

临床论著

枢椎椎弓峡部引导下寰椎椎弓根
置钉的 CT 测量及其应用

刘晓岚, 周若舟, 刘社庭, 熊波, 周志宏, 胡文军

(湖南郴州市第一人民医院脊柱外科 423000)

【摘要】目的:探讨在枢椎椎弓峡部引导下实施寰椎椎弓根螺钉置钉的可行性及安全性。**方法:**对 48 例成人寰椎椎弓根行三维 CT 重建,取枢椎椎弓峡部内上缘与寰椎的横断面图像。测量椎管正中线上缘至寰椎椎弓根内壁、外壁及枢椎椎弓峡部内壁、外壁的距离,分别为 L1、D1、L2、D2;0°内倾角置钉时,以枢椎椎弓峡部内上壁为解剖标志,确立最内侧进钉点 A 和最外侧进钉点 B,减去螺钉半径 1.75mm, A、B 点至枢椎椎弓峡部内上壁的距离分别为 (L1-L2+1.75mm)、(D1-L2-1.75mm),寰椎后弓上置钉时螺钉允许的最大内倾角与最大外倾角大致相等时的点为最佳进钉点(M 点),记录 M 点至枢椎椎弓峡部内上壁水平间距。自 2004 年 3 月~2009 年 3 月对 29 例患者采用以枢椎椎弓峡部为标志实施后路寰椎椎弓根螺钉内固定手术,其中陈旧性齿状突骨折 24 例,横韧带损伤并寰椎前脱位 5 例。观察手术过程中与寰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:**0°内倾角置钉时,CT 测量最内侧进钉点 A、最外侧进钉点 B、最佳进钉点 M 至枢椎椎弓根峡部内上壁的水平间距分别为 4.22±0.54mm、8.66±0.73mm、5.79±0.63mm。临床共置入寰椎椎弓根螺钉 58 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 复查显示所有寰椎椎弓根螺钉均未误入椎管或椎动脉孔,测量寰椎椎弓根螺钉进钉点与枢椎椎弓峡部内上壁水平间距为 5.45±0.82mm,与术前 M 点测量值相比较无显著性差异。**结论:**在纠正寰椎旋转移位后,以枢椎椎弓峡部内上壁作为解剖参照,寰椎椎弓根存在一定的置钉安全区间,利用该解剖标志行寰椎椎弓根置钉是安全可行的。

【关键词】寰椎;枢椎;椎弓峡部;椎弓根螺钉

doi: 10.3969/j.issn.1004-406X.2010.11.11

中图分类号:R687.3,R814.4 文献标识码:A 文章编号:1004-406X(2010)-11-0930-05

The CT scanning and clinical application of atlas pedicle screw placement guided by the morphology of interarticularis/LIU Xiaolan, ZHOU Ruozhou, LIU Sheting, et al/Chinese Journal of Spine and Spinal Cord, 2010, 20(11): 930~934

【Abstract】 Objective: To evaluate the feasibility and reliability of atlas pedicle screw placement guided by the morphology of interarticularis. **Method:** Three-dimensional CT reconstruction was performed on C1-2 of 48 normal adults. The cross sectional images between atlas and medialsuperior edge of axis were used for study. The distance from the middle line to the medial border of atlas pedicle (L1), to the lateral border of C1 pedicle (D1), to the medial border of C2 interarticularis (L2) and to the lateral border of C2 interarticularis (D2) were measured respectively. When the screw was placed with zero introversion, the extreme medial and lateral entry point (termed as A and B) were marked on the posterior arch of atlas, when ignoring the screw diameter of 1.75mm, the horizontal distance between the medial border of C2 interarticularis to point A and B were (L1-L2+1.75mm) and (D1-L2-1.75mm) respectively. The best entry point M was defined as the maximum introversion angle equal to the maximum extroversion angle. The horizontal distance from the medial border of C2 interarticularis to entry point M was be recorded. From March 2004 to March 2009, 29 cases underwent posterior atlantoaxial pedicle screw fixation by this method. Of these, 24 cases suffered from old odontoid fracture, and 5 cases had transverse ligament injury. Intraoperative and postoperative complications

基金项目:湖南省卫生厅科技计划项目(编号:B2010-116)

第一作者简介:男(1972-),副主任医师,医学博士,研究方向:脊柱外科

电话:(0735)2343127 E-mail:liuxiaolan72@yahoo.com.cn

associated with instrumentation were evaluated. Screw position was also measured under three-dimensional CT scan after operation. **Result:** When screws were inserted as 0° introversion, the horizontal distance between the medial border of C2 interarticularis to point A and B was 4.22 ± 0.54 mm and 8.66 ± 0.73 mm respectively. While the distance between the ideal point M and medial border of C2 interarticularis was 5.79 ± 0.63 mm. A total of 58 atlas pedicle screws placement were based on the landmark of medial border of C2 interarticularis. There were no neurovascular complications noted. Postoperative three-dimensional CT scan after operation showed no infiltration of screw into spine canal and transverse foramen. The distance between the entry point to the medial border of C2 interarticularis was 5.45 ± 0.82 mm, which showed no significant difference with point M. **Conclusion:** There is a safe zone in C1 posterior arch, and the medialsuperior border of C2 interarticularis can be used as anatomic landmark for screw anchoring.

[Key words] Atlas; Axis; Interarticularis; Pedicle screw

[Author's address] Department of Surgical Spine, the First People's Hospital of Chenzhou, Hu'nan, 423000, China

经寰椎椎弓根螺钉内固定以其良好的生物力学性能、广泛的置钉指征而取得较快进展^[1-3]。但是由于寰椎后弓表面相对平坦, 缺乏明显而直接的椎弓根进钉点解剖标志, 加之寰椎毗邻重要的结构, 在临床手术中安全、准确地置入寰椎椎弓根螺钉尚需进一步研究。笔者通过对寰枢椎三维 CT 薄层扫描的相关数据测量, 设计了一种以枢椎椎弓峡部为解剖标志的寰椎椎弓根螺钉置钉方法, 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

对一组 48 例无侧方及旋转脱位的成人寰枢椎行 CT 薄层扫描和三维重建。其中男性 30 例, 女性 18 例, 年龄 34~63 岁, 平均 40.5 岁。分别选取寰椎的横断面图像及枢椎椎弓峡部上缘的横断面图像进行相关数据测量。寰椎后弓内缘及横突孔内侧壁分别视为寰椎椎弓根的内外侧壁, 枢椎的测量位置在 CT 三维重建上位于椎弓峡部内上壁与椎板移行部位(图 1a、b)。采用设备为德国西门子公司 Lightspeed-16 排 CT 机, 1.25 mm 薄层扫描、1.25 mm 层厚重建。测量在 AW4.2 工作站进行, 测量长度精确到 0.1 mm, 测量角度精确到 0.1° 。

1.2 薄层 CT 扫描测量指标

1.2.1 寰枢椎椎弓根内外壁相关测量 椎管中线至寰椎椎弓根内壁的距离(L1), 中线至寰椎椎弓根外壁的距离(D1), 中线至枢椎椎弓峡部内上壁的距离(L2), 中线至枢椎椎弓根外壁的距离(D2), 分别测量左右两侧间距(图 1c、d)。

1.2.2 最内和最外侧进钉点 A、B 的测量 0° 内

倾角置钉时, 以椎弓根螺钉直径 3.5 mm 为标准, 实际测量中减去标准螺钉的一个半径 1.75 mm^[4], 最内侧进钉点 A 点至枢椎椎弓峡部内壁的水平间距为 $L1-L2+1.75$ mm, 最外侧进钉点 B 点至枢椎椎弓峡部内上壁的水平间距为 $D1-L2-1.75$ mm, 分别测量左右两侧间距(图 1e、f)。

1.2.3 最佳进钉点 M 的测量 定义最佳进钉点 M 满足置钉时螺钉允许的最大内倾角与最大外倾角大致相等的条件。以椎弓根螺钉直径 3.5 mm 为标准, 通过测量找出 M 点, 并记录 M 点至枢椎椎弓峡部内上壁的水平间距及最大内外倾角的值(图 1g)。

1.3 临床应用

1.3.1 一般资料 自 2004 年 3 月~2009 年 3 月采用该方法行后路寰枢椎椎弓根螺钉内固定手术 29 例, 男 18 例, 女 11 例; 年龄 34~63 岁, 平均 45.6 岁, 其中陈旧性齿状突骨折 24 例, 横韧带损伤 5 例, 所有患者均合并不同程度寰枢椎前脱位。

1.3.2 术前准备 29 例患者术前均常规行颅骨牵引, 牵引重量及牵引时间视寰枢椎脱位程度及复位情况而定, 5 例陈旧性骨折经牵引治疗无法复位患者先行前路松解术。术前再次行三维 CT 重建, 29 例患者接受后路手术前寰枢椎的旋转及侧方移位已纠正, 测量枢椎椎弓峡部内上壁与 0° 角置钉区域最内侧点 A 点、最外侧点 B 点及最佳进钉点 M 点的水平间距。

1.3.3 手术方法 全麻起效后, 患者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, 由枕骨隆突至 C4 棘突, 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, 小心显露寰椎后

弓。紧贴枢椎椎板上缘骨膜下剥离显露枢椎椎弓峡部内上壁,由该处平行中线向上与寰椎后弓相交,根据术前 CT 测量 M 点距离枢椎椎弓峡部内上壁的水平间距确定进钉点,保持枢椎椎弓峡部内上壁的显露状态,0°内倾角,5°头倾进钉,根据术中 C 型臂 X 线机侧位透视情况调整矢状面位置及角度。枢椎置钉完成后,选择合适长度的钛棒,视术前寰椎脱位复位情况预弯后置入,依次拧紧螺帽。将寰椎后弓及枢椎椎板去皮质准备好植骨床,取髂骨制备成颗粒状松质骨植骨。放置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,所有患者均行 X 线张口位及侧位 X 线片和螺旋 CT 三维重建检查,测量螺钉中线至枢椎椎弓峡部内上壁的水平间距,随访 8~24 个月,复查 X 线片。

1.4 数据统计学处理

所有测量数据采用均数±标准差($\bar{x}\pm s$)表示,并用 SPSS 17.0 统计软件行统计分析,所得数据采用 *t* 检验,设 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 寰椎椎薄层 CT 扫描测量结果

寰椎椎弓根内壁、枢椎椎弓峡部内上壁至椎管中线的距离见表 1,二者比较有显著性差异($P<0.05$);寰椎椎弓根内壁位于枢椎椎弓峡部内上壁的外侧 $2.57\pm 0.48\text{mm}$;寰椎椎弓根外壁、枢椎椎弓峡部外壁至椎管中线的距离见表 1,二者比较有显著性差异($P<0.05$)。说明寰椎椎弓根与枢椎椎弓峡部不在同一矢状面。0°内倾角进钉时,最内侧进钉点 A 至枢椎椎弓峡部内壁的水平间距、最外侧进钉点 B 至枢椎椎弓峡部内壁的水平间距、最佳进钉点 M 至枢椎椎弓峡部内壁的水平间距见表 2,三者两两比较均有显著性差异($P<0.05$)。M 点进钉时允许的最大内倾角为 $7.4^\circ\pm 1.3^\circ$,最大外倾角为 $7.1^\circ\pm 1.4^\circ$ 。

2.2 临床应用结果

29 例患者术中共置入寰椎椎弓根螺钉 58 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,术前仍有寰椎前脱位的患者术中 C 臂透视及术后 X 线片复查均提示复位良好。术后行三维 CT 复查提示所有寰椎椎弓根螺钉位置良好,螺钉钉道与寰椎椎管及横突孔均有一定距

离,进钉点与枢椎椎弓峡部内壁的水平间距值为 $5.45\pm 0.82\text{mm}$,与测量理论最佳进钉点 M 至枢椎椎弓峡部内壁的水平间距值 $5.79\pm 0.63\text{mm}$ 相比较差异无显著性($P>0.05$)。术后随访未出现内固定松动、断裂,平均术后 6~8 个月寰椎椎获得骨性植骨融合(图 2)。

3 讨论

寰椎椎不稳后路手术治疗的最终目的是通过植骨融合重建上颈椎的稳定性,椎弓根螺钉以其贯穿脊柱三柱的良好力学性能,成为脊柱融合的有力保障,谭明生等^[2,6,7]通过大体解剖、影像学研究及临床应用证实寰椎具备实施类似椎弓根螺钉置入的安全通道,进一步研究认为以寰椎后结节为解剖参照,旁开 18~20mm,保持冠状面 0°内倾,头偏 5°置入寰椎椎弓根螺钉较理想。实际手术操作中,大多数术者对于寰椎椎弓根螺钉的矢状面进钉位置、角度可通过即时 C 型臂 X 线机侧位透视监测,而对于冠状面进钉点的内外位置却不易确立,主要由于术中难以保持较好的张口位而无法实施即时正位 X 线监测,加之寰椎后弓背侧缺乏与寰椎椎弓根存在对应关系且能直接体现椎管

表 1 寰椎椎弓根、枢椎椎弓峡部至椎管中线的水平间距 ($n=48, \bar{x}\pm s, \text{mm}$)

测量指标	左侧	右侧	双侧
寰椎椎弓根内壁至中线间距 L1	14.27±0.35	14.39±0.50	14.33±0.40
寰椎椎弓根外壁至中线间距 D1	22.13±0.71	22.31±0.70	22.16±0.53
枢椎椎弓峡部内壁至中线间距 L2	11.93±0.75 ^①	11.82±0.32 ^①	11.88±0.74 ^①
枢椎椎弓峡部外壁至中线间距 D2	20.85±0.55 ^②	20.92±0.56 ^②	20.18±0.62 ^②

注:①与 L1 比较 $P<0.05$;②与 D1 比较 $P<0.05$

表 2 最内侧进钉点、最外侧进钉点、最佳进钉点至枢椎椎弓峡部内上壁的水平间距 ($n=48, \bar{x}\pm s, \text{mm}$)

测量指标	左侧	右侧	双侧
最内侧进钉点(A)至椎弓峡部内上壁间距	4.19±0.53 ^①	4.33±0.58 ^①	4.22±0.54 ^①
最外侧进钉点(B)至椎弓峡部内上壁间距	8.56±.78 ^{①②}	8.81±0.65 ^{①②}	8.66±0.73 ^{①②}
最佳进钉点(M)至椎弓峡部内上壁间距	5.65±0.71	5.92±0.69	5.79±0.63

注:①与 M 点比较 $P<0.05$;②与 A 点比较 $P<0.05$

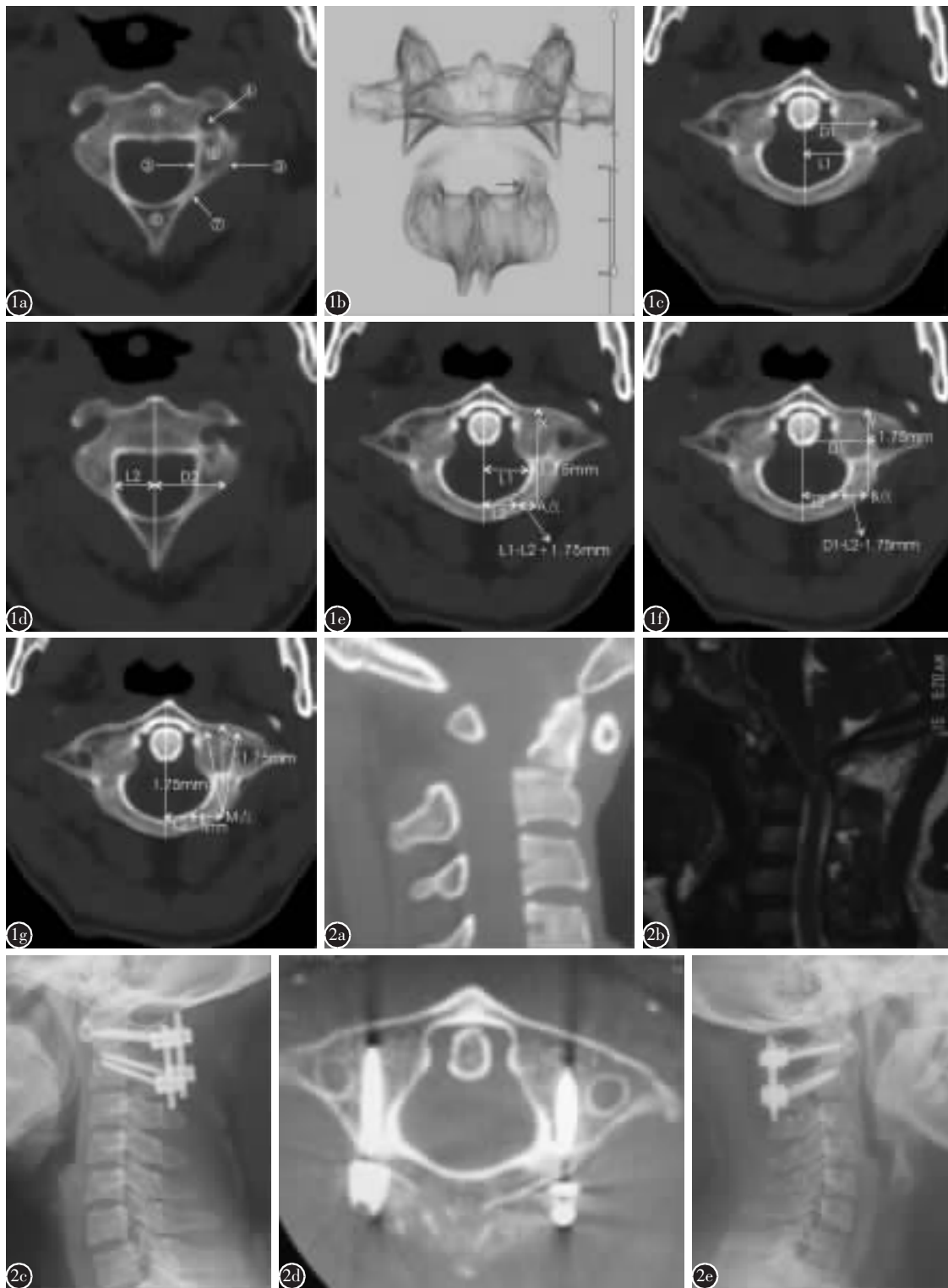


图 1 a 枢椎相关解剖图(①枢椎椎弓根,②椎弓峡部内壁,③椎弓峡部外壁,④横突孔,⑤椎体,⑥棘突,⑦椎板) b 三维 CT 重建显示枢椎椎弓峡部内上壁后面观 c 寰椎椎弓根内、外壁测量 d 枢椎椎弓根内外壁测量 e 最内侧进钉点 A 及其测量(红色虚线表示枢椎椎弓峡部内壁在寰椎后弓投影处) f 最外侧进钉点 B 及其测量(红色虚线表示枢椎椎弓峡部内壁在寰椎后弓投影处) g 最佳进钉点 M 及其测量(红色虚线表示枢椎椎弓峡部内壁在寰椎后弓投影处) **图 2** 患者女, 47 岁 a 术前三维 CT 示齿状突陈旧性骨折并寰椎前脱位 b 术前 MRI 示脊髓受压和挫伤 c 术后 X 线片复查示寰椎前脱位复位良好 d 术后三维 CT 复查示寰椎椎弓根螺钉位置良好,钉道与椎管、横突孔均有一定安全距离 e 术后 8 个月 X 线片复查示寰椎椎后方植骨融合良好

宽度的骨性标志,故进钉点选择较胸腰椎大。寰椎侧块内缘可作为术中置钉的解剖参考之一,但术中对寰枢椎后方间隙显露较深,对静脉丛和 C2 神经根侵扰较多,可能会因为静脉丛损伤造成难以控制的出血而被迫改变手术方式。

我们观察到在纠正侧方和旋转移位后,寰枢椎的椎弓根在空间位置上紧密相邻,枢椎椎弓峡部作为枢椎椎弓根复合体结构的一个组成部分,与寰椎椎弓根存在一定对应关系,能够直接体现上颈段椎管宽度,可作为术中确定寰椎椎弓根置钉在冠状面上的解剖参照,实际手术操作中更易显露,且对 C1、C2 后方间隙内静脉丛和神经根影响较小,成功率较高。

研究表明,寰椎的椎弓根内壁在水平间距上位于枢椎椎弓峡部内壁稍外侧,其水平间距差值 L1-L2 为 $2.57 \pm 0.48 \text{ mm}$,在纠正旋转移位后,这个数据较恒定,由此可以推断通过枢椎椎弓峡部内壁可以去判断寰椎后弓背面的某一点在内外方向上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 M 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进钉安全区间,这个区间范围为枢椎椎弓峡部内上壁在寰椎后弓投影处外缘 4.22 mm 至 8.66 mm 处,枢椎椎弓峡部内上壁外缘约 6 mm 在寰椎后弓的投影处是最理想冠状位进钉点,临床应用中,以枢椎椎弓峡部内上壁为解剖参照实施寰椎椎弓根螺钉的置入后螺钉均位于安全区间内,且与 CT 测量中最佳进钉点 M 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、断钉和寰枢椎再移位现象,影像学检查提示植骨 6~8 个月后均达到满意融合,证实枢椎椎弓峡部引导下实施寰椎椎弓根置钉安全可行。

本研究对于寰椎椎弓根进钉点的矢状面位置未作测量,临床应用中依赖于术中透视,因此利用枢椎椎弓峡部内上壁为解剖标志实施寰椎椎弓根置钉及在 0° 内倾角置钉区域内选择具体进钉点时需考虑多种因素的影响。而提高置钉安全性的最好办法就是术前对后弓高度、寰椎椎动脉沟内外侧高度、矢状面进钉角度、最佳进钉点等行个性化的测量,术中仍需实时 C 型臂 X 线机侧位透

视来消除有关的偏差,强调首先选择最佳进钉点进行置钉以进一步提高安全性。

本研究定义的最佳进钉点从螺钉置钉的角度考虑,以此点进钉时允许的最大内、外倾角度最为接近,这样术中从该点进钉时较易以 0° 内倾角安全进钉,同时即便进钉时出现一定的内外倾的实际角度偏差,也不会损伤内侧的脊髓或外侧的椎动脉,使得手术的安全性进一步提高。CT 测量的寰椎后弓上的模拟进钉点 M 点(最佳进钉点)位于枢椎椎弓峡部内壁水平向外 $5.79 \pm 0.63 \text{ mm}$ 处,其允许的最大内、外倾角大致相等。

解剖学研究表明椎动脉沟处的后弓平均高度多能满足置入 3.5 mm 标准椎弓根螺钉的要求^[8,9],寰枢椎椎弓根螺钉内固定技术有望成为常规技术,冠状面进钉点的确立是实施该技术的关键,以枢椎椎弓峡部内上壁作为解剖参照实施寰椎椎弓根置钉是安全可行的。

4 参考文献

1. Richter M, Schmidt R, Clase L, et al. Posterior atlantoaxial fixation: biomechanical in vitro comparison of six different technique[J]. Spine, 2002, 27(13): 1724-1732.
2. 谭明生, 王慧敏, 张光铂, 等. 寰椎经后弓侧块螺钉固定通道的 CT 测量[J]. 中国脊柱脊髓杂志, 2003, 13(1): 28-31.
3. 马向阳, 钟世镇, 刘景发, 等. 寰椎后弓侧块螺钉固定的解剖学测量[J]. 中国脊柱脊髓杂志, 2004, 14(1): 23-25.
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. Resnick DK, Lapsiwala S, Trost GR. Anatomic suitability of the C1-C2 complex for pedicle screw fixation[J]. Spine, 2002, 27(2): 1494-1498.
6. 谭明生, 移平, 王文军, 等. 经寰椎“椎弓根”螺钉内固定技术的临床应用[J]. 中国脊柱脊髓杂志, 2006, 16(5): 336-340.
7. 谭明生, 张光铂, 李子荣, 等. 寰椎测量及其后弓侧块螺钉固定通道的研究[J]. 中国脊柱脊髓杂志, 2002, 12(1): 5-8.
8. Ma XY, Yin QS, Wu ZH, et al. Anatomic considerations for the pedicle screw placement in the first cervical vertebra[J]. Spine, 2005, 30(13): 1519-1523.
9. Tan MS, Wang HM, Wang YT, et al. Morphometric evaluation of screw fixation in atlas via posterior arch and lateral mass[J]. Spine, 2003, 28(9): 888-895.

(收稿日期: 2010-04-06 修回日期: 2010-09-02)

(英文编审 蒋欣/刘思麒)

(本文编辑 彭向峰)