

·临床研究·

# 下颈椎前路椎弓根螺钉钢板系统的设计与运用

赵刘军, 徐荣明, 马维虎, 李杰, 蒋伟宇, 宋小虎, 华群, 李国庆, 刘美学, 于亮

(宁波市第六医院脊柱外科, 浙江 宁波 315040)

**【摘要】 目的:**研究下颈椎前路椎弓根螺钉钢板系统运用的可行性,为临床使用提供依据。**方法:**对 16 具颈椎标本随机分割获得 C<sub>3,4</sub>, C<sub>4,5</sub>, C<sub>5,6</sub>, C<sub>6,7</sub> 各 8 个运动单元(functional spinal unit, FSU),共 32 个 FSU。运用下颈椎前路椎弓根螺钉钢板系统模拟植入重建 FSU 稳定性。测量钢板螺钉与椎体之间的适应性,运用 X 线摄片及 CT 扫描及重建评估下颈椎前路椎弓根螺钉植入的准确性,对于穿破椎弓根的标本,解剖明确其累及周围组织的情况。**结果:**32 个 FSU 共计植入下颈椎前路椎弓根螺钉 64 枚,所有螺钉均顺利植入,无术中植入困难者。螺钉植入后与钢板螺钉孔之间的匹配程度好,未见难以锁紧的情况。钢板与椎体之间适应性良好。X 线片提示所有 64 枚下颈椎前路椎弓根螺钉植入位置满意,螺钉长短合适。CT 横断位像提示共有 6 枚螺钉在下颈椎椎弓根穿出,2 枚内侧皮质 1 度穿破,4 枚 1 度外侧缘皮质穿破累及横突孔内侧缘,未见螺钉≥2 度穿破椎弓根。2 枚下颈椎前路椎弓根内侧皮质 1 度穿破的患者,解剖发现仅有椎管内椎弓根内侧的静脉丛累及,未见硬膜囊受压,未见神经根受累。4 枚 1 度外侧缘穿破的患者有 1 枚横突孔内椎静脉的累及,未见椎动脉穿破累及的情况,但其中 1 枚螺钉紧挨椎动脉而行。**结论:**下颈椎前路椎弓根螺钉钢板系统适应下颈椎前路椎弓根螺钉固定重建,有临床运用价值。

**【关键词】** 颈椎; 前路椎弓根螺钉钢板系统; 植入物,实验性

DOI:10.3969/j.issn.1003-0034.2014.05.009

**The design and application of anterior cervical pedicle screw-plate system in lower cervical spine** ZHAO Liu-jun, XU Rong-ming, MA Wei-hu, LI Jie, JIANG Wei-yu, SONG Xiao-hu, HUA Qun, LI Guo-qing, LIU Mei-xue, and YU Liang. Department of Spinal Surgery, the 6th Hospital of Ningbo, Ningbo 315040, Zhejiang, China

**ABSTRACT Objective:**To explore the applied feasibility of the anterior cervical pedicle screw-plate system in lower cervical spine, in order to provide basic data for clinical application. **Methods:**Total thirty-two units (functional spinal unit, FSU) were got randomly from 16 cervical specimens, 8 units in each group of C<sub>3,4</sub>, C<sub>4,5</sub>, C<sub>5,6</sub> and C<sub>6,7</sub>. The anterior cervical pedicle screw-plate system was implanted to reconstruct the stability of FSU after discectomy and bone graft. The adaptability was measured between the screw-plate system and vertebral body. X-ray and CT were used to evaluate the accuracy of anterior cervical pedicle screws. The subject will be dissected to identify the situation of involvement if screw perforating the pedicle. **Results:**Sixty-four anterior pedicle screws were inserted smoothly in the 32 units. The screw and the plate were harmonious locked in the system. The position and length of all screws were satisfactory through X-ray views. However, 6 screws perforated the transpedicular (degree 1) according to CT axial views, 2 internally cortex and 4 laterally cortex. None perforation was degree 2 or more. None cervical sac compression and nerve root injury was observed in two internal perforation cadavers. One vertebral vein involvement was found in the four lateral perforation screws. The vertebral artery was not pinched though one screw near to the artery. **Conclusion:**The anterior cervical pedicle screw-plate system is adapted to reconstruct in lower cervical spine and it deserved to be used for clinical application.

**KEYWORDS** Cervical vertebrae; Anterior cervical pedicle screw-plate system(ATPS); Implants, experimental

Zhongguo Gu Shang/China J Orthop Trauma, 2014, 27(5):390-394 www.zggszz.com

下颈椎前路椎弓根螺钉技术自从 Koller 等<sup>[1-3]</sup>行系统性研究以来,逐渐被重视,国内也有学者开始尝试下颈椎前路椎弓根螺钉的植入,并取得了初步的临床效果<sup>[4-6]</sup>。但国内外尚无下颈椎前路椎弓根螺钉植入相应的专用钢板,多数学者目前在临床上运用的前路椎弓根螺钉连接钢板为 AO 重建钢板或颈椎

后路重建钢板(Axis),这些钢板由于并非设计运用于下颈椎前路,所以很难满足下颈椎前路椎弓根螺钉的植入<sup>[4-8]</sup>。为满足临床需要,笔者设计了下颈椎前路椎弓根螺钉钢板系统,申报专利两项(ZL 201120445914.0; ZL 201110357211.7)。为验证该套下颈椎前路椎弓根螺钉钢板系统植入的可行性,笔者进行了尸体标本的模拟植入和相关研究。

## 1 资料和方法

### 1.1 下颈椎前路椎弓根螺钉钢板的设计和生

通讯作者:赵刘军 E-mail:zhaoliujun555@sina.com

Corresponding author:ZHAO Liu-jun E-mail:zhaoliujun555@sina.com

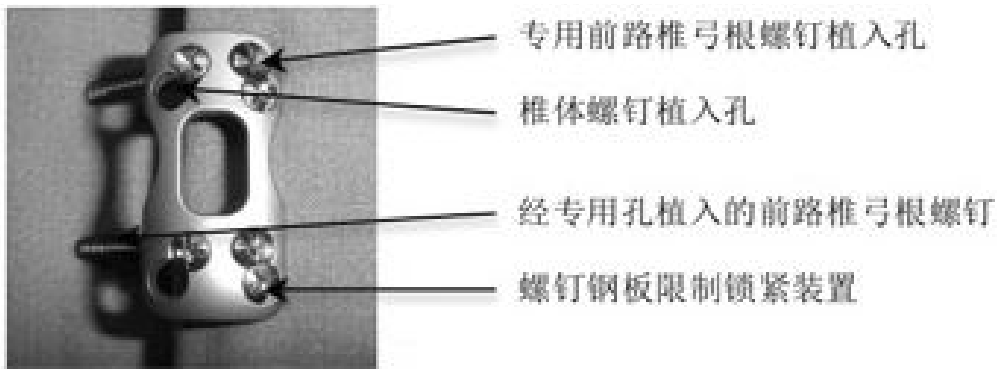


图 1 下颈椎前路椎弓根螺钉钢板系统  
Fig.1 The anterior cervical pedicle screw-plate system

笔者设计的下颈椎前路椎弓根螺钉钢板系统, 委托上海三友公司生产。该钢板的设计理念和主要特征为: 适合下颈椎前路钢板厚度(2 mm), 适应下颈椎前路椎弓根螺钉的植入, 限制性板钉结构。板体设有两个与下颈椎前路椎弓根螺钉配套的下颈椎前路椎弓根植入孔, 下颈椎前路椎弓根植入孔与板体矢状面呈 30°~60°外倾夹角、水平面呈 0°~15°活动夹角。下颈椎前路椎弓根螺钉钉帽位于下颈椎前路椎弓根植入孔内, 且下颈椎前路椎弓根螺钉与板体自锁配合。板体上还设有椎体螺钉植入孔及备用固定孔(见图 1)<sup>[9]</sup>。

**1.2 尸体标本的解剖和处理** 采集 16 具新鲜人体颈椎标本(C<sub>3</sub>-C<sub>7</sub>), 男 10 例, 女 6 例, 年龄 56~75 岁, 平均 65 岁。在-30℃冰柜中保存, 试验方法逐级解冻。使用多层螺旋 CT 扫描机 (Siemens Soma tom Volume Zoom, 德国, 120 KV, 250 mAs) 对标本进行扫描, 采用层厚 2 mm, 排除任何骨折、畸形等结构异常。随后将标本逐个仔细剔除所附肌肉等软组织, 保留主要韧带及关节突。对 16 具颈椎标本随机分割获得运动单元 (functional spinal unit, FSU), 获得 C<sub>3,4</sub>, C<sub>4,5</sub>, C<sub>5,6</sub>, C<sub>6,7</sub> 各 8 个 FSU, 共 32 个 FSU。

**1.3 下颈椎前路椎弓根螺钉钢板系统的模拟植入** 将所有 FSU 标本行椎间盘切除后模拟植骨, 并徒手植入下颈椎前路椎弓根螺钉钢板系统。下颈椎前路椎弓根螺钉的进钉点和进钉方向根据赵刘军等<sup>[7]</sup>关于最佳进钉点和进钉方向的研究结果。C<sub>3</sub>、C<sub>4</sub>、C<sub>5</sub> 进钉点选择在椎体的上 1/4 区域内、中线略偏向拟置钉椎弓根的对侧, 而在 C<sub>7</sub> 则采用中线略偏向拟置钉椎弓根的同侧椎体的上 2/4 区域内, C<sub>6</sub> 进钉点位于椎体中线上、椎体上 1/4 与 1/2 交界处。置钉的方向在水平轴位上为外倾 38°~45°, C<sub>3</sub>-C<sub>5</sub> 逐渐增大, C<sub>5</sub>-C<sub>7</sub> 逐渐减小。同时在矢状面上, C<sub>3</sub>、C<sub>4</sub> 为头倾 5°~10°, C<sub>5</sub> 水平, C<sub>6</sub>、C<sub>7</sub> 为尾倾 5°~10°。植入下颈椎前路椎弓根螺钉的进钉点和进钉方向见图 2。

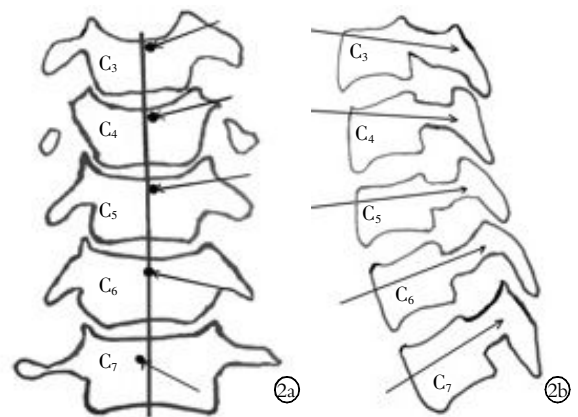


图 2 下颈椎前路椎弓根螺钉植入进钉点和进钉方向示意图  
2a. 冠状位 2b. 矢状位  
Fig.2 Diagrams of the entry point and trajectory for anterior cervical pedicle screw implantation 2a. Coronary view 2b. Sagittal view

**1.4 影像、解剖学研究及观察项目的确立**

**1.4.1 钢板螺钉与椎体之间适应性测量** 统计钢板上缘与椎体上缘的距离 SSL(mm), 超出椎体上缘为负, 未超出为正; 钢板下缘与椎体下缘的距离 ILL (mm), 超出椎体下缘为负, 未超出为正; 钢板左侧缘与椎体左侧缘之间的距离 LLL(mm), 超出椎体左缘为负, 未超出为正; 钢板右侧缘与椎体右侧缘之间的距离 RRL(mm), 超出椎体右缘为负, 未超出为正。观察螺钉植入后与钢板螺钉孔之间的匹配程度, 是否可以完全被锁紧。

**1.4.2 螺钉植入准确性测量** 运用 X 线片进行评估。投照正侧位、双斜位片, 估计螺钉的长短、方向是否合适。对于 CT 轴位像上螺钉穿出椎弓根皮质的情况做分度评价: 螺钉 1 mm 以内的穿出定义为 1 度, 1~2 mm 穿出定义为 2 度, 2~3.5 mm 至螺钉刚好完全穿出椎弓根皮质定义为 3 度, 螺钉不在椎弓根内 (>3.5 mm) 定义为 4 度。

**1.4.3 解剖学观察** 对于影像学发现植入穿破皮质的标本进行解剖学观察, 进一步揭示螺钉损伤血

管、脊髓、神经根的情况。

**1.5 统计学处理** 运用 SPSS 13.0 软件行统计学分析,采用 *t* 检验方法比较 SSL 与 IIL 在不同节段间的差异,以及 LLL 与 RRL 在不同节段间的差异。以  $P < 0.05$  为差异有统计学意义。

**2 结果**

32 个 FSU 共计植入下颈椎前路椎弓根螺钉 64 枚,所有螺钉顺利植入,无术中植入困难者。钢板与椎体之间适应性测量数据见表 1。钢板上缘与椎体上缘的距离 SSL(mm)平均为 1.8 mm,在 C<sub>3,4</sub> 节段有 1 例超出椎体上缘,记为 -1 mm,其余均未超出椎体上缘,节段越下,距离椎体上缘越远;钢板下缘与椎体下缘的距离 IIL(mm),均未超出椎体下缘,平均为 3.5 mm,节段越下,距离椎体下缘越近;钢板左侧缘与椎体左侧缘之间的距离(LLL)平均距离椎体左缘 2.3 mm,节段越下,距离越远;钢板右侧缘与椎体右侧缘之间的距离(RRL)平均 3.9 mm,节段越下,距离越小。螺钉植入后与钢板螺钉孔之间的匹配程度好,未见难以锁紧的情况出现。

表 1 钢板与椎体之间适应性数据测量结果 ( $\bar{x} \pm s$ , mm)

Tab.1 Results of the adaptability between screw-plate system and vertebral body ( $\bar{x} \pm s$ , mm)

节段	SSL	IIL	LLL	RRL
C <sub>3,4</sub>	0.5±0.1	3.7±1.3	0.2±0.1	4.0±2.1
C <sub>4,5</sub>	1.2±0.3*	3.6±1.4	1.1±0.4#	4.0±1.7
C <sub>5,6</sub>	1.7±0.5**	3.5±1.9	2.1±0.5##	3.7±2.0
C <sub>6,7</sub>	2.2±1.6***	2.6±1.8	3.5±1.7###	3.8±1.2
合计	1.8±0.6	3.5±1.7	2.3±0.9	3.9±1.9

注:与 C<sub>3,4</sub> 相比, \* $t=2.42, P < 0.05$ ; \*\* $t=2.35, P < 0.05$ ; \*\*\* $t=4.35, P < 0.01$ ; # $t=2.35, P < 0.05$ ; ## $t=2.27, P < 0.05$ ; ### $t=3.11, P < 0.01$ 。\*与\*\*相比, $t=1.78, P > 0.05$ ; \*与\*\*\*相比, $t=2.28, P < 0.05$ ; \*\*与\*\*\*相比, $t=1.86, P > 0.05$ ; #与##相比, $t=1.88, P > 0.05$ ; #与###相比, $t=2.54, P < 0.05$ ; ##与###相比, $t=1.52, P > 0.05$

Note: Compared with C<sub>3,4</sub> segment, \* $t=2.42, P < 0.05$ ; \*\* $t=2.35, P < 0.05$ ; \*\*\* $t=4.35, P < 0.01$ ; # $t=2.35, P < 0.05$ ; ## $t=2.27, P < 0.05$ ; ### $t=3.11, P < 0.01$ 。\*vs\*\*,  $t=1.78, P > 0.05$ ; \*vs\*\*\*,  $t=2.28, P < 0.05$ ; \*\*vs\*\*\*,  $t=1.86, P > 0.05$ ; #vs##,  $t=1.88, P > 0.05$ ; #vs###,  $t=2.54, P < 0.05$ ; ##vs###,  $t=1.52, P > 0.05$

IIL 不同节段间相互比较,差异均无统计学意义 ( $P > 0.05$ )。SSL 与 IIL 比较,差异在各个节段均有统计学意义 ( $P < 0.05$ )。RRL 在不同节段间相比较,差异无统计学意义 ( $P > 0.05$ )。RRL 与 LLL 比较在 C<sub>3,4</sub> 及 C<sub>4,5</sub> 节段差异有统计学意义 ( $P < 0.05$ ),在 C<sub>5,6</sub> 及 C<sub>6,7</sub> 节段则差异无统计学意义 ( $P > 0.05$ )。

模拟植入标本后摄正侧位及双斜位 X 线片提示 32 枚下颈椎前路椎弓根螺钉植入位置满意、长短合适。CT 横断位像提示有 2 枚螺钉在下颈椎椎弓根

内侧皮质 1 度穿破,2 枚螺钉 1 度外侧缘皮质穿破累及横突孔内侧缘,未见螺钉 2 度以上穿破椎弓根。CT 重建像提示植骨重建位置满意。模拟植入后摄 X 线片(图 3);CT 平扫见螺钉位置满意(图 4)。

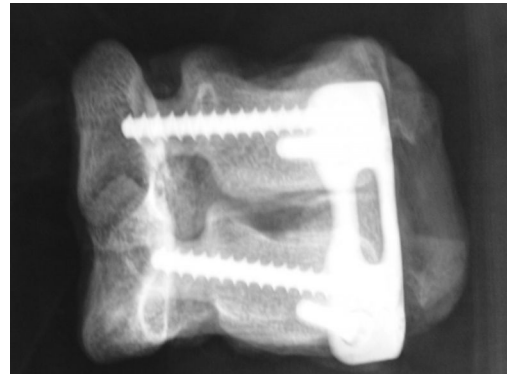


图 3 下颈椎前路椎弓根螺钉钢板系统固定后的 X 线片  
Fig.3 X-ray of cadaver after fixation with the anterior cervical pedicle screw-plate system

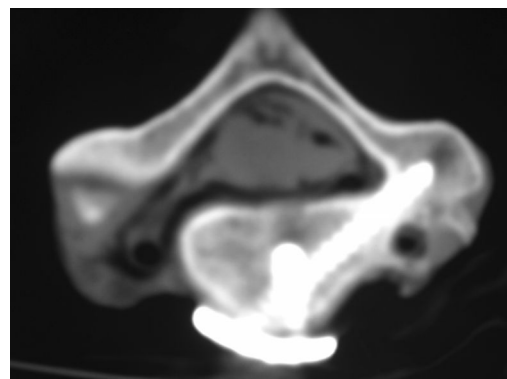


图 4 下颈椎前路椎弓根螺钉钢板系统固定后的 CT 显示螺钉位置满意,未穿出椎弓根  
Fig.4 CT scan showed the satisfied position of anterior pedicle screw after the system fixation

对于影像学发现植入穿破皮质的标本进行解剖学观察,2 枚下颈椎前路椎弓根内侧皮质 1 度穿破的患者,解剖发现仅有椎管内椎弓根内侧的静脉丛累及,未见硬膜囊受压,未见神经根受累。4 枚 1 度外侧缘穿破的患者有 1 枚横突孔内椎静脉的累及,未见椎动脉穿破累及的情况,但其中 1 枚螺钉紧挨椎动脉而行。

**3 讨论**

**3.1** 下颈椎前路椎弓根螺钉钢板系统研究背景近年来,下颈椎前路椎弓根螺钉重建固定已逐渐成为国内外研究的热点,相关报道不断涌现。对于老年性骨质疏松患者、颈椎多节段减压后患者、强直性脊柱炎患者,运用经典的前路单皮质椎体固定螺钉钢板强度往往较差,容易导致内固定的松动失败。文献

报道,多节段颈前路椎间盘切除减压融合术患者内固定松动失败概率可高达 20%~50%,而由于内固定失败需要再次手术的概率可高达 10%~20%<sup>[10]</sup>。而对于下颈椎骨折脱位患者,原则上常需要行前后联合入路手术,前路有效减压内固定结合后路的椎弓根螺钉、侧块螺钉或经关节突关节螺钉固定。多数颈椎病患者常常存在多节段主要来自前方的硬膜囊受压,这使得前路减压成为必须要完成的步骤,而经典的前路内固定融合方式难以提供可靠的稳定性。加用后路手术的方式有其固有的缺点:增加了手术时间;增加了感染的风险;增加了手术的费用;增加了后路内固定相关的并发症,例如神经、血管的损伤。而且多数老年骨质疏松患者由于全身脏器代偿功能较差,难以承受前后联合入路的创伤打击。下颈椎前路椎弓根螺钉技术的出现为这类患者带来了希望,单纯前路手术既可以解决减压彻底的问题,又可以解决固定稳定性的问题<sup>[6]</sup>。

Aramomi 等<sup>[11]</sup>首先报道了 2 节段颈椎减压后植入下颈椎前路椎弓根螺钉,选择了 9 例患者,行前路彻底减压后,移植患者自身腓骨并运用 2 枚前路椎弓根螺钉将其牢固地固定在减压后的下颈椎骨槽中,经 2 年随访,所有患者获得骨性融合,术后神经功能明显改善,平均 JOA 评分(Japanese Orthopaedic Association score)由术前的 9.4 改善到末次随访时的 14.0,平均改善率为 64.4%,术后未出现神经脊髓以及椎动脉损伤等并发症,但部分患者出现咽喉部不适。Yukawa 等<sup>[8]</sup>也报道 6 例多节段颈椎病的患者行下颈椎前路椎弓根螺钉结合 AXIS 钢板固定,在减压后运用自体髂骨植骨,结合钢板运用 3 枚下颈椎前路椎弓根螺钉固定,术后随访 7~21 个月发现所有患者获得了满意的骨愈合,术后神经功能有一定程度恢复,平均 JOA 评分从术前的 12.0 改善到术后的 14.7,末次随访时 JOA 的平均改善率为 51.4%,但有 2 例发生吞咽困难,认为可能为螺钉钉帽突起刺激食管引起。本课题组于 2011 年在国内首先报道了 ATPS 的解剖学研究和 22 例临床病例的应用经验,采用的是 AXIS 钢板结合前路椎弓根螺钉固定,同样也有 1 例术后出现声音嘶哑,2 例出现吞咽不适<sup>[4,6]</sup>。

综合目前临床应用的报道,笔者推测术中牵拉以及前路椎弓根螺钉与所使用的钢板不配套导致螺钉帽外露刺激周围的食管等组织,是目前并发症发生的主要原因。前路椎弓根螺钉的进钉方式与传统的前路和后路椎弓根螺钉固定的方法不一致,为了达到一次前路手术解决减压和重建这两个问题的目的,采用了与前路椎体螺钉和后路椎弓根螺钉不同

的钉道。ATPS 螺钉需要穿过椎体、椎弓根,到达背侧的侧块,因为钉道特殊,目前的“钉-板”系统以及“椎弓根钉-棒”系统,很难满足 ATPS 的置钉要求。设计和生产一套下颈椎前路椎弓根螺钉钢板系统成为运用下颈椎前路椎弓根螺钉行固定重建的必需。

**3.2 下颈椎前路椎弓根螺钉钢板系统在下颈椎固定重建中的优越性和安全性** 下颈椎前路椎弓根螺钉固定方式的优点主要在于其良好的生物力学固定性能,螺钉可以从颈椎椎体的前缘经椎弓根直达后方侧块后侧皮质。Koller 等<sup>[2-3]</sup>研究表明下颈椎前路椎弓根螺钉的抗拔出出力与椎体螺钉比较明显增强,约为 2.5 倍;而下颈椎前路椎弓根螺钉固定系统(前路椎弓根螺钉结合钢板)的比较试验也证实这种固定方式有非常可靠的生物力学性能。运用下颈椎前路椎弓根螺钉钢板系统重建下颈椎稳定性恰恰解决了加用后路手术带来的相关临床问题。

该套下颈椎前路椎弓根螺钉配套钢板系统主要优点为:下颈椎前路钢板适合厚度,适应下颈椎前路椎弓根螺钉的植入,限制性板钉结构。板体设有 2 个与下颈椎前路椎弓根螺钉配套的下颈椎前路椎弓根植入孔,下颈椎前路椎弓根植入孔与板体矢状面呈 30°至 60°外倾夹角,水平面呈 0°至 15°活动夹角。下颈椎前路椎弓根螺钉钉帽位于下颈椎前路椎弓根植入孔内,且下颈椎前路椎弓根螺钉与板体自锁配合。板体上还设有椎体螺钉植入孔及备用固定孔,具有结构简单、使用安全、用途广泛、能与下颈椎前路椎弓根螺钉配套使用的优点。

该研究表明,下颈椎前路椎弓根螺钉钢板系统适应下颈椎前路重建,螺钉钢板系统植入 FSU 后,下颈椎前路椎弓根螺钉均顺利植入,经 X 线片及 CT 扫描后未见螺钉 2 度以上椎弓根穿破,螺钉尾部与钢板适应性好,均得以限制性锁定,螺钉尾部未超过钢板表面,钢板 2 mm 厚度的设计及限制性锁定装置的运用,有望解决吞咽困难和螺钉松动、钢板脱出的问题。

本研究测量结果同时验证了螺钉钢板与颈椎椎体的适应性。在本组试验中,钢板上缘与椎体上缘的距离节段越下,距离椎体上缘越远;钢板下缘与椎体下缘的距离 ILL(mm),节段越下,距离椎体下缘越近;钢板左侧缘与椎体左侧缘之间的距离(LLL),节段越下,距离越远;钢板右侧缘与椎体右侧缘之间的距离,节段越下,距离越小。颈椎椎体从上到下逐渐增大,根据解剖学及影像学研究成果,椎弓根位于椎体上半部分,从头侧到尾侧矢状位上椎弓根尾倾角逐渐增大,而颈椎椎体上的投影即最佳下颈椎前路椎弓根螺钉进钉点逐渐下移<sup>[7]</sup>。这在本研究中进一

步得以验证。从本研究的统计学结果分析,下颈椎前路螺钉钢板系统距离椎体上缘更近 ( $SSL < ILL, P < 0.05$ ),而在下颈椎节段越下,钢板离椎体上缘距离越远 ( $C_{3,4} < C_{4,5} < C_{5,6} < C_{6,7}, P < 0.05$ )。笔者在设计这套螺钉钢板系统时,必须考虑到下颈椎前路椎弓根的植入,因此适应下颈椎前路椎弓根螺钉的植入孔需要位于钢板上缘,在  $C_{3,4}$  节段可能会出现螺钉植入后钢板上缘超出椎体的上缘,测量为负值,而钢板上缘距离椎间盘的距离越近,造成邻椎病的可能性将加大。而在下颈椎椎间孔内,神经根的走行位于椎弓根的上缘<sup>[7]</sup>,所以在植入前路椎弓根螺钉时,在  $C_{3,4}$  或  $C_{4,5}$  节段可以适当降低进钉点,这样一方面可以减少邻椎病的发生率,另一方面可以减少神经根损伤的概率。在  $C_{5,6}$  及  $C_{6,7}$  节段,则没有这方面的担忧。LLL 及 RRL 的测量发现钢板完全位于椎体内,由于笔者均从右侧椎弓根植入螺钉,故在  $C_{3,4}$  及  $C_{4,5}$  发现钢板稍偏左侧,这与椎弓根的投影研究也有其一致性。而在  $C_{5,6}$  及  $C_{6,7}$  节段由于椎弓根投影逐渐移向中线,而且椎体逐渐增大,钢板更向中心方向移动。

该组试验中 6 例有 1 度的椎弓根内外的穿破,而无椎弓根上下的穿破,这可能与椎弓根的解剖有关,椎弓根的高度大于宽度。虽然 2 例穿破了椎弓根内侧,并未见硬膜囊及神经根受压,4 例穿破椎弓根的外侧壁,进入横突孔,但并未造成椎动脉的损伤。Zhao 等<sup>[12]</sup>的研究表明椎动脉在横突孔中有相对“充裕”的空间,1 度横突孔的累及很少会引起椎动脉的损伤。该试验从一个侧面说明下颈椎前路椎弓根螺钉是安全可行的。

**3.3 下颈椎前路椎弓根螺钉配套钢板系统的运用前景** 下颈椎前路椎弓根螺钉的优点主要在于前路良好的生物力学固定性能,螺钉可以从颈椎椎体的前缘直达并穿过后方侧块后侧皮质,有良好的抗拔出。下颈椎前路椎弓根螺钉钢板配套系统设计上满足了下颈椎前路椎弓根螺钉植入,且兼顾植入椎体螺钉加强其重建稳定性。

笔者预计随着下颈椎前路椎弓根螺钉技术的深入研究,相关的基础研究,包括解剖学、影像学及生物力学研究将全面展开,该项技术将得到进一步的应用和推广。随着该项技术的广泛运用,下颈椎前路椎弓根螺钉钢板配套系统也将有其广阔的运用前景。

#### 参考文献

[1] Koller H, Hempfing A, Acosta F, et al. Cervical anterior transpedicular screw fixation. Part I: Study on morphological feasibility, indications, and technical prerequisites[J]. Eur Spine J, 2008, 17(4):

523-538.

- [2] Koller H, Acosta F, Tauber M, et al. Cervical anterior transpedicular screw fixation (ATPS)—Part II. Accuracy of manual insertion and pull-out strength of ATPS[J]. Eur Spine J, 2008, 17(4): 539-555.
- [3] Koller H, Schmidt R, Mayer M, et al. The stabilizing potential of anterior, posterior and combined techniques for the reconstruction of a 2-level cervical corpectomy model: biomechanical study and first results of ATPS prototyping[J]. Eur Spine J, 2010, 19(12): 2137-2148.
- [4] 徐荣明, 赵刘军, 马维虎, 等. 下颈椎前路椎弓根螺钉内固定解剖学测量及临床应用[J]. 中华骨科杂志, 2011, 31(12): 1337-1343.
- Xu RM, Zhao LJ, Ma WH, et al. The study of anterior cervical pedicle screw channel in the lower cervical spine[J]. Zhonghua Gu Ke Za Zhi, 2011, 31(12): 1337-1343. Chinese.
- [5] Zhao LJ, Xu RM, Jiang WY, et al. A new technique for anterior cervical pedicle screw implantation[J]. Orthopaedic Surgery, 2011, 3(3): 193-198.
- [6] 赵刘军, 徐荣明, 马维虎, 等. 下颈椎损伤前路椎弓根螺钉固定的初步临床运用[J]. 中华创伤杂志, 2012, 28(9): 780-784.
- Zhao LJ, Xu RM, Ma WH, et al. Preliminary clinical study of anterior pedicle screw fixation for lower cervical spine injuries [J]. Zhonghua Chuang Shang Za Zhi, 2012, 28(9): 780-784. Chinese.
- [7] 赵刘军, 徐荣明, 华群, 等. 下颈椎前路椎弓根螺钉最佳进钉点和进钉方向的影像学及其临床应用[J]. 中国骨伤, 2012, 25(12): 1030-1035.
- Zhao LJ, Xu RM, Hua Q, et al. Radiological studies on the best entry point and trajectory of anterior cervical pedicle screw in the lower cervical spine[J]. Zhongguo Gu Shang/China J Orthop Trauma, 2012, 25(12): 1030-1035. Chinese with abstract in English.
- [8] Yukawa Y, Kato F, Ito K, et al. Anterior cervical pedicle screw and plate fixation using fluoroscope-assisted pedicle axis view imaging: a preliminary report of a new cervical reconstruction technique[J]. Eur Spine J, 2009, 18(6): 911-916.
- [9] 赵刘军, 李杰, 蒋伟宇, 等. 下颈椎前路椎弓根螺钉固定系统与普通前路椎体螺钉固定系统的静力学比较[J]. 中国骨伤, 2014, 27(2): 118-122.
- Zhao LJ, Li J, Jiang WY, et al. Comparison of statics characteristics between anterior transpedicular screws system and vertebral body screws system in lower cervical spine[J]. Zhongguo Gu Shang/China J Orthop Trauma, 2014, 27(2): 118-122. Chinese with abstract in English.
- [10] Brazenor GA. Comparison of multisegment anterior cervical fixation using bone strut graft versus a titanium rod and buttress prosthesis: analysis of outcome with long-term follow-up and interview by independent physician[J]. Spine (Phila Pa 1976), 2007, 32(1): 63-71.
- [11] Aramomi M, Masaki Y, Koshizuka S, et al. Anterior pedicle screw fixation for multilevel cervical corpectomy and spinal fusion [J]. Acta Neurochir(Wien), 2008, 150(6): 575-582.
- [12] Zhao L, Xu R, Hu T, et al. Quantitative evaluation of the location of the vertebral artery in relation to the transverse foramen in the lower cervical spine [J]. Spine (Phila Pa 1976), 2008, 33(4): 373-378.

(收稿日期: 2013-08-20 本文编辑: 王宏)