

合并寰枢椎脱位的复杂颅颈交界区畸形 后路减压复位内固定术疗效初步观察

贾贵军 吉宏明 张刚利 张燕 胡昌辰 任晋瑞 闫晓鹏

【摘要】 **目的** 总结合并寰枢椎脱位的复杂颅颈交界区畸形经后路减压复位内固定术的临床经验。**方法** 回顾分析 18 例合并寰枢椎脱位的复杂颅颈交界区畸形患者(先天性寰枢椎脱位 15 例、经口腔入路齿状突磨除术后症状加重致枕颈失稳 1 例、外伤所致 2 例)的临床资料。施行经后路减压复位钉棒内固定术,术中行体感诱发电位及肌电图监测,根据日本骨科协会(JOA)17 分评分系统和影像学改善程度评价手术疗效。**结果** 术后影像学检查显示,18 例中 16 例钉棒内固定系统和寰枢椎复位良好,1 例复位不良;骨性融合良好 16 例,欠佳 1 例。术后临床表现均不同程度好转,1 例突发呼吸骤停死亡。术后平均随访 6.62 个月(3~28 个月),JOA 平均评分为 11.62 ± 3.23 ,与手术前评分(7.51 ± 3.82)相比,差异具有统计学意义($t = -5.476, P = 0.004$)。**结论** 经后路减压、复位、钉棒内固定术治疗合并寰枢椎脱位的颅颈交界区畸形临床疗效良好,能够减少患者痛苦、避免再次手术,值得临床推广应用。

【关键词】 脱位; 内固定术(非 MeSH 词); 寰枢关节; 寰枕关节; 诱发电位,躯体感觉; 肌电描记术

DOI:10.3969/j.issn.1672-6731.2012.04.010

Efficacy of posterior reduction and internal fixation for the treatment of atlantoaxial dislocation in complex craniovertebral junction region malformation: preliminary observation

JIA Gui-jun, JI Hong-ming, ZHANG Gang-li, ZHANG Yan, HU Chang-chen, REN Jin-rui, YAN Xiao-peng
Department of Neurosurgery, Shanxi Provincial People's Hospital, Taiyuan 030012, Shanxi, China
Corresponding author: JI Hong-ming (Email: hongmingj@sina.com)

【Abstract】 **Objective** To explore the clinical effect of posterior reduction and screw-rod (plate) internal fixation technique for the treatment of atlantoaxial dislocation in complex craniovertebral junction region malformation. **Methods** Clinical data of 18 patients suffered from atlantoaxial dislocation with complex craniovertebral junction region malformation were analysed retrospectively, including 15 cases of congenital atlantoaxial dislocation, 1 case with aggravated symptoms of cervico-occipital instability after anterior odontoid process grinding, 2 cases with trauma-induced dislocation. All patients underwent posterior decompressive reduction and screw-rod internal fixation. During surgical procedure, sensory evoked potential (SEP) and electromyography (EMG) monitorings were used. Japanese Orthopaedic Association (JOA) score and imaging were used to evaluate the surgical effect. **Results** Postoperative imaging examination showed that fixed system and atlantoaxial reduction were good in 16 cases and bad in 1 cases. The bony fusion was good in 16 cases and bad in 1 case. The patients' clinical symptoms were improved to different degree, but one patient suddenly occurred respiratory arrest and died. Patients were followed up for 3 to 28 months (mean 6.62 months). After operation the average JOA score was 11.62 ± 3.23 , while before operation it was 7.51 ± 3.82 . The difference was significant ($t = -5.476, P = 0.004$). **Conclusion** Posterior decompressed reduction and screw-rod (plate) internal fixation for atlantoaxial dislocation with complex craniovertebral junction region malformation is save and effective. It will be widely used in the future.

【Key words】 Dislocations; Internal fixation (not in MeSH); Atlanto-axial joint; Atlanto-occipital joint; Evoked potential, somatosensory; Electromyography

Fund Project: Science Research Project in Shanxi Province (No. 20110313015-2)

基金项目:山西省科技攻关项目(项目编号:20110313015-2)

作者单位:030012 太原,山西省人民医院神经外科

通讯作者:吉宏明(Email:hongmingj@sina.com)

寰枢椎脱位(AAD)是一种临床较为常见的严重疾病,常可因延髓脊髓受压而致四肢瘫痪甚至呼吸肌麻痹而死亡;同时可合并齿状突发育异常、先天性寰枕融合、颅底凹陷(BI)、小脑扁桃体下疝及脊髓空洞症(SM)等先天性颅颈交界区(CVJ)畸形^[1]。由于寰齿间距(ADI)增大,齿状突相对于寰椎前弓向上、向后脱位,产生延髓颈髓压迫、失稳及严重的继发性损伤,甚至可造成终身残疾,给患者家庭和社会带来巨大的压力^[2]。经口腔入路齿状突切除联合后路内固定术是近年来治疗合并寰枢椎脱位的复杂颅颈交界区畸形的标准外科手术方法^[3]。但是经口腔入路齿状突切除减压手术难度高、风险大,对手术器械及手术技巧要求较高,且术后感染及脑脊液漏发生率高,同时仍需施行经后路Ⅱ期内固定手术^[3-4]。2006年5月-2012年5月山西省人民医院神经外科采用经后路减压复位钉棒内固定术治疗合并寰枢关节脱位的复杂颅颈交界区畸形患者共18例,疗效较为满意,现初步总结临床经验如下。

对象与方法

一、研究对象

1. 一般资料 18例均为我院神经外科诊断明确且住院治疗、合并寰枢关节脱位的复杂颅颈交界区畸形患者,男性10例,女性8例;年龄13~53岁,平均37岁。其中,15例为先天性寰枢椎脱位(12例合并颅底凹陷、小脑扁桃体下疝和脊髓空洞症,3例合并齿状突发育异常);1例因经口腔入路齿状突磨除术后症状加重而致枕颈关节失稳;2例为外伤所致寰枢关节脱位(其中1例为经后路寰枢椎固定术后症状加重)。

2. 临床表现 所有患者术前均存在枕颈疼痛、颈部无力、憋闷等症状,其中16例伴延髓颈髓压迫症状,呈现不同程度前路椎体束损害症状,如饮水呛咳、行走不稳、肢体麻木无力、肌张力增高、病理征阳性等。术前日本骨科协会(JOA)17分评分系统平均评分为 7.51 ± 3.82 。所有患者均于术前施行颈椎正侧位和过伸、过屈位X线和颈椎螺旋CT检查,以及寰枕区、上部颈椎三维CT重建术(图1a),分析寰枕区解剖结构、寰枢关节脱位可复性,以及枢椎(C₂)椎弓根和横突孔情况。并通过横断面CT扫描测量寰齿间距以判断寰枢椎水平脱位程度(图1b~1d),本组18例患者术前平均ADI测值为 (8.52 ± 4.23) mm;测量齿状突至Chamberlain线上方长度以

判断寰枢椎垂直脱位程度,术前平均测值为 (5.53 ± 4.82) mm;测量延髓脊髓角(CMA)以判断脊髓受压程度,术前平均CMA为 $(127.53 \pm 8.82)^\circ$ 。本组患者均于术后3d内佩戴普通颈托坐起或离床活动,术后3个月复查颈椎CT以评价颈椎融合情况,并进行JOA评分。

二、手术方法

本组患者共采用3种内固定方法,其中15例患者行枕骨(C₀)至枢椎椎弓根螺钉-钛棒内固定(12例寰枢关节脱位合并颅底凹陷、小脑扁桃体下疝、脊髓空洞症,3例齿状突发育异常);2例因枢椎椎弓根狭窄行枕骨与第3颈椎侧块螺钉-钛棒内固定;1例施行枕骨与第2、3颈椎椎板(C_{2,3}融合)螺钉-钛棒内固定。

1. 手术步骤 所有患者均经气管插管行全身麻醉,俯卧位、Mayfield头架固定,牵拉颈部至功能位固定。自枕外隆突至C₄行后正中切口显露枕骨至旁开2 cm,显露枕外隆突寰椎后弓旁开1.50 cm并注意保护椎动脉,枢椎至小关节外缘。采用Summit枕颈固定系统,枢椎进钉点选择椎弓根狭部后缘,手钻水平位向头侧约40°、矢状位向内侧约35°,感觉无明显阻力或出现突破感时即可;术中利用“C”形臂X线判断螺钉位置,“Y”形板放置于枕外隆突以螺钉固定。采用长度适宜的钛棒连接向前推压枢椎棘突使寰枢关节水平脱位复位,然后再将撑开器置于枕骨及枢椎螺钉处,应用螺钉撑开技术使寰枢关节垂直脱位复位,复位满意后拧紧螺钉、固定钛棒(图2a)。固定节段植骨,骨块取自患者自体髂骨,大小约为3 cm×2 cm×3 cm,碎骨块植于钛棒及撑开的关节面之间,以及枕颈融合区周围,留置引流管,逐层缝合关闭切口。本组有2例患者术前判断枢椎椎弓根难以植入螺钉,需延长椎体固定节段,遂行C₃侧块螺钉内固定术,1例为13岁患儿,因椎弓根及侧块窄小而行C_{2,3}椎板(C_{2,3}融合)螺钉内固定术。对于合并小脑扁桃体下疝及脊髓空洞症的患者,均于术中同期施行寰枕区减压并切除增生的寰枕筋膜,但未行下疝的小脑扁桃体切除及硬脊膜扩大修补术。

2. 监测方法 采用美国Nicolet Viking-IV型诱发电位术中监护系统,头皮电极采用针电极(灵敏度50~200 μV),于全身麻醉下进行体感诱发电位(SEP)监测。操作方法按照国际脑电图学会(International Society of EEG)制定的O/20系统进

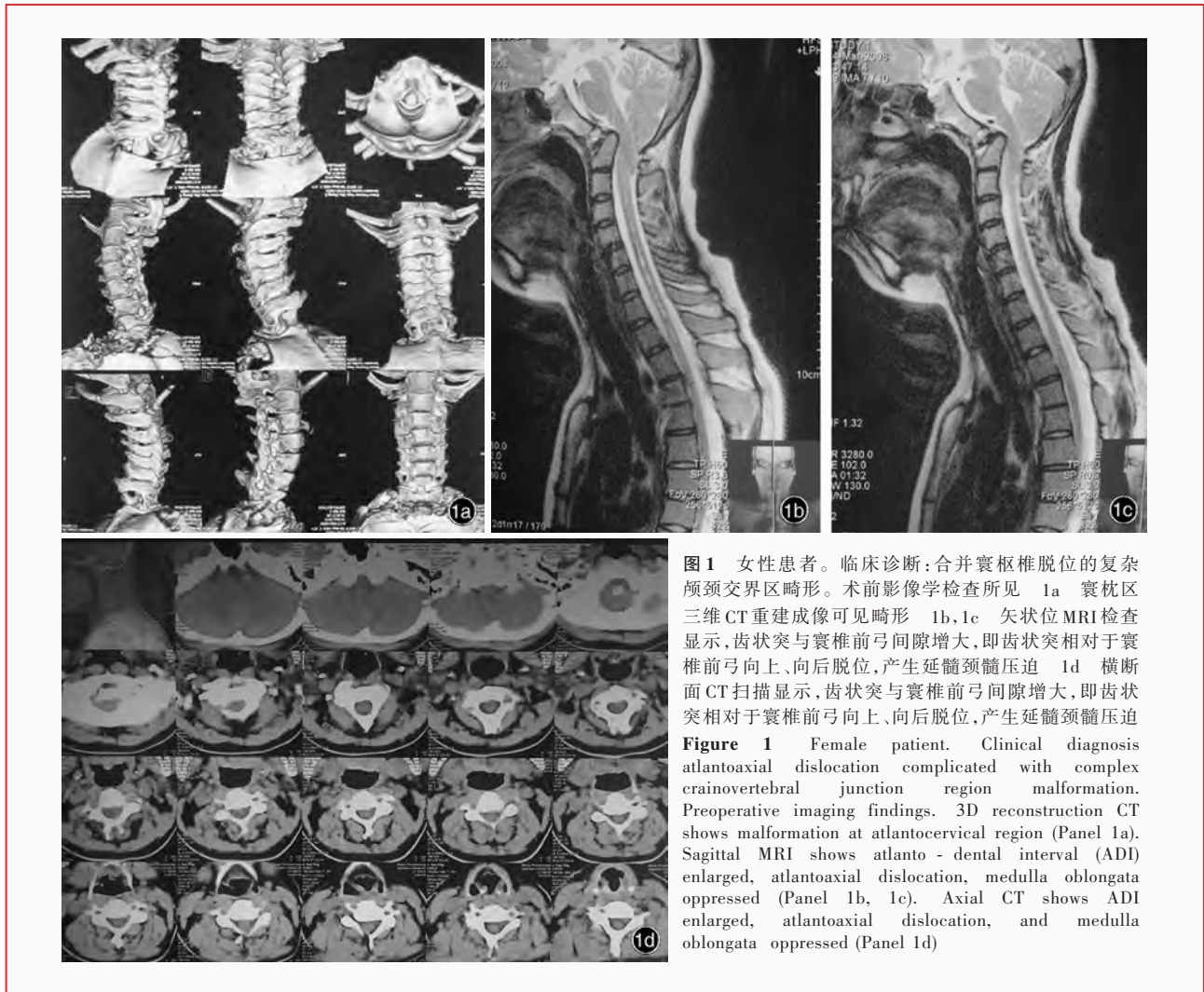


图1 女性患者。临床诊断:合并寰枢椎脱位的复杂颅颈交界区畸形。术前影像学检查所见 1a 寰枢椎三维CT重建成像可见畸形 1b,1c 矢状位MRI检查显示,齿状突与寰椎前弓间隙增大,即齿状突相对于寰椎前弓向上、向后脱位,产生延髓颈髓压迫 1d 横断面CT扫描显示,齿状突与寰椎前弓间隙增大,即齿状突相对于寰椎前弓向上、向后脱位,产生延髓颈髓压迫

Figure 1 Female patient. Clinical diagnosis atlantoaxial dislocation complicated with complex crainovertebral junction region malformation. Preoperative imaging findings. 3D reconstruction CT shows malformation at atlantocervical region (Panel 1a). Sagittal MRI shows atlanto - dental interval (ADI) enlarged, atlantoaxial dislocation, medulla oblongata oppressed (Panel 1b, 1c). Axial CT shows ADI enlarged, atlantoaxial dislocation, and medulla oblongata oppressed (Panel 1d)

行,参考电极置于FP2,上肢刺激电极于腕部正中神经,阴极置于近心端,与阳极间隔2 cm,肩部电极接地线,记录电极置于C₃和C₄之间,分析时间50 ms、平均叠加500次;下肢刺激电极置内踝后方胫后神经,记录电极置于枢椎,分析时间为100 ms、平均叠加500次,地线和参考电极放置位置和方法同上肢。二者均采取左右侧记录的方法,刺激强度以出现指、趾轻度屈曲为准,约为10~15 mA。肌电图(EMG)记录电极置于咬肌(三叉神经运动支)、环甲肌(迷走-喉返神经)和胸锁乳突肌(副神经),同一肌肉两根电极互为参考电极,地线所放置的部位与SEP监测相同。以手术前记录的SEP波形作为基准参考电位(图2b,2c)。

3. 术中监测标准 SEP通过监护脊髓的感觉传导束,已被作为术中脊髓连续性监测的主要方法。通过SEP不仅能够了解躯体感觉传导通路的功能状态,而且由于解剖学上脊髓感觉束与运动束十分接

近,运动束的损害可间接影响感觉的反应,因此SEP的改变不但可以直接反映损伤感觉通路传导状态,而且可间接反映运动通路的状态。同时,SEP监测不受睡眠、意识的影响,检测结果客观、准确、灵敏。术中主要通过SEP潜伏期、波幅和波形的变化评价患者感觉传导通路的损伤情况,一般以SEP潜伏期延长10%以上和(或)波幅降低50%作为异常标准^[5]。术中SEP在安全范围内时可继续手术,当接近危险范围时需谨慎操作,并加强监测;当达到或超过危险范围时则应暂停手术,查找原因,待电位恢复后再继续手术。如果SEP波幅降低50%以上、潜伏期延长10%以上且经处理后仍未恢复者,提示术后将出现神经功能缺损症状与体征。肌电图系指神经纤维受到机械或电刺激时其所支配的肌肉收缩所产生的电位。术中监测到的肌电活动变化可以间接反映所支配神经的功能状态,脊柱脊髓手术监测自发肌电图较诱发肌电图更常用,肌电图监



图 2 术中电生理监测及内固定 2a 术中减压复位内固定术后 2b 下肢刺激电极置于内踝后方胫后神经 2c 术中头架固定手术体位,参考电极置于 FP2

Figure 2 Electrophysiological monitoring and internal fixation. After decompressed reduction and internal fixation during operation (Panel 2a). Stimulating electrode was placed at posterior tibial nerve (the rear of medial malleolus, Panel 2b). Intraoperative head frame was fixed, reference electrode was placed at FP2 (Panel 2c)

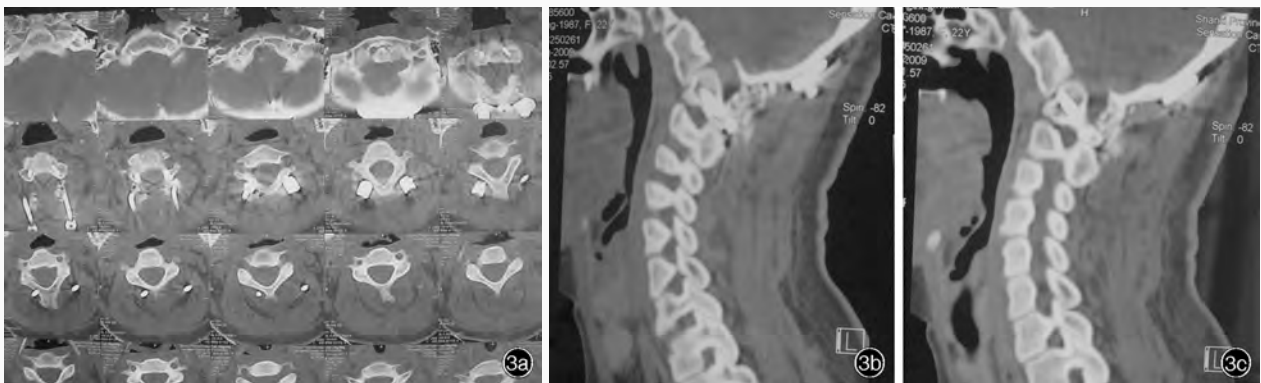


图 3 术后第 10 天 CT 检查所见 3a 横断面 CT 扫描显示寰枕区减压范围,枕颈固定板椎椎弓根钉道位置良好 3b,3c 矢状位 CT 扫描显示,术后齿状突与寰椎前弓间隙减小,齿状突复位,延髓颈髓压迫解除

Figure 3 Postoperative CT findings (10 days after operation). Axial CT shows atlanto-occipital decompressed area. The screws were well-placed (Panel 3a). Sagittal CT shows ADI decreased and medulla oblongata oppression removed (Panel 3b, 3c)

测为神经根损伤的主要监测手段。

4. 疗效评价及统计分析方法 随访期间采用三维 CT 重建术、常规 MRI 和 JOA 评分等方法,评价每一例患者临床症状改善程度、内固定系统稳定性,以及螺钉位置、方向及椎体间融合程度。测量参数以均数 ± 标准差 ($\bar{x} \pm s$) 表示,采用 SPSS 16.0 统计软件对手术前后 JOA 评分进行配对 *t* 检验。以 $P \leq 0.05$ 为差异具有统计学意义。

结 果

本组 18 例患者共植入枕骨钉 36 枚、枢椎椎弓根螺钉 30 枚、C₃ 侧块螺钉 4 枚和 C_{2,3} 椎板 (C_{2,3} 融合) 螺钉 2 枚 (图 2a); 未发现螺钉-钛棒松脱、断裂病例。术中无脊髓、神经根及椎动脉损伤,术后亦未出现相应症状及症状加重病例。

术中 SEP 监测未出现潜伏期时间延长超过 10% 和 (或) 波幅降低 50% 的异常波形。术中在 SEP 安全

范围内继续手术,1 例患者当螺钉穿破椎弓根内内壁、触及神经组织时,较位置良好的螺钉产生肌电图所需的刺激电位减小;2 例行撑开复位时,肌电图记录电极记录到环甲肌 (迷走-喉返神经) 于描记电极出现刺激电位 (100 μ V), 停止撑开,肌电图异常变化亦迅速随之消失。

术后复查颈椎三维薄层 CT、三维重建及常规 MRI 显示:18 例中 16 例内固定系统和寰枢椎复位良好,延髓颈髓形态改善 (图 3); 1 例复位不良,寰枢椎仍处于脱位状态,脊髓腹侧受压 (行枕骨与第 2 颈椎椎板螺钉-钛棒内固定)。本组达骨性融合良好者 16 例,欠佳 1 例,1 例因术后 1 周发生肺部感染窒息死亡无法观察骨性愈合情况。小脑扁桃体上移复位 14 例,且脊髓空洞症明显改善 12 例。术后枕颈部疼痛、不适消失 14 例;肢体麻木、无力减轻 15 例;行走不稳改善 12 例,改善不明显 3 例;饮水呛咳明显改善 5 例。寰枢椎解剖复位不良 1 例 (行枕骨与

第 2 颈椎椎板螺钉-钛棒内固定),但其临床症状缓解 3 个月。本组无一例发生脊髓、神经根或椎动脉损伤及感染,仅 1 例由于术后 1 周发生肺感染而窒息死亡。本组患者术后共随访 3~28 个月,平均 6.62 个月,JOA 评分为 8~14 分,平均评分 11.62 ± 3.23 ,与术前比较差异具有统计学意义($t = -5.476$, $P = 0.004$)。

讨 论

颅颈交界区畸形主要是在胚胎 4~12 周时发生异常所致^[1-2]。可致颅后窝容积减小和颅颈交界区不稳定^[3-4],当脑脊液在枕骨大孔周围循环不畅时可发生小脑扁桃体下疝或脊髓空洞症^[6],并易合并颅底陷入、寰枕融合、颈椎分节不全及寰枢椎脱位。寰枢椎脱位导致颅颈交界区不稳,继而引起局部骨质和韧带结构破坏,合并颅底陷入、齿状突后移上翘压迫延髓颈髓引起枕颈部疼痛,旋转受限及延髓脊髓受压症状。目前认为,稳定型寰枢椎脱位应进行临床观察,可积极施行手术干预治疗^[7];当颅颈交界区失稳导致神经功能障碍时需施行手术治疗,旨在解除神经压迫症状、恢复颅颈交界区的解剖关系,使不稳定的椎体节段融合稳定^[8]。既往治疗方式多采用经口腔入路施行寰枕畸形减压手术,即“经口腔齿状突磨除前减压”手术,旨在解除局部骨质结构及变性韧带、纤维结构对延髓和高段颈脊髓的压迫。但手术需行气管切开,手术切口位于咽后壁,术后影响患者进食且易引起感染等并发症,增加患者痛苦。此外,该术式仅能起到“前减压”作用,缓解临床症状,术后易影响寰枢椎稳定性,大多需再次手术行寰枕融合术^[9]。

寰枢椎脱位经后路直接复位及螺钉-钛棒(板)内固定技术是将传统的两次手术同期一次完成,术前无需牵引和气管切开,从而大大地减轻了患者痛苦。而且,此类患者多伴有小脑扁桃体下疝及脊髓空洞症,该术式无需行扁桃体切除及对空洞进行分流,从而使手术风险明显降低、颅内感染机会减少。近年来,国内外均有文献报道寰枢椎脱位经后路复位及螺钉-钛棒内固定技术,总体临床效果较为理想。从生物力学角度而言,无论颅颈交界区、中段颈椎还是颈胸交界区,螺钉固定的力量都强于钢丝或钛缆等捆绑技术,而且当由于手术或外伤等各种原因引起椎板缺如时,钢丝或钛缆捆绑技术的应用也受到限制^[9-10]。本组有 1 例患者经口腔入路齿

状突磨除术后 II 期行后路钢丝“H”形骨板捆绑固定,手术后 5 年由于枕颈稳定性差,症状又复加重,于我院施行经后路减压、复位、钉棒内固定术,术后寰枢关节复位良好,延髓颈髓形态改善,症状明显缓解。

本组 18 例患者均首选枕骨与第 2 颈椎椎弓根螺钉-钛棒内固定技术,据国内菅凤增等^[11]报告,由于存在显著颅底凹陷的患者寰椎侧块位置较高且受枕骨鳞部遮挡,术中显露十分困难。而且寰枢椎脱位时,枢椎往往相对寰椎后移,如果需要在寰椎下关节面后方植入螺钉,则枢椎上关节面可能形成阻挡,且寰枕畸形患者寰椎侧块体积显著小于正常者,显露、切开寰枢关节可使寰椎侧块螺钉植入的难度和风险增加,易损伤椎动脉或小脑后下动脉,故首选枢椎椎弓根螺钉。枕骨螺钉操作简单、显露容易,具有同样,甚至更高的牢固性。枕骨鳞部后正中骨质较厚,是十分理想的螺钉植入部位。大部分患者寰椎侧块可植入螺钉,但是手术操作存在较多的限制,不应作为枕颈融合术的常规螺钉植入点,仅可作为备选,而对颅后窝减压术后或枕骨鳞部十分菲薄而不能或不适宜植入枕骨螺钉的患者,寰椎侧块可作为备用的螺钉植入点;但术前应详细了解患者寰椎侧块解剖形态,尤其应了解椎动脉走行,必要时可利用电脑辅助导航系统进行三维成像和虚拟螺钉植入,或术中 CT 监测对手术亦有一定的帮助^[12-13]。本组有 1 例 13 岁患儿因椎弓根及侧块窄小而行 C_{2,3}椎板(C_{2,3}融合)螺钉内固定术,术后复查寰枢椎复位不良,仍处于脱位、脊髓腹侧受压,临床症状缓解后又加重,3 个月时行 II 期经口腔入路齿状突磨除减压术。究其原因因为椎板螺钉位于椎板环的后部,进钉距离较短、承受力差且其存在颈椎侧弯畸形,术中难以实施有效的撑开复位。我们的体会是:选择内固定的顺序依次为枢椎椎弓根螺钉、C₃侧块螺钉,而后为 C_{2,3}椎板螺钉,其固定及复位效果依次下降。因此,我们认为,针对合并寰枢关节脱位的复杂颅颈交界区畸形的后路减压复位内固定治疗,应严格选择手术适应证:(1)先天性或类风湿性关节炎、创伤引起的寰枕或 C_{1,2}关节脱位。(2)先天发育异常、肿瘤、创伤等因素引起的寰椎或枢椎后部结构破坏。(3)颅底凹陷经后路复位固定。但儿童患者骨质结构小,无法容纳内固定,可行枕骨与第 2 颈椎椎板螺钉-钛棒内固定术,在稳定寰椎区结构后若术中复位不理想,特别是对临床

症状改善不明显者,仍需考虑Ⅱ期经口腔入路行前路齿状突磨除减压。近年来,国内外均有文献报道寰枢关节脱位采用经后路复位及螺钉-钛棒内固定技术,总体临床效果较好^[8-9]。在本研究中,我们采用该术式共治疗寰枢关节脱位患者 18 例,效果满意,仅 1 例寰枢椎脱位未达完全复位,但临床症状亦缓解数月;术后随访期间所有患者 JOA 评分均较术前明显改善。

本组患者术中均行电生理学监测,在螺钉植入及撑开过程中,术中 SEP 未出现潜伏期延长超过 10% 和(或)波幅降低 50% 的异常波形,手术在 SEP 监测的安全范围内继续进行^[14]。仅 1 例患者当螺钉穿破椎弓根内侧壁触及神经组织时,较位置良好的螺钉产生肌电图所需的刺激电位减小,提示若螺钉刺激神经根,需改变钉道、调整进钉角度^[15]; 2 例行撑开复位时,记录到环甲肌(迷走-喉返神经)肌电图变化,可能与迷走神经在枕颈区及体内走行较长,撑开复位时牵拉伸展有关,随即停止撑开,肌电图异常改变亦迅速消失。

颈椎椎弓根、侧块螺钉植入技术成熟、可靠,但仍需严格掌握其适应证,熟悉相关区域解剖,并在术前进行 X 线、CT 或 MRI 综合评价,制定严密规范的术前预案,如初期操作,应结合术中 X 线或 CT 尽量减少损伤。我们认为:该术式治疗合并寰枢关节脱位的复杂颅颈交界区畸形具有广阔的应用前景,其安全性业已得到临床认可。我们在术中采用电生理学监测(SEP、EMG)进一步降低了螺钉植入时的风险,获得了一些临床经验,且对撑开复位尺度、距离的把握进行了电生理学研究探索,希望能够进一步提升这一技术的安全性及准确性。

参 考 文 献

[1] Milhorat TH, Chou MW, Trinidad EM, et al. Chiari I malformation redefined: clinical and radiographic findings for 364 symptomatic patients. *Neurosurgery*, 1999, 44:1005-1017.
 [2] Nishikawa M, Sakamoto H, Hakuba A, et al. Pathogenesis of Chiari malformation: a morphometric study of the posterior cranial fossa. *J Neurosurg*, 1997, 86:40-47.
 [3] Kagawa M, Jinnai T, Matsumoto Y, et al. Chiari I malformation accompanied by assimilation of the atlas, Klippel-Feil syndrome, and syringomyelia: case report. *Surg Neurol*, 2006, 65:497-502.
 [4] Mesiwala AH, Shaffrey CI, Gruss JS, et al. Atypical hemifacial microsomia associated with Chiari I malformation and syrinx: further evidence indicating that Chiari I malformation is a disorder of the paraaxial mesoderm: case report and review of the literature. *J Neurosurg*, 2001, 95:1034-1039.

[5] Oldfield EH, Muraszko K, Shawker TH, et al. Pathophysiology of syringomyelia associated with Chiari I malformation of the cerebellar tonsils: implications for diagnosis and treatment. *J Neurosurg*, 1994, 80:3-15.
 [6] Aage R. Intraoperative monitoring of evoked potentials: an update//Robert H, Wilkins SS. *Neurosurgery update*. New York: Oigilvy Press, 1990: 169-176.
 [7] Yu XG, Lin X. Surgical treatment for lability of craniocervical junction. *Zhongguo Xian Dai Shen Jing Ji Bing Za Zhi*, 2004, 4: 267-270.[余新光, 林欣. 颅颈交界区不稳定的外科治疗. 中国现代神经疾病杂志, 2004, 4:267-270.]
 [8] Ji XT, Fei Z, Zhang X, et al. Posterior restoration and screw-rod (plate) internal fixation technique for the treatment of irreducible atlantoaxial dislocation. *Zhongguo Wei Qin Xi Shen Jing Wai Ke Za Zhi*, 2010, 15:501-503.[姬西团, 费舟, 章翔, 等. 寰枢关节脱位后路复位及螺钉-钛棒(板)内固定技术. 中国微侵袭神经外科杂志, 2010, 15:501-503.]
 [9] Jian FZ, Chen Z, Ling F. Posterior cervical screw-rod (or plate) internal fixation technique: preliminary clinical report. *Zhonghua Shen Jing Wai Ke Za Zhi*, 2006, 22:588-590.[菅凤增, 陈赞, 凌锋. 颈椎后路螺钉-钛棒(板)内固定技术:初步临床报告. 中华神经外科杂志, 2006, 22:588-590.]
 [10] Chen Z, Jian FZ, Ling F, et al. Clinical application of screw and rod (plate) internal fixation technique: in cranio-cervical junction. *Zhongguo Xian Dai Shen Jing Ji Bing Za Zhi*, 2009, 9:145-148.[陈赞, 菅凤增, 凌锋, 等. 颅颈交界区螺钉-钛棒(板)内固定技术的临床应用. 中国现代神经疾病杂志, 2009, 9:145-148.]
 [11] Jian FZ, Su CH, Chen Z, et al. C₁ lateral mass screw insertion in patients of C₁ assimilation: the feasibility and limitations. *Ji Zhu Wai Ke Za Zhi*, 2011, 9:157-161.[菅凤增, 苏春海, 陈赞, 等. 寰枕融合后 C₁侧块螺钉置入的可行性及局限性研究. 脊柱外科杂志, 2011, 9:157-161.]
 [12] Ito Y, Sugimoto Y, Tomioka M, et al. Clinical accuracy of 3D fluoroscopy - assisted cervical pedicle screw insertion. *J Neurosurg Spine*, 2008, 9:450-453.
 [13] Miyata M, Neo M, Ito H, et al. Rheumatoid arthritis as a risk factor for a narrow C-2 pedicle: 3D analysis of the C-2 pedicle screw trajectory. *J Neurosurg Spine*, 2008, 9:17-21.
 [14] Tsirikos AI, Aderinto J, Tucker SK, et al. Spinal cord monitoring using intraoperative somatosensory evoked potentials for spinal trauma. *J Spinal Disord Tech*, 2004, 17:385-394.
 [15] de Blas G, Burgos J, Regidor I, et al. Recording diffusion responses from contralateral intercostal muscles after stimulus-triggered electromyography: refining a tool for the assessment of thoracic pedicle screw placement in an experimental porcine model. *Spine*, 2009, 34:391-396.

(收稿日期:2012-07-09)

本期广告目次

申捷(齐鲁制药有限公司)	前插 1
凯时(北京泰德制药股份有限公司)	前插 2
欧来宁(石药集团欧意药业有限公司)	前插 3
玄宁(石药集团欧意药业有限公司)	前插 4
必存(南京先声东元制药有限公司)	前插 5
步长倍通(菏泽步长制药有限公司)	封三
赛捷康(珠海赛隆药业有限公司)	封四