

· 基础研究 ·

# 前路经枢椎体至寰椎侧块螺钉内固定三维稳定性的实验研究

郭亮, 权正学, 唐永莉

(重庆医科大学附属第一医院骨科, 重庆 400016)

**【摘要】 目的:**评价前路经枢椎体至寰椎侧块螺钉内固定三维稳定性。**方法:**16 具成人标本(C<sub>0</sub>-C<sub>3</sub>),对每一标本分别测定完整状态(第 1 组)、齿状突 II 型骨折(第 2 组)、后路经关节螺钉内固定术(Magerl 技术)(第 3 组)、前路经枢椎体至寰椎侧块螺钉内固定(第 4 组)4 种状态下的三维运动范围,并进行统计学分析。**结果:**1 组与其他 3 组、2 组与其他 3 组比较差异有统计学意义( $P<0.001$ )。前路经枢椎体至寰椎侧块螺钉内固定与后路 Magerl 螺钉内固定均能显著减少寰枢关节各方向运动范围,两种固定方法差异无统计学意义( $P>0.05$ )。**结论:**前路经枢椎体至寰椎侧块螺钉内固定的三维稳定性与后路 Magerl 螺钉内固定术相当,为寰枢椎不稳定及脱位患者的治疗提供了一种可靠的手术选择。

**【关键词】** 寰枢关节; 骨折固定术,内; 关节不稳定性; 生物力学

**Biomechanical evaluation of three-dimensional stability of anterior approach screw fixation through C<sub>2</sub> vertebral body to C<sub>1</sub> lateral mass** GUO Liang, QUAN Zheng-xue, TANG Yong-li. Department of Orthopaedics, the First Afiliated Hospital, Chongqing Medical University, Chongqing 400016, China

**ABSTRACT Objective:**To determine the three-dimensional stability of C<sub>1</sub>-C<sub>2</sub> after anterior approach screw fixation through C<sub>2</sub> vertebral body to C<sub>1</sub> lateral mass for C<sub>1</sub>-C<sub>2</sub> instability or dislocation. **Methods:**The three-dimensional range of motion of atlantoaxial joint were measured in 16 human cadaveric specimens under four conditions:the intact state (1st group),odontoid fracture of type II(2nd group),instrumentation with posterior C<sub>1</sub>-C<sub>2</sub> trans-articular screw fixation(Magerl technique)(3rd group) and anterior approach screw fixation through C<sub>2</sub> vertebral body to C<sub>1</sub> lateral mass (4th group) respectively. **Results:**There was generally significant difference between 1st group and other groups and between 2nd group and other groups by statistics analysis( $P<0.001$ ). Range of motion significantly decreased in 3rd group and 4th group in all directions. There was generally no significant difference between the two methods by statistical analysis ( $P>0.05$ ). **Conclusion:**Anterior approach screw fixation through C<sub>2</sub> vertebral body to C<sub>1</sub> lateral mass provides satisfied stability. It provides the equivalent effect to Magerl technique. It is a kind of reliable surgery choice for the treatment of instability or dislocation of C<sub>1</sub>-C<sub>2</sub> joint.

**Key words** Atlanto-axial joint; Fracture fixation, internal; Joint instability; Biomechanics

Zhongguo Gushang/China J Orthop & Trauma, 2008, 21(5):353-355 www.zggszz.com

寰枢椎不稳或脱位易引起上颈髓、神经根、椎动脉受压的症状和体征,往往需要手术治疗,以解除颈髓压迫,重建寰枢椎的稳定<sup>[1]</sup>。由于后路手术显露容易,内固定安置方便,目前临床上多施行后路融合术<sup>[2]</sup>。但有些病例不适宜行后路手术,需前路手术治疗。近年来,前路经枢椎体至寰椎侧块螺钉内固定治疗寰枢关节不稳定在国内外陆续有部分个案报道<sup>[2-5]</sup>,但该术式提供的稳定性能否满足临床需要,尚需生物力学验证。本实验对前路经枢椎体至寰椎侧块螺钉内固定与后路 Magerl 螺钉内固定术治疗寰枢关节不稳定的三维运动范围进行了对照研究,旨在为临床行前路经枢椎体至寰椎侧块螺钉内固定术的三维稳定性提供理论依据。

## 1 材料与方法

**1.1 实验材料** 16 具成人枕颈部湿润标本(死因不详),经

大体观察、X 线片及 CT 检查证实无退变及骨性异常。截取枕骨髁基底(C<sub>0</sub>-C<sub>3</sub>),剔除附着的肌肉,完整保留韧带、关节囊及椎动脉,制成颈椎完整状态的试验模型。用聚甲基丙烯酸甲酯(自凝型,上海齿科材料厂)将 C<sub>0</sub> 和 C<sub>3</sub> 椎体分别包埋后备用,取材后包裹密封保存于-20℃冰箱,试验前标本常温下自然解冻(标本由重庆医科大学解剖室提供)。

**1.2 实验分组** 对 16 具标本分别编号,实验中依次测试了标本在以下 4 种状态的寰枢三维运动范围。①完整标本组(第 1 组):将标本在室温条件下自然解冻 8 h,为生理状态的枕颈部标本。②齿状突 II 型骨折组(第 2 组):按文献[6]介绍的方法,在颅底枕骨斜坡与寰椎前弓之间切断顶盖膜、齿尖韧带和翼状韧带,然后锯断枢椎齿突腰部造成齿状 II 型骨折,制成枕寰枢不稳模型。③后路 Magerl 螺钉内固定术(第 3 组):按文献[7]介绍的方法切开 C<sub>1</sub>、C<sub>2</sub> 椎间关节突关节,将克氏针紧贴

下关节突下缘钻入,靠近峡部后面穿过其峡部达上关节突的后缘,螺钉经关节突进入 C<sub>1</sub> 侧块内,拧入恰当长度空心螺钉(图 1、2)。**④前路经椎椎体至寰椎侧块螺钉内固定(4 组)**:根据文献[8-9],以椎椎椎体下缘中点两侧各 2 mm 处为进针点,分别按预定的螺钉置入角度,向外、后、上钻入,经寰椎外侧关节进入寰椎侧块,至寰椎侧块上关节面骨皮质下停止,用测深器测量钉道的全长及其分别在椎椎椎体和寰椎侧块中的长度,选择恰当长度的螺钉拧入,螺纹全部拧入侧块中(图 3、4)。为消除同一标本先后次序对实验结果的影响,第 3、4 组进行随机分组。

1.3 观测指标与方法

**1.3.1 观测指标** 进行生物力学测量,测出各标本前屈、后伸、左(右)侧弯及轴向左(右)旋转的三维运动范围。

**1.3.2 观测方法** 在万能试验机上进行非破坏方式下的测试。将实验标本通过特制夹具固定 C<sub>0</sub> 及 C<sub>3</sub> 并安装在万能试验机上,椎体后壁前斜 20°。用 6 枚细克氏针固定在 C<sub>0</sub>、C<sub>1</sub>、C<sub>2</sub> 前方和侧后方骨性结构上,作为不共线的多面体标志物,供计算机图像分析,并保证各个标志物在运动时不互相接触,能为摄像机摄取。采用 Oda 等<sup>[10]</sup>报道方法在 C<sub>0</sub> 处施加±1.50 N·m 的纯力偶矩作为加载的最大力矩,使枕颈部标本相应地产生前屈(后伸)、左(右)侧弯、左(右)轴向旋转 6 种生理性运动方式。加载方式采用 3 次最大力矩,零周期方式,以消除韧带、关节囊等软组织黏弹性和颈椎蠕变运动对测量的影响,第 3 次允许标本有 30 s 的蠕变后,由摄像机摄取在零载荷和最大载

荷时的寰枢运动状态,图像存于计算机,通过计算机图像处理系统识别、定位和计算多面体标志的空间位置,重建寰枢椎的三维运动,计算运动范围。对 4 种实验状态依次进行 6 自由度的运动测试。实验过程中始终用生理盐水保持标本的湿润。

**1.4 统计处理** 将每个实验组的三维运动变化数据输入计算机,采用 SARS 9.0 进行完全随机设计方差分析(one-way ANOVA),并进行各实验组间的随机单位组的方差分析(Bonfferoni 法)。统计检验标准的显著性为 α=0.05。

2 结果

本实验无固定失败标本,不同状态下寰枢三维运动范围见表 1。

由表 1 可知,齿状突 II 型骨折时寰枢椎前屈后伸、左右侧弯、左右旋转与完整状态时比较,差异有统计学意义。齿状突 II 型骨折经后路 Magerl 螺钉内固定术及前路经椎椎体至寰椎侧块螺钉内固定术后寰枢椎的三维运动范围较齿状突 II 型骨折时及完整状态时明显减小,但经后路 Magerl 螺钉内固定与前路经椎椎体至寰椎侧块螺钉内固定的寰枢椎运动范围比较无明显差别。

3 讨论

自 Magerl 技术用于治疗寰枢椎不稳定以来,因其在抗屈伸、旋转、侧弯方面具有良好的力学稳定性,其融合率接近 100%,被认为是寰枢关节融合手术的金标准<sup>[11-14]</sup>。由于螺钉轨道与椎动脉及神经根紧密毗邻,有损害神经、血管的可能,且有 20% 的患者由于椎动脉变异,至少一侧不适合螺钉固



图 1 45 岁男性尸体标本 1a.正位 X 线片显示后路 Magerl 螺钉内固定 1b.侧位 X 线片显示后路 Magerl 螺钉内固定术 1c.正位 X 线片显示前路经椎椎体至寰椎侧块螺钉内固定 1d.正位 X 线片显示前路经椎椎体至寰椎侧块螺钉内固定

Fig.1 A 45-year-old female cadaver 1a. AP X-ray film showed posterior approach C<sub>1</sub>-C<sub>2</sub> trans-articular (Magerl) screw fixation 1b. Lateral X-ray film showed of posterior approach C<sub>1</sub>-C<sub>2</sub> trans-articular screw fixation 1c. AP X-ray film showed anterior approach screw fixation through C<sub>2</sub> vertebral body to C<sub>1</sub> lateral mass 1d.Lateral X-ray film showed anterior approach screw fixation through C<sub>2</sub> vertebral body to C<sub>1</sub> lateral mass

表 1 各组在±1.5 N·m 载荷下寰枢关节的三维运动范围(̄x±s, 度)

Tab.1 The three-dimensional range of motion of atlantoaxial joint under loading ±1.5 N·m in each group(̄x±s, degree)

组别	三维活动范围					
	前屈	后伸	左侧弯	右侧弯	轴向左旋转	轴向右旋转
第 1 组	8.10±1.08*	8.49±0.82*	4.79±0.47*	4.93±0.34*	28.2±0.64*	29.3±0.84*
第 2 组	13.6±1.25*	13.8±0.77*	9.64±0.53*	9.23±0.41*	34.9±0.93*	34.9±1.30*
第 3 组	1.62±0.10	1.90±0.34	1.25±0.13	1.37±0.28	0.97±0.14	1.01±0.17
第 4 组	2.03±0.26	2.34±0.49	1.54±0.22	1.53±0.30	0.80±0.35	0.76±0.30
3 组 vs 4 组的 P 值	0.1729	0.1193	0.1588	0.3054	0.9019	0.1372

注: \*与其他 3 组比较, P<0.001

Note: \*Compared with the other three groups, P<0.001

定<sup>[15]</sup>。临床上鹅颈畸形的患者,由于颈椎不能屈曲,后路手术困难,甚至不能完成。而前路经枢椎体至寰椎侧块螺钉技术在此位置,颈前软组织充分伸展,术野宽阔,寰椎易复位,后路手术的困难得以解决,甚至能在微创下完成。螺钉由内向外走行,可避免向内穿入椎管损伤脊髓,相对于 Magerl 螺钉在枢椎椎弓根中穿行,不易受椎动脉变异的影响,损伤脊髓或椎动脉的风险较小<sup>[16]</sup>,对螺钉穿入的位置、精度要求不高,操作比较容易<sup>[9]</sup>。

骨密度是影响螺钉抗拔的最主要因素,因此螺钉应尽可能放置在高骨密度区, Kandziora 等<sup>[17]</sup>对寰枢椎骨密度的测量结果显示:寰椎侧块上关节面和寰枢外侧关节面为高骨密度区;寰椎两侧的梯形区域为前路手术内固定螺钉放置的安全区,枢椎前面的安全区呈 V 形。本实验螺钉轨道完全位于安全区和高骨密度区,从力学上保证了螺钉具有良好的抗前后剪切力和抗旋转力矩的能力,拉力螺钉使寰枢关节面之间产生加压作用,有助于早期达到骨性融合。螺钉穿过枢椎体和寰椎侧块,路径长,有足够多的骨质稳定螺钉,同时在安全区内尽可能偏后偏外增加螺钉的长度,本实验前路组的螺钉比后路组平均长 2 mm,从而增强了螺钉的稳定性,体现了本实验的力学优势。

前路经枢椎体至寰椎侧块螺钉内固定三维稳定性尚未报道,本实验结果表明:前路经枢椎体至寰椎侧块螺钉内固定可即刻稳定寰枢椎,明显减少寰枢关节各方向运动,寰枢椎间的三维运动范围几乎被完全控制,其提供的三维稳定性与后路 Magerl 螺钉内固定术相当,可安全可靠地运用于临床。

#### 参考文献

- 李家顺,贾连顺. 颈椎外科学. 上海:上海科学技术出版社,2004. 443-597.
- Mac-Thiong JM, Labelle H, Rooze M, et al. Evaluation of a transpedicular drill guide for pedicle screw placement in the thoracic spine. *Eur Spine*, 2003, 12(5):542-547.
- 王超,党耕町,刘忠军. 前路经枢椎体至寰椎侧块螺钉固定术. *中华骨科杂志*, 1999, 19(8):457-459.
- Reindl R, Sen M, Aebi M. Anterior instrumentation for traumatic C<sub>1</sub>-C<sub>2</sub> instability. *Spine*, 2003, 28(17):329-333.
- Sen MK, Steffen T, Beckman L, et al. Atlantoaxial fusion using anterior transarticular screw fixation of C<sub>1</sub>-C<sub>2</sub>: technical innovation and biomechanical study. *Eur Spine*, 2005, 14(5):512-518.
- Dvorak MF, Sekeramayi F, Zhu Q, et al. Anterior occiput to axis screw fixation. Part II: a biomechanical comparison with posterior fixation techniques. *Spine*, 2003, 28(17):239-245.
- Magerl F, Seemann PS. Stable posterior fusion of the atlas and axis by transarticular screw fixation. In: Kehr P, Weidner A. *Cervical Spine I*. Vienna: Springer-Verlag, 1987. 322-327.
- 杨友刚, 权正学. 前路经枢椎体至寰椎侧块螺钉内固定的解剖学基础. *颈腰痛杂志*, 2005, 26(6):410-412.
- 杨友刚, 权正学, 周庭永. 前路经枢椎体至寰椎侧块螺钉内固定的解剖学研究. *中国临床解剖学*, 2006, 24(5):498-505.
- Oda I, Abumi K, Seu LC, et al. Biomechanical evaluation of five different occipito-atlanto-axial fixation techniques. *Spine*, 1999, 24(22):2377-2382.
- Richter M, Schmidt R, Claes L, et al. Posterior atlantoaxial fixation: biomechanical in vitro comparison of six different techniques. *Spine*, 2002, 27(16):1724-1732.
- Melcher R, Puttlitz CM, Kleintueek FS, et al. Biomechanical testing of posterior atlantoaxial fixation techniques. *Spine*, 2002, 27(22):2435-2440.
- Mummaneni PV, Haid RW. Atlantoaxial fixation: overview of all techniques. *Neurol India*, 2005, 53(4):408-415.
- Joji I, Daniel HK, Arnett K. Posterior instrumentation surgery for craniocervical junction instabilities: an update. *Neurol Med Chir (Tokyo)*, 2005, 45(9):439-447.
- Ebraheim NA, Misson JR, Xu R, et al. The optimal transarticular C<sub>1</sub>-C<sub>2</sub> screw length and the location of the hypoglossal nerve. *Surg Neurol*, 2000, 53(3):208-210.
- Mandel IM, Kambach BJ, Petersilge CA, et al. Morphology considerations of C<sub>2</sub> isthmus dimensions the placement of transarticular screws. *Spine*, 2000, 25(5):1542-1547.
- Kandziora F, Schulze-Stahl N, Khodadadyan-Klostermann C, et al. Screw placement in transoral atlantoaxial plate systems: an anatomical study. *J Neurosurg*, 2001, 95(1 Suppl):80-87.

(收稿日期:2007-11-15 本文编辑:连智华)

## 本刊关于稿件查询和网上投稿的通知

《中国骨伤》杂志社开通的网站可进行稿件查询,欢迎作者上网查询稿件审理的进度。请登陆 <http://www.zggszz.com>。同时也欢迎作者网上投稿,投稿邮箱:E-mail:tgzgs@163.com。

《中国骨伤》杂志社