

以枢椎椎弓峡部内上壁为解剖标志行枢椎椎弓根置钉的 CT 测量及临床应用

张金明¹, 豆 贵², 刘晓岚², 石明国¹, 杨占辉¹, 吴海龙³, 王 伟¹, 王军辉¹

(1 北京门头沟区医院骨科 102300 北京市; 2 南华大学附属郴州市第一人民医院脊柱外科 423000 湖南郴州市;

3 北京大学深圳医院脊柱外科 518036 深圳市)

【摘要】目的:探讨以枢椎椎弓根峡部内上壁为解剖标志的枢椎椎弓根螺钉置钉的可行性及安全性。**方法:**57 例成人枢椎行三维 CT 重建, 在三维重建图像上测量枢椎左右侧椎弓根的中部宽度 L1 和高度 L2; 以枢椎椎弓峡部内上壁为标志横断面确立左右侧的最外侧模拟进钉点 B 和最内侧模拟进钉点 A 到峡部距离; 测量最佳进钉点 S (经过枢椎椎弓根中部宽度连线的中垂线与峡部后侧皮质交点) 到峡部内壁距离, 分别测量 A、B、S 点横断面进钉角度最大置钉角度区间; 冠状面上测量 S 点距离峡部内上壁距离; 测量 S 点进钉最佳内倾角及上倾角。选择 2007 年 10 月~2011 年 7 月收治的 33 例患者采用枢椎椎弓根峡部内上壁为标志实施枢椎椎弓根螺钉内固定术, 其中新鲜齿状突骨折 13 例, 陈旧性齿状突骨折 10 例, 横韧带损伤伴寰枢椎脱位 7 例, 寰椎骨折 3 例。观察手术中与枢椎椎弓根螺钉置钉相关的并发症, 术后三维 CT 重建观察螺钉的位置。**结果:**CT 横断面测量进钉点 A、B、S 到峡部的距离为 1.75mm、9.01±0.62mm、5.77±0.53mm, S 点置钉角度区间与 A、B 点置钉角度区间比较有显著性差异 ($P<0.05$)。冠状面上 S 点距离峡部内上壁距离为 4.30±0.49mm; S 点进钉内倾角为 30°、上倾角为 26°时为最佳进钉角度。临床共置入枢椎椎弓根螺钉 66 枚, 术中显露良好, 未出现椎动脉、静脉丛损伤出血及脊髓、神经根损伤等并发症。术后三维 CT 复查显示所有枢椎椎弓根螺钉均未误入椎管或椎动脉孔, 术中测量枢椎椎弓根螺钉进钉点横断面上与枢椎椎弓峡部内壁水平间距为 5.44±0.72mm, 冠状面上距离峡部内上壁为 4.50±0.52mm, 与术前 S 点测量值相比较均无显著性差异。**结论:**枢椎椎弓根与峡部存在恒定位置关系, 以枢椎椎弓峡部内上壁为解剖参照行枢椎椎弓根置钉是安全可行的。

【关键词】 枢椎; 椎弓峡部; 椎弓根螺钉; 三维 CT

doi:10.3969/j.issn.1004-406X.2012.06.09

中图分类号: R687.3, R814.4 文献标识码: A 文章编号: 1004-406X(2012)-06-0521-05

The CT scanning and clinical application of axis pedicle screw placement guided by the morphology of C2 interarticularis/ZHANG Jinming, DOU Ben, LIU Xiaolan, et al//Chinese Journal of Spine and Spinal Cord, 2012, 22(6): 521-525

【Abstract】 Objectives: To evaluate the feasibility and reliability of axis pedicle screw placement guided by the morphology of interarticularis. **Methods:** C2 three-dimensional CT reconstruction was performed in 57 normal adults. The cross-sectional images were used for study. The width of the central(L1) and the height (L2) at left and right side were measured. The distances from the interarticularis to the outer anchoring point B and the most medial point A were used as anatomical sign in C2 interarticularis. The distances from the interarticularis to the best anchoring point S (the intersection between vertebral pedicle central line and interarticularis rear cortex), and the maximum safety for screw placement at cross-sectional plane through A, B and S point respectively were measured. The distance from the interarticularis to the best point S at coronal plane was measured, and the best introversion and upversion angle at point S was measured. From October 2007 to July 2011, 33 cases underwent posterior atlantoaxial pedicle screw fixation guided by this method. Of these, there were 13 with new odontoid fracture, 10 with old odontoid process fracture, 7 with transverse ligment rupture and 3 with Jefferson fracture. Intraoperative and postoperative complications associ-

第一作者简介: 男(1982-), 住院医师, 医学硕士, 研究方向: 脊柱损伤与疾病

电话: (010)69843251-871 E-mail: zhangyiping1982@126.com

通讯作者: 刘晓岚 E-mail: Liuxiaolan72@yahoo.com.cn

ated with instrumentation were evaluated. Screw position was also determined under three-dimensional CT scan after operation. **Results:** The distance between point A, B, S to interarticularis on CT coronal plane was 1.75mm, 9.01 ± 0.62 mm, 5.77 ± 0.53 mm respectively. There were statistical differences between point S and A, B with respect to safety instrumentation ($P < 0.05$). The distance from point S to the superomedial part of C2 interarticularis at coronal plane was 4.30 ± 0.49 mm, with an introversion of 30° and upversion of 26° . A total of 66 C2 pedicle screws was placed. There was no neurovascular complication noted. Postoperative three-dimensional CT scan showed no screw into spine canal and transverse foramen. The distance between the entry point to the medial border of C2 interarticularis was 5.44 ± 0.72 mm, the distance from point S to the superomedial part of C2 interarticularis on coronal plane was 4.50 ± 0.52 mm, which showed no significant difference with point S of preoperation. **Conclusions:** There is constant relationship between C2 pedicle and its isthmus. Screw placement at superomedial part of C2 isthmus is safe and reliable.

[Key words] Axis; Interarticularis; Pedicle screw; Three-dimensional CT

[Author's address] Department of Orthopedics, Mentougou District Hospital, Beijing, 102300, China

枢椎椎弓根螺钉内固定有良好的生物力学性能、广泛的置钉适应证,在临床中广泛应用。但是因枢椎解剖结构的特殊性,一些学者^[1-3]提出的不同置钉方法各有优势及不足,临床手术中安全、准确经枢椎椎弓根置钉仍需要进一步研究。作者通过枢椎三维 CT 薄层扫描的相关测量数据,设计了一种以枢椎峡部内上壁为解剖标志的经枢椎椎弓根的置钉方法,并通过临床应用,探讨其可行性及安全性。

1 资料与方法

1.1 一般资料及测量工具

选择 57 例因伤致下颈椎骨折,但不伴寰枢损伤(无侧方及旋转脱位)的成人患者行 CT 薄层扫描和三维重建,男 32 例,女 25 例,年龄 24~61 岁,平均 41 岁。取三维重建后的枢椎图像进行相关数据测量。检查设备为德国西门子公司 Lightspeed-16 排 CT 机,1.25mm 薄层扫描、1.25mm 层厚重建。测量在 AW4.2 工作站进行,测量长度精确到 0.1mm,测量角度精确到 0.1° 。

1.2 CT 测量指标

(1) 最内侧进钉点(A)与最外侧进钉点(B)。CT 横截面上沿枢椎椎弓峡部内上壁作一条平行正中线(X1)的直线 X2, X2 线到椎弓根外壁距离为 L3,以直径 3.5mm 椎弓根螺钉为标准,实际测量中减去标准螺钉的半径 1.75mm^[4]。最内侧进钉点 A 点为距离峡部内上壁 1.75mm,最外侧进钉点 B 为 L3-1.75mm,分别测量以 A、B 进钉点的置钉角度区间,以上均测量左右侧(图 1d)。

(2) 最佳进钉点(S)。即枢椎椎弓根中垂线(Y1)与峡部后侧皮质交点。以 S 为进钉点测量置

钉角度区间、钉道内倾角度及钉道上倾角(图 1),比较进钉点 A、B、S 的横断面置钉角度区间。

1.3 临床应用

1.3.1 一般资料 选择南华大学附属郴州市第一人民医院脊柱外科 2007 年 10 月~2011 年 7 月收治的 33 例患者,均采用枢椎椎弓根峡部内上壁为标志实施枢椎椎弓根螺钉内固定术,其中新鲜齿状突骨折 13 例,陈旧性齿状突骨折 10 例,横韧带损伤伴寰枢椎脱位 7 例,寰椎骨折 3 例。

1.3.2 术前准备 患者术前常规行颅骨牵引。术前行三维 CT 重建,横断面上测量枢椎椎弓峡部内上壁与置钉区域最内侧点 A 点、最外侧点 B 点及最佳进钉点 S 点的水平间距;冠状面上测量 S 点到椎弓峡部内上壁纵向距离;测量 S 点进钉角度。

1.3.3 手术方法 患者全麻后,俯卧于头颈手术架上,颈部稍屈曲,保留颅骨牵引,颈后正中切口,依次切开皮肤皮下及项韧带,紧贴骨面行肌肉等软组织剥离,显露 C2 棘突、双侧椎板及椎弓峡部。紧贴枢椎椎板上缘骨膜下剥离显露枢椎椎弓峡部内上壁,根据术前 CT 测量 S 点距离枢椎椎弓峡部内上壁的间距确定进钉点,并以术前测量的内倾角和上倾角为进钉方向,使用磨钻在 S 进钉点去一点皮质骨,用直径 2mm 细手锥向椎弓根的髓腔内穿刺,根据术前 CT 重建测量角度及术中 C 型臂 X 线机侧位透视情况调整位置及角度。置钉完成后,根据置钉间距离选择合适长度的钛棒并根据颈椎和/或颈枕曲度塑形钛棒后置入钛棒,拧紧螺帽。根据手术具体情况将枢椎及寰椎椎板和/或后枕部皮质适当去除少量皮质骨,作为植骨床,取髂骨应用尖嘴钳制备成骨颗粒植骨。放置

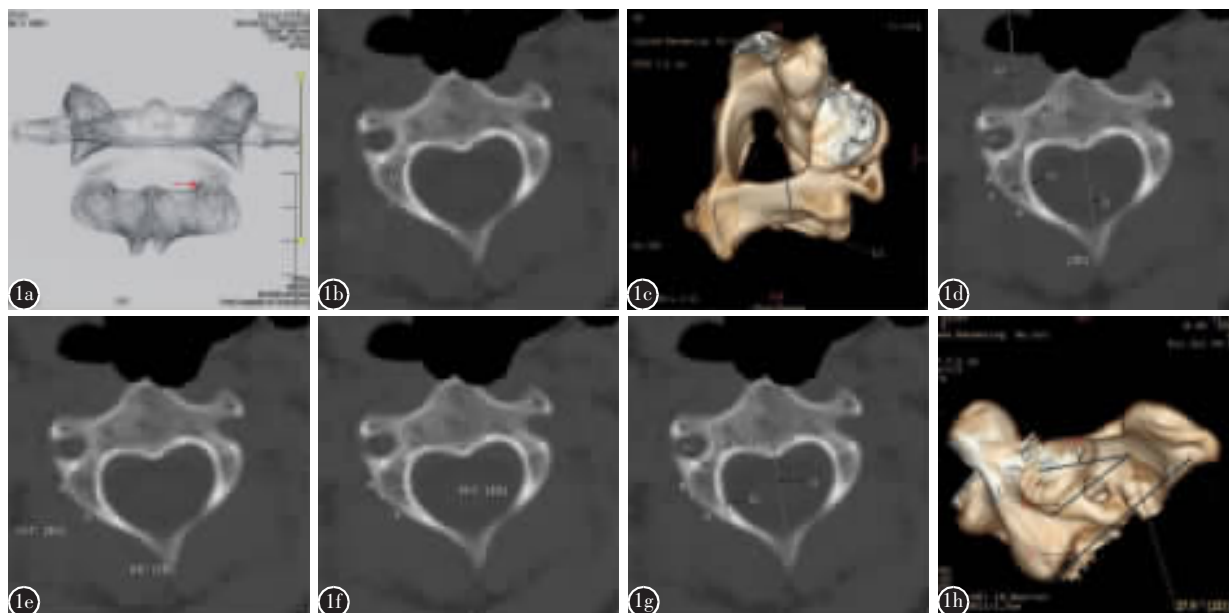


图 1 **a** 三维 CT 重建显示枢椎椎弓峡部内上壁后面观 **b** 测量枢椎椎弓根中部宽度(L1) **c** 测量枢椎椎弓根高度(L2) **d** 以椎弓峡部内上壁作正中线(X1)的平行线 X2,测量 X2 到椎弓根外壁距离 L3,进钉点 B 为椎弓峡部内上壁 X2 的垂线与椎弓外侧皮质交点,距椎弓峡部内上壁 L3-1.75mm,进钉点 A 为距峡部内上壁 1.75mm 峡部后侧皮质处投影点,S 点为通过椎弓根的中垂线 Y1 与峡部后侧皮质交点,测量 S 点到 X2 距离为 L4 **e** 测量 A、B 为进钉点置钉角度区间 **f** 测量 S 为进钉点置钉角度区间 **g** 测量 S 进钉点最佳内倾进钉角度,即过 S 点的中垂线(Y1)与 X2 线的交叉角度 **h** 测量 S 进钉点最佳上倾进钉角度,即 S 点与椎弓根中部高度(L2)一半作直线(Y2)与平行椎体下缘直线(Z线)的平行线(Z1)交叉角度

Figure 1 **a** Three-dimensional CT reconstruction showed the medial superior paries of axis interarticularis **b** Measurement of vertebral pedicle coffins central width(L1) **c** Measurement of vertebral pedicle height(L2) **d** The medial pedicle wall drawing a line(X2) parallel to the midline(X1), measuring X2 to pedicle outside wall(L3) distance. The nail point B which was intersection with perpendicular of inner upper interarticularis (L2) and interarticularis lateral cortex to distance of inner upper interarticularis was L3-1.75mm and the nail point A was a subpoint of interarticularis rear cortex with distance on inner upper interarticularis of 1.75mm, the point S was intersection with the perpendicular bisector of pedicle central axis and interarticularis rear cortex, measuring nail point S to the X2 distance(L4) **e** Measurement of secure angle range of screw at A and B screw entry point into the nail ecurity angle range **f** Measurement of S screw entry point into the nail ecurity angle range **g** Measurement of S optimum angle for screw at entrance point from the S point perpendicular bisector(Y1) and X2 line intersection angle **h** Measurement of S optimum uptoversion angle for scerw at entrance point, point S and pedicle of vertebral arch height of half line and centrum lower edge straight parallel linear intersection

引流管后逐层缝合切口。

1.3.4 术后处理 术后颈托制动 3 个月,患者均行 X 线片和螺旋 CT 三维重建检查,随访 3~12 个月,复查 X 线片,了解内固定情况。

1.4 统计学处理

测量数据用均数±标准差 ($\bar{x} \pm s$) 表示,采用 SPSS 13.0 统计软件行统计分析,左右侧比较及各组置钉角度区间比较采用 *t* 检验,设 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 枢椎 CT 扫描测量结果

见表 1。枢椎椎弓根中部宽度(L1)、高度(L2)及峡部内上壁到椎弓根外壁(L3)和到 S 点水平距离(L4)左右侧比较无显著性差异($P > 0.05$)。最内侧进钉点 A、最外侧进钉点 B 及最佳进钉点 S 至枢椎椎弓峡部内上壁的距离三者两两比较均有显著性差异($P < 0.05$)。以 A、B、S 点进钉时横断面测量置钉角度区间,三者两两比较均有显著性差异($P < 0.05$),S 点置钉角度区间最大。冠状面 S 点距离峡部内上壁距离为 4.30 ± 0.49 mm。S 点进钉最佳内倾角为 $30.26^\circ \pm 1.20^\circ$,最佳上倾角为 $26.53^\circ \pm$

1.34°。

2.2 临床应用结果

33 例患者术中共置入枢椎椎弓根螺钉 66 枚,术中枢椎椎弓峡部内上壁均得到良好显露,未出现椎动脉、静脉丛损伤出血及脊髓、C2 神经根损伤等并发症。术后三维 CT 复查提示所有枢椎椎弓根螺钉位置良好,螺钉钉道与枢椎椎管及横突孔均有一定距离,进钉点与枢椎椎弓峡部内上壁的水平间距为 $5.44 \pm 0.72 \text{ mm}$,与 CT 上测量最佳进钉点 S 至枢椎椎弓峡部内壁的水平间距 $5.77 \pm 0.53 \text{ mm}$ 相比较差异无显著性 ($P > 0.05$);进钉点与枢椎椎弓峡部内上壁的冠状面纵行间距 $4.50 \pm 0.52 \text{ mm}$,与 CT 上测量最佳进钉点 S 至枢椎椎弓峡部内上壁冠状面纵行间距 $4.30 \pm 0.49 \text{ mm}$ 相比较差异无显著性 ($P > 0.05$)。术后随访 3~12 个月未出现内固定松动、断裂,植骨融合好(图 2)。

3 讨论

手术治疗颈椎损伤导致的颈椎不稳是通过植骨融合重建颈椎的稳定性,可靠的内固定为植骨的融合提供了有力保障。椎弓根螺钉以其贯穿脊

柱三柱的良好力学性能,在临床上广泛应用。马向阳等^[9]通过 50 具成人干燥尸体测量研究发现枢椎下关节突与枢椎椎弓根间存在较恒定的解剖位置关系,并以枢椎下关节突解剖学标志提出两个椎弓根螺钉进钉点:进钉点 A 位于枢椎下关节突内上象限,即中心点内、上各 2mm 处;进钉点 B 位于枢椎下关节突内缘的纵垂线与枢椎下关节突中上 1/4 水平线的交点。但在实际手术操作中,术者对于以下关节突为解剖标志作距离判断时可能存在个体差异。刘晓岚等^[9]采用枢椎椎弓峡部内上壁为寰椎椎弓根螺钉进钉的解剖标志,在临床应用中证实是安全可行的。

3.1 以枢椎椎弓峡部内上壁为解剖标志确定横断面进钉点

枢椎椎弓根入口是指椎弓与侧块的连接部(即枢椎峡部),通过枢椎椎弓峡部内上壁可以判断枢椎椎弓峡部内壁外某一点可能满足进钉点的条件。最内侧进钉点(A 点)、最外侧进钉点(B 点)及最佳进钉点(S 点)与枢椎椎弓峡部内上壁均有较恒定的解剖对应关系,A 点至 B 点之间具有一定范围的安全进钉区间,这个区间范围为枢椎椎

表 1 枢椎椎弓根各指标测量结果 (n=51, $\bar{x} \pm s$)
Table 1 Measurements of Axis pedicle

测量指标 Measurement index	左侧 left	右侧 right	双侧 both sides
椎弓根中部宽度 L1(mm) Pedicle central width	6.27±0.49	6.21±0.48	6.21±0.48
椎弓根中部高度 L2(mm) Pedicle central height	8.56±0.57	8.80±0.55	8.60±0.71
峡部内上壁到椎弓根外壁距离 L3(mm) The medial superior paries to the outer wall of pedicle distance	10.91±0.53	10.61±0.61	10.76±0.75
S点至椎弓峡部内上壁距离 L4(mm) Point S to the medial superior paries of interarticularis distance	5.55±0.53 ^{①②}	5.81±0.53 ^{①②}	5.77±0.53 ^{①②}
A点至椎弓峡部内上壁距离(mm) Point A to the medial superior paries of interarticularis distance	1.75±0.00	1.75±0.00	1.75±0.00
B点至椎弓峡部内上壁距离(mm) Point B to the medial superior paries of interarticularis distance	9.16±0.57 ^①	8.86±0.47 ^①	9.01±0.62 ^①
冠状面上 S 点距离峡部内上壁距离(mm) Point S to the medial superior paries of axis interarticularis distance	4.46±0.51	4.21±0.42	4.30±0.49
A点置钉角度区间(°) Angle range safety at point A	8.57±0.64	8.61±0.65 ^①	8.59±0.64 ^①
B点置钉角度区间(°) Angle range safety at point B	12.87±1.20 ^①	12.70±1.11 ^①	12.78±1.16 ^①
S点置钉角度区间(°) Angle range safety at point S	19.62±0.87 ^{①②}	19.50±0.73 ^{①②}	19.56±0.77 ^{①②}
S点进钉最佳内倾角度(°) Point S nailing optimum inclination angle introversion	30.31±0.93	30.22±1.20	30.26±1.20
S点进钉最佳上倾角度(°) Point S nailing the best angle uptroversion	26.49±1.57	26.62±1.49	26.53±1.34

注:①与 A 点相同测量指标比较 $P < 0.05$; ②与 B 点相同测量指标比较 $P < 0.05$

Note: ①Compared with point A of same measurement indes, $P < 0.05$; ②Compared with point B of same measurement indes, $P < 0.05$

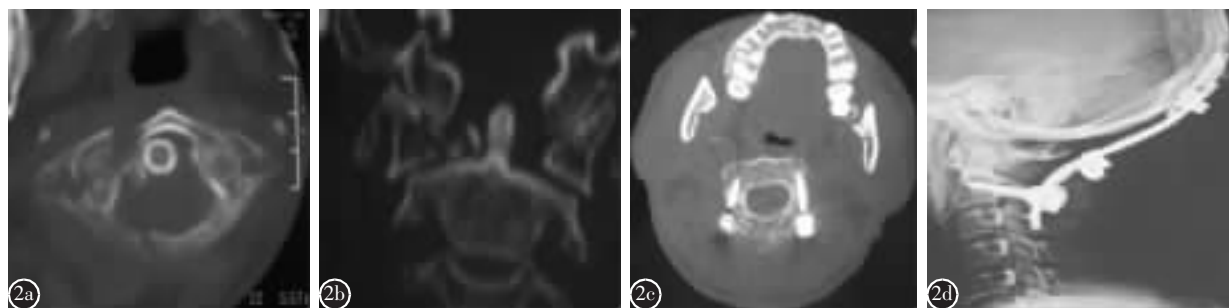


图2 患者男,38岁 a、b 术前 CT 示寰椎前弓、侧块、后弓均有骨折,横韧带附着处撕裂 c 术后1周 CT 三维示枢椎椎弓根螺钉位置可,椎弓根内外壁完好 d 术后3个月侧位片示内固定位置良好

Figure 2 Male, 38 years a, b The anterior arch of atlas, lateral mass and posterior atlantal arch have fractures and ligamentum transversum is teared before the operation c Three-dimensional CT reconstruction show postoperative 1 week vertebral pedicle screw position d Postoperative 3 months lateral radiographs showed reliable fixation

弓峡部内上壁外缘 1.75mm 至 $9.01 \pm 0.62\text{mm}$ 处。通过 CT 三维测量显示, S 点为通过椎弓根的中垂线 Y1 与峡部后侧皮质交点,其到枢椎峡部内上壁的距离为 $5.77 \pm 0.53\text{mm}$ 。为了进一步证明该点的合理性,作者分别在横断面上测量了进钉点 A、B、S 点置钉角度区间,通过对比分析证实三者有显著性差异,S 点进钉时钉道的角度区间最大。在横断面上测量最佳进钉的内倾角为 $30.26^\circ \pm 1.20^\circ$,统计左右双侧无统计学差异,也就是说以 S 点为进钉点时内倾角可进钉调控范围最大,进钉的风险性最小,可界定为最佳进钉点,因此在横断面上进钉点位于枢椎椎弓峡部内上壁水平外 $5.77 \pm 0.53\text{mm}$ 处。

3.2 以枢椎椎弓峡部内上壁为解剖标志确定冠状面进钉点

对枢椎椎弓根冠状位进钉点的选择也是为了保证在椎弓根最宽处进钉,我们选择枢椎椎弓高度的中垂线与峡部后侧皮质交点作为进钉点,即在该点进钉时上倾角可进钉调控范围最大,进钉的风险性小,该点位于椎弓峡部内上壁水平下 $4.30 \pm 0.49\text{mm}$ 处,通过该点椎弓根中轴线测量显示此处椎弓根宽达 $6.21 \pm 0.48\text{mm}$,经该点测量最佳上倾角为 $26.53^\circ \pm 1.34^\circ$,左右双侧无统计学差异,从而确定枢椎椎弓峡部内上壁为解剖标志冠状面进钉点为峡部内上壁下 $4.30 \pm 0.49\text{mm}$ 处。

通过上述两个平面定位测量可以空间立体准确把握最佳进钉点“S”点,通过最佳内倾角和上倾角的测量确定钉道走向。在实际操作中作者以枢椎椎弓峡部内上壁为解剖参照置入的枢椎椎弓根螺钉均位于安全区间内,并与术前 CT 测量中最佳进钉点 S 点至枢椎椎弓峡部内上壁的距离无显著性差异,术后固定效果满意,随访未发现螺钉松动、断钉和再移位现象,影像学检查提示植骨在 6~9 个月后均达到满意融合,证实枢椎椎弓峡部引导下实施枢椎椎弓根置钉安全可行。

4 参考文献

1. Howington JU, Kruse JJ, Awasthi D. Surgical anatomy of the C-2 pedicle[J]. J Neurosurg, 2001, 95 (1 Suppl): 88-92.
2. 党耕町,王超,阎明,等. 后路寰枢椎侧块钉板固定植骨融合术的临床初探[J]. 中国脊柱脊髓杂志, 2003, 13(1): 7-10.
3. 马向阳,尹庆水,吴增晖,等. 枢椎椎弓根螺钉进钉点的解剖定位研究[J]. 中华外科杂志, 2006, 44(8): 562-564.
4. 陈其昕,沈金明,李方财,等. 寰椎侧块置钉安全区域的建立及应用[J]. 中华创伤杂志, 2006, 22(6): 404-407.
5. 刘晓岚,周若舟,刘社庭,等. 枢椎椎弓峡部引导下寰枢椎弓根置钉的 CT 测量及其应用[J]. 中国脊柱脊髓杂志, 2010, 20 (11): 930-934.

(收稿日期:2011-12-09 修回日期:2012-01-14)

(英文编审 蒋欣/贾丹彤)

(本文编辑 彭向峰)