

## · 临床研究 ·

## 椎弓根轴线导向器的研制和应用研究

肖京, 邓磊, 顾敏琪

(中国中医科学院西苑医院骨科, 北京 100091)

**【摘要】** 目的: 通过解剖学标本研究和临床应用评价椎弓根轴线导向器引导椎弓根螺钉置入的准确性和安全性。方法: ①解剖学研究: 全长脊柱标本 6 具 (研究范围 T<sub>1</sub> - S<sub>1</sub>), 术前行螺旋 CT 扫描, 测定椎弓根轴线入点间距、椎弓根轴线角度及其延长线在椎体内的长度。根据测量数据, 应用椎弓根轴线导向器引导直径 2.5 mm 克氏针沿椎弓根轴线置入。术后拔出克氏针, 复查脊柱标本 CT, 分别测量记录数据: 各椎克氏针钉道及延长线与椎体长轴线在水平面的交角 (记作 KTSA); 矢状面上与棘突轴线的交角 (记作 KPSA); 各椎实际入钉点间距 (KDSP)。采用 SPSS 10.0 统计软件分析所采集数据。②临床应用: 应用于 26 例患者, 男 16 例, 女 10 例; 年龄 21 ~ 71 岁, 平均 49.5 岁。在导向器引导下共置入椎弓根螺钉 112 枚。术后通过 CT 或 MR 验证置钉的准确性。结果: ①解剖研究: 克氏针的钉道与椎弓根轴线所成水平面角和矢状面角相接近 ( $P > 0.05$ ); 实际入钉点与设计入钉点重合 ( $P > 0.05$ )。②临床应用: 术后所有病例共 112 枚椎弓根螺钉经 CT 或 MR 图像复查, 按置入位置判断标准, 优 107 枚 (95.5%), 良 3 枚 (2.7%), 差 2 枚 (1.8%)。结论: 椎弓根轴线导向器可以准确地引导椎弓根轴线钻孔, 从而提高椎弓根螺钉置入的准确性和安全性。

**【关键词】** 椎弓根; 解剖学, 比较; 导向器; 装置安全

**Design and application of orientation apparatus of vertebral pedicle axes** XIAO Jing DENG Lei GUM in-qi Department of Orthopaedics Xiyuan Hospital of China Academy of Chinese Medical Science, Beijing 100091, China

**ABSTRACT Objective** To evaluate the accuracy and safety of screw insertion with the guidance of orientation apparatus of vertebral pedicle axes through anatomic studies and clinical application. **Methods** ①Anatomic study: 6 spinal specimens (ranged from T<sub>1</sub> to S<sub>1</sub>) in which the distance between two entry points of screws, the angles (TSA/PSA) of pedicle axis as well as the length of the pedicle axes were measured by spiral CT scan. Basing on the collected data, inserted the K-wires (2.5 mm of diameter) into vertebrae along the pedicle axes guided by the orientation apparatus. Pull out the K-wires after the operation. The specimens took another CT scans and the data including KTSA, KPSA, KDSP were collected. These data were analyzed with the SPSS 10.0. ②Clinical application: 112 screws were inserted into vertebral pedicle in 26 patients with the guidance of orientation apparatus. There patients included 16 male and 10 female, with the mean age of 49.5 years (ranging from 21 to 71). The accuracy of screw insertion was evaluation through CT scans or MRI. **Results** ①Anatomic study: the angles of the track of K-wire in horizontal plane and sagittal plane were close to those of vertebral pedicle axes ( $P > 0.05$ ); the actual entry point of vertebral pedicle axis and scheduled entry point were superimposed ( $P > 0.05$ ). ②Clinical application: compared with the standard insertion position, the outcome was excellent in 107 screws (95.5%), good in 3 (2.7%), poor in 2 (1.8%). **Conclusion** The orientation apparatus can exactly guide operator to drill along the vertebral pedicle axes, thus it can increase the accuracy and safety of the pedicle screw insertion.

**Key words** Pedicle of vertebral arch; Anatomy, comparative; Oriented implement; Equipment safety

Zhongguo Gushang/China J Orthop & Trauma 2007, 20(7): 442-444 www.zggszz.com

椎弓根螺钉内固定术以其三维固定和短节段优势成为后路脊柱固定的主流术式。这一技术的关键步骤是椎弓根螺钉安全有效的放置, 为了提高螺钉置入的准确性和安全性, 缩短手术操作时间, 我们研制了一种可以引导椎弓根轴向钻孔的椎弓根轴线导向器 (已获国家实用新型发明专利, 专利号: ZL2006200008432), 并对其准确性及安全性作一研究。现报告如下。

## 1 资料与方法

**1.1 器械组成** 椎弓根轴线导向器由 2 枚支撑杆、2 枚交叉连接杆、4 枚锁定螺栓、1 把带有角度刻度的滑动标尺组成, 另配有 SSA 标尺 1 把及配套的滑块 1 枚 (图 1)。2 枚支撑杆底端设计为 W 形双尖, 顶端膨大并有 1 个锁扣样孔, 体部设有纵向滑槽; 2 枚交叉连接杆 A、B 两端固定, C、D 两端可沿滑槽上下移动并可以锁定螺栓; 滑动标尺标记有角度刻度及长度刻度, 两端各有 1 个导向孔。标尺可在支撑杆顶部锁扣内左右滑动, 并有锁定螺栓用以固定标尺。

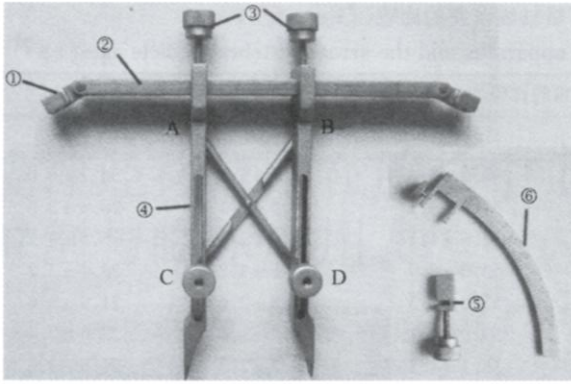


图1 椎弓根轴线导向器结构示意图,AD与BC为2枚连接杆 ①导向孔 ②滑动标尺 ③锁定螺钉 ④支撑杆 ⑤滑块 ⑥SSA标尺

Fig.1 The structure of orientation apparatus of vertebral pedicle axes,AD and BC are connector bar ①The orientation hole ② Sliding scale ③ Locking screw ④ Knighthead ⑤ Sliding block ⑥ SSA scale

**1.2 制备标本并收集相关解剖数据** 选取正常成人脊柱全长标本 6具,取  $T_1 - S_1$  节段,以 GTSA 高速螺旋 CT扫描仪从  $T_1 - S_1$  连续扫描,包含完整的椎体及附件结构,扫描层厚 1 mm,间距 1 mm,扫描矩阵  $512 \times 512$ 。Volume TSA analysis 软件二维重建后在矢状位上以 1 mm 间距平行椎弓根轴线连续水平切割,取得椎弓根水平面(选出椎弓根宽度最大的层面即椎弓根轴线平面)。用 Volume TSA analysis 软件测算并记录各椎体解剖数据,包括椎弓根水平角(TSA,见图 2)、水平面上椎弓根轴线与椎体矢状轴交角(水平面角)、矢状面取上椎体上终板平行线与棘突轴线的交角(PSA,见图 2)、两椎弓根轴线入点间距(DSP)、椎弓根轴线及其延长线在椎体内长度。根据所测数据选取适当长度和直径的椎弓根钉。

**1.3 椎弓根轴线导向器的使用** 以台钳固定脊柱标本于俯卧位水平自然体位,脊柱后入路充分显露上下关节突及横突基底。以尖嘴咬骨钳咬除入钉点皮质,露出椎弓根松质骨。调整两支撑杆间距为所测定目标椎体椎弓根入点间距(此数值可从支撑杆顶端标尺读出),锁定连接杆 CD(见图 1)两点锁定螺钉。推动滑动标尺向一侧,若测量目标椎弓根 TSA 角为  $25^\circ$ ,则将标尺角度刻度  $25^\circ$  对准这一侧支撑杆顶端基线,锁定标尺。两支撑杆底部双尖插入椎弓根入钉点(椎弓根入钉点以上关节突外侧缘、横突基底和椎板外侧缘的交汇点为基准);SSA 刻度尺横跨在滑动标尺上(见图 3),刻度尺上滑块对准所测定的 PSA,由滑块上的导孔向棘突中心锤入 1 枚克氏针,使导向器稳定立足于椎体后方。此时滑动标尺一端的圆孔至支撑杆 W 形双尖间作一连线,其延长线即为椎弓根轴线。将 1 枚直径 2.5 mm 克氏针从该侧滑动标尺的圆孔插入,尖端紧贴支撑杆尖端,沿此方向钻入椎弓根(见图 3)。重复同样动作,沿  $T_1 - S_1$  椎弓根轴线各置入克氏针 1 枚,共置入 216 枚克氏针。

**1.4 实验数据的取得** 术后拔除克氏针,复查脊柱标本 CT,分别测量记录数据:①各椎弓根内的克氏针钉道及延长线与椎体长轴线在水平面的交角(KTSA);②矢状面上钉道与棘突轴线的交角(KPSA);③各椎实际入钉点间距(KDSP)。

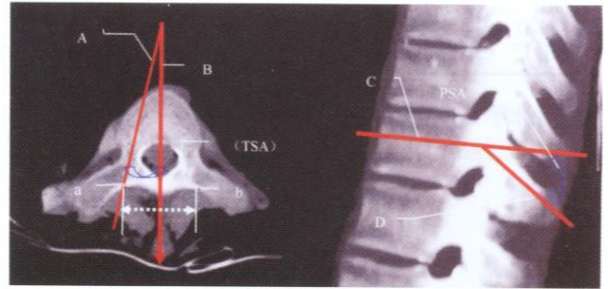


图2 在CT片上测量TSA和PSA a和b:椎弓根钉入点 A:椎弓根轴线 B:椎体中轴线 C:椎体上终板平行线 D:棘突轴线

Fig.2 Illustration of measure the vertebral TSA and PSA on CT imaging. "a" and "b" are screw enter-point; "A" is vertebral pedicle axis; "B" is central axis of vertebral body; "C" is the parallel line of superior vertebral endplate; "D" is the axis of spinous process

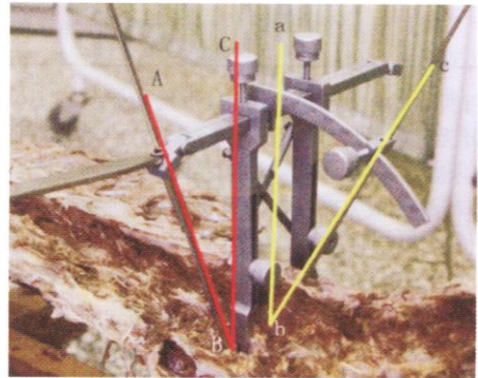


图3 椎弓根轴线导向器的使用,  $\angle ABC$  为 TSA,  $\angle abc$  为 PSA

Fig.3 Usage of orientation apparatus of vertebral pedicle axis,  $\angle ABC$  is TSA and  $\angle abc$  is PSA

**1.5 临床应用** 自 2003 年 11 月至 2006 年 4 月,采用椎弓根轴线导向器引导行椎弓根螺钉内固定术,应用于 26 例患者,其中男 16 例,女 10 例,年龄 21~71 岁,平均 49.5 岁。其中包括退变性腰椎滑脱 6 例,退变性腰椎不稳 4 例,腰椎管狭窄 7 例,峡部裂性腰椎滑脱 3 例,胸腰椎骨折 4 例( $T_{10} - L_2$ ),脊柱结核 2 例。共置入椎弓根螺钉 112 枚。

**1.6 螺钉位置判断**<sup>[1]</sup> 优,螺钉完全位于椎弓根内;良,螺钉冲破椎弓根皮质 2 mm 以内;差,螺钉冲破椎弓根皮质 > 2 mm。

**1.7 统计方法** 采用 SPSS 10.0 统计软件分析,采用配对  $t$  检验对①KTSA 与 TSA;②KPSA 和 PSA;③DSP 与 KDSP,两两进行比较,以  $P < 0.05$  为差异有显著性统计学意义。

**2 结果**

**2.1 解剖标本实验** 结果显示(见表 1):①水平面夹角(KTSA 与 TSA)平均相差  $(1.1 \pm 0.9)^\circ$ ;有 1 例误差超过  $4^\circ$  出现在  $T_6$ 。②矢状面夹角(KPSA 与 PSA)平均相差  $(2.3 \pm 1.3)^\circ$ ;误差超过  $5^\circ$  有 2 例,分别出现在  $T_6$  和  $S_1$ 。③椎弓根轴线入点间距

表 1 导向器引导下钻孔与实际椎弓根轴线误差的比较 ( $\bar{x} \pm s$ )

Tab 1 Comparison between drilling hole guided by orientation apparatus and the actual vertebral pedicle axes ( $\bar{x} \pm s$ )

| 椎弓根水平           | 水平面夹角的比较 (°) |            | 矢状面夹角的比较 (°) |            | 入钉点间距的比较 (mm) |            |
|-----------------|--------------|------------|--------------|------------|---------------|------------|
|                 | TSA          | KTSA       | PSA          | KPSA       | DSP           | KDSP       |
| T <sub>1</sub>  | 37.1 ± 3.2   | 35.1 ± 4.0 | 35.2 ± 2.6   | 34.9 ± 3.6 | 37.0 ± 3.1    | 36.7 ± 3.6 |
| T <sub>2</sub>  | 29.1 ± 3.1   | 27.1 ± 4.3 | 39.3 ± 3.2   | 37.2 ± 3.1 | 29.5 ± 3.1    | 28.4 ± 2.0 |
| T <sub>3</sub>  | 21.9 ± 3.1   | 20.2 ± 3.4 | 47.3 ± 5.2   | 44.6 ± 4.1 | 25.0 ± 2.4    | 25.5 ± 3.2 |
| T <sub>4</sub>  | 16.3 ± 2.6   | 16.2 ± 3.1 | 50.9 ± 3.5   | 53.0 ± 2.9 | 23.5 ± 2.2    | 23.1 ± 3.2 |
| T <sub>5</sub>  | 12.1 ± 3.1   | 11.1 ± 2.9 | 50.0 ± 3.1   | 51.0 ± 2.3 | 22.8 ± 2.6    | 21.9 ± 2.6 |
| T <sub>6</sub>  | 8.1 ± 3.0    | 8.1 ± 1.7  | 60.1 ± 6.4   | 59.0 ± 5.1 | 22.7 ± 2.4    | 22.6 ± 2.4 |
| T <sub>7</sub>  | 6.1 ± 3.3    | 6.3 ± 2.7  | 54.8 ± 5.2   | 56.1 ± 4.3 | 22.7 ± 2.3    | 21.9 ± 3.3 |
| T <sub>8</sub>  | 4.8 ± 2.6    | 4.7 ± 2.6  | 56.1 ± 5.1   | 56.9 ± 4.2 | 23.1 ± 2.2    | 22.5 ± 3.2 |
| T <sub>9</sub>  | 2.6 ± 2.9    | 2.8 ± 2.5  | 56.0 ± 3.4   | 55.5 ± 4.4 | 23.7 ± 2.6    | 23.1 ± 2.9 |
| T <sub>10</sub> | -0.6 ± 2.6   | -0.4 ± 2.4 | 48.8 ± 3.6   | 43.8 ± 4.2 | 24.0 ± 2.4    | 24.1 ± 2.5 |
| T <sub>11</sub> | -4.2 ± 2.9   | -4.1 ± 3.1 | 44.9 ± 4.1   | 40.9 ± 4.6 | 26.0 ± 2.1    | 25.4 ± 2.2 |
| T <sub>12</sub> | -6.5 ± 2.1   | -6.2 ± 2.6 | 42.6 ± 4.2   | 40.9 ± 3.2 | 28.4 ± 2.5    | 28.1 ± 2.4 |
| L <sub>1</sub>  | 7.1 ± 3.3    | 6.8 ± 3.2  | 39.4 ± 3.6   | 39.9 ± 4.1 | 30.0 ± 3.4    | 30.5 ± 2.4 |
| L <sub>2</sub>  | 12.8 ± 3.5   | 11.3 ± 3.1 | 41.4 ± 2.9   | 40.2 ± 3.1 | 31.3 ± 3.2    | 30.6 ± 4.1 |
| L <sub>3</sub>  | 15.4 ± 5.1   | 14.6 ± 1.4 | 37.9 ± 3.5   | 36.4 ± 2.6 | 32.4 ± 4.4    | 33.0 ± 3.6 |
| L <sub>4</sub>  | 19.6 ± 5.2   | 18.1 ± 4.9 | 31.1 ± 4.1   | 33.5 ± 3.1 | 36.0 ± 4.6    | 35.5 ± 5.1 |
| L <sub>5</sub>  | 30.3 ± 4.8   | 29.4 ± 3.7 | 28.5 ± 3.5   | 29.5 ± 3.4 | 48.8 ± 7.5    | 47.8 ± 8.1 |
| S <sub>1</sub>  | 27.4 ± 4.5   | 26.5 ± 3.6 | 27.3 ± 4.6   | 28.3 ± 4.5 | 49.9 ± 6.7    | 50.4 ± 5.7 |

(DSP)与实际进钉点间距 (KDSP)平均相差 (0.6 ± 0.3) mm, 两者差异无显著性统计学意义 (P > 0.05)。

**2.2 临床应用结果** 26例患者的 112枚椎弓根螺钉内固定术后, 经 X 线片或 CT、MRI 图像复查椎弓根螺钉置入位置。按螺钉位置判定标准, 其中优 95.5% (107枚), 良 2.7% (3枚), 差 1.8% (2枚)。获得随访 16例, 平均随访时间 (15.0 ± 4.5)个月。获访患者中 3例骨折患者复位固定均较满意, 无脊髓神经功能症状加重。退变性疾病患者除 1例留有下肢麻木外, 余症状均得到缓解和消失, 无腰痛加重及双下肢功能障碍 (典型病例见图 4)。

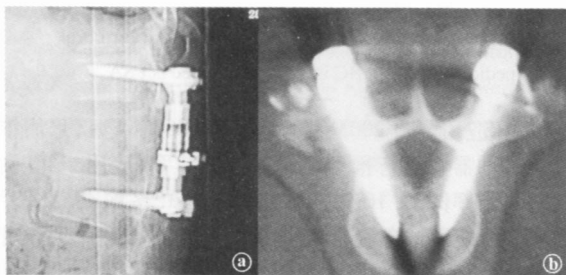


图 4 女性患者, 42岁, L<sub>1</sub> 椎体骨折椎弓根内固定术后。复查 CT 显示: 置入的椎弓根钉位置满意 ①矢状位相 ②水平位相

Fig. 4 A female patient, 42-year-old, vertebral fracture in L<sub>1</sub>, postoperation of vertebral pedicle screw fixation after L<sub>1</sub> fracture. The postoperative CT showed the position of pedicle screw were satisfactory ① sagittal plane ② horizontal plane

**3 讨论**

**3.1 椎弓根钉置入点的确定** 理论上, 进钉点应位于椎弓根轴心投影到脊柱后柱的对应点, 此点位于横突与上关节突、外侧椎板之间。由于椎弓根的节段性差异和个体差异的存在, 使得进钉点的确定缺乏统一的标准。近来, 一些研究已证实术前 X 线片结合 CT 综合评价确定进钉点坐标有助于提高进

钉的准确性, 即所谓的解剖置入法或节段性差异法<sup>[2-3]</sup>。在我们的研究中, 利用术前 CT 扫描对脊柱三维重建后, 精确地测量出椎弓根水平面和矢状面的进钉角, 同时很容易测算出所需进钉深度。三维重建后的图像可以清楚地显示脊柱后方棘突、横突与上关节突及乳突副突等解剖标志之间的关系, 同时可以精准地标记出椎弓根入钉点。我们分别以上关节突中点和外缘引 2 条垂线, 横突根部上缘、中点及下缘做 3 条水平线, 观察椎弓根轴线投影点所在区域, 并参照术前测量的两侧入钉点间距, 即可引导术中准确定位入钉点。

**3.2 椎弓根钉置入方向的确定** 包括水平面角和矢状面角 (矢状面上椎弓根轴线上终板的夹角)。水平面角和矢状面角在不同脊柱节段有一定的差异, 而且不同个体的同一脊柱节段也有差异, 椎弓根高度、厚度又十分有限, 所以术前详细了解手术节段的矢状面角及水平面角有非常重要的临床意义。不同于普通的骨螺钉, 由于椎弓根钉置入的盲视性, 且要求精度更高, 我们通过测量矢状面上椎体上终板平行线与棘突轴线交角 (PSA), 参照棘突的轴线方向, 使矢状面角具有一定可视性, 并通过器械导向, 主动引导椎弓根钉沿正确的水平面角和矢状面角进入椎弓根。经实验证实, 借助椎弓根轴线导向器引导, 可以准确地顺椎弓根轴线钻孔, 从而显著提高椎弓根钉置入质量。该器械可广泛应用于胸腰骶椎弓根钉的置入操作。

**参考文献**

- 殷渠东, 郑祖根, 董启榕, 等. 椎弓根螺钉位置与手术效果的关系. 中国矫形外科杂志, 2000 7(4): 408-409
- 翁宇生, 邱贵兴, 张嘉, 等. 椎弓根内固定技术的远期疗效评价. 中华骨科杂志, 2001 21(11): 662-665
- 熊传芝, 郝敬明, 唐天骝. 椎弓根钉道参数的变异性及其相关因素的研究. 中华骨科杂志, 2002 22(1): 31-35

(收稿日期: 2007-01-04 本文编辑: 王宏)