

· 临床研究 ·

# 胸椎后路经关节螺钉固定的可行性研究

徐荣明, 刘观燧, 赵红勇, 马维虎, 孙韶华, 朱彦召, 许楠健, 林华杰  
(宁波市第六医院骨科, 浙江 宁波 315040)

**【摘要】** 目的:明确胸椎后路经关节螺钉固定的解剖学可行性和技术参数,为临床应用提供参考。方法:2009 年 9 月至 2009 年 12 月,取 20 具胸椎标本,男 12 具,女 8 具,仔细解剖颈部的后侧和前侧方,以清楚地暴露胸椎椎板和椎弓根。以椎板下缘向上,外缘向内各 7 mm 为进钉点,在 T<sub>1,2</sub>, T<sub>5,6</sub>, T<sub>9,10</sub> 直视下置入经关节螺钉,通过 CT 重建,测量经关节螺钉内固定进钉角度和钉道长度。结果:胸椎后路经关节螺钉均成功置入,螺钉固定方向在矢状面呈尾倾,冠状面呈外倾。经关节螺钉固定的平均角度在矢状面尾倾(52.6±5.9)°,在冠状面外倾(12.4±2.9)°。螺钉钉道长度(22.5±1.9) mm,各固定节段间角度略有不同,差异无统计学意义(P>0.5),但上、中、下不同胸椎节段之间的钉道长度差异有统计学意义(P<0.01)。结论:胸椎后路经关节螺钉具有解剖学可行性,可以作为胸椎椎弓根螺钉固定的一种补充内固定方法,但置钉时要求较高的准确性。

**【关键词】** 胸椎; 内固定器; 解剖学; 体层摄影术, X 线计算机

DOI:10.3969/j.issn.1003-0034.2011.03.012

**Study on the feasibility of posterior thoracic transarticular screw fixation** XU Rong-ming, LIU Guan-yi, ZHAO Hong-yong, MA Wei-hu, SUN Shao-hua, ZHU Yan-zhao, XU Nan-jian, LIN Hua-jie. Department of Orthopaedics, Ningbo Sixth People's Hospital, Ningbo 315040, Zhejiang, China

**ABSTRACT Objective:** To study the feasibility and technical parameters of posterior transarticular screw fixation in the thoracic spine. **Methods:** Since September 2009 to December 2009, 20 thoracic cadaveric spines (12 males and 8 females) were dissected. The lateral masses and pedicles were exposed carefully. After the entrance point of transarticular screws was determined, posterior transarticular screws implantation was performed under direct visualization into T<sub>1,2</sub>, T<sub>5,6</sub> and T<sub>9,10</sub>. Then CT scan was performed. On the CT scan, the angle and length of the transarticular screw trajectory were measured. **Results:** The thoracic transarticular screw trajectory were caudal tilting in the sagittal plane and lateral tilting in the coronal plane with successful placement. There was little differences between different segmental of thoracic vertebrae of the angle, but without significance (P>0.5). The average angles of the screws were (52.6±5.9)° caudal tilting in the sagittal plane and (12.4±2.9)° lateral tilting in the coronal plane. The average trajectory lengths were (22.5±1.9) mm. There was significant differences statistically among T<sub>1,2</sub>, T<sub>5,6</sub> and T<sub>9,10</sub> (P<0.01). **Conclusion:** Posterior transarticular screw fixation is feasible. Transarticular screw fixation in the thoracic spine affords an alternative to standard pedicle screw placement for thoracic stabilization.

**KEYWORDS** Thoracic vertebrae; Internal fixators; Anatomy; Tomography scanners, X-ray computed

Zhongguo Gu Shang/China J Orthop Trauma, 2011, 24(3):218-221 www.zggszz.com

颈椎和腰椎经关节螺钉固定已是一种被接受的  
内固定方法,并被广泛研究报道<sup>[1-5]</sup>,然而对于胸椎  
经关节螺钉固定的研究却鲜有研究。2009 年 9 月至  
2009 年 12 月,通过胸椎标本的实际置钉探索这项  
技术的可行性和 CT 重建来明确胸椎经关节固定的  
螺钉进钉角度、长度,并进一步探讨其临床意义。

## 1 材料与方 法

**1.1 材料** 20 具福尔马林保存成人尸体胸椎标本  
T<sub>1</sub>-T<sub>12</sub>(男 12 具,女 8 具),由浙江大学医学院、宁波  
大学和浙江中医药大学解剖教研室提供。排除大体  
上的畸形,如脊柱侧弯和驼背。

## 1.2 方 法

**1.2.1 标本准备** 从 T<sub>1</sub>-T<sub>12</sub> 剔除后侧所有的软组  
织,距胸肋关节外侧 2 cm 左右锯断肋骨,将胸椎游  
离成 6 个节段,选取 T<sub>1,2</sub>, T<sub>5,6</sub>, T<sub>9,10</sub> 分别代表上胸椎、  
中胸椎和下胸椎,清楚地暴露胸椎椎板、关节突关节  
间隙。

**1.2.2 确定进点和标本置钉** 以椎板下缘向上、外  
缘向内各 7 mm 为进钉点,在直视下,螺钉由上位椎  
骨下关节突经关节置入下位椎骨的上关节突,螺钉  
由下位椎骨的侧方、肋骨的下方出钉。手锥标记螺钉  
的进钉点,再用直径为 3.0 mm 的钻头钻孔,从 T<sub>1,2</sub>  
(上胸椎)、T<sub>5,6</sub>(中胸椎)、T<sub>9,10</sub>(下胸椎)置入美国枢法  
模公司(Sofamor Danek, Memphis)提供的 CD-M8 胸

通讯作者:刘观燧 E-mail:lgsimon@yahoo.com.cn

椎后路钉棒内固定系统的直径为 4.5 mm 皮质椎弓根螺钉(图 1-3)。

**1.2.3 CT 重建与测量** 使用多层螺旋 CT 扫描机 (siemens somatom volume zoom, 德国, 120 kV, 250 mAs) 对胸椎标本扫描, 采用层厚 1 mm, 准直 1.0~2.5 mm, 重建间隔 1 mm, 行骨重建。将原始数据传入 Sgi02 工作站后处理, 分别采用多平面重建法 (multi-planer reconstruction, MPR) 和容积再现法 (volume rendering, VR) 行二维和三维 CT 重建, 在重建后的矢状位和横断面图像上运用软件测量各个节段的螺钉在矢状面的尾倾角度(图 4)、在横断面的外倾角度(图 5)、螺钉在骨内的实际深度(螺钉握持距离: bone purchase, 图 6)。分别测量左右侧数值(线性参数精确到 0.1 mm, 角度精确到 0.1°)。

实验中所有螺钉的置入均由一位有着在尸体标本上置钉经验并熟悉胸椎解剖和胸椎后路内固定技术的外科医生完成, 以避免或减少技术上的差别。

**1.3 观察项目** 通过影像学资料测量胸椎经关节

螺钉的尾倾角、外倾角及钉道长度, 分析胸椎经关节螺钉的置钉技术及与下颈椎经关节螺钉固定的区别。

**1.4 统计学分析** 应用 SPSS 13.0 软件(美国 SPSS 公司)进行统计学分析, 数据以均数±标准差( $\bar{x} \pm s$ )表示, 对各胸椎固定节段之间数据采用方差分析 (analysis of variance, ANOVA) 和 SNK-*q* 检验 (Student-Newman-Keuls, SNK),  $P < 0.05$  为差异有统计学意义。

**2 结果**

**2.1 胸椎经关节螺钉的测量结果** 所有经关节螺钉均由上位椎骨下关节突经关节, 置入下位椎骨的上关节突, 螺钉由下位椎骨的侧方、肋骨的下方出钉。重建 CT 测量螺钉的置钉角度和钉道长度结果见表 1, 重建 CT 测量发现螺钉在横断面的外倾角度为  $(12.4 \pm 2.9)^\circ$ , 在矢状面的尾倾角度为  $(52.6 \pm 5.9)^\circ$ , 在各节段间略有不同, 但差异无统计学意义 ( $F = 0.16$  和  $0.21$ , 两者  $P$  均  $> 0.5$ )。经关节螺钉平均的螺钉钉

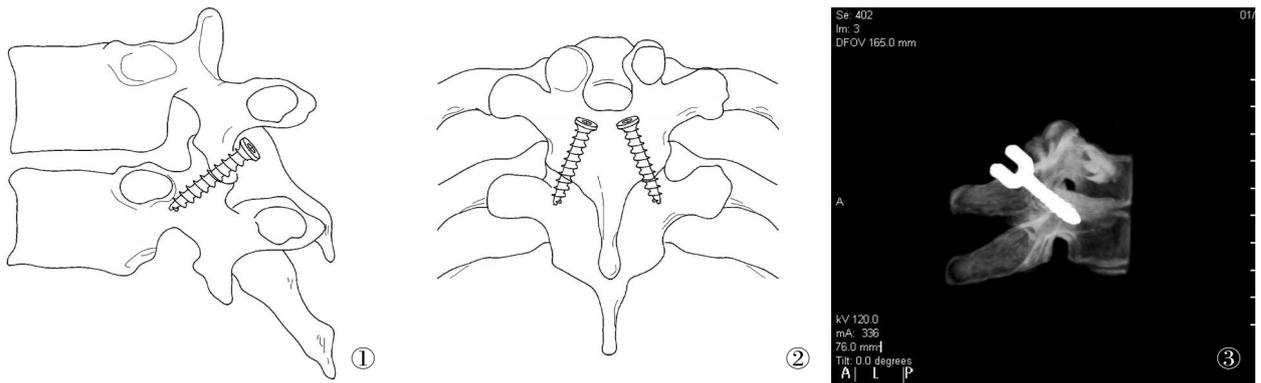


图 1 胸椎经关节螺钉示意图侧面观 图 2 胸椎经关节螺钉示意图正面观 图 3 胸椎经关节螺钉 CT 重建  
Fig.1 Lateral picture of the thoracic transarticular screw technique Fig.2 Anterior-posterior picture of the thoracic transarticular screw technique  
Fig.3 CT scan image reconstruction of the transarticular screw trajectory



图 4 MPR 法在 CT 矢状面二维重建上测量经关节螺钉的尾倾角度, 见螺钉由上位椎骨下关节突, 经关节突关节, 置入下位椎骨的下关节突, 全程位于骨性钉道内, 较好地固定关节突关节 图 5 MPR 法在 CT 横断面二维重建上测量经关节螺钉外倾角度, 见螺钉位置良好, 较好地固定关节突关节 图 6 MPR 法在 CT 矢状面二维重建上测量胸椎经关节螺钉的钉道长度

Fig.4 The caudal angle of the thoracic transarticular screw was measured with the MPR method on the sagittal plane the CT reconstruction image. The thoracic transarticular screw trajectory were caudal tilting in the sagittal plane and lateral tilting in the coronal plane with successful placement Fig.5 The lateral angle of the thoracic transarticular screw was measured on the coronal plane of the CT reconstruction image. The thoracic transarticular screw was successfully placed Fig.6 Measurement of the length of the thoracic transarticular screw trajectory

道长度为(22.5±1.9) mm,钉道长度由上胸椎向中、下胸椎呈逐渐增加趋势,差异有统计学意义 ( $F=16.99, P<0.01$ )。

表 1 胸椎经关节螺钉的尾倾角、外倾角及钉道长度 ( $\bar{x}\pm s, n=20$ )

**Tab.1 The angle and length of the thoracic transarticular screw trajectory ( $\bar{x}\pm s, n=20$ )**

节段	外倾角(°)	尾倾角(°)	钉道长度(mm)
T <sub>1,2</sub>	12.3±2.5	52.0±5.0	21.0±1.5
T <sub>3,6</sub>	12.7±3.6	53.2±6.5	22.7±1.7
T <sub>9,10</sub>	12.2±2.7	52.5±6.4	23.5±1.9
平均	12.4±2.9	52.6±5.9	22.5±1.9

注:不同节段外倾角比较,  $F=0.16, P>0.5$ ; 不同节段尾倾角比较,  $F=0.21, P>0.5$ ; 不同节段钉道长度比较,  $F=16.99, P<0.01$

Note: Comparison of lateral tilting in the coronal plane among different segments,  $F=0.16, P>0.5$ ; Comparison of caudal tilting in the sagittal plane among different segments,  $F=0.21, P>0.5$ ; Comparison of trajectory length among different segments,  $F=16.99, P<0.01$

**2.2 胸椎经关节螺钉的置钉技术及与下颈椎经关节螺钉固定的区别** 见表 2。胸椎经关节螺钉置钉技术在进钉点、进钉角度与下颈椎经关节螺钉比较均有明显的区别<sup>[2-4]</sup>。下颈椎经关节螺钉以上位椎骨的侧块中心点内侧 1 mm 为进钉点,钉道指向内前下方,螺钉的外倾角度约为 20°,尾倾角度约为 40°,螺钉钉道长度为 16~18 mm<sup>[2-4]</sup>。

**3 讨论**

**3.1 胸椎后路经关节螺钉固定的必要性** 胸椎后路椎弓根螺钉固定技术是目前胸椎后路常用技术。但由于胸椎椎弓根直径、椎弓根与脊髓、神经根之间的空间均较小,而且有较大的个体化差异,特别在中上胸椎,椎弓根螺钉固定具有很高的并发症<sup>[5-6]</sup>。为解决胸椎椎弓根横径过于窄小带来的椎弓根螺钉置入风险,在椎弓根螺钉置入方法上,一些学者做了不同尝试。Dvorak 等<sup>[7]</sup>认为椎弓根外入路的置入方法较椎弓根螺钉固定要安全。Husted 等<sup>[8]</sup>描述了经“椎弓根-肋骨”置入胸椎椎弓根钉的方法。Heller 等<sup>[9]</sup>提出胸椎横突螺钉,通过横突的根部向前成双皮质固定。徐荣明等<sup>[10]</sup>从解剖学上进行了肋-横复合体螺钉固定的可行性研究。然而以上各种胸椎后路内固定技术各有优缺点,它们的应用还存在着争议。

不管是胸椎椎弓根螺钉,还是肋椎复合体螺钉固定都依赖于辨理解剖学上参考点和形态学上的一

致性,然而具体患者的局部解剖上可能存在变异。先天畸形、肿瘤、创伤、其他方法置钉失败及以前的手术均可能改变局部解剖学的特征,从而会不同程度地限制标准常规螺钉置钉技术的应用。在这些情况下胸椎后路经关节内固定技术可以作为一种补充和补救方法应用。胸椎关节突关节明显不同于脊柱其他节段,在冠状面上更加倾斜,胸椎关节突关节在脊柱稳定上具有重要的作用,能够限制屈曲和旋转运动,可以直接用螺钉固定胸椎关节突关节,形成胸椎经关节螺钉固定。

**3.2 胸椎经关节螺钉的优点及不足之处** 胸椎经关节螺钉固定具有以下优点:①胸椎标准椎弓根螺钉固定一般都不能单独使用螺钉固定,必须以钉棒形式应用,而经关节既可在钉棒系统中作为锚钉应用,也可以单独螺钉固定。如果单纯使用螺钉固定,则不仅可以省去棒的费用,而且所需螺钉数目也成对减少,如胸椎单节段固定,椎弓根螺钉固定至少需 4 枚螺钉及 2 根连接棒,而经关节螺钉固定只需 2 枚螺钉即可,这样即可节省相当可观的医疗费用。②使用胸椎椎弓根钉棒系统往往增加术后的残留死腔。而如果使用胸椎经关节螺钉固定,则可以用螺钉直接固定胸椎关节突关节,可以大大减小术后死腔。③单纯经关节螺钉固定还有着潜在的经皮固定可能性。④由于经关节置钉角度在横断面上向外倾斜,而标准椎弓根螺钉则向内侧倾斜,所以经关节螺钉可能损伤脊髓的风险较小。⑤可以作为一种重要的补救内固定技术,可以在其他内固定技术如椎弓根螺钉置钉失败后应用。

虽然胸椎经关节螺钉具有以上优点,但胸椎关节突关节相对于腰椎要小,胸椎经关节螺钉钉道长度较短,平均长度只有(22.5±1.9) mm,所以在临床应用前尚需进一步的生物力学研究,以了解其固定的稳定性。此外,胸椎经关节螺钉固定的手术适应证有待进一步探讨,对于关节突有骨折的患者不宜使用。

**参考文献**

[1] Ferrara LA, Secor JL, Jin BH, et al. A biomechanical comparison of facet screw fixation and pedicle screw fixation: effects of short-term and long-term repetitive cycling[J]. Spine, 2003, 28(12): 1226-1234.

[2] 刘观斌, 徐荣明, 马维虎, 等. 下颈椎后路经关节螺钉内固定的解剖学研究[J]. 中华骨科杂志, 2007, 27(9): 677-681.

表 2 胸椎与下颈椎经关节螺钉置钉技术对比

**Tab.2 Comparison between the thoracic and lower cervical transarticular screw techniques**

技术名称	进钉点	尾倾角(°)	外倾角(°)	钉道长度(mm)
胸椎经关节螺钉	椎板下缘向上,外缘向内各 7 mm	52.6±5.9	12.4±2.9	22.5±1.9
下颈椎经关节螺钉	侧块中心点内侧 1 mm	40	20	16~18

- Liu GY, Xu RM, Ma WH, et al. Anatomical study of posterior cervical transarticular screw fixation [J]. *Zhonghua Gu Ke Za Zhi*, 2007, 27(9):677-681. Chinese.
- [3] 刘观斌, 徐荣明, 马维虎, 等. 下颈椎经关节椎弓根螺钉与标准椎弓根螺钉固定生物力学比较[J]. *中华骨科杂志*, 2009, 29(10):960-963.
- Liu GY, Xu RM, Ma WH, et al. A biomechanical comparison between fixation of cervical transfacet pedicle screws and standard pedicle screws [J]. *Zhonghua Gu Ke Za Zhi*, 2009, 29(10):960-963. Chinese.
- [4] 刘观斌, 徐荣明, 马维虎, 等. 两种下颈椎经关节固定技术的静力学比较[J]. *中华医学杂志*, 2007, 87(23):1599-1602.
- Liu GY, Xu RM, Ma WH, et al. A static mechanical comparison between two transarticular internal fixation techniques in the lower cervical spine [J]. *Zhonghua Yi Xue Za Zhi*, 2007, 87(23):1599-1602. Chinese.
- [5] Elliott MJ, Slakey CJ. Thoracic pedicle screw placement: analysis using anatomical landmarks without image guidance [J]. *J Pediatr Orthop*, 2007, 27(5):582-586.
- [6] Morgenstern W, Ferguson SJ, Berey S, et al. Posterior thoracic extrapedicular fixation: a biomechanical study [J]. *Spine*, 2003, 28(16):1829-1835.
- [7] Dvorak M, MacDonald S, Gurr KR, et al. An anatomic, radiographic, and biomechanical assessment of extrapedicular screw fixation in the thoracic spine [J]. *Spine*, 1993, 18(12):1689-1694.
- [8] Husted DS, Haims AH, Fairchild TA. Morphometric comparison of the pedicle rib unit to pedicles in the thoracic spine [J]. *Spine*, 2004, 29(2):139-146.
- [9] Heller JG, Shuster JK, Hutton WC. Pedicle and transverse process screws of the upper thoracic spine. Biomechanical comparison of loads to failure [J]. *Spine*, 1999, 24(7):654-658.
- [10] Xu RM, Ebraheim NA, Ou Y, et al. Anatomic considerations of costotransverse screw placement in the thoracic spine [J]. *Surg Neurol*, 2000, 53(4):349-354.

(收稿日期:2010-07-16 本文编辑:王宏)

## · 病例报告 ·

## 先天性轴旁性桡侧半肢畸形 1 例

马中兴

(秦安县人民医院骨科, 甘肃 秦安 741600 Tel:0938-6521713 E-mail:qaxmzx@163.com)

**关键词** 拇指; 上肢畸形, 先天性; 儿童**DOI:**10.3969/j.issn.1003-0034.2011.03.013**Congenital paraxial radial hemimelia of 1 case** MA Zhong-xing. Department of Orthopaedics, People's Hospital of Qin'an County, Qin'an 741600, Gansu, China**KEYWORDS** Thumb; Upper extremity deformities, congenital; Child*Zhongguo Gu Shang/China J Orthop Trauma*, 2011, 24(3):221-222 www.zggszz.com

患儿,男,8岁,生后左手拇指、食指缺如畸形伴功能障碍8年。因开具残疾证明而来我院求诊。体格检查:精神、反应正常,问答切题。心肺听诊无异常,左侧上臂萎细,前臂短小,腕部掌屈、桡偏,左手拇指、食指自掌部完全缺如(见图1a)。左肩关节活动正常,肘关节伸直位僵硬,腕关节背伸受限,掌屈可依靠前臂与中、环、小指夹持纸杯(见图1b)。中、环、小指背伸受限,屈曲尚可,感觉功能正常。头、颈、胸、腹体检正常。父母均系农民,非近亲结婚,否认家族遗传史。实验室检查:血、尿、便常规及肝功正常。X线检查:左肘尺关节脱位,尺骨短缩、粗大,桡骨完全缺如,舟骨、大多角骨、第1掌骨、拇指、小多角骨、第2掌骨、食指缺如(见图1c)。临床诊断为左先天性轴旁性桡侧半肢畸形。拟行尺腕中位化术、尺骨截骨与肌腱转位术,患儿家属因经济困难等多方原因放弃治疗。

**讨论**

轴旁性桡侧半肢畸形又称桡侧发育不全、偏手畸形、先天性桡骨缺如或桡骨棒状手(club hand),属于罕见畸形,主要是由于桡骨先天性不发育或发育不全所引起,表现为前臂短缩,

腕向桡侧偏斜及拇指发育不全等畸形。以往男性发病较女性多,发病常是双侧性,单侧亦不少见,单侧者以右侧多见。

本例患儿无遗传史,先天性轴旁性桡侧半肢畸形为胚胎期肢芽的桡侧部分纵向缺损所致,真正原因仍不清楚。上肢由1个主干和4个副射线组成,桡骨、舟状骨、大多角骨、第1掌骨及拇指两节指骨组成第1副射线。正常胚胎发育时期躯干旁出现肢芽后是神经引导着骨骼生长,当C<sub>7</sub>神经根或桡神经的引导生长受抑时,使上肢第1副射线的发育受到压抑,则形成桡骨缺如,同时造成拇指、第1掌骨、大鱼际肌和舟骨的缺如。也与环境因素有关,如化学物质、辐射、病毒感染等,正常情况下,胚胎第6周时上肢全部形成,因此影响胚芽的发育是在胚胎发育的前5周。本例患儿母亲长期在家务农,无外地居住和出游史,孕期是否接触化学物质或辐射,是否受到病毒感染等情况不详,其发病原因有待进一步探讨。

先天性轴旁性桡侧半肢畸形目前最常用的是Heikel分类<sup>[1]</sup>:I型(远端桡骨短缩型),桡骨远端的骨骺出现延迟,近端骨骺正常,桡骨仅有轻度短缩,尺骨不弯曲;II型(桡骨发育不