

下颈椎经关节螺钉与侧块钉棒固定的生物力学比较

童杰^{1,2}, 季伟¹, 周若舟^{1,2}, 黄志平¹, 刘社庭², 朱青安¹

(1 南方医科大学南方医院脊柱骨科 510515 广州市; 2 湖南省郴州市第一人民医院脊柱外科 423000)

【摘要】目的:比较下颈椎经关节螺钉与侧块钉棒系统固定的生物力学特点。**方法:**采用 8 具新鲜尸体下颈椎标本(C5~T1),用牙托石膏粉包埋后,通过脊柱试验机对标本施加最大 2.0Nm 纯力偶矩,在不同测试状态下,包括完整(A 组)、C5/6 后方韧带复合体切除(B 组)、C5~C7 经关节螺钉固定(C 组)、C5~C7 侧块钉棒系统固定(D 组),测量屈伸、侧弯及旋转方向上的三维运动范围(ROM)。在 C6 椎体前缘粘贴应变片,测量不同状态下椎体前柱载荷变化。**结果:**A 组 C5/6 节段屈伸、侧弯和旋转方向上的 ROM 分别为 $13.6^{\circ}\pm 1.2^{\circ}$ 、 $6.1^{\circ}\pm 0.5^{\circ}$ 、 $4.2^{\circ}\pm 1.6^{\circ}$;B 组为 $14.4^{\circ}\pm 1.2^{\circ}$ 、 $6.4^{\circ}\pm 0.6^{\circ}$ 、 $4.8^{\circ}\pm 0.8^{\circ}$,C 组为 $2.8^{\circ}\pm 0.7^{\circ}$ 、 $0.7^{\circ}\pm 0.3^{\circ}$ 、 $0.4^{\circ}\pm 0.1^{\circ}$,D 组为 $1.2^{\circ}\pm 0.3^{\circ}$ 、 $0.5^{\circ}\pm 0.2^{\circ}$ 、 $0.8^{\circ}\pm 0.3^{\circ}$,在屈伸方向上 B 组的 ROM 较 A 组明显增大($P<0.05$),C 组和 D 组在各方向上均较 A 组和 B 组明显减小($P<0.05$);在屈伸方向上,C 组与 D 组比较有统计学差异($P<0.05$),在侧弯和旋转方向上,C 组和 D 组无统计学差异($P>0.05$)。A 组 C6/7 节段屈伸、侧弯和旋转方向上的 ROM 分别为 $12.3^{\circ}\pm 1.4^{\circ}$ 、 $5.5^{\circ}\pm 1.2^{\circ}$ 、 $2.7^{\circ}\pm 0.9^{\circ}$;B 组为 $12.0^{\circ}\pm 1.3^{\circ}$ 、 $5.6^{\circ}\pm 1.0^{\circ}$ 、 $2.8^{\circ}\pm 0.9^{\circ}$,C 组为 $2.9^{\circ}\pm 0.9^{\circ}$ 、 $0.4^{\circ}\pm 0.2^{\circ}$ 、 $0.4^{\circ}\pm 0.1^{\circ}$,D 组为 $1.2^{\circ}\pm 0.3^{\circ}$ 、 $0.4^{\circ}\pm 0.1^{\circ}$ 、 $0.7^{\circ}\pm 0.3^{\circ}$,A、B 两组在各方向上的 ROM 无显著性差异($P>0.05$);在屈伸方向上,C 组和 D 组的 ROM 有统计学差异($P<0.05$),在侧弯和旋转方向上,两组无统计学差异($P>0.05$)。C 组 C6 椎体前柱的应变在侧弯方向上较 A 组明显减小($P<0.05$),D 组在前屈、后伸、侧弯方向上较 A 组明显减小($P<0.05$),C、D 组在前屈方向上比较有统计学差异($P<0.05$)。**结论:**下颈椎后方韧带复合体损伤可造成屈伸和侧弯方向上失稳,经关节螺钉固定在轴向旋转和侧弯方向上与侧块钉棒系统固定效果相似,但限制屈伸运动的能力较弱。

【关键词】颈椎;经关节螺钉;侧块螺钉;生物力学;后路融合

doi: 10.3969/j.issn.1004-406X.2015.09.13

中图分类号:R318.01,R687.3 文献标识码:A 文章编号:1004-406X(2015)-09-0837-06

Biomechanical study of transfacet screws and lateral mass screw-rod construct fixation in the lower cervical spine/TONG Jie, JI Wei, ZHOU Ruozhou, et al//Chinese Journal of Spine and Spinal Cord, 2015, 25(9): 837-842

【Abstract】 Objectives: To compare the characteristics of biomechanics of transfacet screws and lateral mass screw-rod constructs. **Methods:** Eight fresh cadaveric cervical specimens(C5-T1) were harvested and embedded in dental plaster. Biomechanical studies of samples were performed under intact(group A), injury (group B, following the C5/6 PLC section) and various fixation statements(group C, with the transfacet screws placement; group D, with the lateral mass screw-rod constructs placement) by using a spinal mechanical testing machine, while applying a constant moment of 2.0Nm in flexion-extension, left-right lateral bending, and left-right axial rotation directions for three cycles. Strain gauges were positioned on the C6 vertebra to measure the change of load of anterior column. **Results:** On the level of C5/6, the ROM of group A was $13.6^{\circ}\pm 1.2^{\circ}$ (flexion-extension), $6.1^{\circ}\pm 0.5^{\circ}$ (left-right lateral bending), $4.2^{\circ}\pm 1.6^{\circ}$ (left-right axial rotation) respectively; the ROM of group B was $14.4^{\circ}\pm 1.2^{\circ}$ (flexion-extension), $6.4^{\circ}\pm 0.6^{\circ}$ (left-right lateral bending), $4.8^{\circ}\pm 0.8^{\circ}$ (left-right axial rotation) respectively; the ROM of group C was $2.8^{\circ}\pm 0.7^{\circ}$ (flexion-extension), $0.7^{\circ}\pm 0.3^{\circ}$ (left-right lateral bending), $0.4^{\circ}\pm 0.1^{\circ}$ (left-right axial rotation) respectively; the ROM of group D was $1.2^{\circ}\pm 0.3^{\circ}$ (flexion-extension), $0.5^{\circ}\pm 0.2^{\circ}$ (left-right lateral bending), $0.8^{\circ}\pm 0.3^{\circ}$ (left-right axial rotation) respectively. The ROM of group B increased significantly compared with that of group A in flexion-extension($P<0.05$). The ROM of group C and D

基金项目:国家自然科学基金面上项目(编号:81171765);郴州市第一人民医院优秀青年基金(N2014-005)

第一作者简介:男(1980-),医学博士,副主任医师,研究方向:脊柱外科

电话:(0735)2343235 E-mail:richardtj@sina.com

通讯作者:朱青安 E-mail:qinganzhu@gmail.com

decreased significantly compared with that of group A and B in all directions($P<0.05$). The ROM of group C in flexion-extension was different with that of group D($P<0.05$); the ROM of group C and D was comparable in left-right lateral bending and axial rotation($P>0.05$). On the level of C6/7, the ROM of group A was $12.3^{\circ}\pm 1.4^{\circ}$ (flexion-extension), $5.5^{\circ}\pm 1.2^{\circ}$ (left-right lateral bending), $2.7^{\circ}\pm 0.9^{\circ}$ (left-right axial rotation) respectively; the ROM of group B was $12.0^{\circ}\pm 1.3^{\circ}$ (flexion-extension), $5.6^{\circ}\pm 1.0^{\circ}$ (left-right lateral bending), $2.8^{\circ}\pm 0.9^{\circ}$ (left-right axial rotation) respectively; the ROM of group C was $2.9^{\circ}\pm 0.9^{\circ}$ (flexion-extension), $0.4^{\circ}\pm 0.2^{\circ}$ (left-right lateral bending), $0.4^{\circ}\pm 0.1^{\circ}$ (left-right axial rotation) respectively; the ROM of group D was $1.2^{\circ}\pm 0.3^{\circ}$ (flexion-extension), $0.4^{\circ}\pm 0.1^{\circ}$ (left-right lateral bending), $0.7^{\circ}\pm 0.3^{\circ}$ (left-right axial rotation) respectively. The difference between group A and B was not significant in all directions($P>0.05$). The ROM of group C was different with that of group D in flexion-extension ($P<0.05$). The ROM of group C and D was not different in lateral bending and axial rotation ($P>0.05$). The strain of group C on C6 level was reduced significantly in lateral bending when compared with that of group A($P<0.05$); the strain of group D was reduced significantly in flexion, extension and lateral bending when compared with that of group A ($P<0.05$); and the strain of group D was reduced significantly in flexion when compared with that of group C($P<0.05$). **Conclusions:** The present study identifies that the injury of PLC may result in instability in flexion-extension and lateral bending. Transfacet screw fixation is weaker than the lateral mass screw-rod fixation in flexion-extension, while is not different in lateral bending and axial rotation.

[Key words] Cervical spine; Transfacet screws; Lateral mass screws; Biomechanical stability; Posterior fusion

[Author's address] Department of Spine Surgery, Nanfang Hospital, Southern Medical University, Guangzhou, 510515, China

下颈椎不稳通常需要行后路手术固定和融合。目前,侧块螺钉固定和椎弓根螺钉固定是临床上常用的下颈椎后路固定形式,但这两种方法均有各自的局限性。颈椎侧块螺钉导致的血管神经损伤以及术后螺钉松动、脱出等并发症已有文献报道^[1,2]。椎弓根螺钉固定可以提供更高的稳定性,但有时颈椎椎弓根狭小导致置钉困难并可能导致血管神经损伤,其应用仍存在争议。当患者局部解剖结构被破坏,颈椎侧块螺钉和椎弓根螺钉的应用将不同程度受到限制。下颈椎关节突关节复合体有着足够的皮质骨,能够提供直径 3.5mm 的螺钉行跨关节固定^[3]。本研究通过离体生物力学测试,针对后方韧带复合体损伤时使用的经关节螺钉和侧块螺钉固定,比较其稳定性和载荷分享情况,为下颈椎经关节螺钉固定的临床应用提供实验依据。

1 材料和方法

1.1 标本准备

选用新鲜成人颈椎 C5~T1 节段标本 8 具,均为男性,年龄 35~70 岁,平均 44.3 岁。实验前常规行正侧位 X 线片检查排除标本存在任何畸形、骨折、结核、肿瘤等病变情况。将取材后的标本用双层塑料袋密封放置于 -20°C 低温冰箱中保存,实

验前 6h 左右将标本置于室温下解冻,小心剔除脊柱周围肌肉组织,保留韧带和关节囊。采用牙托石膏粉包埋 C5 椎体上半部分和 T1 椎体,在 C5 包埋石膏内预留出置入 C5/6 经关节螺钉的通道。

1.2 手术方法及损伤模型制备

在完整状态测试完成后,切断 C5/6 后方韧带复合体,包括棘上韧带、棘间韧带、黄韧带和双侧小关节囊,制备后方韧带复合体损伤模型。采用 DalCanto 技术^[4]置入经关节螺钉,固定 C5/6 和 C6/7 双侧小关节(TF);采用 Magerl 技术^[5]置入 C5~C7 双侧侧块螺钉,连接钛棒固定(LM),不使用横向连接。经关节螺钉与侧块螺钉的进钉点和进钉方向见图 1。内固定材料为 Ti-6Al-4V 合金,由佛山施泰宝外科植入物有限公司生产。侧块螺钉和经关节螺钉直径均为 3.5mm,长度为 18~20mm,钛棒直径为 3.5mm。两种固定方法的 X 线片见图 2。

1.3 脊柱稳定性测试

在 C5~C7 椎体钻入直径 2.0mm 克氏针 3 枚,分别连接装有四个红外线标志点的标尺(图 3)。采用自主研发的脊柱试验机对本标本施加 2.0Nm 的前屈/后伸、左/右侧弯和左/右轴向旋转的纯力偶矩各 3 次,加载速度为 1%/s。测试过程中采用 Optotrak 三维运动测量系统(NDI 公司,加拿大)

连续采集标志点运动,采样频率为 20Hz。分析第三个加载循环时节段间的运动范围。实验过程中使用生理盐水喷洒标本表面,保持标本湿润状态。

1.4 椎体应变测量

采用在椎体上粘贴电阻式应变片测量应变的方法间接评价椎体前柱承担的载荷。选择 C6 椎体左、右前外侧,刮除粘贴部位骨膜,无水酒精局部脱脂处理后,采用 B-711 粘贴胶粘贴 2 枚应变片(中航工业电测仪器股份有限公司生产)。脊柱稳定性测试过程中测量应变大小,评价脊柱前柱

的载荷变化。

1.5 测试顺序

采用重复测量设计,每例标本先在完整状态下测试,之后切断 C5/6 后方韧带复合体(PLC),测试损伤状态,然后完成后路侧块螺钉固定和经关节螺钉固定的测试。为排除测试顺序的影响,后路侧块螺钉固定和经关节螺钉固定的先后顺序设为随机。在同一状态的测试中,屈伸、侧弯和旋转三个不同运动方向的测试顺序设为随机。同一具标本在 24h 内完成测试。

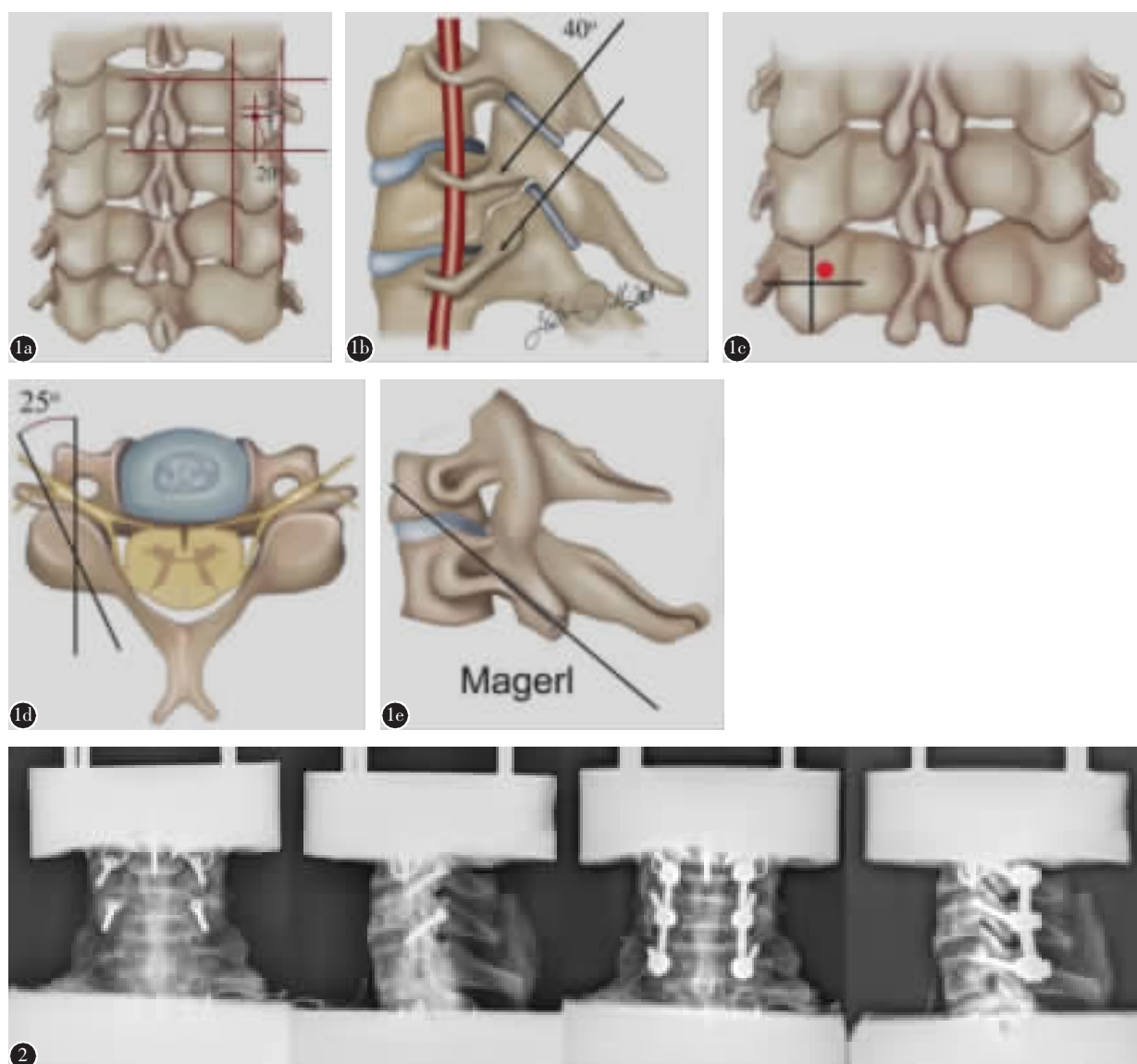


图 1 两种固定方法进钉点与进钉方向示意图 a~c DalCanto 技术^[4]置入经关节螺钉(TF) d、e Magerl 技术置入侧块螺钉(LM)^[5] 图 2 两种固定方法的 X 线片(从左至右依次为 TF 正位、侧位,LM 正位、侧位)

Figure 1 The screw entry point and direction of DalCanto transfacet screw placement technique^[4](a~c) and Magerl lateral mass screw placement technique^[5](d, e) **Figure 2** The X-ray of fixed state(from left to right, anteroposterior position and lateral position of TF, anteroposterior position and lateral position of LM)

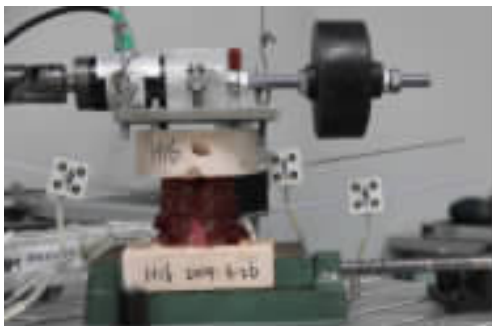


图3 C5~C7 椎上连接的克氏针和红外线标尺

Figure 3 C5-C7 vertebra connected with Kirschner wire and infrared scale

1.6 统计学处理

运动范围及应变用均数 $\pm$ 标准差($\bar{x}\pm s$)表示。采用 Statistica 7.1 统计软件的重复测量方差分析进行统计学处理,组间比较采用 SNK 法(Student-Newman-Keuls)。显著性水平置于 $P<0.05$ 。

2 结果

2.1 运动范围

测试过程中未出现螺钉松动和内固定失败的情况。C5/6 和 C6/7 节段的 ROM 测量结果见表 1。B 组 C5/6 节段在屈伸和侧弯方向的 ROM 与 A 组比较有统计学差异 ($P<0.05$);旋转方向上的 ROM 无统计学差异 ($P>0.05$);C、D 组 C5/6 和 C6/7 节段在屈伸、侧弯和旋转方向上的 ROM 均小于 A、B 组,差异有统计学意义 ($P<0.05$);C 组 C5/6 和 C6/7 节段在屈伸方向上的 ROM 均大于 D 组,差异有统计学意义 ($P<0.05$),在侧弯和旋转

方向上两组比较无统计学差异 ($P>0.05$)。

2.2 椎体应变

C6 椎体在前屈和后伸方向上,C、D 组与 A、B 组比较均有减少椎体前柱载荷的趋势,但仅 D 组与 A、B 组比较差异有统计学意义 ($P<0.05$);在侧弯方向上,C、D 组与 A、B 组比较均明显减少了椎体前柱的载荷 ($P<0.05$),C、D 两组间比较无统计学差异 ($P>0.05$);在旋转方向上,C、D 组均有减少椎体前柱载荷趋势,但与 A、B 组比较差异无统计学意义 ($P>0.05$) (表 2)。

3 讨论

本研究结果表明,C5/6 节段后方韧带复合体切断后,在屈伸和侧弯方向上的运动范围显著大于完整状态,证实后方韧带复合体对维持屈伸和侧弯方向上的节段稳定有一定作用。与完整状态及损伤状态比较,经关节螺钉固定和侧块钉棒固定各个方向上均明显减少了固定节段的运动范围。在屈伸方向上,经关节螺钉固定的稳定性弱于侧块钉棒系统。我们推测经关节螺钉仅仅固定后方的小关节,远离屈伸运动的瞬时转动中心;而侧块钉棒在屈曲时类似于张力带结构,后伸时棒的刚性可起到较好的支撑作用。因此当椎间盘存在,后方韧带复合体损伤时,经关节螺钉维持屈伸方向的稳定性的能力弱于侧块钉棒系统。在侧弯方向上,两种固定方法的稳定性相当;在旋转方向上,经关节螺钉固定后节段间运动范围与侧块钉棒固定比较有减小的趋势,但两者的差异无统计学意义。经关节螺钉及侧块钉棒固定的位置均位

表 1 C5/6 和 C6/7 节段运动范围

($^{\circ}, \bar{x}\pm s$)

Table 1 Range of motion of C5/6 and C6/7

	C5/6			C6/7		
	屈伸 Flexion-Extension	侧弯 Lateral bending	旋转 Rotation	屈伸 Flexion-Extension	侧弯 Lateral bending	旋转 Rotation
完整标本(A组) Intact(Group A)	13.6 $\pm$ 1.2	6.1 $\pm$ 0.5	4.2 $\pm$ 1.6	12.3 $\pm$ 1.4	5.5 $\pm$ 1.2	2.7 $\pm$ 0.9
韧带损伤(B组) Injury(Group B)	14.4 $\pm$ 1.2 ^①	6.4 $\pm$ 0.6 ^①	4.8 $\pm$ 0.8	12.0 $\pm$ 1.3	5.6 $\pm$ 1.0	2.8 $\pm$ 0.9
经关节螺钉固定(C组) Transfacet screws fixation (Group C)	2.8 $\pm$ 0.7 ^②	0.7 $\pm$ 0.3 ^②	0.4 $\pm$ 0.1 ^②	2.9 $\pm$ 0.9 ^②	0.4 $\pm$ 0.2 ^②	0.4 $\pm$ 0.1 ^②
侧块钉棒系统固定(D组) Lateral mass screw-rod constructs fixation(Group D)	1.2 $\pm$ 0.3 ^{②③}	0.5 $\pm$ 0.2 ^②	0.8 $\pm$ 0.3 ^②	1.2 $\pm$ 0.3 ^{②③}	0.4 $\pm$ 0.1 ^②	0.7 $\pm$ 0.3 ^②

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

Note: ①Compared with group A, $P<0.05$; ②Compared with group A and group B, $P<0.05$; ③Compared with group C, $P<0.05$

表 2 C6 椎体应变 (微应变, $\bar{x} \pm s$)
Table 2 The strain of C6 vertebral body (microstrain, $\bar{x} \pm s$)

	前屈 Flexion	后伸 Extension	侧弯 Lateral bending	旋转 Rotation
完整标本(A组) Intact(Group A)	-309±223	352±238	312±126	105±132
韧带损伤(B组) Injury(Group B)	-305±221	350±275	319±140	150±288
经关节螺钉固定(C组) Transfacet screws fixation(Group C)	-285±162	257±133	30±36 ^①	41±41
侧块钉棒系统固定(D组) Lateral mass screw-rod constructs fixation(Group D)	-133±94 ^②	156±97 ^①	27±19 ^①	28±35

注:①与 A、B 组比较 $P<0.05$;②与 A、B、C 组比较 $P<0.05$

Note: ①Compared with group A, B, $P<0.05$; ②compared with group A, B and C, $P<0.05$

于侧方的小关节或侧块,远离椎体中心,因此有较好的抗侧弯稳定性。从螺钉的走行方向上看,经关节螺钉垂直于关节面方向,并穿透四层皮质骨固定,而侧块螺钉平行于关节面,仅双皮质固定,在对抗旋转的稳定性上,经关节螺钉略强于侧块钉棒。由此可见,经关节螺钉在屈伸方向上不及侧块钉棒稳定,在侧弯和旋转方向上,两者稳定性相当。根据此结果,我们推荐单纯后路经关节螺钉固定术后应加强颈托保护,避免低头和后仰等动作,且需严格随访直至骨性融合。

Takayasa等^[6]应用下颈椎经关节螺钉固定技术治疗各种原因引起的颈椎不稳 25 例,未出现任何并发症。Klekamp 等^[7]的研究证明下颈椎经关节螺钉具有比侧块螺钉更高的拔出力。DalCanto 等^[4]证明经关节螺钉与侧块钉板系统在各方向上的稳定性相当,但该研究使用的是 C2~C4 和 C5~C7 的完整节段标本,没有涉及任何韧带及骨性结构损伤,作者发现经关节螺钉固定能减少 83% 的屈伸运动,与我们的结果 78% 相当。Lee 等^[8]使用 C4 和 C5 椎体次全切除前方植骨的模型研究,认为单纯经关节螺钉固定在屈伸方向的稳定性弱于侧块钉棒系统。Traynelis 等^[9]利用前路颈椎间盘切除椎间融合(ACDF)模型比较单侧与双侧经关节螺钉的稳定性,结果显示单侧小关节螺钉联合 ACDF 可获得足够的稳定。本研究结果与文献报道基本一致。

本实验采用测量局部应变的变化来反应局部应力的变化,理论上应变与应力成正比。本实验固定 C5~C7 共 2 个脊柱运动单元,在位于固定中间节段的 C6 椎体上,经关节螺钉固定能减少前屈后伸方向上椎体前柱的载荷,但与完整状态比较,差别无统计学意义,而侧块钉棒系统固定能明显

减少前屈和后伸方向上椎体前柱的载荷。在前屈方向上,两种固定方式的应变差别有显著性,提示侧块钉棒固定后椎体的承载降低了。在侧弯和轴向旋转方向上,两种固定方式均明显减少了椎体前柱的载荷,但两组间差异没有显著性。

C5~C7 节段后方固定小关节或者侧块后,载荷传递从 C5 椎体至 C5/6、C6/7 后方结构至 C7 椎体,因此通过 C6 椎体前方的载荷均有减少的趋势。比较两种固定方式,经关节螺钉固定后在前屈方向上椎体承载多于侧块钉棒系统固定后的椎体;在侧弯和旋转方向上,两者固定后椎体承载基本相当。该特点与运动学测量所得结论基本相呼应,也进一步反映出经关节螺钉与侧块钉棒系统固定的生物力学特点和差异。Dunlap 等^[10]在 C4/5 和 C6/7 节段比较了颈椎后路椎弓根钉棒和侧块钉棒固定后对轴向载荷分布的影响,发现椎弓根钉棒系统比侧块钉棒承担更多的轴向载荷,减少了椎间盘内承受的载荷,也提示内固定坚强程度与其分担的载荷呈正相关。

本研究的不足在于采用了 C5~T1 节段作为研究对象,其结论并不能完全适用于 C2~C4 节段。其次,我们在实验过程中更换了经关节螺钉和侧块螺钉,为减小对实验结果的影响,我们将两种螺钉的测试先后顺序进行了随机处理。应变片测试方法易受粘贴位置等干扰,应变片容易受损,导致测试结果变异较大;为了获得理想的结果,我们在每个椎体左右两侧对称位置贴上 2 枚应变片测量,数据处理时剔除少数应变片损坏后明显变异的数据,确保结果的准确性。但生物力学的实验方法很难模拟活体肌肉组织的作用,且仅能反映术后短期内的固定效果,远期效果还有待于进一步的疲劳测试等研究。

综上所述,下颈椎经关节螺钉固定与侧块钉棒系统固定具有相似的生物力学特征,经关节螺钉固定技术具有操作简单、相对安全的特点。在某些先天畸形、肿瘤、创伤及既往手术等引起异常解剖和其他方法置钉失败的情况下,经关节螺钉内固定可作为侧块螺钉固定以外的一种固定方法。随着脊柱导航技术的发展,下颈椎经关节螺钉可以实现经皮置入^[11],从而降低手术的创伤,减少并发症的发生,相信该固定技术在临床上会得到进一步的推广。

4 参考文献

1. Coe JD, Vaccaro AR, Dailey AT, et al. Lateral mass screw fixation in the cervical spine: a systematic literature review [J]. J Bone Joint Surg Am, 2013, 95(23): 2136-2143.
2. Yoshihara H, Passias PG, Errico TJ. Screw-related complications in the subaxial cervical spine with the use of lateral mass versus cervical pedicle screws: a systematic review[J]. J Neurosurg Spine, 2013, 19(5): 614-623.
3. 刘观斌,徐荣明,马维虎,等.下颈椎关节突关节的解剖学测量与经关节螺钉固定的关系[J].中国脊柱脊髓杂志,2007,17(2): 140-144.
4. DalCanto RA, Lieberman I, Inceoglu S, et al. Biomechanical comparison of transarticular facet screws to lateral mass plates in two-level instrumentations of the cervical spine [J]. Spine, 2005, 30(8): 892-897.
5. Ebraheim NA, Klausner T, Xu R, et al. Safe lateral-mass screw lengths in the Roy-Camille and Magerl techniques: an anatomic study[J]. Spine, 1998, 23(16): 1739-1742.
6. Takayasu M, Hara M, Yamauchi K, et al. Transarticular screw fixation in the middle and lower cervical spine: technical note [J]. J Neurosurg, 2003, 99(1S): 132-136.
7. Klekamp JW, Ugbo JL, Heller JG, et al. Cervical transfacet versus lateral mass screws: a biomechanical comparison[J]. J Spinal Disord, 2000, 13(6): 515-518.
8. Lee YP, Robertson C, Mahar A, et al. Biomechanical evaluation of transfacet screw fixation for stabilization of multilevel cervical corpectomies[J]. J Spinal Disord Tech, 2011, 24(4): 258-263.
9. Traynelis VC, Sherman J, Nottmeier E, et al. Kinetic analysis of anterior cervical discectomy and fusion supplemented with transarticular facet screws[J]. J Neurosurg Spine, 2014, 20(5): 485-491.
10. Dunlap BJ, Karaikovic EE, Park HS, et al. Load sharing properties of cervical pedicle screw-rod constructs versus lateral mass screw-rod constructs[J]. Eur Spine J, 2010, 19(5): 803-808.
11. Ahmad F, Sherman JD, Wang MY. Percutaneous transfacet screws for supplemental posterior cervical fixation[J]. World Neurosurg, 2012, 78(6): 711-716.

(收稿日期:2015-01-18 末次修回日期:2015-07-08)

(英文编审 郑国权/贾丹彤)

(本文编辑 卢庆霞)

消息

2015年上海微创脊柱外科国际论坛 暨上海瑞金医院微创脊柱外科高级学习班通知

由上海交通大学医学院附属瑞金医院骨科主办的2015上海微创脊柱外科国际论坛暨上海瑞金医院微创脊柱外科高级学习班将于2015年10月31日~11月1日在上海举行。

近年来,微创脊柱外科技术在我国得到了快速的发展和传播,并日益成为脊柱外科领域的焦点和热点。上海微创脊柱外科国际论坛依托瑞金医院百年传统和学术传承,已成为国内具有相当学术影响力的微创脊柱外科的高端交流平台。今年我们将广邀国内外脊柱外科名家,聚焦微创脊柱外科最前沿的技术和微创脊柱手术并发症等专题,以专题演讲、病例讨论、及专家辩论等方式进行深入讨论。同时,论坛还将设立微创脊柱外科标本操作培训,内容包括通道减压术、显微外科技术、脊柱内镜等。

与会嘉宾可获得国家级医学教育I类学分10分。

会议注册费:理论800元/人;参加标本培训者:3800元/人,住宿费用自理。

联系方式:上海市瑞金二路197号上海瑞金医院骨科,邮编:200025。

联系人:吴文坚,电话:18917762531,传真:(021)54660217,E-mail:shrjspine@163.com。