

双侧经寰枢关节螺钉寰椎椎板钩固定植骨融合治疗可复性寰枢椎脱位的中长期随访报告

杨 珺,倪 斌,郭 翔,郭群锋,杨 军,赵文龙

(第二军医大学附属长征医院脊柱四科 200001 上海市黄浦区)

【摘要】目的:评估双侧经寰枢关节螺钉寰椎椎板钩固定植骨融合治疗可复性寰枢椎脱位的中长期疗效。**方法:**回顾性分析 85 例在我院接受双侧经寰枢关节螺钉寰椎椎板钩固定植骨融合术的可复性寰枢椎脱位患者的临床资料,其中男 21 例,女 64 例;年龄 25~65 岁(44 ± 9.4 岁)。寰椎爆裂性骨折 19 例,C1、2 旋转脱位畸形 16 例,齿状突骨折 26 例,齿状突游离 15 例,寰椎类风湿性关节炎致寰枢椎脱位 9 例。通过 Ranawat 分级、颈椎功能障碍指数(NDI)以及颈部/枕骨下疼痛视觉模拟量表 (visual analogue scale, VAS) 评分评估患者的临床疗效;在术前和末次随访时的颈椎正侧位 X 线片、MRI、CT 三维重建等资料中,提取以下影像学数据:寰齿前间距(atlanto-dental interval, ADI)、有效椎管容积(space available for cord, SAC)、C1-2 角、C2-7 角,并观察植骨融合情况及颈椎稳定性。**结果:**所有患者均完成 5 年以上的随访。末次随访时 24 例术前存在脊髓压迫症状患者的 Ranawat 分级有所改善;95% 的患者颈部疼痛得到缓解, VAS 评分由术前 7.56 ± 1.03 分下降至 2.53 ± 0.53 分($P<0.05$); NDI 由术前 34.76 ± 5.45 分降至 13.13 ± 1.21 分($P<0.05$)。ADI 由术前 6.5 ± 1.0 mm 降至 2.4 ± 0.9 mm($P<0.05$); SAC 由术前 13.37 ± 2.11 mm 增大至 19.93 ± 2.20 mm($P<0.05$)。手术前 C1-2 角为 $21.9^\circ\pm 1.2^\circ$,末次随访时为 $26.6^\circ\pm 6.9^\circ$;手术前 C2-7 角为 $19.8^\circ\pm 9.2^\circ$,末次随访时为 $15.5^\circ\pm 5.9^\circ$ 。术后 6 个月,81 例(95.3%)患者获得良好的植骨融合,4 例患者出现植骨延迟愈合。**结论:**双侧经寰枢关节螺钉寰椎椎板钩固定植骨融合治疗可复性寰枢椎脱位的长期疗效优良,是一种安全、可靠的后路寰枢椎固定融合技术。

【关键词】寰枢椎脱位;经寰枢关节螺钉;寰椎椎板钩;固定;植骨融合

doi: 10.3969/j.issn.1004-406X.2017.01.02

中图分类号:R687.2, R683.2 文献标识码:A 文章编号:1004-406X(2017)-01-0003-07

Medium and long term follow-up of bilateral atlantoaxial joint screw combined with atlas lamina hook fixation and bone graft fusion in reducible atlantoaxial dislocation/YANG Jun, NI Bin, Guo Xi-ang, et al//Chinese Journal of Spine and Spinal Cord, 2017, 27(1): 3-9

【Abstract】Objectives: To evaluate the medium and long term surgical outcomes of bilateral atlantoaxial joint screw combined with atlas lamina hook fixation and bone graft fusion technique in patients with reducible atlanto-axial dislocation. **Methods:** A retrospective study was conducted to evaluate the clinical outcomes of this modified therapy in 85 patients. 21 male patients and 64 females were involved, aging 25-65 (44 ± 9.4) years old. Diagnoses included atlas fracture(19 cases), atlantoaxial rotatory dislocation(16 cases), odontoid fracture(26 cases), OS(15 cases), atlas of rheumatoid arthritis(9 cases). The clinical outcomes with Ranawat grading, neck disability index(NDI), and visual analog scale(VAS) score for neck pain were evaluation. The following imaging data were evaluated: atlanto-dental interval(ADI), space available for cord(SAC), C1-2 angle, C2-7 angle, bone fusion rate. **Results:** All the patients completed at least 5 years of follow-up, 95% of the cases with cervical and suboccipital pain improved in Ranawat grading after surgery. Their VAS scores for neck pain decreased by about 5 points(7.56 ± 1.03 to 2.53 ± 0.53 , $P<0.05$). The mean score of NDI was reduced from preoperative 34.76 ± 5.45 to postoperative 13.13 ± 1.21 ($P<0.05$). The ADI was reduced from preoperative 6.5 ± 1.0 mm to postoperative 2.4 ± 0.9 mm($P<0.05$). The mean SAC was increased from preoperative 13.37 ± 2.11 mm to postoperative 19.93 ± 2.20 mm($P<0.05$). The mean C1-2 angle was $21.9^\circ\pm 1.2^\circ$ before surgery and $26.6^\circ\pm 6.9^\circ$ at

第一作者简介:男(1984-),医学博士,主治医师,研究方向:枕颈部畸形、外伤的诊断及外科治疗

电话:(021)81885643 E-mail:175851329@qq.com

通讯作者:倪斌 E-mail:nibin99@sohu.com

latest follow-up. The mean C2-7 angle was $19.8^{\circ} \pm 9.2^{\circ}$ before surgery and $15.5^{\circ} \pm 5.9^{\circ}$ at latest follow-up. Solid bone fusion was achieved in 81(95.3%) patients. **Conclusions:** The results of medium and long term follow-up show that bilateral transarticular screw combined with atlas laminar hook fixation and bone graft fusion is reliable and safe in the treatment of reducible atlantoaxial dislocation.

【Key words】 Atlantoaxial dislocation; Transarticular screw; Atlas lamina hook; Fixation; Bone graft fusion

【Author's address】 Spine Department, Shanghai Changzheng Hospital, Shanghai, 200001, China

手术治疗对寰枢椎脱位及存在神经压迫症状的寰枢椎不稳患者是必要的,其目的在于重建寰枢关节的稳定性^[1]。从生物力学的角度而言,寰枢椎内固定技术可分为三种不同的类型:(1)“单点固定”,仅使用结构性植骨(如 Gallie 钢丝、Halifax 固定等^[2]),从后方固定运动节段;(2)“两点固定”,如双侧寰枢椎经关节螺钉或双侧寰枢椎侧块螺钉结合枢椎峡部螺钉固定技术;(3)“三点固定”,包括双侧经寰枢关节螺钉+钛缆固定、寰枢椎椎弓根螺钉+钛缆固定。研究表明,“三点固定”技术的生物力学稳定性明显优于“两点固定”和“单点固定”技术^[3,4]。针对寰枢椎不稳,有研究者在已有的寰枢椎后路固定技术的基础上提出了改良的寰枢椎后路三点固定技术^[5],即通过置入双侧经寰枢关节螺钉及寰椎椎板钩,并通过纵向连接杆进行连接来构建“三点固定”,取得了较好的近期疗效,但其长期疗效尚未见报道。本研究通过分析接受该改良三点固定技术治疗患者的临床与影像学资料,对其中长期疗效(随访 5 年以上)进行评估。

1 资料与方法

1.1 一般资料

2005 年 8 月~2011 年 8 月,共有 85 例接受改良三点固定技术治疗的可复性寰枢椎脱位患者,均行双侧经寰枢关节螺钉与寰椎椎板钩固定植骨融合术,随访均在 5 年以上。其中男 21 例,女 64 例,年龄 25~65 岁(44 ± 9.4 岁)。寰椎爆裂性骨折 19 例,C1、2 旋转脱位畸形 16 例,齿状突骨折 26 例,齿状突游离 15 例,寰椎类风湿性关节炎致寰枢椎脱位 9 例。本研究得到了本院伦理委员会批准。

1.2 临床与影像学资料收集

收集患者术前及随访期间的临床数据,包括脊髓压迫症状(如果有)、颈部疼痛的严重程度及手术并发症。通过视觉模拟量表(visual analog scale, VAS) 对患者的颈部/枕骨下疼痛程度进行评估。脊髓压迫症状通过 Ranawat 评分进行分

级^[6]。患者生活质量通过颈椎功能障碍指数(neck disability index, NDI)进行评估^[7]。

影像学结果通过颈椎正侧位 X 线片、MRI、CT 三维重建等进行评估。在术前和末次随访时测量:(1)寰齿前间距(atlanto-dental interval, ADI);(2)有效椎管容积(space available for cord, SAC),寰椎后弓前缘到齿状突后缘之间的距离;(3)C1-2 角,寰椎前后结节下缘连线与枢椎下终板所形成的角度;(4)C2-7 角,平行于枢椎椎体后缘的线与平行于 C7 椎体后缘的线所形成的角度。在矢状位重建 CT 图像上观察植骨融合情况,植骨部位有连续骨小梁为植骨融合。通过动力位 X 线片评估寰枢椎及下颈椎稳定性。

1.3 术前影像学评估与外科手术方法

术前均进行包括三维 CT 扫描在内的寰枢关节影像学分析,评估枢椎侧块下是否有椎动脉高弓畸形。所有患者术前均进行 1 周的颅骨牵引,寰枢椎关节完全复位者采用双侧经寰枢关节螺钉与寰椎椎板钩进行固定。

患者全麻后俯卧于特制石膏床上,由 C 型臂 X 线机透视确认寰枢椎处于复位状态。术区及取髂骨区常规消毒铺巾,显露寰椎后弓及枢椎后部结构。C 型臂 X 线机透视下进行寰枢椎经关节螺钉的置入。在枢椎下关节突内缘向头外侧 2~3mm 处开口,用 3.5mm 的钻头小心地钻到枢椎峡部,并根据 C 型臂 X 线机透视确定钻孔方向,侧位钉道指向寰椎前结节,前后位保持矢状面走行,避免向外侧偏移导致椎动脉损伤或向内穿透骨皮质损伤脊髓。球头探针确定钉道深度及完整性,然后置入合适长度的 4mm 万向皮质骨螺钉;采用相同的办法置入对侧螺钉。然后置入双侧寰椎椎板钩(因为 Vertex 椎板钩专为下颈椎椎板的解剖结构设计,应先采用高速磨钻打磨寰椎后弓以满足椎板钩外形,再将 Vertex 挂钩置于寰椎后弓上),选择合适长度的纵向连接杆,连接寰椎椎板钩与寰枢椎经关节螺钉。用高速磨钻及枪状咬骨钳清除寰椎后弓下缘以及枢椎椎板上缘骨皮质制作植骨

床。根据寰椎后弓与枢椎棘突之间距离,从左(或右)后髂嵴取合适大小的三面皮质骨块,修整成尾端为鱼尾状的双皮质骨块,置于寰椎后弓与枢椎棘突之间,通过纵向连接杆双侧加压锁紧植骨块。术后所有患者均佩戴费城颈托 3 个月。

1.4 统计学方法

采用 SPSS 14.0 软件进行统计分析,计量资料采用均数 $\pm$ 标准差($\bar{x}\pm s$)表示,进行配对 t 检验;计数资料进行卡方检验。 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 临床结果

所有患者均随访 5 年以上,无手术相关的神经、血管损伤等并发症;1 例患者于术后 7 年死亡,死因与手术无关。术前临床症状包括枕骨下疼痛 36 例,颈部疼痛 56 例,颈脊髓压迫症状 22 例,无临床症状 12 例;末次随访时枕骨下疼痛仅 6 例,颈部疼痛 2 例,颈脊髓压迫症状 6 例(表 1)。95% 的患者颈部/枕下疼痛术后有所改善,VAS 评分由术前 7.56 ± 1.03 分降至 2.53 ± 0.53 分,差异有统计学意义($P<0.05$)。NDI 由术前的 34.76 ± 5.45 分降至 13.13 ± 1.21 分,差异有统计学意义($P<0.05$)。Ranawat 分级见表 2,术后较术前明显改善($P<0.05$)。

2.2 影像学检查结果

术后所有患者的 ADI 均得到改善,由术前的平均 $6.5\pm 1.0\text{mm}$ 降为 $2.4\pm 0.9\text{mm}$ ($P<0.05$);SAC 由术前的 $13.37\pm 2.11\text{mm}$ 增大至 $19.93\pm 2.20\text{mm}$ ($P<0.05$)。手术前的平均 C1-2 角为 $21.9^\circ\pm 1.2^\circ$,手术后为 $26.6^\circ\pm 6.9^\circ$;手术前的平均 C2-7 角为 $19.8^\circ\pm 9.2^\circ$,手术后为 $15.5^\circ\pm 5.9^\circ$,未发现术后继发性下颈椎后凸畸形。

170 枚经寰枢关节螺钉中,4 例患者共 6 枚(3.5%)螺钉在枢椎峡部从背侧滑出,其余的 164 枚(96.5%)螺钉位置满意。术后 6 个月 81 例(95.3%)患者获植骨融合,4 例骨质疏松患者出现植骨延迟愈合,但在抗骨质疏松治疗以及延长颈托固定后于 9~12 个月获得植骨融合;随访期间,未发现内固定相关并发症及颈椎不稳(图 1、2)。

3 讨论

Gallie 与 Brooks 技术目前在临床依然常用。

然而,相较经寰枢关节螺钉和 Goel-Harms 技术,其生物力学稳定性不够^[8-10],为了达到良好的植骨融合,术后往往需要额外的外固定支具;而且钢丝或钛缆穿越椎板下有造成脊髓损伤的风险。虽然 Apofix 椎板夹是采用椎板钩固定寰枢椎后部结构的技术,避免了从寰椎后弓下穿过钢丝引起神经损伤的风险,但它仍然是一种简单的单点固定技术,其生物力学稳定性没有明显提高^[11]。

寰枢椎经关节螺钉可为寰枢椎不稳患者提供可靠的稳定性。然而,仍有一些患者出现术后螺钉断裂和由于不愈合需要移植骨块的情况^[12]。从生物力学理论的角度看,它仅仅是两点固定,限制寰枢椎屈伸活动能力较差,无法为寰枢关节的三维运动提供良好的稳定性。Naderi 等^[13]指出,增加寰枢椎的固定点可能会进一步限制寰枢椎的运动。因此,寰枢椎经关节螺钉结合线缆固定的三点固定系统被广泛应用于临床,但该技术仍然存在钢丝或钛缆穿越椎板下损伤脊髓的风险。

由寰椎侧块螺钉与枢椎椎弓根螺钉结合的 Goel-Harms 技术可为寰枢椎不稳患者提供坚强固定^[14],虽然其生物力学性能优于 Gallie 技术及单独经寰枢关节螺钉固定技术,但它还只是一种两点固定技术^[15]。虽然该技术避免了与钛缆相关

表 1 术前与末次随访时患者临床症状比较

Table 1 Preoperation presentations compared with final follow-up

	术前 Preoperation	末次随访时 Final follow-up
枕骨下疼痛 Sub occipital pain	36	6
颈部疼痛 Neck pain	56	4
颈脊髓压迫症状 Myelopathy	22	6
无症状 Asymptomatic	12	73

表 2 术前与末次随访时的 Ranawat 分级比较

Table 2 Ranawat myelopathy score preoperation compared with final follow-up

	术前 Preoperation	末次随访时 Final follow-up
I 级 Class I	61	75
II 级 Class II	14	8
III a 级 Class III a	8	2
III b 级 Class III b	2	0

的脊髓损伤风险,但由于在进针点周围存在丰富的静脉丛,寰椎侧块螺钉置入常较困难。此外,该技术常需要进行关节间隙或后方颗粒状植骨以获得长期的寰枢椎稳定性,容易造成静脉丛大量出血或寰枕/C2-3 异位融合。

为充分限制寰枢关节的三维运动以达到长期稳定,我们采用经寰枢关节螺钉结合寰椎椎板钩的改良内固定技术,该改良技术可充分发挥“三点”固定的优势,明显提高了经关节螺钉限制寰枢椎屈伸运动的能力。前期的生物力学研究表明,双

侧经寰枢关节螺钉及寰椎椎板钩固定比现有的寰枢椎固定技术有更好的生物力学稳定性^[15]。作为一种改进的寰枢椎固定技术,其适应证包括所有适合经寰枢关节螺钉固定的患者;禁忌证包括先天性寰椎后弓缺如、寰枢椎周围神经血管畸形与不可复性的寰枢椎脱位。2003 年 Cornefjord 等^[16]曾应用双侧经寰枢关节螺钉和寰椎爪进行寰枢椎不稳的手术治疗,基本类似于本固定技术。寰椎爪在寰椎后弓的上、下缘同时完成固定,相比本改良固定技术产生了更多的刚性结构,对颈椎伸屈运



图 1 患者男,32 岁,齿状突 IIc 型骨折伴寰枢椎脱位、脊髓压迫症 **a~c** 术前颈椎侧位 X 线片、CT 矢状位及 MRI 矢状位示齿状突骨折伴寰枢椎脱位、寰枢椎水平脊髓受压 **d** 术中 C 型臂 X 线机透视可见寰枢椎牵引后复位满意 **e** 术后 6 个月颈椎侧位 X 线片示寰枢椎复位满意,经寰枢关节螺钉寰椎椎板钩内固定位置良好 **f** 术后 2 年颈椎 CT 矢状位图像示寰枢椎复位满意,寰椎后弓、枢椎棘突间植骨完全融合

Figure 1 Male, 32 years old. Odontoid fracture (type IIc) combined with atlantoaxial dislocation and spinal cord compression **a~c** Preoperative lateral view of X-ray, CT scans and MRI showed odontoid fracture, atlantoaxial dislocation and spinal cord compression was occurred **d** C-arm fluoroscopy image in surgery showed the satisfactory atlantoaxial reduction **e** Lateral view of X-ray after surgery demonstrating the satisfactory position of implants and the atlantoaxial fusion **f** CT scans 2 years after surgery(final follow-up) showed the completion of atlantoaxial fusion

动形成更强的限制;此外,在放置寰椎椎板钩时操作较椎板钩繁杂,而且无法进行植骨块的纵向加压以确保植骨融合率。本研究结果显示,采用寰枢椎经关节螺钉技术结合寰椎椎板钩的改良三点内固定技术可以有效稳定寰枢椎复合体。

采用经寰枢关节螺钉固定有损伤椎动脉损伤的风险,特别是对于存在寰枢椎或椎动脉解剖变异的患者。研究表明,有将近 20% 的人群存在椎动脉高弓畸形,影响经寰枢关节螺钉的置入^[17]。在本组病例中,经寰枢关节螺钉的准确性为 95.7%,虽然有 4 例患者 6 枚螺钉位置不良,但无椎动脉

损伤发生,这可能得益于术前充分的准备。首先,术前寰枢关节要有令人满意的复位,这是安全放置寰枢椎经关节螺钉固定的必备条件,同时还会大大改善椎管有效容积,为放置椎板钩提供有效空间,避免医源性脊髓损伤。其次,术前需要对寰枢关节进行详细的影像学分析,以评估是否存在椎动脉高弓^[18]等畸形。根据我们的临床经验,当患者枢椎峡部的高度和宽度在术前影像学上小于 5mm 时,放置直径为 4mm 的经寰枢关节螺钉是很困难的。另外,在本方法中,螺钉进钉点应定位在枢椎下关节突内缘向头外侧 2~3mm,为保证手

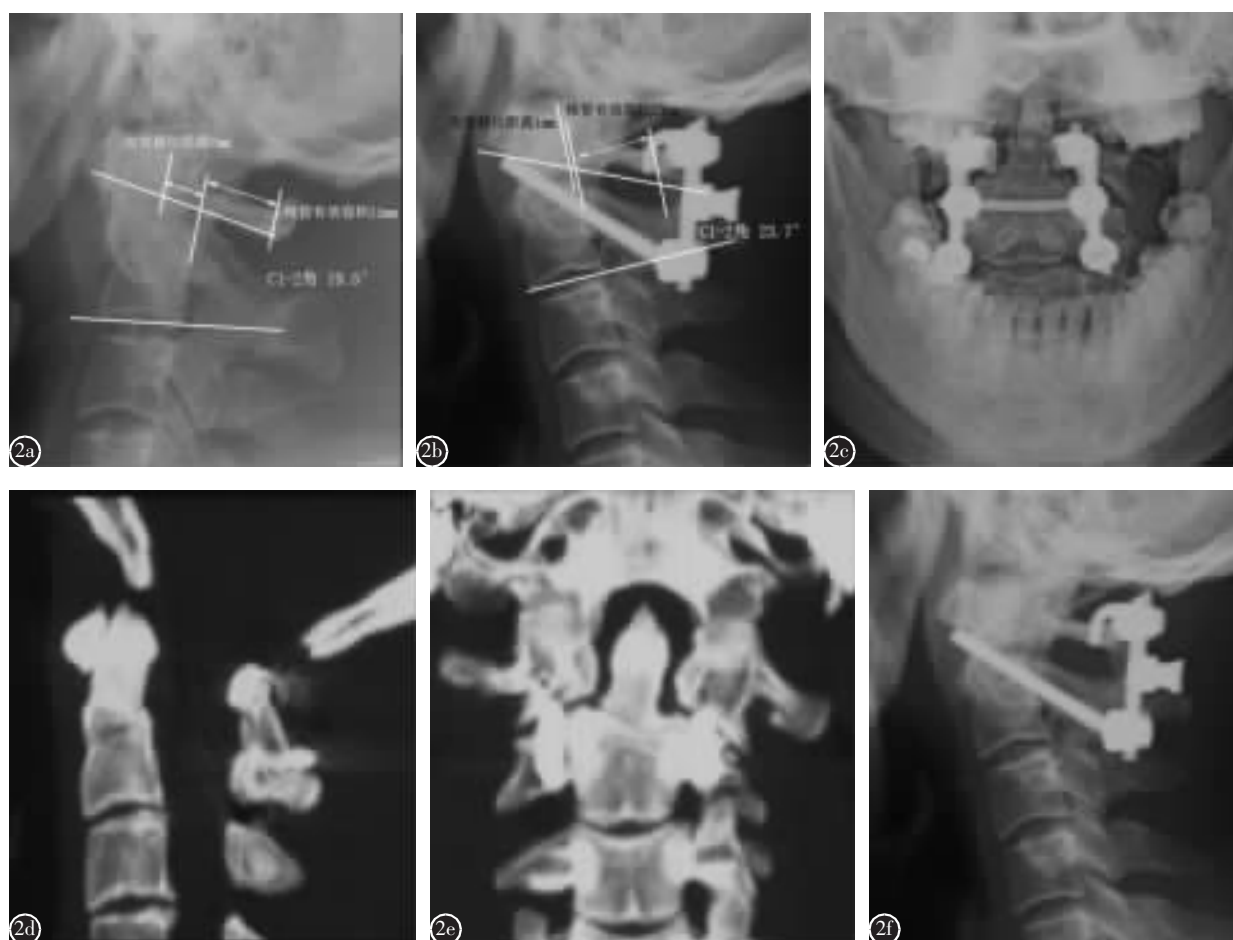


图 2 患者男,56 岁,齿状突 IIb 型骨折伴寰枢椎脱位 **a** 术前颈椎侧位 X 线片示寰齿间距增大,寰枢椎脱位 **b、c** 术后颈椎侧位 X 线片及开口位 X 线片示寰枢椎复位满意,经寰枢关节螺钉寰椎椎板钩内固定位置良好 **d、e** 术后 3 个月颈椎 CT 矢状位及冠状位图像示寰椎后弓及枢椎棘突间植骨完全融合 **f** 末次随访时(术后 1 年)颈椎侧位 X 线片示内固定位置良好,寰枢椎完全融合

Figure 2 Male, 56 years old, odontoid fracture(type II b) combined with atlantoaxial dislocation **a** Preoperative lateral view of X-ray showed the increase of atlanto-dental interval and atlantoaxial dislocation **b, c** Postoperative lateral and anteroposterior view of X-ray showed satisfactory atlantoaxial reduction and implant position **d, e** CT scans 3 months after surgery demonstrated complete atlantoaxial fusion **f** Lateral view of X-ray 1 year after surgery showed satisfactory implant position and complete atlantoaxial fusion

术的安全性,螺钉置入方向应该比常规更偏向头端、偏向椎管内侧,因为这样螺钉可以从椎动脉上缘或上内侧缘穿过,避免损伤椎动脉。

一些学者提出在过度前凸位置上进行寰枢椎固定可能会导致术后下颈椎后凸畸形,强调寰枢关节的角度应固定在最佳的位置,以维持颈椎正常生理曲度^[19]。有作者表示寰枢椎固定的最佳角度为 $25^{\circ}\sim 30^{\circ}$ ^[20]。本组病例中,术后的平均寰枢椎角度为 26.6° ,属于最佳角度范围内,未发生继发性下颈椎后凸畸形,这可能得益于术前寰枢椎的解剖复位及所采用的块状植骨技术。本固定技术使用双面皮质的自体髂骨块来完成前路寰枢椎融合,所取髂骨块较正常寰枢椎后部间隙稍大,可有效避免纵向加压所致寰枢椎过度前凸,从而有效避免了继发性下颈椎后凸畸形。

经关节螺钉固定术后,有关外部矫形固定器材选择的意见尚不一致。有些作者建议要常规使用 Halo 支架固定 6~12 周^[21]。然而,也有作者提出用费城颈托支撑 6~12 周就足以提高融合率,影像学的融合率能达到 97%^[22]。在本组病例中,嘱患者术后佩戴费城颈托 12 周,寰枢椎融合率达到 100%。说明这种改良技术具有良好的生物力学稳定性,通过加压植骨块保持了植骨的稳定性。

本研究通过中长期随访证实了应用本技术治疗可复性寰枢椎脱位的可靠性,在对寰枢椎关节做出充分的术前影像分析以及对寰枢椎复位满意的情况下,双侧经寰枢椎关节螺钉与寰椎椎板钩内固定植骨融合是一项可靠的后路寰枢椎融合技术。但本研究为回顾性研究,大规模前瞻性研究数据更有助于进一步验证双侧经寰枢椎关节螺钉与寰椎椎板钩内固定植骨融合技术的有效性。

4 参考文献

- Mummaneni PV, Haid RW. Atlantoaxial fixation: overview of all techniques[J]. *Neurol India*, 2005, 53(4): 408-415.
- Farey ID, Nadkarni S, Smith N. Modified Gallie technique versus transarticular screw fixation in C1-C2 fusion [J]. *Clin Orthop Relat Res*, 1999, 359: 126-135.
- Henriques T, Cunningham BW, Olerud C, et al. Biomechanical comparison of five different atlantoaxial posterior fixation techniques[J]. *Spine*, 2000, 25(22): 2877-2883.
- 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.
- Guo X, Ni B, Zhao W, et al. Biomechanical assessment of bilateral C1 laminar hook and C1-2 transarticular screws and bone graft for atlantoaxial instability[J]. *J Spinal Disord Tech*, 2009, 22(8): 578-585.
- Ranawat CS, O'Leary P, Pellicci P, et al. Cervical spine fusion in rheumatoid arthritis[J]. *J Bone Joint Surg Am*, 1979, 61(7): 1003-1010.
- Arts MP, Brand R, van den Akker E, et al. The Netherlands Cervical Kinematics(NECK) trial. Cost-effectiveness of anterior cervical discectomy with or without interbody fusion and arthroplasty in the treatment of cervical disc herniation: a double-blind randomised multicenter study [J]. *BMC Musculoskelet Disord*, 2010, 11: 122.
- 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]. 2006, 58(3): 516-621.
- Elgafy H, Potluri T, Goel VK, et al. Biomechanical analysis comparing three C1-C2 transarticular screw salvaging fixation techniques[J]. *Spine*, 2010, 35(4): 378-385.
- Melcher RP, Puttlitz CM, Kleinstueck FS, et al. Biomechanical testing of posterior atlantoaxial fixation techniques [J]. *Spine*, 2002, 27(22): 2435-2440.
- 李浩森, 刘少喻, 梁春祥, 等. Magerl 技术联合单侧椎板夹固定融合术治疗可复性寰枢椎脱位的疗效[J]. *中国脊柱脊髓杂志*, 2012, 22(9): 801-805.
- Anderson RC, Kan P, Gluf WM, et al. Long-term maintenance of cervical alignment after occipitocervical and atlantoaxial screw fixation in young children [J]. *J Neurosurg*, 2006, 105(1 Suppl): 55-61.
- Naderi S, Crawford NR, Song GS, et al. Biomechanical comparison of C1-C2 posterior fixations: cable, graft, and screw combinations[J]. *Spine*, 1998, 23(18): 1946-1956.
- Harms J, Melcher RP. Posterior C1-C2 fusion with polyaxial screw and rod fixation[J]. *Spine*, 2001, 26(22): 2467-2471.
- Melcher RP, Puttlitz CM, Kleinstueck FS, et al. Biomechanical testing of posterior atlantoaxial fixation techniques [J]. *Spine*, 2002, 27(22): 2435-2440.
- Corneford M, Henriques T, Alemany M, et al. Posterior atlanto-axial fusion with the Olerud Cervical Fixation System for odontoid fractures and C1-C2 instability in rheumatoid arthritis[J]. *Eur Spine J*, 2003, 12(1): 91-96.
- Goel A, Gupta S. Vertebral artery injury with transarticular screws[J]. *J Neurosurg*, 1999, 90(2): 376-377.
- Bloch O, Holly LT, Park J, et al. Effect of frameless stereotaxy on the accuracy of C1-2 transarticular screw placement [J]. *J Neurosurg*, 2001, 95(1 Suppl): 74-79.
- Yoshimoto H, Ito M, Abumi K, et al. A retrospective radiographic analysis of subaxial sagittal alignment after posterior C1-C2 fusion[J]. *Spine*, 2004, 29(2): 175-181.

20. Nojiri K, Matsumoto M, Chiba K, et al. Relationship between alignment of upper and lower cervical spine in asymptomatic individuals[J]. J Neurosurg, 2003, 99(1 Suppl): 80-83.
21. Matsumoto M, Chiba K, Nakamura M, et al. Impact of interlaminar graft materials on the fusion status in atlantoaxial transarticular screw fixation[J]. J Neurosurg Spine, 2005, 2(1): 23-26.
22. Gluf WM, Schmidt MH, Apfelbaum RI. Atlantoaxial transarticular screw fixation: a review of surgical indications, fusion rate, complications, and lessons learned in 191 adult patients[J]. J Neurosurg Spine, 2005, 2(2): 155-163.
- (收稿日期:2016-11-08 末次修回日期:2016-12-08)
(英文编审 唐翔宇/贾丹彤)
(本文编辑 卢庆霞)

《中国脊柱脊髓杂志》第七届编辑委员会委员名单

顾问:党耕町 唐天驷 邱贵兴 李佛保 胡有谷 赵定麟 贾连顺 侯树勋 关 骅
侯铁胜 杨有赓

主编:吕国华 李中实

副主编:(按姓氏汉语拼音排序)

金大地 刘忠军 邱 勇 孙天胜 王 岩 王自立 尹庆水 袁 文 朱庆三
周 跃

常务编委:(按姓氏汉语拼音排序)

陈伯华 池永龙 冯世庆 海 涌 洪 毅 李 超 李 放 李 明 罗卓荆
瞿东滨 阮狄克 沈慧勇 宋跃明 孙 宇 谭明生 田 伟 王 冰 王 建
王义生 吴闻文 伍 骥 伍亚民 肖增明 许建中 杨惠林 仇建国 郑召民
邹德威

编 委:(按姓氏汉语拼音排序)

陈伯华 陈其昕 池永龙 丁 悦 董 健 冯世庆 付 勤 郭 龙 郭 卫
郭 霞(香港) 海 涌 郝定均 贺西京 洪 毅 霍洪军 姜建元 蒋国强
金大地 李 超 李淳德 李 放 李 锋 李 明 李中实 廖利民 刘宝戈
刘 波 刘海鹰 刘 浩 刘 强 刘少喻 刘忠军 鲁世保 吕国华 罗卓荆
马华松 马 迅 马远征 倪 斌 聂 林 彭宝淦 邱 勇 瞿东滨 任龙喜
阮狄克 申 勇 沈惠良 沈慧勇 沈建雄 盛伟斌 宋跃明 孙常太 孙天胜
孙 宇 孙志明 谭明生 汤 逊 田纪伟 田 伟 王 冰 王海蛟 王 建
王 清 王栓科 王文军 王 岩 王以朋 王义生 王 臻 王 征 王自立
吴闻文 伍 骥 伍亚民 肖增明 徐华梓 徐 林 徐少克(台湾) 许建中
杨惠林 杨 群 尹庆水 于滨生 于振山 袁 文 张宏其 仇建国 赵丹慧
赵建民 赵 杰 郑力恒(澳门) 郑燕平 郑召民 周 跃 朱庆三 朱 悦
朱泽章 邹德威

青年编委:(按姓氏汉语拼音排序)

陈 亮 戈朝晖 贺石生 胡 勇 蒋 欣 刘 彦 龙厚清 陆 宁 吕飞舟
钱邦平 苏培强 王建华 王向阳 王新伟 王 哲 韦 峰 韦 兴 杨学军
杨永军 叶超群 张晓林 张忠民 曾建成