

徒手胸椎椎弓根螺钉置入技术治疗青少年特发性脊柱侧凸的安全性评价

李 明, 许 明, 刘 洋, 朱晓东, 宋元进, 张 琪, 顾苏熙

【摘要】 目的 评价徒手胸椎椎弓根螺钉置入技术治疗青少年特发性脊柱侧凸的安全性。**方法** 从 2002 年 7 月 ~ 2004 年 6 月对 38 例青少年特发性脊柱侧凸患者, 徒手应用胸椎椎弓根螺钉进行后路矫形内固定, 所有患者术中神经电生理监测及 X 线透视确认, 术后进行 X 线成像、CAT 扫描评估螺钉位置, 并对其中 35 例进行随访, 从而评价本技术的安全性。**结果** 共置入胸椎椎弓根螺钉 326 个, 每一水平置入的螺钉数如下: $T_1, n = 2$; $T_2, n = 10$; $T_3, n = 19$; $T_4, n = 27$; $T_5, n = 28$; $T_6, n = 24$; $T_7, n = 23$; $T_8, n = 25$; $T_9, n = 29$; $T_{10}, n = 34$; $T_{11}, n = 48$; $T_{12}, n = 57$ 。通过胸椎 CT 扫描评价 326 枚置入畸形胸椎的螺钉位置。共有 19 枚螺钉(5.8%)有中等程度的皮质穿破, 即螺钉的中线在椎弓根壁皮质之外, 其中 6 枚螺钉(1.8%)穿破椎弓根内侧壁。对 35 例患者进行术后跟踪随访, 平均随访时间 2 年, 未发现任何与置入的胸椎椎弓根螺钉(全部 326 枚螺钉)相关的神经、血管或内脏并发症。**结论** 遵循严格步骤, 逐步置入胸椎椎弓根螺钉的徒手技术在治疗青少年特发性脊柱侧凸中具有可靠的安全性。

【关键词】 脊柱侧凸; 胸椎; 内固定器; 青少年; 徒手技术; 椎弓根螺钉

【中图分类号】 R 682.3 **【文献标识码】** A **【文章编号】** 1672-2957(2005)04-0193-06

The evaluation of the safety of free-hand pedicle screw placement in the thoracic spine for adolescent idiopathic scoliosis LI Ming, XU Ming, LIU Yang, et al. Department of Orthopaedics, Changhai Hospital, the Second Military Medical University, Shanghai 200433, China

【Abstract】 Objective To evaluate the safety of free-hand pedicle screw placement in the thoracic spine for adolescent idiopathic scoliosis. **Methods** Thirty-eight patients of adolescent idiopathic scoliosis underwent posterior stabilization utilizing transpedicular thoracic screws from July 2002 to June 2004. All of the patients got intraoperative neurophysiologic monitoring and were determined by X-ray fluoroscopy. After operation, the positions of inserted screws were evaluated by radiography and computed axial tomography (CAT) and 35 cases got a follow-up so as to evaluate the safety of free-hand technique. **Results** There were 326 thoracic pedicle screws inserted including 2 ones in T_1 , 10 in T_2 , 19 in T_3 , 27 in T_4 , 28 in T_5 , 24 in T_6 , 23 in T_7 , 25 in T_8 , 29 in T_9 , 34 in T_{10} , 48 in T_{11} and 57 in T_{12} , the positions of which were evaluated by CT. Nineteen screws (5.8%) were inserted with moderate cortical perforation equal to that the central line of the screw was out of the cortex of pedicle wall, including 6 screws (1.8%) perforating through the medial wall. After a mean-2-year follow-up in 35 cases, there were no neurological, vascular or visceral complications correlated to the inserted screws. **Conclusion** The technique of free-hand thoracic pedicle screw placement performed in stepwise manner is a safe method for treating adolescent idiopathic scoliosis.

【Key words】 scoliosis; thoracic vertebrae; internal fixators; adolescent; free-hand technique; pedicle screws

J Spinal Surg, 2005, 3(4): 193-198

椎弓根螺钉技术最早在 20 世纪 50 年代由 Boucher 等提出, 在 60 年代由 Roy - Camille 等加以推广^[1], 至今其应用于腰椎三柱固定已经有几十年了。大量文献表明这项技术对于治疗腰椎各种疾病

具有明显的临床优势。目前, 这项技术开始被尝试应用于治疗各种胸椎疾病的手术之中。近年来, 我院将本技术应用于胸椎侧凸的外科治疗中, 并逐渐替代了钩和椎板下钢丝^[2,3]的治疗方法。但是, 由于胸椎侧凸解剖结构复杂又毗邻重要组织, 使得螺钉的置入难度大、风险高, 故对应用本技术仍存在争议^[4]。因此需要一项合理的置入技术, 使胸椎椎弓

基金项目: 军队“十五”科研基金资助项目(01MA149); 国家自然科学基金资助项目(024119027)

作者简介: 李明(1964 -), 博士, 教授, 主任医师

作者单位: 200433 上海, 第二军医大学附属长海医院骨科

根螺钉的置入更为安全。

本研究的目的是为了介绍徒手胸椎椎弓根螺钉置入技术^[5]和经验,并通过我们的临床实践,评价它的安全性。

1 资料和方法

1.1 临床资料

从 2002 年 7 月 ~ 2004 年 6 月对获得随访的 35 例青少年特发性脊柱侧凸患者,徒手应用 326 枚胸椎椎弓根螺钉进行后路矫形内固定。其中男性 10 例,女性 25 例,平均年龄 18.8 岁(13 ~ 20 岁)。术中全部应用徒手技术将胸椎椎弓根螺钉置入,所用技术与腰椎椎弓根螺钉相似,应用解剖标记和特殊的进针点来指导术者。术中均进行神经电生理监测及 X 线透视确认,术后和随访期间应用医学记录和 X 线片回顾分析了所有患者,探测螺钉置入与发生相关神经、血管和内脏并发症的可能性。

为了客观地评价置入畸形胸椎的螺钉位置,对 35 位患者(326 枚螺钉)在术后无选择性地进行了计算机轴向断层扫描(CAT)。参照术后行 CAT 扫描的患者,检测了触发肌电图^[5]探测螺钉内侧壁穿破的敏感性和特异性。我们同样检测了术中 X 线透视探测螺钉位置不良的敏感性和特异性。

1.2 术前评估

根据术前 X 线片检查评估胸椎椎弓根的大小是十分重要的。脊柱侧凸患者凸侧椎弓根的大小与凹侧椎弓根的大小紧密相关^[6],因此,凸侧椎弓根很小的患者凹侧的椎弓根也同样很小。

1.3 外科技术:“徒手技术”

徒手胸椎椎弓根螺钉置入技术可分解为一些特定的步骤^[3],这些步骤可在每一胸椎水平重复。

切开和暴露 成功置入胸椎椎弓根螺钉首要的步骤就是仔细暴露脊柱后部组织。用电刀将脊柱两侧暴露至横突顶点,必须严格在骨膜下进行操作,这样可以尽可能地减少出血量。继而仔细清除关节突上的软组织,这将有利于进针点的确定(见图 1)。

进针点处皮质的打磨与开口 许多对于胸椎椎弓根形态测定的研究一致认为椎弓根的大小存在个体差异。通常术前仰卧位 X 线片对于找到理想的进针点具有指导性作用,因为在手术中患者是俯卧位的。

通常,总是从旋转最少的下端中立椎开始逐个向上置入螺钉^[7]。T₁₂的理想进针点位于横突中分线与椎板的外侧缘。当由此向上逐渐进入中胸椎(T₇₋₉)时,其进针点有逐渐靠向中线和头端的趋势。T₇₋₉的进针点最靠近中线,位于横突上缘线与上关

节突基底部中点外侧的交点处。在中胸椎以上的节段,进针点有逐渐向侧方和尾侧移动的趋势。T₄的进针点位于横突上 1/3 与椎板外侧缘的交界处。而 T₁的进针点在横突中分线和椎板外侧缘的交界处(见图 1)。从远端胸椎至近端胸椎连续置入螺钉,并且依据上一置入的螺钉或对侧的螺钉对下一螺钉的置入进行精细调整。确定了进针点位置后,应用 3.5 mm 直径的磨钻去除后方的骨皮质,深度约为 5 mm(见图 2)^[1]。

开口器探入 椎弓根“红色出血面”的出现就表明开口器进入了椎弓根底部的松质骨。但在较小的椎弓根中也许见不到这种情况,因为较小椎弓根内的松质骨十分有限。

将胸椎开口器(直径 2 mm,钝头,前端略微弯曲)插入椎弓根松质骨内,插入时所用的力量通常要大于腰椎椎弓根。注意开始时开口器前方弯曲部分应朝外,这样可以有效地避免穿透椎弓根的内侧壁。当开口器大约插入 15 ~ 20 mm 后(内侧已超过椎管底部),拔出开口器,将弯曲的头端朝向内侧重新插入。对于青少年和大多数成年人来说,开口器需继续进入椎体的平均深度分别为:下胸椎 30 ~ 40 mm,中胸椎 25 ~ 30 mm,上胸椎是 20 ~ 25 mm。在将开口器推进至理想的深度后,将其旋转 180°为螺钉的置入创造空间。由于胸椎椎弓根很小,在用开口器插入椎弓根时应该以一种平稳和连续的方式推进,并有紧贴的感觉。如果开口器突然推进表明穿入了软组织,就有穿破椎弓根壁或椎体的危险。如果发生此类情况就应立即检查,尽可能的挽救椎弓根和避免并发症的产生。由于椎体前方和外侧的皮质并不是十分坚硬,并且容易被开口器的尖端穿破,操作时医生必须十分谨慎(见图 3)。

球探触和椎弓根长度测定 一旦拔出开口器,椎弓根通道就显现出来,仔细确认流出是血液而不是脑积液(CSF)。并且如果出血量过多或有搏动性出血,就有可能是继发于穿透内侧壁的硬脑膜外的出血。接着,应用球探触 5 个不同的骨性面:底壁以及椎弓根四个壁(内侧、外侧、上和下壁)。特别注意探触通道中上部交点处(通道的前 10 ~ 15 mm),因为此处为椎管和椎弓根峡部所在的椎弓根区域。由此可确定深度是否(前部)不合适,或发现已穿破椎弓根内侧、外侧或上、下壁(较少发生),这绝对是一个关键步骤。如果触及软组织或缺口,就有机会重新将螺钉定向并置入椎弓根的合适部位,这样就可以保证螺钉置于完整的骨性边界内。但是如果穿破任何一个壁包括内侧壁,就应立即挽救椎弓根。否则,将骨蜡涂在椎弓根通道入口上来

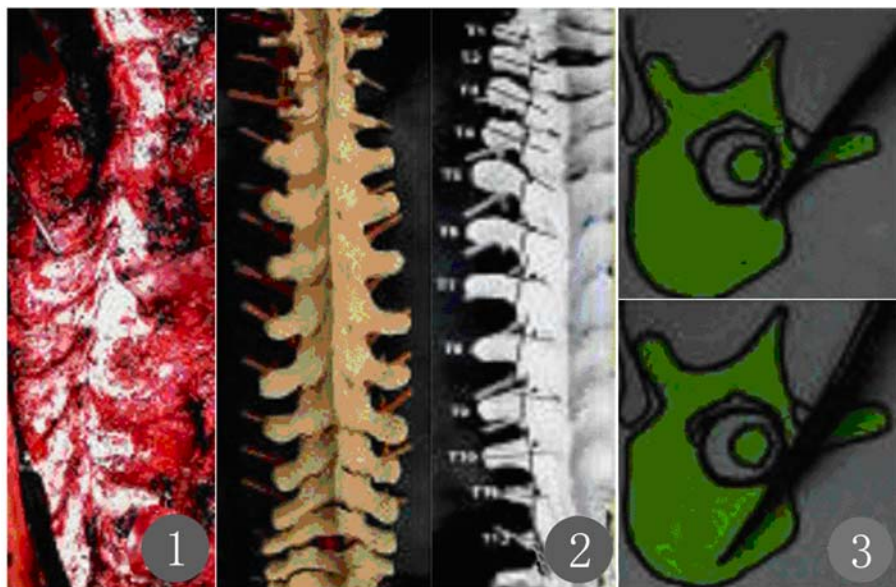


图 1 切开与暴露 图 2 各水平胸椎的进针点 图 3 开口器探入

Fig. 1 Incision and exposure Fig. 2 Entry points at different levels of thoracic spine Fig. 3 Gearshift probing

阻止出血,并将椎弓根开口器转一个角度重新寻找一个更合适的进入通道。

在用球探确认 5 个骨性边界后,用止血钳夹住球探根部作标记并测量通道长度。如果觉得通道太浅,考虑重新置入开口器,并推进到合适的深度(见图 4)。

丝攻、再探触和螺钉置入 用比螺钉直径小 0.5 mm 的丝攻攻椎弓根通道。如果丝攻通过有困难,就用直径更小的重新丝攻椎弓根。接着,再用球探探触椎弓根通道,确保 5 个壁的完整性^[5]。然后重新用止血钳标记测量通道的长度并选择合适长度的螺钉。将螺钉沿着通道直线慢慢从椎弓根置入椎体,注意把握力度及方向。通常我们知道椎弓根直径较小的为 T_6 和 T_7 , 以及上胸椎的凹侧(例如 T_{3-4})。可根据不同的节段选择不同长度和直径的螺钉置入。

通常将螺钉置入矫形侧的每个节段,例如正常后凸的特发性脊柱侧凸脊柱的凹侧,侧后凸畸形脊柱的凸侧等。对于对侧,在置入最低的两枚螺钉之后,我们每隔 2~3 个椎体置入螺钉。对于后凸和先天性脊柱侧凸患者,可应用更多的螺钉来增加内固定的强度。

术中 X 线透视及电生理监测 ① 术中 X 线透视确认螺钉的位置:术中我们都应用 C-臂机 X 线透视确认螺钉的长度和位置。从冠状位,可以评价螺钉的协调位置;从矢状位上,可更清楚地评价螺钉的长短及位置,螺钉应该与上终板平行,并且不可超过椎体的前缘。② 术中触发肌电

图(EMG)监测螺钉置入:肌电图实际上是实时监测支配腹直肌群的胸神经根记录。它适用于监测 T_{6-12} 的螺钉置入,因为这些节段发出的胸神经支配腹直肌。如果在对特定患者置入螺钉时所触发的 EMG 阈值低于 6.0 mA,并同时伴有比置入所有其他 T_{6-12} 螺钉时的“平均”阈值下降 65% 或更多,这就警告操作者螺钉可能穿破了椎弓根的内侧壁。如果遇到这种情况,就应取出螺钉并再次用球探探触椎弓根壁。接着,依据第三次探触椎弓根壁的结果结合 X 线透视所见螺钉的位置以及在整个胸椎置入螺钉时的感觉来决定螺钉是否重置或放弃。

畸形矫正 在置入螺钉之后,先于凹侧置矫形棒,并采用旋棒、平移等技术进行矫形,再于凸侧置入稳定棒,锁紧所有螺钉,并利用自体髂骨或肋骨进行植骨(典型病例见图 5)。

2 结 果

2.1 统计学数据

从 2002 年 7 月~2004 年 6 月对获得随访的 35 例青少年特发性脊柱侧凸患者,徒手应用 326 枚胸椎椎弓根螺钉进行后路矫形内固定,其中男性 10 例,女性 25 例,平均年龄 18 岁(13~20 岁),置入螺钉的直径范围是 4.5~6.0 mm。每一水平置入的螺钉数如下: $T_1, n=2$; $T_2, n=10$; $T_3, n=19$; $T_4, n=27$; $T_5, n=28$; $T_6, n=24$; $T_7, n=23$; $T_8, n=25$; $T_9, n=29$; $T_{10}, n=34$; $T_{11}, n=48$; $T_{12}, n=57$ (见图 6)。

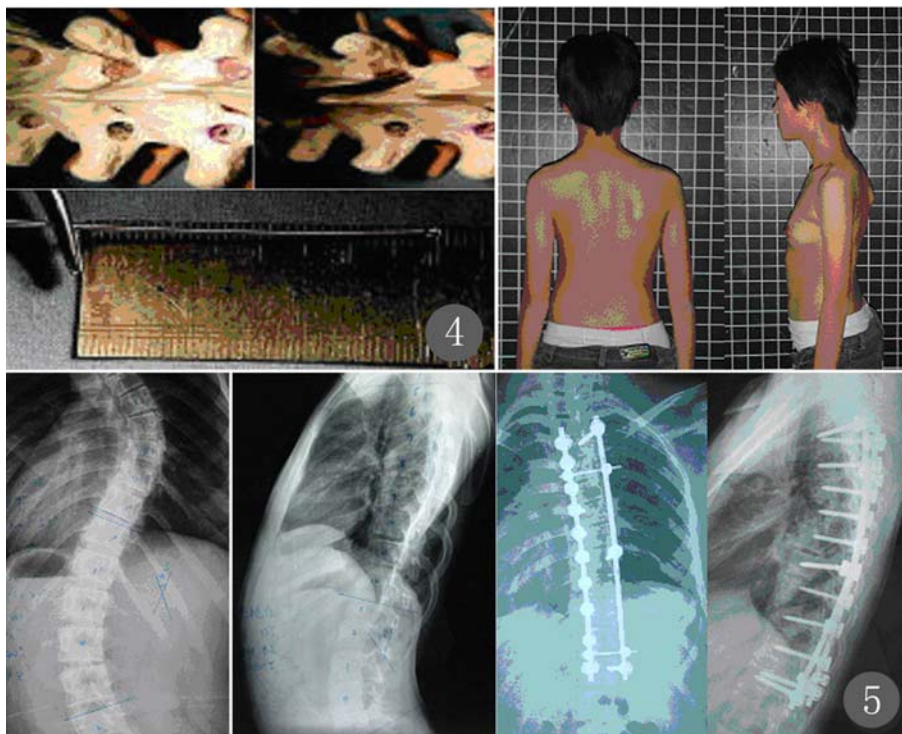


图 4 利用球探测量椎弓根长度 图 5 女, 13 岁, PM: 1 年。Risser 征 I 度; Lenke I 型; Cobb 角 T_{4-10} : 55° , T_{11-L_4} : 40° ; 躯干平衡尚可; CVSL 2cm(T), 5cm(L)。行后路 MossMiami 全胸椎弓根螺钉矫形内固定术, 固定 T_{3-12} , 术后冠状面矫形满意, Cobb 角 T_{4-10} : 10° , T_{11-L_4} : 5° , 矢状面平衡恢复良好

Fig. 4 Measurement of pedicle length with ball-tipped probe **Fig. 5** A 13-year-old female, PM: one year. Risser sign: I degree. Lenke: type I. Cobb angle: 55 degrees from T_{4-10} , 40 degrees from T_{11-L_4} . CVSL: 2cm(T), 5cm(L). The preoperative trunk balance was passable. After posterior fixation of MossMiami system with all pedicle screws, the segments from T_{3-12} were fused and the correction in coronary plane was satisfactory. Postoperative Cobb angles were corrected to 10 degrees and 5 respectively compared with preoperative. The sagittal balance was restored well

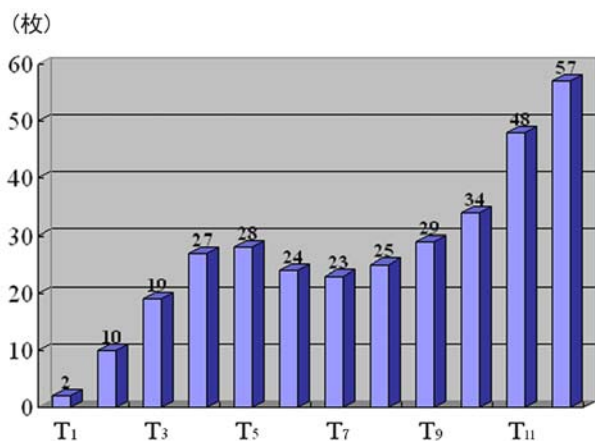


图 6 每一胸椎水平置入的螺钉数

Fig. 6 Number of thoracic pedicle screws ($n = 326$) per level

2.2 术中 X 线透视及肌电图监测的精确性评价

本组患者共 35 例, 其中男性 10 例, 女性 25 例, 均为青少年特发性脊柱侧凸患者。

术中对置入畸形胸椎的 326 枚螺钉全部进行 X 线透视确认, 发现有 41 枚螺钉可疑穿破椎弓根壁。通过术后 CAT 扫描, 在 41 枚位置不良的螺钉中, 只

有 19 枚螺钉有中等程度地穿破椎弓根壁。术中 X 线透视的敏感性为 0.58, 探测到有意义的椎弓根壁穿破的特异性为 0.93。

在全部置入畸形胸椎的 326 枚螺钉中有 240 枚胸椎根螺钉被置入患者的 T_{6-12} , 术中全部进行肌电图监测。术后 CAT 扫描显示 235 枚螺钉位置良好, 5 枚螺钉不同程度地穿透内侧壁。5 枚穿破内侧壁的螺钉里面有 2 枚符合 Raynor 等^[8]的警示标准。根据触发 EMG 的阈值, 25 枚螺钉符合警示标准。作为穿破胸椎内侧壁的一个警示标准, 触发 EMG 的敏感性为 0.40, 特异性为 0.93。

2.3 术后应用 CAT 扫描评价螺钉的位置

对置入畸形胸椎的全部 326 枚螺钉全部应用 CAT 扫描, 显示共有 19 枚螺钉 (5.8%) 有中等程度地穿破皮质, 即螺钉的中线在椎弓根壁皮质之外, 其中 6 枚螺钉 (1.8%) 穿破椎弓根内侧壁, 穿破范围在 2.5 ~ 5.0 mm 之间; 13 枚螺钉穿破椎弓根外侧壁, 穿破范围在 3.0 ~ 6.0 mm 之间。

2.4 并发症

① 与置入螺钉相关的并发症: 通过胸椎 CAT

扫描随机评价的 326 枚胸椎椎弓根螺钉中有 6 枚显示穿破内侧壁皮质, 穿破范围在 2.5 ~ 5.0 mm 之间。13 枚螺钉穿破椎弓根外侧壁, 穿破范围在 3.0 ~ 6.0 mm 之间。螺钉的位置不良是可以接受的, 并将其留在原位置, 因为没有相关的并发症出现。② 神经损伤并发症: 根据全部患者的随访记录, 没有螺钉(整个研究组 326 枚胸椎椎弓根螺钉)导致任何神经或血管并发症。有一些病例在打螺钉通道时出现脑脊液(CSF)外流, 即用骨蜡封闭该通道并放弃螺钉置入计划后, 没有出现任何术后的 CSF 漏。

3 讨 论

胸椎椎弓根螺钉固定是有潜在危险的, 这是由胸椎椎弓根的毗邻组织及解剖结构决定的。胸椎椎弓根直径十分小, 脊髓在胸椎椎管内与椎弓根内侧缘之间的距离非常有限, 尤其是脊柱侧凸患者胸椎的凹侧。并且胸椎前方有胸主动脉及腔静脉, 操作不当极易造成神经、血管并发症。

虽然有一些胸椎椎弓根螺钉的置入方法可用来提高其安全性, 例如 X 线辅助克氏针技术^[7], 术中 X 线辅助前后位片及侧位片透视技术^[9], 椎板切除后直视内侧壁^[10], 以及以 CAT 扫描或透视为基础的图像导航技术^[11,12] 等等。但是不可避免或多或少的存在手术时间长、辐射伤害大、精度差、费用高等缺点。而触发 EMG 和骨内镜^[13,14] 已经应用于探测椎弓根内侧壁穿破的程度, 在一定程度上提高了置钉的安全性。

据文献报道, 应用胸椎椎弓根螺钉治疗脊柱侧凸, 螺钉误置的发生率为 3% ~ 44.2%, 螺钉相关的神经并发症为 0 ~ 0.9%。此外, 螺钉可穿破椎体前部损伤重要血管或内脏, 但这一并发症非常罕见, 至今为止文献仅见 1 例报道^[15]。虽然许多研究已经报道胸椎椎弓根内侧壁的穿破率在 1.4% ~ 14% 之间, 穿破范围为 1 ~ 8 mm, 但没有病例出现任何与穿破内侧壁相关的永久性神经、血管或肺部并发症。

本研究通过 CAT 扫描, 发现在置入的 326 枚胸椎椎弓根螺钉中, 有 6 枚螺钉穿破内侧壁皮质(在 2.5 ~ 5.0 mm 之间), 13 枚螺钉穿破外侧壁(在 3.0 ~ 6.0 mm 之间)。未见任何围手术期并发症以及术后的神经、血管及内脏并发症。此外, 通过对于本组 35 例患者的随访记录, 没有发现任何与螺钉(整个研究组的 326 枚胸椎椎根螺钉)置入相关的神经、血管或内脏并发症。

这种与胸椎椎根螺钉置入不当相关的神经并发症的发生率较低主要归因于胸椎的独特的结构特征。胸椎椎弓根的解剖特点显示内侧壁皮质要比外

侧壁厚。与腰椎相比, 胸椎椎弓根螺钉的进针点更偏向腹侧。侧凸脊柱的凸侧和腹侧通常有足够的空间, 因为硬膜囊和脊髓移向了凹侧和背侧。凹侧椎弓根向凸侧旋转增加了其与矢状面的交角, 但凹侧的椎旁肌使得穿破椎弓根内侧壁更困难。用磨钻去除椎弓根进针点周围 5 mm 的椎板可使开口器的进入点在硬脊膜的腹侧, 并十分靠近椎弓根峡部。由于胸椎这些独特的解剖特点及当螺钉和椎弓根的直径比例超过 65% 或 80% 时, 椎弓根壁可能存在可塑变形, 因此用椎弓根螺钉固定畸形胸椎是安全的。

虽然 Raynor 等^[8] 认为在对特定患者置入螺钉时所触发的 EMG 阈值低于 6.0mA, 并同时伴有比置入所有其他 T₆₋₁₂ 螺钉时的“平均”阈值下降 65% 或更多时, 起到了“警示”的作用, 警示操作者螺钉可能穿破了内侧壁, 但这项研究证明用触发 EMG 监测并不能明显提高胸椎椎根螺钉安全置入的可靠性, 这是因为敏感性较差。

应用术中 X 线透视及术后 X 线平片评价椎弓根螺钉的可靠性也不十分理想, 因其敏感性较低。因为椎体有旋转, 故判断脊柱侧凸病例的置钉是否穿破内侧壁非常困难。因此, 胸椎椎弓根螺钉的可靠性应该通过 CAT 或 MRI 扫描或直视下的判断。

显而易见, 有许多其他的方法可帮助外科医生安全地置入胸椎椎弓根螺钉。最常用的是在导航仪的指导下, 辅助手术者将螺钉置入。还有其他更先进的技术, 应用 CT 扫描获得的影像来制造术中模型, 从而帮助评价局部通道和螺钉置入。此外, 外科医生也可在术中切开椎板, 直接接触及椎弓根内侧壁, 从而保证螺钉不穿破内侧壁进入椎管。因此, 我们强调, 外科医生可应用他们所需要的任何东西将胸椎椎弓根螺钉置入。但我们的研究表明, 徒手技术是一种安全的胸椎椎弓螺钉置入方法, 本技术可在术中不应用任何其他方法和装置, 它对于治疗青少年特发性脊柱侧凸具有可靠的安全性, 但这种方法对于许多外科医生来说并不是最佳的选择, 只有极具经验的脊柱外科医生才能胜任本方法的应用。

参 考 文 献

- [1] 倪春鸿, 李明, 侯铁胜. 胸椎椎弓根螺钉在脊柱畸形外科手术中的应用进展. 脊柱外科杂志, 2004, 5: 302 - 306
- [2] Suk SI, Lee CK, Min HJ, et al. Comparison of Cotrel - Dubous - set pedicle screws and hooks in the treatment of idiopathic scoliosis. Int Orthop, 1994, 18: 341 - 346
- [3] Liljenqvist UR, Lepsien U, Hackenberg L, et al. Comparative analysis of pedicle screw and hook instrumentation in posterior correction and fusion of idiopathic thoracic scoliosis. Eur Spine J, 2002, 11: 336 - 343

- [4] 刘洋, 李明, 倪春鸿, 等. 胸椎椎弓根螺钉技术在青少年特发性脊柱侧凸矫治中的应用. 脊柱外科杂志, 2004, 5:294-296
- [5] Kim YJ, Lenke LG, Bridwell KH, et al. Free hand pedicle screw placement in the thoracic spine: Is it safe? Spine, 2004, 3:333-342
- [6] O'Brien MF, Lenke LG, Mardjetko S, et al. Pedicle morphology in thoracic adolescent idiopathic scoliosis: is pedicle fixation an anatomically viable technique. Spine, 2000, 25:2285-2293
- [7] Suk SI, Kim WJ, Lee SM, et al. Thoracic pedicle screw fixation in spinal deformities - Are they really safe. Spine, 2001, 26:2049-2057
- [8] Raynor BA, Lenke LG, Kim YJ, et al. Can triggered EMG thresholds predict safe thoracic pedicle screw placement? Presented at: Scoliosis Research Society Annual Meeting. September 2001. Cleveland, Ohio.
- [9] Liljenqvist UR, Halm HF, Link TM. Pedicle screw instrumentation of the thoracic spine in idiopathic scoliosis. Spine, 1997, 22:2239-2245
- [10] Xu R, Ebraheim NA, Ou Y. Anatomical considerations of pedicle screw placement in the thoracic spine: Roy - Camille technique versus open - lamina technique. Spine, 1998, 23:1065-1068
- [11] Merloz P, Tonetti J, Pittet L, et al. Pedicle screw placement using image guided techniques. Clin Orthop, 1998, 354:39-48
- [12] Merloz P, Tonetti J, Eid A, et al. Computer assisted spine surgery. Clin Orthop, 1997, 377:86-96
- [13] Stauber MH, Bassett GS. Pedicle screw placement with intraosseous endoscopy. Spine, 1994, 19: 57-61
- [14] Frank EH. The use of small malleable endoscopes to assess pedicle screw placement: technical note. Minim Invasive Neurosurg, 1998, 41: 10-21
- [15] Heini P, Scholl E, Wyler D, et al. Fatal cardiac tamponade associated with posterior spinal instrumentation: a case report. Spine, 1998, 23:2226-2230
- (收稿日期:2005-07-18)
(本文编辑 陈云光)

· 征订启事 ·

欢迎订阅《脊柱外科杂志》合订本

《脊柱外科杂志》系国家新闻出版署批准的高级学术刊物,是一本由国内脊柱外科界专家参与编撰和审定的脊柱外科专业的期刊。本刊对脊柱外科各个领域的基础与临床研究热点、研究成果、技术与进展、经验与创新等进行全方位的报道。本刊提倡学术争鸣和探讨,务必真实严谨,竭诚为脊柱外科医生、学者服务。本刊为双月刊,大 16 开本,正文 64 页,双月 28 日出版,铜版纸印刷,全国公开发行。

本刊广告经营许可证:3101014000415 号。

《脊柱外科杂志》2004 年合订本已经出版,另备有部分 2003 年合订本,定价(含邮费):精装本 100 元,平装本 70 元,需要者可直接从本刊编辑部订购。

联系地址:上海市凤阳路 415 号《脊柱外科杂志》编辑部

邮政编码:200003

联系电话:021-63610109-8288

传 真:021-63720099

E-mail:spine@sh163.net