^a	4.97±1.79 ^b

^a $P < 0.05$, vs. blank control group; ^b $P < 0.05$, vs. Hangman fracture group

表 2 C_{2/3} 节段不同状态下的相对稳定性
Table 2 The relative stability of segment C_{2/3} (%)

Group	Blank control	Hangman fracture	Plate fixation
Flexion	100.00	260.30	61.82
Extension	100.00	384.76	115.24
Rotation	100.00	245.43	224.09
Lateral bending	100.00	186.82	81.88

II 型 Hangman 骨折模型组前屈、后伸、侧弯及旋转方向均表现出明显失稳, 关节活动度均较正常对照组显著增大 ($P < 0.05$)。钢板内固定+椎间植骨组与正常对照组比较, 旋转方向关节活动度差异有显著性意义 ($P < 0.05$), 其余方向稳定性均有明显恢复, 但差异无显著性意义 ($P > 0.05$); 钢板内固定+椎间植骨组与 II 型 Hangman 骨折模型组比较, 在前屈、后伸、旋转及侧弯方向关节活动度分别减小为 II 型 Hangman 骨折模型组关节活动度的 76.3%, 70.0%, 8.7% 及 56.2%, 前屈、后伸及侧弯方向差异有显著性意义 ($P < 0.05$), 而旋转方向差异无显著性意义 ($P > 0.05$)。

3 讨论

3.1 Hangman 骨折的治疗 以往对 I、IIa 及 II 型骨折多采用颅骨牵引 1~3 周, 待骨折复位后行 Halo-vest 固定 3 个月的保守疗法。但临床实践证实上述治疗有骨折不愈合, 置钉处感染, 螺钉松动等并发症发生。早期手术有复位准确, 融合率高, 治疗周期短的优点。

Hangman 骨折的外科治疗可分为前路及后路手术。后路手术具有显露简便的优点, 常用枢椎椎弓根钉或 C_{2/3} 椎弓根侧块螺钉内固定。但前者仅固定了骨折部位, 未稳定 C_{2/3} 节段, 适用于椎间盘及韧带无明显损伤的患者。后者有良好的稳定作用, 但手术过程非直视下进行, 在 C₃ 狭小的椎弓根有螺钉偏斜的可能。此外, 后路手术置钉过程容易出现骨折的再移位, 适用于术前能良好复位, 双侧椎板骨折线位于相互对称位置且与水平面夹角接近垂直的患者, 应用范围受到一定限制。

前路椎间植骨+钢板置入内固定术在提供 C_{2/3} 节段

稳定性的同时, 可直接处理损伤的椎间盘, 符合 Hangman 骨折的病理特点。

3.2 Hangman 骨折的标本制作 新鲜冰冻尸体标本各项生物力学特性接近人体, 积累一定数量后可成批开展实验, 实验周期短, 效率高。但相对动物标本, 年龄范围较宽, 均一性较差, 多次解冻后容易变质, 对生物力学性能有影响, 因此本实验选用新鲜冰冻尸体标本。为减少多次解冻对标本生物力学特性的影响, 1 d 内完成一例标本的测试。为减缓标本于常温下的变质, 实验间隙置标本于保温箱中与冰袋一同保存。实验依据 Levine 和 Edwards 分型中 II 型 Hangman 骨折定义, 用电钻破坏枢椎双侧上下关节突间峡部, 至枢椎棘突可自由活动以模拟双侧枢椎椎板骨折; 切断 C₂、C₃ 椎体前纵韧带、切开 C_{2/3} 椎间盘, 离断后纵韧带以模拟椎间盘损伤, 同时使椎体可向前移从而制成骨折标本, 具有较高仿真性。

3.3 钢板内固定治疗 Hangman 骨折的生物力学特点 实验结果显示, 钢板组各方向稳定性数值均小于骨折组, 而且在前屈、后伸及侧弯方向上的差异有统计学意义, 有良好的稳定作用。但在旋转方向, 两组数值相近, 差异无显著性意义。可见, 钢板内固定缺乏旋转方向的稳定性。骨折后钢板仅固定于椎体前柱结构, 且为单皮质固定、钉道短, 无三椎固定作用, 在失去后方支撑的情况下, 如双侧椎板离断, 则抗旋转能力差。这同时体现了小关节突对脊柱抗旋转稳定性的重要作用。可见, 行钢板置入内固定后颈部旋转运动容易引起骨折的移位, 需考虑辅以适当的外固定。

4 参考文献

- [1] Verheggen R, Jansen J. Hangman's Fracture: Arguments in favor of surgical therapy for Type II and III according to Edwards and Levine. *Surg Neurol.* 1998;49(3):253-262.
- [2] Levine AM, Edwards CC. The management of traumatic spondylolisthesis of the axis. *J Bone Joint Surg Am.* 1985; 67(2): 217-226.
- [3] Heiko K, Anton K. Letter to the Editor concerning: A systematic review of the management of hangman's fracture by Xin-Feng Li et al. *Eur Spine J.* 2006;15(9):1415-1418.
- [4] Profeta G, Falco R, Iannicillo G, et al. Preliminary experience with anterior cervical microdiscectomy and interbody titanium cage fusion (Novus CT-Ti) in patients with cervical disc disease. *Surg Neurol.* 2000; 53(5):417-426.

来自本文课题的更多信息——

基金资助: 广东省科技计划项目资助 (2008B0303013 03); 广州市黄埔区科技计划项目资助(0931)。

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。

课题或实验设计的不足与缺陷: 行前路治疗 Hangman 骨折因解剖的特点: 位置较高, 周边重要组织多, 尤其是肥胖或短颈患者, 显露和操作较困难, 容易产生螺钉置入角度不当甚至打入椎间隙的手术并发症, 从而影响内固定的稳定性。以上临床实际在实验中无法加以模仿。