

## · 技术创新 ·

后路寰枢椎防旋转钉棒固定融合寰枢椎脱位<sup>△</sup>

邹小宝, 马向阳\*, 付索超, 杨浩志, 张双, 邓琛府, 陈钧麟, 马仁财, 陈泽星, 夏虹

(中国人民解放军南部战区总医院骨科脊柱病区, 广东广州 510010)

**摘要:** [目的] 介绍后路寰枢椎防旋转钉棒固定融合寰枢椎脱位的手术技术和初步临床效果。[方法] 2018年6月—2022年6月采用后路寰枢椎固定融合术治疗可复性寰枢椎脱位16例。全麻后行颈后正中切口, C<sub>1</sub>行椎弓根螺钉或部分经椎弓根螺钉固定, C<sub>2</sub>行椎弓根螺钉或椎板螺钉固定, 再直接置入预弯的防旋转连接棒, 形成寰枢椎防旋转钉棒系统内固定, 完成提拉复位, 最后自体髂骨植骨融合, 术后定时随访并评估寰枢椎复位、植骨融合以及神经功能情况。[结果] 16例患者均成功完成手术, 术中无神经、血管损伤等并发症。术后患者症状明显改善, 影像学提示寰枢椎复位满意, ADI由术前的(5.7±1.3) mm减小至术后1周的(1.7±0.7) mm, JOA评分由术前的(13.7±1.1)分提高至术后1周的(16.3±0.9)分, 术后随访3~24个月, 所有患者均获寰枢椎间骨性融合。[结论] 后路寰枢椎防旋转钉棒固定融合寰枢椎脱位初步临床疗效满意, 术中操作更加便利, 但仍需进一步与寰枢椎常规钉棒系统对比, 以验证其优势。

**关键词:** 寰枢椎脱位, 寰枢椎防旋转钉棒系统, 关节固定术, 脊柱融合术

**中图分类号:** R687 **文献标志码:** A **文章编号:** 1005-8478(2024)19-1803-04

**Posterior atlantoaxial anti-rotation screw rod fixation and fusion for atlantoaxial dislocation // ZOU Xiao-bao, MA Xiang-yang\*, FU Suo-chao, YANG Hao-zhi, ZHANG Shuang, DENG Chen-fu, CHEN Jun-lin, MA Ren-cai, CHEN Ze-xing, XIA Hong. Department of Spine Surgery, General Hospital, Southern Theater Command of PLA, Guangzhou 510010, China**

**Abstract:** [Objective] To introduce the surgical technique and preliminary clinical outcomes of posterior atlantoaxial anti-rotation screw rod fixation for atlantoaxial dislocation. [Methods] From June 2018 to June 2022, 16 patients underwent abovesaid surgical procedures for reversible atlantoaxial dislocation. As posterior midline incision was performed under general anesthesia, the pedicle screws or partial transpedicle screws were placed on the C<sub>1</sub>, while pedicle screws or laminar screws were placed on the C<sub>2</sub>. Subsequently, the pre-curved anti-rotation rods were installed to construct the atlanto-axial anti-rotation screw rod system for lifting, reducing and fixing C<sub>1</sub>~C<sub>2</sub>. Finally iliac autogenous bone graft was implanted for C<sub>1</sub>~C<sub>2</sub> fusion. After operation, the atlantoaxial reduction, fusion, and neurological function were evaluated in regular intervals. [Results] All the 16 patients had the operation completed successfully with no complications, such as nerve and vascular injury. The patients got symptoms improved significantly after surgery, with satisfactory atlantoaxial reduction on images. The ADI decreased from (5.7±1.3) mm before surgery to (1.7±0.7) mm one week after surgery, whereas the JOA score increased from (13.7±1.1) before surgery to (16.3±0.9) one week after surgery. At the latest follow-up lasted from 3 to 24 months, all patients achieved atlanto-axial bony fusion. [Conclusion] The posterior atlantoaxial instrumented fusion with this anti-rotation screw-rod system for atlantoaxial dislocation does achieve satisfactory short-term clinical consequence with an advantage of more convenient surgical operation. However, further comparison with the conventional atlantoaxial screw system is needed to verify its advantages.

**Key words:** atlantoaxial dislocation, atlantoaxial anti-rotation screw rod system, arthrodesis, spinal fusion

寰枢椎脱位可导致高位颈脊髓的压迫, 造成神经功能障碍, 常需要采取手术治疗, 目的是复位寰枢椎, 解除脊髓压迫及重建稳定性<sup>[1, 2]</sup>。目前, 后路寰枢椎钉-棒系统固定融合术是治疗寰枢椎脱位最常采用的手术方式<sup>[3, 4]</sup>。后路寰枢椎钉-棒系统是依靠提

拉作用来实现寰枢椎复位, 术中常通过加大连接棒的弯曲度以增加提拉复位的幅度来获得满意的复位, 而弯曲的连接棒置入螺钉凹槽内后旋紧螺母时极易发生旋转, 常需反复调整方向并借助辅助器械控制方向才能完成操作, 导致手术时间延长, 而多器械同时操作

DOI:10.20184/j.cnki.Issn1005-8478.100475

<sup>△</sup>基金项目: 国家自然科学基金面上项目(编号:82272582); 广州市科技计划项目(编号:201803010046)

作者简介: 邹小宝, 博士, 在站博士后, 医师, 研究方向: 脊柱外科, (电子信箱)276849935@qq.com

\* 通信作者: 马向阳, (电子信箱)mxy1001@126.com

可能误伤脊髓<sup>[5]</sup>。

为了克服后路寰枢椎常规钉棒系统的不足，马向阳等先后发明设计了两种防旋转连接棒（专利号：ZL201420868545.X；专利号：ZL201720735682.X）（图1a, 1b），与后路寰枢椎螺钉配合形成后路寰枢椎防旋转钉棒系统。杨敏等<sup>[6]</sup>已对后路寰枢椎防旋转钉棒系统的生物力学特性进行了研究，认为其生物力学稳定性与常规钉棒系统无差异。2018年6月—2022年6月，作者团队尝试采用后路寰枢椎防旋转钉棒系统固定融合术治疗可复性寰枢椎脱位16例患者，手术技术及临床疗效报道如下。

## 1 手术技术

### 1.1 术前准备

术前全面评估患者基本情况，以确定是否耐受手术。术前完善张口位颈椎X线片、CT及MRI检查，评估寰枢椎脱位、骨性结构及脊髓受压情况（图1c, 1d）。术前测量寰齿前间隙（atlantodental interval, ADI），采用日本骨科协会（Japanese Orthopaedic Association, JOA）评分评估患者神经功能。

### 1.2 麻醉与体位

气管内插管全麻，取俯卧位，颈椎适度前屈位，行颅骨牵引固定头部，牵引重量2~4 kg。

### 1.3 手术操作

取枕后隆突至C<sub>2</sub>棘突的颈后正中切口，长约6 cm。骨膜下剥离向两侧充分显露枕骨下部、C<sub>1</sub>后弓和C<sub>2</sub>侧块，保留颈半棘肌在C<sub>2</sub>棘突上的附丽。以枢椎侧块中线与距寰椎后弓相交处并距后弓上缘至少3 mm为寰椎椎弓根螺钉进钉点，方向为内斜5°、上斜5°<sup>[7]</sup>，准备寰椎双侧椎弓根钉道（如术前影像学检查显示或术中操作时置入椎弓根螺钉困难，可采用寰椎部分经椎弓根螺钉）后，置入螺钉，螺钉长22~26 cm。取枢椎侧块内上象限的中点为枢椎椎弓根螺钉进钉点，显露并探查枢椎椎弓根的内缘及上缘，直视下置入螺钉，方向为内斜20°~25°，上斜25°~30°<sup>[8]</sup>，准备枢椎双侧椎弓根螺钉钉道（如术前影像学检查提示枢椎椎动脉或枢椎椎弓根变异而无法置入椎弓根螺钉时，则采用枢椎椎板螺钉）后，置入螺钉，螺钉长22~28 cm。取合适长度防旋转连接棒，预弯后先将防旋转端置入枢椎螺钉钉槽，直接固定连接棒方向，无需辅助器械稳定连接棒方向，拧入并锁紧枢椎螺钉螺帽，然后再拧入寰椎螺钉螺帽并锁紧，完成提拉复位（图1e）。C形臂X线机透视确认螺钉

位置及复位情况满意。高速磨钻打磨寰椎后弓、枢椎椎板皮质骨准备植骨床，髂后上棘取髂骨松质骨颗粒植骨。放置负压引流后逐层严密缝合切口。

### 1.4 术后处理

观察患者症状改善情况，术后引流量<30 ml/24 h 拔除引流管，术后12~14 d 拆除缝线，硬性颈托固定3个月，术后1周，3、6和12个月行X线片和CT复查及评估患者神经功能。

## 2 临床资料

### 2.1 一般资料

2018年6月—2022年6月，筛选可复性寰枢椎脱位患者16例，男9例，女7例；年龄25~58岁，平均（42.1±10.3）岁。其中单纯寰枢椎脱位7例，合并先天性游离齿状突5例，合并齿状突骨折4例；所有患者均有上肢麻木或者乏力等神经症状。本研究经医院伦理委员会审批，所有患者均知情同意。

### 2.2 初步结果

16例患者均顺利完成手术，手术时间平均（136.6±18.1）min，术中出血量平均（88.1±27.9）ml。寰椎置入椎弓根螺钉22枚、部分经椎弓根螺钉10枚；枢椎置入椎弓根螺钉20枚，椎板螺钉12枚。

所有患者术后临床症状均获明显改善，术后1周X线片及CT复查提示螺钉位置良好，寰枢椎复位满意（图1f~1h）。ADI由术前（5.7±1.3）mm减小至（1.7±0.7）mm，JOA评分由术前（13.7±1.1）分提高至（16.3±0.9）分，术后随访3~24个月，所有患者均获寰枢椎间骨性融合，平均时间为（7.5±3.5）个月，随访期间未出现螺钉松动及复发脱位等并发症。

## 3 讨论

寰枢椎脱位的分型方法较多，以尹庆水等<sup>[9]</sup>的临床分型作为常用，分为可复性脱位、难复性脱位及不可复性脱位，此分型指导了临床手术的策略。对于可复性寰枢椎脱位，常采用后路寰枢椎复位固定融合术治疗；对于难复性寰枢椎脱位，则常采用经口前路松解联合后路寰枢椎复位固定融合术或经口前路松解联合前路复位固定融合术治疗<sup>[10, 11]</sup>；对于不可复性寰枢椎脱位，若为点状融合型，可行融合点松解后再行前路或后路寰枢椎复位固定融合术治疗，若为广泛融合型，则直接行骨性压迫结构切除术治疗，如经口齿状突切除术<sup>[12]</sup>。

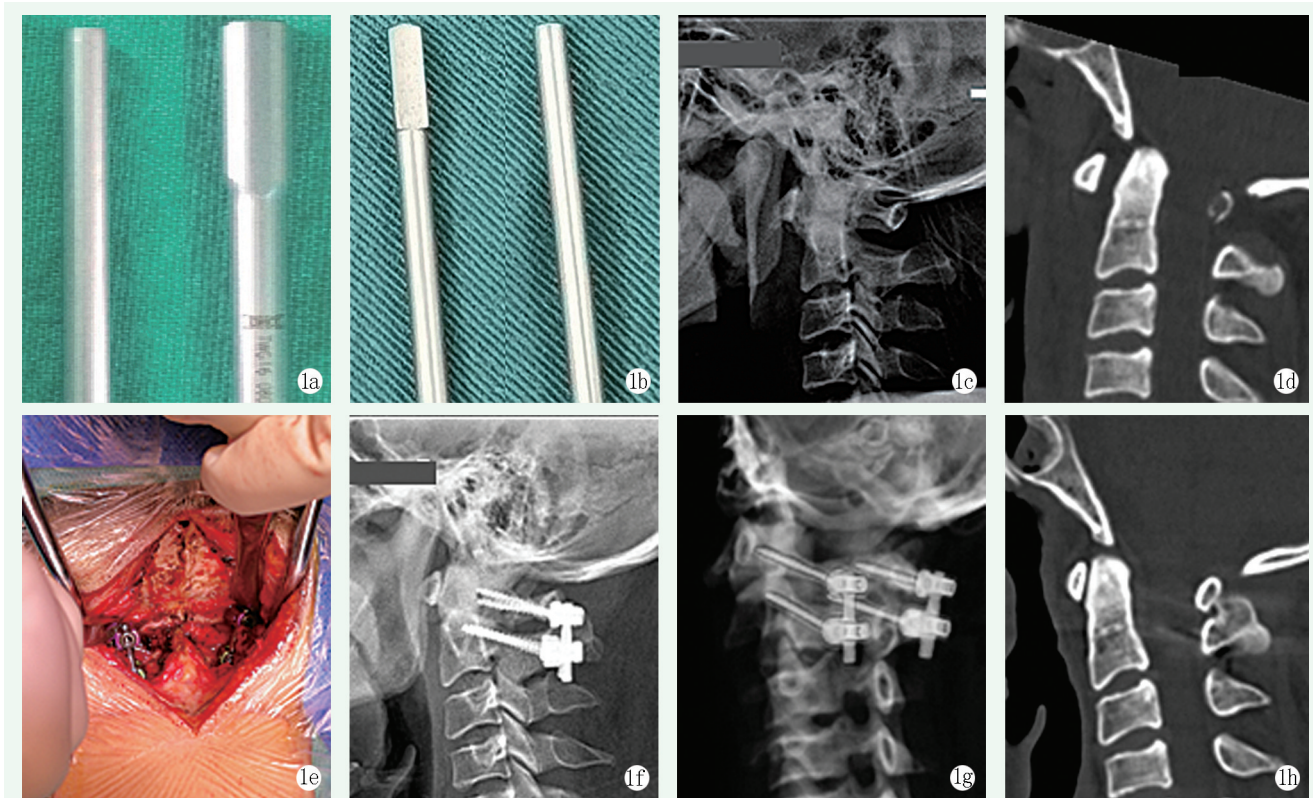


图 1. 患者男性, 40 岁。1a: 左侧为常规圆柱体连接棒, 右侧为防旋转棒, 防旋端为椭圆体, 另一端为圆柱体; 1b: 右侧为常规圆柱体连接棒, 左侧为防旋转棒, 防旋端的截面为“U”形, 另一端为圆柱体; 1c: 术前侧位 X 线片显示寰齿前间隙增大, 寰枢椎脱位; 1d: 术前 CT 显示寰椎向前脱位; 1e: 术中见双侧后路寰枢椎防旋转钉棒系统固定; 1f: 术后 1 周侧位 X 线片显示寰枢椎复位良好, 内固定位置满意; 1g: 术后 1 周三维 CT 可见后路寰枢椎防旋转钉棒系统固定形态; 1h: 术后 6 个月 CT 显示寰椎与枢椎间已形成骨桥, 达到骨性融合。

Figure 1. A 40-year-old male. 1a: Comparison of two kinds of rod, the left is a conventional cylindrical rod, while the right is an anti-rotation rod, with ellipsoid shape in the an end and cylinder shape in another end; 1b: The right is a conventional cylindrical connection rod, the left is an anti-rotation rod with section of "U" shape one end, and the cylinder shape on another end; 1c: Preoperative lateral radiographs showed enlarged anterior atlanto-odontoid space and atlantoaxial dislocation; 1d: Preoperative CT showed anterior dislocation of atlas; 1e: Bilateral posterior atlanto-axial anti-rotation screw-rod system was observed during the operation; 1f: Lateral radiographs 1 week postoperatively showed good atlantoaxial reduction and satisfactory implant position; 1g: 3D CT 1 week after surgery revealed position of the atlanto-axial anti-rotation screw-rod system; 1h: CT 6 months after surgery showed bone bridge formed between the atlas and the axial, which meant bone fusion.

目前, 寰枢椎的固定方法仍以后路固定最为常用, 而后路寰枢椎固定技术也在不断发展。早期的寰枢椎固定主要有 Gallie 和 Brooks 技术<sup>[8]</sup>, 但瞬时稳定性欠佳。后路 Magerl 螺钉固定技术的生物力学稳定性较佳, 但仍存在较多缺点, 如置入过程反复透视、倾斜度较大而易被软组织阻挡、需寰枢椎复位后再置入、易损伤椎动脉等<sup>[8]</sup>。Goel-Harms 技术被提出后, 使得后路钉棒系统固定成为临床上应用最为广泛的寰枢椎固定方法<sup>[8]</sup>, 其优势体现在: (1) 寰椎、枢椎单独置钉, 术中通过钉-棒提拉复位寰枢椎; (2) 进钉角度小, 不易被软组织阻挡; (3) 可在直视下置钉, 无需反复透视; (4) 寰椎、枢椎螺钉固定技术多, 可根据患者的个体解剖变异情况灵活选择, 适用证广; (5) 螺钉固定强度高, 三维生物力学稳定性好<sup>[13]</sup>。目前, 国内外已有大量的文献报道了后路寰

枢椎钉棒系统固定的优良生物力学稳定性及其治疗寰枢椎脱位的满意疗效<sup>[14-16]</sup>。

但是, 目前临床常用的后路寰枢椎常规钉棒系统仍存在缺点。众所周知, 后路寰枢椎钉-棒系统是依靠枢椎螺钉通过连接棒对寰椎螺钉的提拉作用来复位寰椎的向前脱位, 但术中连接棒并不是采用直棒, 而是在置入螺钉凹槽前进行连接棒预弯, 来提升提拉复位作用, 而为了获得满意的复位效果, 术中常需根据透视下的复位情况反复调整增加连接棒的弯曲度, 但是弯曲的连接棒置入螺钉凹槽内后旋紧螺母时极易发生旋转, 曲度越大, 越易旋转, 导致提拉复位效果减弱, 故术中常需反复调整连接棒的方向并借助辅助器械控制方向, 导致手术时间延长; 同时, 寰椎后弓与枢椎椎板间的覆膜下即是脊髓, 表面无骨性结构的保护, 多种器械在有限的手术空间内同时操作有损伤脊

髓的风险。

本研究初步结果提示,此技术临床效果满意,术中无需辅助器械即可完成提拉复位。但本研究的例数偏少,且缺乏与后路寰枢椎常规钉棒系统的对照研究,因此仍需要多中心和大宗病例的随访和对比研究。

总之,后路寰枢椎防旋转钉棒系统固定融合术治疗寰枢椎脱位的临床初步疗效满意,其中操作更加便利,具有进一步应用的价值。

### 参考文献

[1] Yin QS, Wang JH. Current trends in management of atlantoaxial dislocation [J]. *Orthop Surg*, 2015, 7: 189–199. DOI: 10.1111/os.12196.

[2] 谭明生. 寰枢椎脱位的中西医治疗 [J]. *中国矫形外科杂志*, 2022, 30 (21): 1921–1924. DOI: 10.3977/j.issn.1005–8478.2022.21.01.

Tan MS. Management of atlantoaxial dislocation with traditional Chinese medicine and Western medicine [J]. *Orthopedic Journal of China*, 2022, 30 (21): 1921–1924. DOI: 10.3977/j.issn.1005–8478.2022.21.01.

[3] 马向阳, 尹庆水, 吴增晖, 等. 多种寰枢椎后路钉棒固定技术的临床组合应用 [J]. *中国骨科临床与基础研究杂志*, 2010, 2 (1): 12–16. DOI: 10.3969/j.issn.1674–666X.2010.01.003.

Ma XY, Yin QS, Wu ZH, et al. The clinical combination of multi C1–C2 screw–rods fixation techniques in atlantoaxial instability [J]. *Chinese Journal of Clinical Basic Orthopaedic Research*, 2010, 2 (1): 12–16. DOI: 10.3969/j.issn.1674–666X.2010.01.003.

[4] 吴继彬, 吴东迎, 孙玛骥, 等. 经后路寰枢椎椎弓根钉内固定治疗寰枢椎失稳 [J]. *中国矫形外科杂志*, 2017, 25 (21): 2002–2005. DOI: 10.3977/j.issn.1005–8478.2017.21.17.

Wu JD, Wu DY, Sun MJ, et al. Treatment of atlantoaxial instability with posterior atlantoaxial pedicle screw fixation [J]. *Orthopedic Journal of China*, 2017, 25 (21): 2002–2005. DOI: 10.3977/j.issn.1005–8478.2017.21.17.

[5] 葛苏, 邹小宝, 马向阳, 等. 枢椎支点螺钉设计与其在寰枢椎脱位修复中的应用 [J]. *中国组织工程研究*, 2020, 24 (9): 1348–1352. DOI: 10.3969/j.issn.2095–4344.2509.

Ge S, Zou XB, Ma XY, et al. Design and clinical preliminary efficacy of C<sub>2</sub> fulcrum screw [J]. *Chinese Journal of Tissue Engineering Research*, 2020, 24 (9): 1348–1352. DOI: 10.3969/j.issn.2095–4344.2509.

[6] 杨敏, 马向阳, 杨进城, 等. 自行防旋转寰枢椎钉棒内固定系统的生物力学有限元分析 [J]. *中国组织工程研究*, 2017, 21 (19): 3031–3037. DOI: 10.3969/j.issn.2095–4344.2017.19.013.

Yang M, Ma XY, Yang JC, et al. Biomechanical properties of a novel automatic anti–rotation posterior atlantoaxial internal fixation system: a finite element analysis [J]. *Chinese Journal of Tissue Engineering Research*, 2017, 21 (19): 3031–3037. DOI: 10.3969/j.issn.2095–4344.2017.19.013.

[7] Ma XY, Yin QS, Wu ZH, et al. Anatomic considerations for the pedicle screw placement in the first cervical vertebra [J]. *Spine*

(Phila Pa 1976), 2005, 30 (13): 1519–1523. DOI: 10.1097/01.brs.0000168546.17788.49.

[8] Huang DG, Hao DJ, He BR, et al. Posterior atlantoaxial fixation: a review of all techniques [J]. *Spine J*, 2015, 15 (10): 2271–2281. DOI: 10.1016/j.spinee.2015.07.008.

[9] 尹庆水, 刘景发, 夏虹, 等. 寰枢椎脱位的临床分型、外科治疗和疗效评定 [J]. *中国脊柱脊髓杂志*, 2003, 13 (1): 39–42. DOI: 10.3969/j.issn.1004–406X.2003.01.010.

Yin QS, Liu JF, Xia H, et al. Clinical classification, surgical treatment and efficacy evaluation of atlantoaxial dislocation [J]. *Chinese Journal of Spine and Spinal Cord*, 2003, 13 (1): 39–42. DOI: 10.3969/j.issn.1004–406X.2003.01.010.

[10] 周鑫, 倪斌, 杨军, 等. 一期前路松解后路固定治疗难复性寰枢椎脱位 [J]. *中国矫形外科杂志*, 2021, 29 (7): 641–644. DOI: 10.3977/j.issn.1005–8478.2021.07.15.

Zhou X, Ni B, Yang J, et al. Single–stage anterior atlantoaxial release and sequential posterior instrumented fusion for irreducible atlantoaxial dislocation [J]. *Orthopedic Journal of China*, 2021, 29 (7): 641–644. DOI: 10.3977/j.issn.1005–8478.2021.07.15.

[11] Tu Q, Chen H, Ma XY, et al. Usefulness of a three–dimensional–printed model in the treatment of irreducible atlantoaxial dislocation with transoral atlantoaxial reduction plate [J]. *Orthop Surg*, 2021, 13: 799–811. DOI: 10.1111/os.12961.

[12] 马向阳, 杨进城, 邱锋, 等. 不可复性寰枢椎脱位的临床分型及术式选择 [J]. *中华骨科杂志*, 2015, 35 (5): 474–480. DOI: 10.3760/ema.j.issn.0253–2352.2015.05.003.

Ma XY, Yang JC, Qiu F, et al. The clinical classification and surgical treatment choice of irreducible atlantoaxial dislocation [J]. *Chinese Journal of Orthopaedics*, 2015, 35 (5): 474–480. DOI: 10.3760/ema.j.issn.0253–2352.2015.05.003.

[13] 马向阳, 杨进城, 邹小宝, 等. 寰枢椎后路专用钉棒固定器械的研制与初步临床应用 [J]. *中国骨科临床与基础研究杂志*, 2016, 8 (5): 261–268. DOI: 10.3969/j.issn.1674–666X.2016.05.001.

Ma XY, Yang JC, Zou XB, et al. Design and preliminary clinical application of a specified posterior atlantoaxial screw rod fixation instrumentation [J]. *Chinese Journal of Clinical Basic Orthopaedic Research*, 2016, 8 (5): 261–268. DOI: 10.3969/j.issn.1674–666X.2016.05.001.

[14] Sim HB, Lee JW, Park JT, et al. Biomechanical evaluations of various C<sub>1</sub>–C<sub>2</sub> posterior fixation techniques [J]. *Spine (Phila Pa 1976)*, 2011, 36 (6): E401–E407. DOI: 10.1097/BRS.0b013e31820611ba.

[15] Melcher RP, Puttlitz CM, Kleinstueck FS, et al. Biomechanical testing of posterior atlantoaxial fixation techniques [J]. *Spine (Phila Pa 1976)*, 2002, 27 (22): 2435–2440. DOI: 10.1097/00007632–200211150–00004.

[16] Guo SL, Zhou DB, Yu XG, et al. Posterior C<sub>1</sub>–C<sub>2</sub> screw and rod instrument for reduction and fixation of basilar invagination with atlantoaxial dislocation [J]. *Eur Spine J*, 2014, 23 (8): 1666–1672. DOI: 10.1007/s00586–014–3409–5.

(收稿:2023–07–06 修回:2024–05–30)

(同行评议专家: 钱列, 欧阳北平, 蒲志超, 杨进城)

(本文编辑: 闫承杰)