

“in-out-in”多皮质枢椎椎弓根螺钉在寰枢椎脱位或不稳后路手术中的应用

高延征, 高 坤, 余正红, 陈书连, 王红强, 张广泉, 张敬乙, 施新革

(河南省人民医院脊柱外科 450000 郑州市)

【摘要】目的:探讨应用“in-out-in”多皮质枢椎椎弓根螺钉后路融合内固定治疗寰枢椎脱位或不稳的临床疗效。**方法:**回顾性分析 2014 年 1 月~2016 年 1 月,采用“in-out-in”多皮质枢椎椎弓根螺钉后路融合内固定治疗的 26 例寰枢椎脱位或不稳患者资料,男 17 例,女 9 例,年龄 25~63 岁,平均 43±9 岁;单侧椎动脉高跨 10 例,双侧高跨 2 例,C2/3 融合致单侧枢椎椎弓根发育不良 12 例,双侧发育不良 2 例。患者均表现为颈部疼痛,VAS 评分 1~6 分,平均 3.12±2.13 分;23 例伴肌力下降及感觉异常,日本矫形外科协会(JOA)评分为 5~11 分,平均 7.9±2.1 分。术前行 X 线、CT 和 MRI 检查,术后 7d 及 3、6、12 个月行 X 线和 CT 检查,观察植骨融合情况;比较各时间点 VAS 及 JOA 评分。**结果:**手术顺利完成,手术时间 125~215min(153.7±27.9min);出血量 160~650ml(263.1±68.5ml),3 侧椎弓根钉应用“in-out-in”技术置钉过程中,出血多,改为椎板钉;无脊髓血管损伤及其他严重并发症发生。患者均获得 8~20 个月随访,平均 12±4 个月,术后 6 个月影像学检查见植骨均融合,无内固定松动,断裂发生。术后 7d、3 个月、6 个月及末次随访时 VAS 评分分别为 1.13±0.72、1.11±0.93、1.09±0.98 及 1.07±0.81 分,较术前明显减轻($P<0.05$);术后 7d、3 个月、6 个月及末次随访时 JOA 评分分别为 12.9±1.8、13.4±2.3、13.6±1.9 及 13.8±2.1 分,与术前比较明显改善($P<0.05$)。**结论:**“in-out-in”多皮质枢椎椎弓根螺钉后路融合内固定治疗寰枢椎脱位或不稳,临床疗效肯定。

【关键词】枢椎;椎弓根螺钉;寰枢椎脱位;寰枢椎不稳

doi:10.3969/j.issn.1004-406X.2017.01.10

中图分类号:R683.2,R687 文献标识码:A 文章编号:1004-406X(2017)-01-0055-06

Application of "in-out-in" multi-cortical C2 pedicle screw in posterior approach for atlantoaxial dislocation or instability/GAO Yanzheng, GAO Kun, YU Zhenghong, et al//Chinese Journal of Spine and Spinal Cord, 2017, 27(1): 55-60

【Abstract】 Objectives: To investigate the clinical effect of "in-out-in" multi-cortical C2 pedicle screw placement for the treatment of atlantoaxial dislocation or instability. **Methods:** Twenty-six patients with atlantoaxial dislocation or instability were treated by posterior fusion and fixation with "in-out-in" multi-cortical C2 pedicle screw fixation from January 2014 to January 2016. There were 17 males, 9 females, aged 25-63 years(mean 43±9 years); unilateral high-riding vertebral artery was found in 10 cases, bilateral high-riding in 2 cases, unilateral axial pedicle dysplasia due to C2-3 congenital fusion was found in 12 cases, bilateral dysplasia in 2 cases. Patients presented with neck pain, VAS score of 1-6 points(average, 3.12±2.13) was noted; 23 cases presented with decreased neurofunction, the Japanese Orthopedic Association(JOA) score was 5-11 points(average of 7.9±2.1 points). X-ray, CT and MRI were performed before operation and 7 days, 3, 6, 12 months after operation. X-ray and CT examination were used to observe the fusion of bone grafts. VAS score and JOA score were compared at each time point. **Results:** The operation time was 125-215min (153.7±27.9min). The bleeding volume was 160-650ml(263.1±68.5ml). The "in-out-in" technology screw process suspended due to high bleeding and was changed to translaminar screws; no spinal cord or vascular injury and other serious complications was noted. All patients were followed up for 8-20 months(mean, 12±4 months). At 6 months postoperatively, bone graft fusion was obtained and there was no instrument failure. The VAS score was 1.13±0.72, 1.11±0.93, 1.09±0.78 and 1.07±0.81 points at 7 days, 3 months, 6 months and the final

第一作者简介:男(1963-),医学硕士,主任医师,研究方向:脊柱外科

电话:(0371)65580836 E-mail:doctorgao63@163.com

follow-up respectively, compared with preoperative ones, there existed significant differences ($P < 0.05$). The JOA score was 12.9 ± 1.8 , 13.4 ± 2.3 , 13.6 ± 1.9 and 13.8 ± 2.1 points at 7 days, 3 months, 6 months and the final follow-up respectively, compared with preoperative ones, there existed significant differences ($P < 0.05$).

Conclusions: The "in-out-in" multi-cortical C2 pedicle screw is reliable for treatment of atlantoaxial dislocation or instability.

【Key words】 Axis; Pedicle screw; Atlantoaxial dislocation; Atlantoaxial instability

【Author's address】 Department of Orthopedics, He'nan Province People's Hospital, Zhengzhou, 450000, China

寰枢椎脱位或不稳存在力学上的不稳定,可引起神经症状和颈部不适疼痛,存在手术适应证;后路寰枢椎或枕颈融合内固定术是主要的手术方法,虽然有多种内固定方式,包括 Gallie 和 Brooks 钛缆、Apofix 椎板夹、Magerl 螺钉、Harms-Goel 技术即寰枢椎椎弓根螺钉、枢椎椎板螺钉技术,但寰枢椎椎弓根螺钉技术以其良好的力学性能成为目前主流的固定方案^[1-4]。枢椎椎弓根因椎动脉高跨或 C2/3 融合存在发育不良的情况^[5-6],以至于不能容纳椎弓根螺钉,这种情况下如何固定是目前手术的难点。“in-out-in”技术最早应用于胸椎椎弓根螺钉固定^[7],当胸椎椎弓根发育过细时,螺钉先穿入椎板,在狭小的椎弓根旁穿出,再次穿入椎体,形成三皮质或四皮质的坚强固定。2014 年 1 月~2016 年 1 月,我科采用“in-out-in”多皮质枢椎椎弓根螺钉技术对 26 例枕颈部畸形患者行后路融合内固定,临床效果满意,现报道如下。

1 资料与方法

1.1 一般资料

纳入标准:(1)影像学存在寰枢椎脱位或不稳;(2)存在颈部疼痛或脊髓压迫症状;(3)单侧或双侧存在枢椎椎弓根直径小于 4mm,难以置入直径 3.5mm 椎弓根螺钉^[8]。排除标准:(1)寰枢关节稳定的枕颈部畸形;(2)双侧枢椎椎弓根发育良好;(3)单侧椎动脉血供。

本组共纳入 26 例,男 17 例,女 9 例,年龄 25~63 岁,平均 43 ± 9 岁;齿状突不连致寰枢椎不稳 4 例,脱位 1 例,齿状突陈旧性骨折不愈合致寰枢椎不稳 3 例,类风湿性关节炎致寰枢椎不稳 3 例,脱位 1 例,寰枕融合、C2/3 融合致寰枢椎不稳 10 例,脱位 3 例,齿状突不连、C2/3 融合致寰枢椎不稳 1 例;单侧椎动脉高跨 10 例,双侧高跨 2 例,C2/3 融合致单侧枢椎椎弓根发育不良 12 例,双侧发育不良 2 例。患者均表现为颈部活动疼痛,VAS 评分 1~6 分,平均 3.12 ± 2.13 分;23 例有感觉

减退、肌力下降、肌张力增高、腱反射亢进或病理反射阳性等高位脊髓压迫症状,日本矫形外科协会(Japanese orthopaedic association,JOA)评分为 5~11 分,平均 7.9 ± 2.1 分。

1.2 治疗方法

1.2.1 术前准备 入院后行颈椎正侧位、动力位 X 线、颈部 CT 血管造影(CT angiography,CTA)及颈椎 MRI 检查,显示有寰枢椎脱位或不稳合并寰枕融合、C2/3 融合、游离齿状突等枕颈部畸形。CTA 观察椎动脉双侧发育情况,枢椎椎弓根发育情况。根据纳入标准,在 CTA 连续矢状位上测量枢椎椎弓根的直径,本组病例单侧或双侧存在枢椎椎弓根直径小于 4mm。根据排除标准,本组病例排除单侧椎动脉血供者。

1.2.2 手术方法 寰枢椎不稳患者全麻后取俯卧位,额部置于头架上,颅骨牵引弓术中维持牵引。枕颈部后正中切口,枕颈融合者显露枕外隆突、两侧的枕鳞,寰椎及 C2 的椎板及小关节突,在枕骨粗隆下方正中线上安放枕骨板,如果一侧枢椎椎弓根发育良好,置入椎弓根螺钉。寰枢椎融合者显露寰椎后弓,枢椎椎板、关节突,寰椎置入椎弓根螺钉或侧块螺钉,如果一侧枢椎椎弓根发育良好,置入椎弓根螺钉。对于一侧或双侧枢椎椎弓根发育不良采用“in-out-in”多皮质椎弓根螺钉:向上挑起 C2 神经根与静脉丛,显露椎弓根内上壁,在内上壁的椎板投射点磨钻开口,手钻或开路锥钻入,方向紧贴椎弓根内上壁。在有落空感后,拔出手钻,观察出血情况,如果出血不多,从入钉点向钉道填入骨蜡,手钻再向前进 2~3mm,拔出观察出血,再填骨蜡,反复 2~3 次,可再次钻入骨质。球头探针探查钉道,如果近远端均四壁为骨质,可拧入合适长度的直径 3.5mm 螺钉。下压枢椎棘突复位寰枢关节,安装合适长度及弧度的连接棒。C 型臂 X 线机透视颈椎侧位,如果复位不理想,可重新塑形连接棒,进一步复位。制备植骨床,取左侧髂后上棘颗粒状松质骨,修剪后植骨。放置引流

管,逐层关闭切口。

寰枢椎脱位患者全麻后仰卧位安装牵引弓, 1/6 体重牵引。如果接近完全复位(本组 18 例), 按照前述方法俯卧位行后路固定融合手术; 如果复位大于 50%(本组 5 例), 行颈前路寰枢椎松解术后做后路固定融合^[9]; 如果复位小于 50%(本组 3 例), 行经口前路寰枢椎松解术后做后路固定融合。

1.3 术后处理及随访

术后予以预防感染、脱水、激素等药物治疗。术后 2~3d, 引流量小于 50ml/24h 时拔出引流管, 颈托保护下床锻炼。术后 7d、3、6、12 个月复查 X 线正侧位片、CT, 观察内固定位置及植骨融合情况, 以 CT 矢状位观察到连贯骨痂通过植骨床为融合标准; 随访时间点采用 VAS 评分评估颈部疼痛情况, JOA 评分观察脊髓神经功能恢复情况。

1.4 统计学方法

采用 SPSS 17.0 统计软件进行统计分析, 数据均以 $\bar{x} \pm s$ 表示, VAS 评分、JOA 评分比较采用配对 t 检验。检验水准 α 值取双侧 0.05。

2 结果

手术顺利完成, 手术时间 125~215min, 平均 153.7 $\pm$ 27.9min; 出血量 160~650ml, 平均 263.1 $\pm$ 68.5ml, 3 侧椎弓根螺钉 (2 侧为椎动脉高跨导致的 C2 椎弓根发育不良, 1 侧为 C2/3 融合导致的 C2 椎弓根发育不良) 应用“in-out-in”技术置钉过程中, 在有落空感后拔出手钻, 见钉道出血汹涌, 骨蜡填塞钉道后出血即可控制, 改置入椎板钉; 术中、术后无脊髓血管损伤及其他严重并发症。患者均获得 8~20 个月随访, 平均 12 $\pm$ 4 个月, 术后不同时间点 VAS 及 JOA 评分与术前比较明显改善 ($P<0.05$, 表 1)。术后 6 个月影像学检查见植骨融合, 无内固定松动、断裂发生(图 1、2)。

3 讨论

3.1 寰枢椎脱位或不稳的手术治疗

寰枢椎脱位或不稳由于存在力学的不稳定和脊髓神经刺激, 是手术治疗的指征, 手术方式多样, 包括: 后路减压枕颈融合术、前路齿状突切除术、前后路减压后路枕颈融合术等, 但目前的治疗理念是以寰枢椎复位来实现减压, 以坚强内固定维持复位至植骨融合, 因此后路寰枢椎复位植骨

融合内固定是主要的手术方式。

枢椎的椎弓根螺钉是手术实现复位、固定的重要方式, 但由于椎动脉在枢椎内走行异常或 C2/3 融合, 枢椎椎弓根发育不良, 骨质结构无法容纳椎弓根螺钉。目前的常见解决方法是枢椎椎板螺钉。枢椎椎板螺钉技术由 Wright 等^[10]提出, 虽然生物力学结果显示其稳定性与 C1 侧块螺钉+C2 椎弓根螺钉技术相比无显著性差异^[11], 但椎板螺钉存在以下缺陷: (1) 进钉点位于棘突椎板交界处, 钉尾切迹高, 妨碍肌肉收缩, 关闭切口易遗留死腔; (2) 进钉角度偏向椎管, 有损伤脊髓的风险, 且不易通过术中 X 线透视监测; (3) 螺钉走形在椎板松质骨内, 没有椎弓根样的皮质骨包绕, 固定强度较差, 如果突破对侧关节突关节皮质, 则易影响对侧椎弓根钉置入; (4) 钉尾靠近中线, 延长固定节段时安放连接棒不易; (5) 钉尾占据植骨空间, 钉道在对侧椎板皮质骨下, 妨碍植骨床的制备。代替枢椎椎弓根螺钉的技术还有峡部螺钉^[12], 但其固定钉道短, 固定强度稍差。

3.2 “in-out-in”多皮质枢椎椎弓根螺钉的优缺点

“in-out-in”技术最早应用于胸椎椎弓根螺钉固定, 当胸椎椎弓根发育过细时, 螺钉先穿入椎板, 在狭小的椎弓根旁穿出, 再次穿入椎体, 形成三皮质或四皮质的坚强固定。“in-out-in”技术应用于枢椎椎弓根钉, 克服了椎板钉的缺点, 其优势有: 钉尾切迹低, 不妨碍肌肉收缩; 有利于棘突、椎板植骨床的制备; 易于连接棒的安放、延长以及复位操作; 固定强度较高。本研究术后 6 个月影像学

表 1 术前和术后不同时间点的 VAS 评分、JOA 评分

Table 1 The VAS and JOA scores of patients at preoperation, 7 days after operation and final follow-up

	VAS评分 VAS scores	JOA评分 JOA scores
术前 Preoperation	3.12 $\pm$ 2.13	7.9 $\pm$ 2.1
术后 7d 7d after operation	1.13 $\pm$ 0.72 ^①	12.9 $\pm$ 1.8 ^①
术后 3 个月 3 months after operation	1.11 $\pm$ 0.93 ^{①②}	13.4 $\pm$ 2.3 ^{①②}
术后 6 个月 6 months after operation	1.09 $\pm$ 0.78 ^{①②}	13.6 $\pm$ 1.9 ^{①②}
末次随访 Final follow-up	1.07 $\pm$ 0.81 ^{①②}	13.8 $\pm$ 2.1 ^{①②}

注: ①与术前比较 $P<0.05$; ②与术后 7d 比较 $P>0.05$

Note: ①Compared with preoperation, $P<0.05$; ②Compared with 7d after operation, $P>0.05$

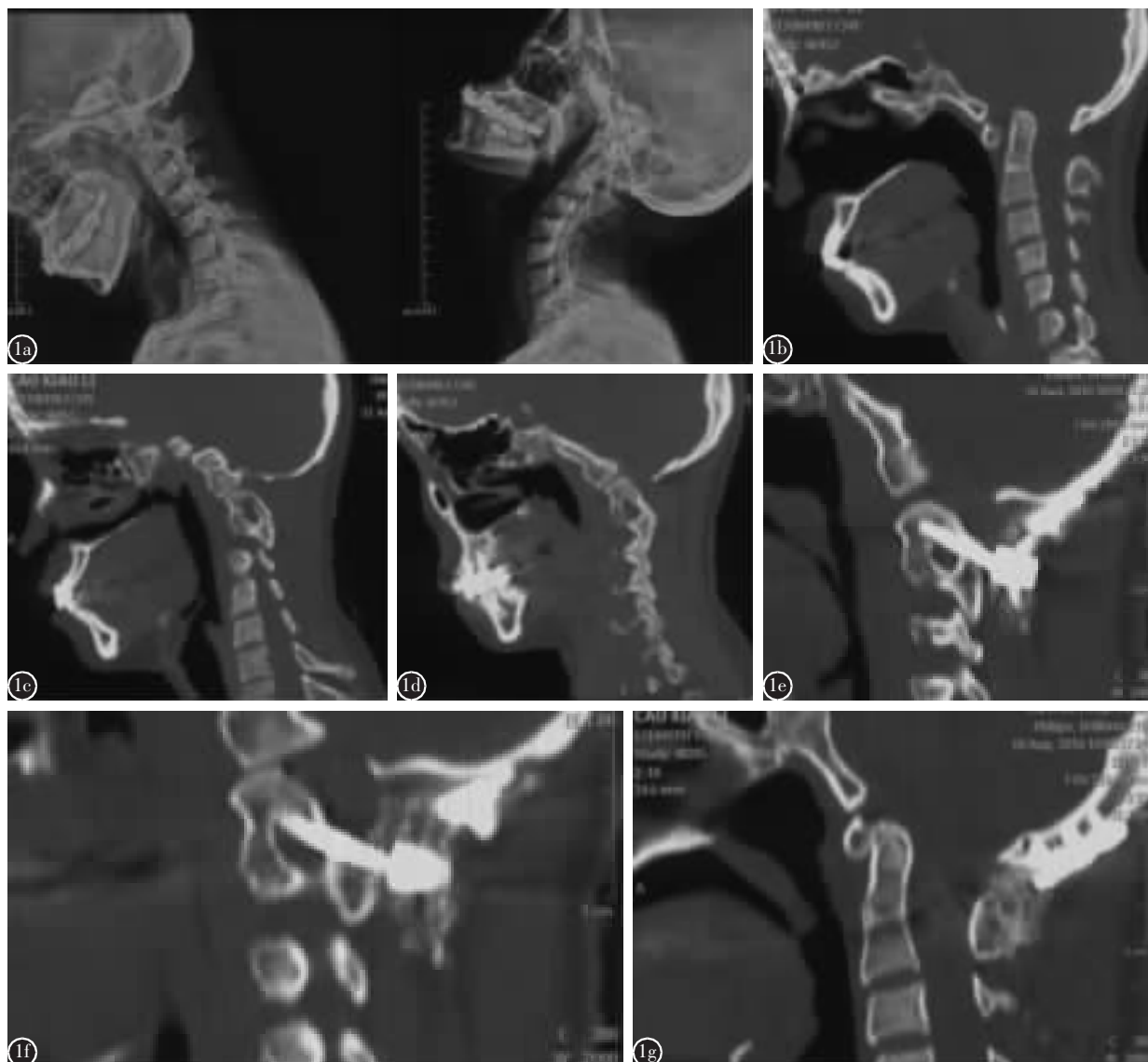


图 1 患者女性,33 岁,寰枕融合,C2/3 融合,寰枢椎不稳 **a** 术前 X 线片示寰枢椎过伸位复位,过屈位脱位 **b** 术前矢状位 CT 示 ADI 增大 **c** 术前矢状位 CT 示枢椎右侧椎弓根发育不良 **d** 术前矢状位 CT 示枢椎左侧椎弓根发育不良 **e** 术后矢状位 CT 示枢椎右侧椎弓根螺钉为“in-out-in”三皮质螺钉 **f** 术后矢状位 CT 示枢椎左侧椎弓根螺钉为“in-out-in”三皮质螺钉 **g** 术后 6 个月 CT 示骨性融合,复位无丢失

Figure 1 A female patient, 33 years old, atlanto-occipital fusion, cervical 2,3 fusion, atlantoaxial instability **a** Preoperative X-ray showed atlantoaxial reduction at over-extension and dislocation at flexion **b** Preoperative sagittal CT showed increased ADI **c** Preoperative sagittal CT showed the right side of axial pedicle dysplasia **d** Preoperative sagittal CT showed the left side of axial pedicle dysplasia **e** Postoperative sagittal CT showed the right pedicle screw as "in-out-in" three-cortical screw **f** Postoperative sagittal CT showed the left pedicle screw as "in-out-in" three-cortical screw **g** 6 months after operation, sagittal CT showed bony fusion and reduction without loss

检查见植骨融合,说明该技术固定坚强,适用于枕颈畸形的后路复位内固定手术。术后 7d 及末次随访 VAS 评分、JOA 评分与术前比较明显改善,具有统计学意义,显示出良好的近期临床疗效。

“in-out-in”技术最大的风险在于椎动脉损

伤,因此在术前评估椎动脉血供情况极为重要。本研究病例术前均行颈部血管 CTA 检查,对于单侧椎动脉血供的情况予以排除。Mohtakhar 等^[13]对 106 例患者进行 C2 水平椎动脉的 CTA 分析,发现椎动脉距骨组织的平均距离大于 1.18mm,但变

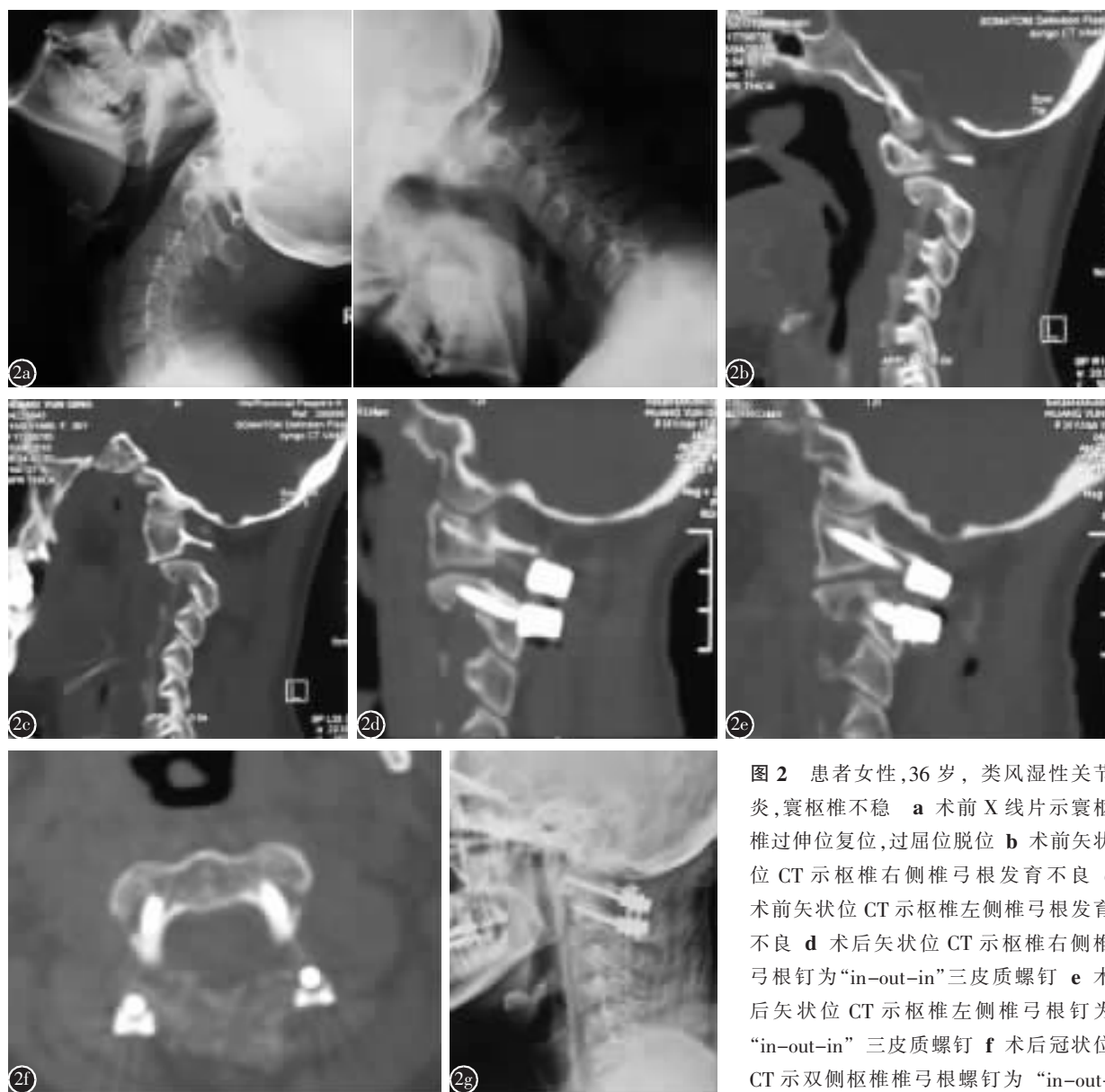


图2 患者女性,36岁,类风湿性关节炎,寰枢椎不稳 a 术前X线片示寰枢椎过伸位复位,过屈位脱位 b 术前矢状位CT示枢椎右侧椎弓根发育不良 c 术前矢状位CT示枢椎左侧椎弓根发育不良 d 术后矢状位CT示枢椎右侧椎弓根钉为“in-out-in”三皮质螺钉 e 术后矢状位CT示枢椎左侧椎弓根钉为“in-out-in”三皮质螺钉 f 术后冠状位CT示双侧枢椎椎弓根螺钉为“in-out-in”三皮质螺钉 g 术后6个月X线示内

固定位置良好,复位无丢失

Figure 2 A female patient, 36 years old, rheumatoid arthritis, atlantoaxial instability **a** Preoperative X-ray showed atlantoaxial reduction at over-extension and dislocation at flexion **b** Preoperative sagittal CT showed the right side of axial pedicle dysplasia **c** Preoperative sagittal CT showed the left side of axial pedicle dysplasia **d** Postoperative sagittal CT showed the right pedicle screw as "in-out-in" three-cortical screw **e** Postoperative sagittal CT showed the left pedicle screw as "in-out-in" three-cortical screw **f** Postoperative axial CT showed bilateral pedicle screws were "in-out-in" three-cortical screws **g** 6 months after operation, X-ray showed good position and no loss of reduction

异度较大,在0~4.94mm之间,值得注意的是,该测量结果是动脉内造影剂与骨质之间的距离,不包含动脉壁厚度。因此“in-out-in”技术存在避开血管的解剖基础,术前要详细分析CTA结果,个性化设计手术方案。

3.3 手术注意事项

“in-out-in”技术入钉点与钉道角度和枢椎椎弓根螺钉一样,技术难度不大。但如果在有落空感拔出手钻后,出血汹涌,则有椎动脉损伤可能,应及时改用其他固定方式。本研究中有3侧此种情况,改用椎板钉后未出现严重血管神经并发症,推测出血为动脉壁较小的损伤,止血后血管自行修

复。对于双侧椎弓根均有椎动脉高跨或者发育不良,需双侧使用“in-out-in”技术的情况,一定要慎重,穿刺时使手钻紧贴椎弓根内上壁走行,才有可能使骨蜡和螺钉推挤开椎动脉,可行术中 CT 确保螺钉位置正确。而对于单侧椎动脉血供,椎动脉侧如果存在椎动脉高跨或者发育不良,则是“in-out-in”技术的禁忌证,所以本组病例将此种情况列为排除标准之一。

应用“in-out-in”多皮质椎椎弓根螺钉后路融合内固定治疗枕颈部畸形可取得较好的临床疗效,“in-out-in”多皮质螺钉技术是椎椎弓根发育不良时的可供选择的简单有效的治疗方式,但需注意术前仔细分析椎动脉 CTA 结果,术中根据具体情况灵活调整手术方案。由于本研究组病例数不多,随访时间较短,其应用价值有待于通过更多病例实践和探索,进一步规范其适应证、操作规范,同时对于其固定强度与椎板钉、椎弓根钉的比较需生物力学研究予以证实。

4 参考文献

1. Du JY, Aichmair A, Kueper J, et al. Biomechanical analysis of screw constructs for atlantoaxial fixation in cadavers: a systematic review and meta-analysis[J]. J Neurosurg Spine, 2015, 22(2): 151-161.
2. Elliott RE, Tanweer O, Boah A, et al. Outcome comparison of atlantoaxial fusion with transarticular screws and screw-rod constructs: meta-analysis and review of literature [J]. J Spinal Disord Tech, 2014, 27(1): 11-28.
3. 谭明生, 李显, 董亮, 等. 对我国近 20 年来寰枢椎脱位外科治疗文献的统计分析[J]. 中国脊柱脊髓杂志, 2013, 23(5): 399-404.
4. Huang DG, Hao DJ, He BR, et al. Posterior atlantoaxial fixation: a review of all techniques[J]. Spine J, 2015, 15(10): 2271-2281.
5. Lee SH, Park DH, Kim SD, et al. Analysis of 3-dimensional-course of the intra-axial vertebral artery for C2 pedicle screw trajectory: a computed tomographic study[J]. Spine (Phila Pa 1976), 2014, 39(17): E1010-E1014.
6. Xiu P, Wang Q, Wang G, et al. Morphological and clinical feasibility of C3 pedicle screw instrumentation in patients with congenital C2-3 fusion[J]. Eur Spine J, 2014, 23(8): 1730-1736.
7. Dvorak M, MacDonald S, Gurr KR, et al. An anatomic, radiographic, and biomechanical assessment of extrapedicular screw fixation in the thoracic[J]. Spine, 1993, 18(16): 1689-1694.
8. Ould-Slimane M, Le Pape S, Leroux J, et al. CT analysis of C2 pedicles morphology and considerations of useful parameters for screwing[J]. Surg Radiol Anat, 2014, 36(6): 537-542.
9. 马泓, 王冰, 吕国华. 内镜辅助经颈前路松解后路内固定治疗难复性寰枢关节脱位远期疗效分析 [J]. 中国骨与关节杂志, 2016, 5(5): 344-348.
10. Wright NM. Posterior C2 fixation using bilateral crossing C2 laminarscrews: case series and technical note [J]. J Spine Disord Tech, 2004, 17(2): 158-162.
11. Lapsiwala SB, Anderson PA, Oza A, et al. Biomechanical comparison of four C1 to C2 rigid fixative techniques: anterior transarticular, posterior transarticular, C1 to C2 pedicle, and C1 to C2 intralaminar screws[J]. Neurosurgery, 2006, 58(3): 516-521.
12. Ringel F, Reinke A, Stuer C, et al. Posterior C1-2 fusion with C1 lateral mass and C2 isthmus screws: accuracy of screw position, alignment and patient outcome[J]. Acta Neurochir(Wien), 2012, 154(2): 305-312.
13. Moftakhar P, Gonzalez NR, Khoo LT, et al. Osseous and vascular anatomical variations within the C1-C2 complex: a radiographical study using computed tomography angiography [J]. Int J Med Robot, 2008, 4(2): 158-164.

(收稿日期:2016-11-11 修回日期:2017-01-09)

(英文编审 蒋欣/贾丹彤)

(本文编辑 彭向峰)