

枢椎椎弓根螺钉置钉失误的影像学分析

王建华, 夏 虹, 尹庆水, 吴增辉

(广州军区广州总医院骨科医院脊柱外科 510010 广州市)

【摘要】目的:分析枢椎椎弓根螺钉置钉失误的原因,探讨提高置钉成功率的方法。**方法:**2002 年 1 月~2006 年 12 月我院因上颈椎外伤、脱位和肿瘤接受寰枢椎后路内固定手术的患者 50 例,共置入 100 枚枢椎椎弓根螺钉。根据术前 CT 薄层扫描结果将枢椎椎动脉孔分为 I、II、III、IV 型;在术后颈椎侧位 X 线片上测量枢椎椎弓根螺钉钉道上倾角,在术后 CT 片上测量钉道内倾角,并根据 CT 结果将置钉失误分为两类,A 类为钉道偏内指向椎管,B 类为钉道偏外指向椎动脉孔。**结果:**100 个枢椎椎动脉孔分为 I 型 76 个,III 型 10 个,IV 型 14 个。100 枚枢椎椎弓根螺钉共发生 A 类失误 8 枚(8%),其中 I 型 5 枚,III 型 1 枚,IV 型 2 枚;B 类失误 2 枚(2%),其中 III 型、IV 型各 1 枚。I 型、III 型、IV 型的置钉失误率分别为 6.6%、20%、21.4%。A 类失误组的钉道上倾角为 $14.8^{\circ} \pm 8.5^{\circ}$,明显小于钉道正确组的 $18.3^{\circ} \pm 9.7^{\circ}$ ($P < 0.05$),B 类失误组为 $17.5^{\circ} \pm 6.8^{\circ}$,与正确钉道组无显著性差异 ($P > 0.05$)。A 类失误组的钉道内倾角为 $21.4^{\circ} \pm 7.1^{\circ}$,明显小于钉道正确组的 $33.7^{\circ} \pm 7.3^{\circ}$ ($P < 0.05$);B 类失误组为 $44.9^{\circ} \pm 8.8^{\circ}$,明显大于正确钉道组 ($P < 0.05$)。**结论:**枢椎椎动脉孔的解剖变异是导致置钉失误的客观因素;而术中钉道内倾角和上倾角偏小是引起置钉失误的最常见原因。术前应根据 CT 扫描结果充分掌握枢椎椎动脉孔的特点,结合“宁上勿下,宁内勿外”的原则,合理把握钉道方向,以提高置钉成功率。

【关键词】 枢椎;椎弓根螺钉;置钉失误;椎动脉孔解剖变异

doi: 10.3969/j.issn.1004-406X.2011.12.01

中图分类号:R681.5,R687.3 文献标识码:A 文章编号:1004-406X(2011)-12-0969-04

Image analysis of pedicle screw misplacement in axis/WANG Jianhua,XIA Hong,YIN Qingshui,et al// Chinese Journal of Spine and Spinal Cord,2011,21(12):969~972

【Abstract】 Objective:To investigate the causes of pedicle screw misplacement in axis and the way to ensure the accuracy.**Method:**From January 2002 to December 2006,50 patients suffering from upper cervical trauma and tumor and undergoing posterior surgery were included in this study.A total of 100 axis pedicle screws were placed.Based on preoperative slice CT scan results,the vertebral artery grooves were divided into 4 types (I, II, III, IV).After operation,the pedicle trajectory's medial-inclination angle and superior-inclination angle were measured respectively on lateral radiograph and CT scan image.The pedicle screw misplacement were divided into two groups:type A,the vertebral artery groove violation;type B:the vertebral canal violation.**Result:**The 100 axis vertebral artery grooves included 76 type I,10 type III and 14 type IV.Type A malposition accounted for 8(8%),including 5 type I,1 type III,and 2 type IV;while type B malposition accounted for 2 (2%),including 1 type III and 1 type IV.With the malposition rate for type I, III and IV was 6.6%,20% and 21.4% respectively.The superior inclination angle for type A was $14.8^{\circ} \pm 8.5^{\circ}$,which was less than no malposition group($18.3^{\circ} \pm 9.7^{\circ}$);while that for type B was $17.5^{\circ} \pm 6.8^{\circ}$,which showed no statistical difference compared with no malposition group ($P > 0.05$).The medial inclination angle for type A was $21.4^{\circ} \pm 7.1^{\circ}$,which was less than no malposition group ($33.7^{\circ} \pm 7.3^{\circ}$) ($P < 0.05$);and that for type B was $44.9^{\circ} \pm 8.8^{\circ}$,which was higher than no malposition group ($P < 0.05$).**Conclusion:**The anatomic abnormality for vertebral artery foramen is an objective factor to affect the accuracy of pedicle screw placement;less medial inclination angle and superior inclination angle are more prevalent attention to vertebral artery foramen in axis based on CT scan and placement principle "upper better than down and introversion better than extroversion" can improve screw placement accuracy.

基金项目:军队临床高新技术项目(编号:2010gxjs032)

第一作者简介:男(1973-),副主任医师,医学博士,研究方向:脊柱外科基础与临床

电话:(020)36653536 E-mail:jianhuawangddrr@163.com

[Key words] Axis; Pedicle screw; Pedicle placement malposition; Anatomic abnormality of vertebral foramen

[Author's Address] The Orthopaedic Department of the Guangzhou Military General Hospital of PLA, Guangzhou, 510010, China

枢椎椎弓根螺钉固定技术是一种较难掌握的上颈椎后路固定技术,常被用于寰枢椎脱位、枢椎椎弓骨折以及需要实施短节段固定的其他上颈椎疾患中。解剖学研究表明^[1],枢椎椎弓根的解剖变异较多,置钉应强调个体化原则。本研究结合我院较早期的一组病例,对枢椎椎弓根螺钉置钉失误的常见原因进行分析,以提高枢椎椎弓根螺钉置钉技术。

1 资料与方法

1.1 一般资料

2002 年 1 月~2006 年 12 月在我院接受寰枢椎后路内固定手术的患者共 50 例,其中男 30 例,女 20 例;年龄 18~63 岁,平均 32 岁。枢椎椎弓骨折 8 例,寰枢椎脱位 26 例,椎管内肿瘤 6 例,Hangman 骨折 6 例,陈旧性齿状突骨折不愈合 4 例。所有病例均双侧置钉,共置入枢椎椎弓根螺钉 100 枚。

1.2 影像学观察指标

1.2.1 枢椎椎动脉孔解剖分型 根据术前 CT 薄扫结果,参照文献介绍的枢椎椎动脉孔解剖分型标准^[1],对 50 例患者的枢椎椎动脉孔进行分类,统计各型例数。椎动脉孔分型方法:根据椎动脉入口与椎管壁的距离[相当于椎弓根的下宽(a)],将其区分为松散型($a \geq 4.5\text{mm}$)和紧密型($a < 4.5\text{mm}$);根据椎动脉球部距离侧块上关节面的距离(球顶距,e),区分为高拐($e \leq 4.5\text{mm}$)和低拐型($e > 4.5\text{mm}$)。总共可以将枢椎椎动脉孔分为以下 4 型(图 1):Ⅰ型,松散低拐型;Ⅱ型,紧密高拐型;Ⅲ型,紧密低拐型;Ⅳ型,松散高拐型。

1.2.2 钉道上倾角及钉道内倾角的测量 在术后颈椎侧位 X 线片上测量枢椎椎弓根螺钉钉道上倾角(α),即椎弓根螺钉钉道与水平线的夹角;在 CT 片上测量钉道内倾角(β),即钉道与矢状面轴线的夹角(图 2)。根据椎弓根螺钉的偏移方向,将枢椎椎弓根螺钉置钉失误分为 2 类:A 类失误,螺钉偏外指向椎动脉孔;B 类失误,螺钉偏内指向椎管。统计枢椎椎弓根螺钉置钉失误情况。

1.3 统计分析

计量资料用 $\bar{x} \pm s$ 表示,所有数据输入 SPSS 14.0 软件进行统计学分析,计数资料采用 χ^2 检验,计量资料采用 t 检验。设定 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

50 例患者 100 个枢椎椎弓根的椎动脉孔解剖分型及 100 枚枢椎椎弓根螺钉置钉失误情况见表 1。枢椎椎动脉孔解剖分型中,Ⅰ型比例最高,占 76%;Ⅲ、Ⅳ型比例较小(10%,14%);Ⅱ型作为禁忌证未被纳入手术,故本组数据为 0。发生两类螺钉置钉失误的总失误率为 10%,其中 A 类失误率 8%,B 类失误率 2%,两者比较有显著性差异($P < 0.05$)。Ⅲ、Ⅳ两型的失误率分别为 20%和 21.4%,两者比较无显著性差异($P > 0.05$);Ⅰ型的失误率为 6.6%,小于Ⅲ、Ⅳ型($P < 0.05$)。3 例 A 类失误患者术后出现头晕,给予颈围制动,休息 1 周后,症状自行消失;其余均未发生严重临床后果。

100 枚螺钉的钉道上倾角、内倾角测量结果见表 2。A 类置钉失误组(图 3)的钉道上倾角、内倾角与正确钉道组比较差异均有统计学意义($P < 0.05$);B 类置钉失误组的钉道上倾角与正确钉道组比较差异无统计学意义($P > 0.05$),钉道内倾角大于正确钉道组,差异有统计学意义($P < 0.05$)。

3 讨论

3.1 枢椎椎动脉孔解剖类型与枢椎椎弓根置钉

在所有脊椎节段中,枢椎被认为是较难实施椎弓根螺钉置入的节段之一^[2-4]。究其原因,主要与下列因素有关系:①枢椎椎弓根的宽度和高度均较小,置钉难度大;②枢椎椎弓根周围重要结构多,一旦损伤,后果严重;③由于椎动脉孔解剖变异的存在,枢椎椎弓根的解剖结构不同于普通颈椎,存在一定的特殊性。我们认为,以上三种原因中,尤其是最后一种,可能是导致枢椎椎弓根置钉较难掌握的重要原因。

本组结果显示,100 枚枢椎椎弓根螺钉中,共有 8 枚发生 A 类置钉失误,2 枚发生 B 类置钉失误。说明枢椎椎弓根置钉最易发生的并发症就是

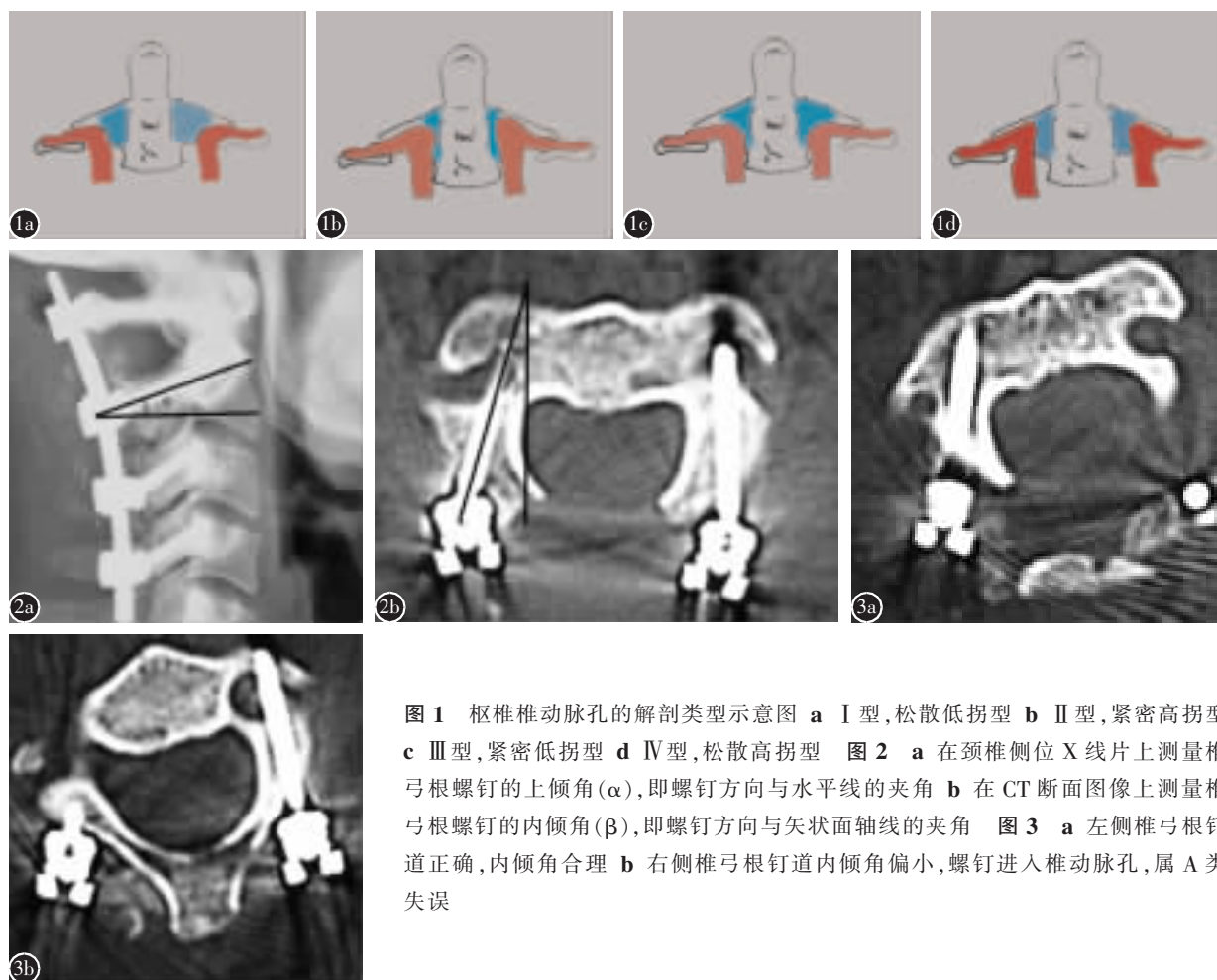


图 1 枢椎椎动脉孔的解剖类型示意图 a I 型,松散低拐型 b II 型,紧密高拐型 c III 型,紧密低拐型 d IV 型,松散高拐型 图 2 a 在颈椎侧位 X 线片上测量椎弓根螺钉的上倾角(α),即螺钉方向与水平线的夹角 b 在 CT 断面图像上测量椎弓根螺钉的内倾角(β),即螺钉方向与矢状面轴线的夹角 图 3 a 左侧椎弓根钉道正确,内倾角合理 b 右侧椎弓根钉道内倾角偏小,螺钉进入椎动脉孔,属 A 类失误

表 1 50 例患者 100 个枢椎椎动脉孔的解剖分型及枢椎椎弓根螺钉置钉失误情况

枢椎椎动脉孔的解剖类型	n	A 类置钉失误 (枚)	B 类置钉失误 (枚)
I 型	76	5	0
II 型	0	0	0
III 型	10	1	1
IV 型	14	2	1

注: A 类置钉失误,螺钉偏外指向椎动脉孔; B 类置钉失误,螺钉偏内指向椎管

表 2 100 枚枢椎椎弓根螺钉钉道角度测量结果

	n	钉道上倾角($^{\circ}$)	钉道内倾角($^{\circ}$)
A 类失误组	8	14.8 $\pm$ 8.5 ^①	21.4 $\pm$ 7.1 ^①
B 类失误组	2	17.5 $\pm$ 6.8	44.9 $\pm$ 8.8 ^①
正确钉道组	90	18.3 $\pm$ 9.7	33.7 $\pm$ 7.3

注: ①与正确钉道组比较 $P < 0.05$

椎弓根螺钉进入椎动脉孔损伤椎动脉, 枢椎椎动脉孔的变异是导致枢椎椎弓根置钉困难的主要因素。Abumi 等^[3]研究发现, 大部分枢椎的椎动脉袢

顶部主要位于椎弓根的外下方, 通过枢椎椎弓根置钉是安全的; 但椎动脉存在变异时, 椎动脉袢顶部与椎弓根的关系可能变为内外关系, 椎动脉可能严重挤压椎弓根, 使得置钉困难。Naderi 等^[4]研究发现椎动脉的扭曲、挤压等可能对枢椎椎弓根的发育造成影响, 使椎弓根变窄而不适合置钉。Mandel 等^[5]也认识到椎动脉的解剖变异会对枢椎椎弓根的形态产生影响, 对枢椎椎弓根施术时应该选择合理的钉道方向, 避免对椎动脉造成损伤。

笔者的前期研究^[1]发现, 枢椎椎动脉孔按照椎动脉走行特点可以分为 4 种类型, 即 I 型, 松散低拐型; II 型, 紧密高拐型; III 型, 紧密低拐型; IV 型, 松散高拐型。其中 I、IV 型枢椎椎动脉袢顶部远离椎弓根, 较适合置钉; III 型枢椎椎动脉入口比较贴近椎弓根, 其椎弓根的下宽虽然很窄, 但椎动脉袢顶部水平低, 位于椎动脉内上方的椎弓根的上部和中部, 仍有足够宽度满足置钉的需要, 这一类型的枢椎是置钉的相对适应证; II 型枢椎的椎动脉全程挤压椎弓根, 椎弓根的上、中、下区域均

缺乏足够的空间容纳螺钉,被认为是置钉的绝对禁忌证。本组 100 个枢椎椎动脉孔中,Ⅰ型 76 个、Ⅲ型 10 个、Ⅳ型 14 个,其 A 类置钉失误率分别为 6.6%、20%、21.4%,说明Ⅰ型椎动脉孔的置钉风险远低于其他两种类型,最适合置钉。

3.2 枢椎椎弓根螺钉置钉失误的原因分析及对策

本组 100 个枢椎椎弓根(Ⅰ型 76 个,Ⅲ型 10 个,Ⅳ型 14 个)置钉,其中 8 枚螺钉发生 A 类失误,分别为Ⅰ型 5 枚、Ⅲ型 1 枚、Ⅳ型 2 枚。由于样本中Ⅰ型椎动脉孔的椎弓根例数最多,出现失误的例数也相对较多,但失误率仅 6.6%,Ⅰ型的置钉失误率最低,与Ⅰ型枢椎椎动脉孔远离椎弓根的解剖特点有关,所以Ⅰ型枢椎置钉成功率最高。发生 A 类置钉失误的 8 个钉道的内倾角为 $21.4^{\circ} \pm 7.1^{\circ}$,明显小于钉道正确组的 $33.7^{\circ} \pm 7.3^{\circ}$;其钉道上倾角为 $14.8^{\circ} \pm 8.5^{\circ}$,也小于钉道正确组的 $18.3^{\circ} \pm 9.7^{\circ}$ 。所以,导致置钉 A 类失误的另外一个重要原因就是与术者对进钉方向的把握有关。排除个体差异,Xu 等^[6]在一项解剖学研究中通过人干骨标本测量后认为,枢椎椎弓根置钉的平均内倾角为 33° 、上倾角为 20° 比较合适。而实际操作时,由于大的内倾角需要尽可能将进钉点向外移,这需要增加软组织的剥离,增加软组织出血量。所以临床上比较容易出现的情况是入钉点偏内同时钉道的内倾角偏小。这也是枢椎椎弓根置钉出现 B 类失误率较低而 A 类失误率较高的原因之一。本组病例中,仅 2 枚椎弓根螺钉出现 B 类失误,占 2%,远小于 A 类失误的几率。另外,保证适当的钉道上倾角也非常重要,尤其对于Ⅲ型枢椎椎动脉孔

患者,其椎动脉入口距离椎弓根较近,椎弓根的下区窄小,上区较宽大。置钉时,应将钉道尽量指向内上方,这样才能最大限度地避开椎动脉孔,提高置钉成功率。

总之,术前对施术的枢椎进行精确 CT 薄层扫描,通过观察和测量,分析枢椎椎动脉孔的类型,并获取相关的钉道参数,做到手术时心中有数;施术时尽量显露枢椎椎弓根的内上缘作为参考点,置钉方向掌握好“宁上勿下,宁内勿外”的原则,以获得比较理想的内倾斜角和上倾角,让钉道尽可能进入椎弓根内上方的“安全三角区”内,从而最大限度地降低置钉失误的发生率。

4 参考文献

1. 王建华,尹庆水,夏虹,等.枢椎椎动脉孔解剖分型与椎弓根置钉关系的研究[J].中国脊柱脊髓杂志,2006,16(9):677-680.
2. Ebraheim N, Rollins JR, Xu R, et al. An anatomic consideration of C2 pedicle screw placement[J]. Spine, 1996, 21(6):691-695.
3. Abumi K, Shono Y, Ito M, et al. Complications of pedicle screw fixation in reconstructive surgery of the cervical spine[J]. Spine, 2000, 25(5):962-969.
4. Naderi S, Armen C, Guvencer M, et al. An anatomical study of the C2 pedicle[J]. J Neurosurg (Spine 1), 2004, 3(3):306-310.
5. Mandel IM, Kambach BJ, Petersilge CA, et al. Morphologic consideration of C2 isthmus dimensions for the placement of transarticular screws[J]. Spine, 2000, 25(12):1542-1547.
6. Xu R, Nadaud MC, Ebraheim NA, et al. Morphology of the second cervical vertebra and the posterior projection of the C2 pedicle axis[J]. Spine, 1995, 20(1):259-263.

(收稿日期:2011-04-08 修回日期:2011-05-26)

(英文编审 蒋欣/贾丹彤)

(本文编辑 李伟霞)