

临床论著

经口咽寰枢椎侧块关节复位块状骨支撑植骨
治疗颅底凹陷症并寰枢椎脱位

王建华, 夏 虹, 尹庆水, 吴增晖, 艾福志, 马向阳, 章 凯

(广州军区广州总医院骨科医院脊柱一科 510010 广州市)

【摘要】目的:探讨经口咽寰枢椎侧块关节牵开复位、三面皮质块状骨支撑植骨、内固定治疗颅底凹陷症合并寰枢椎脱位的价值。方法:2009 年 12 月~2011 年 12 月我院收治 33 例合并寰枢椎脱位的颅底凹陷症患者,均有脊髓压迫症状。术前寰齿间隙 (ADI) $3.8\sim 12.1\text{mm}$ ($7.9\pm 3.9\text{mm}$), 齿状突顶部与 Chamberlain 线的垂直距离 (DCL) $3.0\sim 15.6\text{mm}$ ($9.3\pm 6.2\text{mm}$), 寰枢椎垂直脱位指数 (VAAI) $0.35\sim 0.51$ (0.46 ± 0.07), 颈髓延髓角 (CMA) $112^\circ\sim 145^\circ$ ($127^\circ\pm 13^\circ$), JOA 评分 7~10 分。均采用经口咽寰枢椎侧块关节牵开复位、三面皮质块状骨支撑植骨、TARP 内固定术治疗。记录手术时间、手术出血量等,观察并发症发生情况。术后随访 8~23 个月,平均 11.5 个月,复查影像学评价寰枢椎脱位复位和脊髓压迫改善情况,采用 JOA 评分改善率对脊髓功能改善情况进行评价,在 CT 扫描图像上观察螺钉位置及植骨融合情况。结果:手术时间 $110\sim 185\text{min}$ ($145\pm 35\text{min}$), 出血量 $35\sim 85\text{ml}$ ($58\pm 18\text{ml}$)。共置入寰枢椎侧块螺钉 66 枚,枢椎逆向椎弓根螺钉 41 枚,枢椎椎体螺钉 25 枚。术后钉道扫描显示,寰枢螺钉均位于侧块内,2 枚逆向枢椎椎弓根螺钉偏外进入椎动脉孔,导致椎动脉孔闭塞,小脑缺血梗死,其余枢椎螺钉均无偏差。术后发生咽后壁感染 1 例,将钢板取出后改行后路手术获得愈合。术后 CT 重建图像显示陷入枕骨大孔的齿状突获得较理想复位,脊髓受压解除,ADI 改善为 $0.2\sim 4.5\text{mm}$ ($2.3\pm 2.1\text{mm}$), VAAI 改善为 $0.6\sim 0.84$ (0.74 ± 0.08), CMA 改善为 $140^\circ\sim 178^\circ$ ($157^\circ\pm 15^\circ$),与术前比较均有显著性差异 ($P<0.01$)。植骨块镶嵌在寰枢侧块关节间隙,术后 6~11 个月均获骨性愈合。术后患者肢体麻木、肌肉无力等症状均较术前有明显改善,术后 3 个月复查 JOA 评分恢复至 $13\sim 16$ 分 (15.2 ± 0.9 分),末次随访时为 $13\sim 17$ 分 (15.3 ± 0.8 分),与术前比较均有显著性差异 ($P<0.01$)。结论:经口咽寰枢椎侧块关节牵开复位三面皮质块状骨支撑植骨内固定术是治疗颅颈交界区病变的有效方法,但有一定风险和难度,应在严格掌握手术适应证和严格围手术期处理的条件下合理应用。

【关键词】 颅底凹陷症;寰枢椎脱位;经口咽入路;复位;融合;内固定

doi: 10.3969/j.issn.1004-406X.2012.09.05

中图分类号: R687.3, R682.1 文献标识码: A 文章编号: 1004-406X(2012)-09-0786-06

Treatment of basilar invagination associated with atlantoaxial dislocation through distracting and reducing the atlas-axis facet joint and implanting struct allograft bone by transoral approach/WANG Jianhua, XIA Hong, YIN Qingshui, et al//Chinese Journal of Spine and Spinal Cord, 2012, 22(9): 786-791

【Abstract】 Objectives: To investigate the clinical value for treatment of basilar invagination (associated with atlantoaxial dislocation) through distracting the atlas-axis facet joint and implanting struct allograft bone by transoral approach. Methods: From December 2009 to December 2011, 33 patients diagnosed with basilar invagination associated with atlantoaxial dislocation were treated by distracting the atlas-axis facet joint and implanting struct allograft bone through transoral approach. All patients had symptoms of spinal medulla compression. The atlas-dens index (ADI), distance from tip of dens to Chamberlain line (DCL), vertical atlantoaxial index (VAAI) and cervicomedullary angle (CMA) were measured on the radiography or CT image before and after operation to evaluate the reduction of atlantoaxial dislocation and the decompression of medulla. The function of spine was evaluated by the JOA score. The ADI, DCL, VAAI, CMA was $3.8\sim 12.1\text{mm}$ ($7.9\pm 3.9\text{mm}$),

基金项目:军队临床高新技术重点项目(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

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

3.0–15.6mm(9.3 ± 6.2 mm), $0.35\text{--}0.51(0.46\pm 0.07)$ and $112^\circ\text{--}145^\circ(127^\circ\pm 13^\circ)$ respectively before operation, and the spine function ranged from 7 to 10 before surgery. All cases received operations through distracting the atlas-axis facet joint and implanting struct allograft bone and TARP plate by transoral approach. Operation time and blood loss were recorded, and complications were observed after operation. All patients were followed up for 8–23 months(mean 11.5 months), the reduction of atlas-axis facet joint dislocation and improvement of spinal cord compression were evaluated by images, the bone fusion and screw placement route were evaluated with CT reconstruction image. **Results:** The mean operation time was 110–185min(145 ± 35 min), and the average blood loose was 35–85ml(58 ± 18 ml). There were total 66 atlas lateral mass screws, 41 reverse axis pedicle screws and 25 axis vertebrae body screws. Among them, there were 2 reverse axis pedicle screws violated into the vertebral artery foramen, leading to cerebellum thrombosis, and the other screws were all in right place. 1 patient showed soft tissue infection after operation and then the TARP plate was taken off and changed into posterior instruction. Postoperative CT image showed the dens of axis could be pulled down from the magnum foramen to gain reduction ideally, the compressions were resolved effectively. The ADI changed to 0.2–4.5mm(2.3 ± 2.1 mm), the VAAI changed to 0.60–0.84(0.74 ± 0.08), the CMA changed to $140^\circ\text{--}178^\circ(157^\circ\pm 15^\circ)$. There were statistical differences between post and pre-operation($P<0.01$), and the symptoms of limbs numbness and weakness improved more greatly than preoperation. The JOA scores changed to 13–16(15.2 ± 0.9) in the third month after operation, and reached to 13–17(15.3 ± 0.8) at the final follow-up, which all showed statistical differences compared with the preoperation($P<0.01$). **Conclusions:** It is an effective operation for treatment of basilar invagination associated with atlantoaxial through distracting and reducing the atlas-axis facet joint and implanting struct allograft bone by transoral approach, however with some risk and difficulty of surgery, which should only be carried out under stricted indications and with perioperative cares.

【Key words】 Basilar invagination; Atlantoaxial dislocation; Transoral approach; Reduction; Fusion; Internal fixation

【Author's address】 Department of Spinal Surgery, Guangzhou General Military Command Hospital of Guangzhou, Guangdong, 510010, China

颅底凹陷症是一种以颅颈交界区复杂骨结构畸形为基础的神经脊髓压迫综合征,其发病机制多与胚胎发育过程形成的扁平颅底、枕颈融合、Kleip-Feil 畸形等有关^[1]。临床上,根据颅底凹陷症是否伴有颅颈交界区结构性不稳或者脱位,可以将其分为不稳定型和稳定型两大类型^[2,3]。其中不稳定型常常合并寰枢椎脱位,脱位的齿状突向后、向上陷入枕骨大孔,从而压迫脑干,引起相应的临床症状。对这类患者的治疗有多种手术方式可以选择^[4,5]。自 2009 年 12 月~2011 年 12 月,我们采用经口咽入路、前路松解、寰枢椎侧块关节牵开复位、三面皮质髂骨块支撑植骨结合 TARP 内固定的方法治疗 33 例合并寰枢椎脱位的颅底凹陷症患者,获得了肯定的疗效。总结如下。

1 资料与方法

1.1 一般资料

33 例患者中男 15 例,女 18 例,年龄 32~63 岁,平均 37.6 岁。患者均有肢体麻木,四肢无力,站立或行走不稳等脊髓压迫症状,脊髓功能 JOA

评分为 7~10 分。术前均摄颈椎张口正位和侧位 X 线片,并行 CT 扫描、冠状面和矢状面的图像重建及 MRI 检查,均显示寰枢椎脱位,齿状突向上陷入枕骨大孔内,自前方压迫脑干或延髓。在矢状面图像上测量寰齿间隙(ADI)为 3.8~12.1mm(7.9 ± 3.9 mm),齿状突顶部与 Chamberlain 线的垂直距离为 3.0~15.6mm(9.30 ± 6.2 mm),寰枢椎垂直脱位指数(VAAI)^[6]为 0.35~0.51(0.46 ± 0.07),脑干延髓角(CMA)为 $112^\circ\text{--}145^\circ(127^\circ\pm 13^\circ)$ 。

1.2 手术方法

术前洁牙,0.1%洗必泰漱口,6 次/d,连续 3d 后实施手术。采用经鼻插管(右侧鼻孔置入弹簧管,左侧鼻孔置入胃管)麻醉。患者取仰卧位,术中维持颅骨牵引(4~6kg)。洗必泰、碘伏清洗口腔 2 遍后消毒铺单。Codman 拉钩牵开口腔,连接外接光纤,开启电源,保证咽后壁有足够的照明。咽后壁正中切口,必要时纵向劈开软腭,用 7 号丝线向两侧牵开,以扩大显露。小圆刀切开粘膜及粘膜下肌层后,改用长柄电刀向两侧剥离颈长肌,充分显露寰枢椎前结节、寰枢椎前弓直至两侧的侧块,枢椎显

露到侧块关节的大部。显露初步完成后,置深部自动牵开器,行软组织清理和初步松解。首先磨平并切除部分寰椎前结节,清理寰椎前弓与枢椎齿状突间的瘢痕组织,将影响复位的瘢痕组织及骨性组织清除;然后用电刀顺寰枢侧块关节向两侧切开侧块关节的前关节囊(为防止椎动脉损伤,关节囊的外 1/4 予以保留),显露关节间隙。选择直径 3mm 左右的磨头,连接高速磨钻,伸入侧块关节间隙打磨侧块关节面,将其表面的关节软骨去除。这时,寰枢椎获得进一步松解并在颅骨牵引的作用下初步复位。在同侧髂骨取下 2 枚厚度约 3~4mm 的三面皮质骨块,修整后置入双侧寰枢椎侧块间隙内。以上步骤完成后,确定寰椎前方的侧块螺钉进钉点,钻孔,选择 1 枚合适大小的经口寰枢椎复位钢板(TARP)行寰椎固定。然后在枢椎椎体上拧入 1 枚临时固定螺钉,安装 TARP 复位器,在 TARP 复位器的作用下进一步复位,透视下复位满意后,根据枢椎椎动脉变异情况,置入逆向椎弓根螺钉或枢椎椎体螺钉,完成固定。撤除 TARP 复位器,将取下的松质骨填充在寰椎侧块关节间隙及枢椎与寰椎前弓残端之间。再次用洗必泰冲洗切口,缝合咽后壁肌肉和粘膜,完成手术。

1.3 疗效评价

记录手术时间和出血量,观察并发症发生情况。术后复查影像学评价寰枢椎脱位的复位情况、螺钉位置和脊髓压迫的改善情况,随访患者脊髓功能改善情况,观察植骨融合情况。

2 结果

手术均顺利完成,手术时间 110~185min (145 ± 35 min);出血量 35~85(58 ± 18 ml)。共置入寰枢椎侧块螺钉 66 枚,枢椎逆向椎弓根螺钉 41 枚,枢椎椎体螺钉 25 枚。术后钉道扫描显示寰椎螺钉均位于侧块内,2 枚枢椎逆向椎弓根螺钉偏外进入椎动脉孔,导致椎动脉孔闭塞,小脑缺血梗死,其余枢椎螺钉均无偏差。术后发生咽后壁感染 1 例,将钢板取出后改行后路手术获得愈合。

术后 CT 重建图像显示陷入枕骨大孔的齿状突获得较理想复位,植骨块镶嵌在寰枢侧块关节间隙,MRI 显示脑干压迫解除(图 1),术后 ADI、VAAI 和 CMA 见表 1,与术前比较均有显著性差异($P<0.01$)。术后随访 8~23 个月,患者肢体麻木,肌肉无力等症状均较术前有明显改善,术后 3 个

月 JOA 评分恢复至 13~16 分(15.2 ± 0.9 分),末次随访时为 13~17 分(15.3 ± 0.8 分)。术后 6~11 个月均获骨性愈合。

3 讨论

2004 年,印度学者 Goel 等^[7]对颅底凹陷症的临床特征进行了较系统的研究,并提出寰枢椎垂直脱位的概念,认为寰枢椎脱位,枢椎齿状突上移超过 Chamberlain 线并陷入枕骨大孔,压迫脑干和脊髓,从而引起相应的神经症状是不稳定型颅底凹陷症的重要特征。他设计了一种通过后路寰枢椎置钉,寰枢椎侧块关节牵开复位,并置入块状骨或钛合金支撑体维持寰枢椎椎间隙高度的手术方法治疗合并寰枢椎脱位的颅底凹陷症,获得了比较理想的疗效。采用该技术治疗颅底凹陷症不需要进行齿状突切除,降低了传统齿状突切除手术的风险和并发症^[8]。后路实施寰枢椎侧块螺钉和枢椎的椎弓根螺钉固定,把持力强,可以在器械的辅助下将寰枢椎侧块关节间隙撑开,获得有效的侧块关节间隙高度和足够的寰椎齿状突下拉复位距离,并可获得足够的力学稳定^[9]。Goel 技术的应用为颅底凹陷症的治疗开拓了新的思路,但在临床实际使用时,也存在一些问题:(1)颅底凹陷症患者许多合并有寰椎枕骨化现象,要实施后路寰枢椎牵开复位必须置入 2 枚可靠的寰枢椎侧块螺钉,当颅底凹陷症患者出现寰椎枕骨化时,自后方置入寰椎螺钉存在困难,且有损伤舌下神经神经的风险^[9]。(2)在寰枕融合的情况下,椎动脉走行可能存在变异,有较高的椎动脉损伤风险^[10]。(3)按照 Goel 的方法施术常常需要切断双侧的 C2 神经根才能获得充分显露,患者术后多伴有枕部皮肤麻木的症状^[11,12]。与 Goel 不同,一些学者^[13-15]采用经口咽松解、牵引下复位,结合枕颈固定、后方植骨的方式治疗颅底凹陷症,取得了较好的临床疗效,但该技术需要患者接受前后路两次手术,且固定范围需要到枕骨,植骨方式多以寰枢椎后弓与枕骨大孔周围的桥接植骨为主,寰枢椎侧块关节之间缺乏支撑植骨,术后远期可能出现复位高度丢失现象。

我们提出了一种经口咽入路的“前路 Goel 技术”,即经口咽入路,通过寰枢椎侧块关节牵开复位,块状骨支撑植骨、TARP 内固定术。应用该方法治疗颅底凹陷症患者 33 例,通过对本组病例的

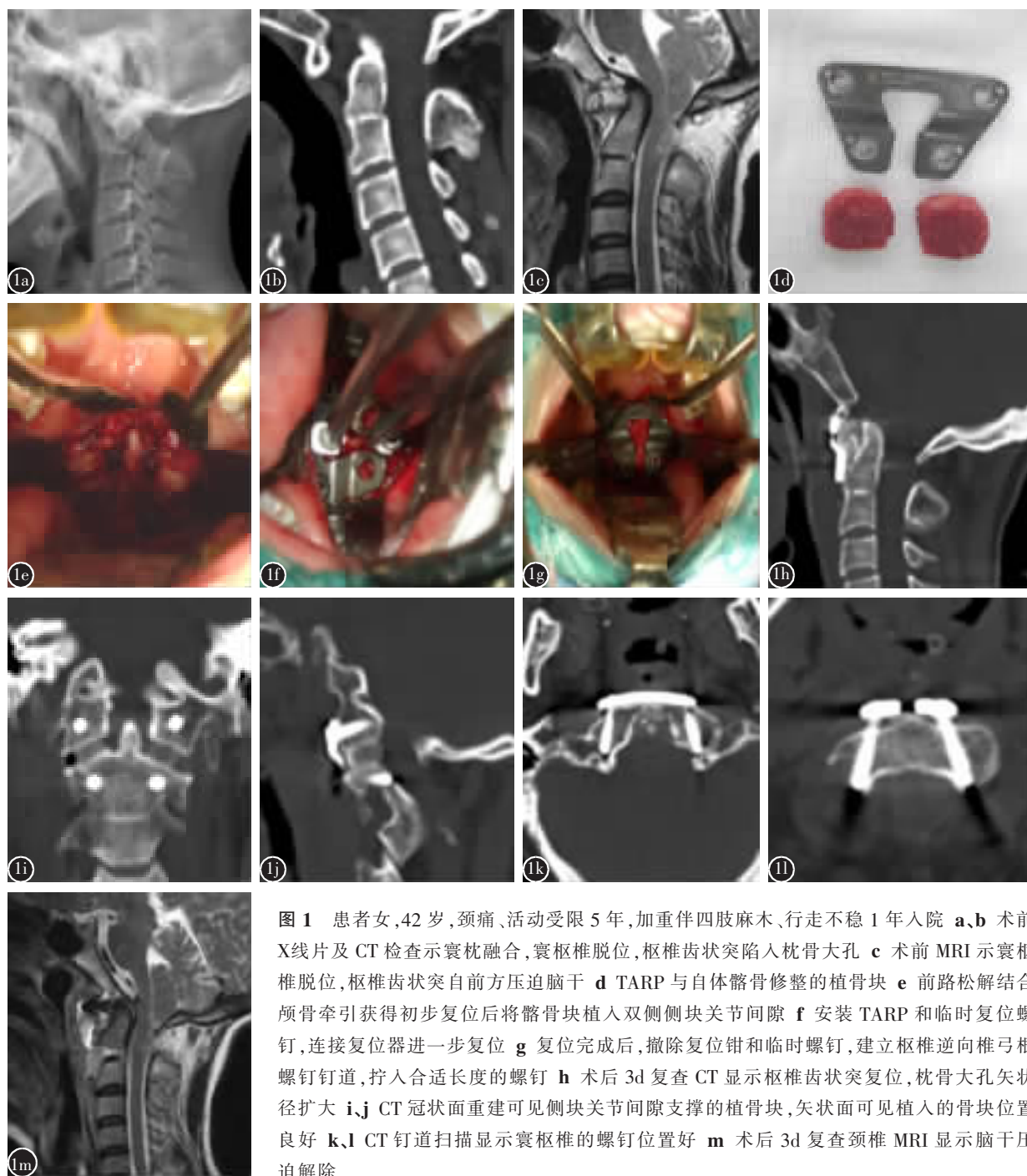


图 1 患者女, 42 岁, 颈痛、活动受限 5 年, 加重伴四肢麻木、行走不稳 1 年入院 a、b 术前 X 线片及 CT 检查示寰枕融合, 寰枢椎脱位, 枢椎齿状突陷入枕骨大孔 c 术前 MRI 示寰枢椎脱位, 枢椎齿状突自前方压迫脑干 d TARP 与自体髂骨修整的植骨块 e 前路松解结合颅骨牵引获得初步复位后将髂骨块植入双侧侧块关节间隙 f 安装 TARP 和临时复位螺钉, 连接复位器进一步复位 g 复位完成后, 撤除复位钳和临时螺钉, 建立枢椎逆向椎弓根螺钉钉道, 拧入合适长度的螺钉 h 术后 3d 复查 CT 显示枢椎齿状突复位, 枕骨大孔矢状径扩大 i、j CT 冠状面重建可见侧块关节间隙支撑的植骨块, 矢状面可见植入的骨块位置良好 k、l CT 钉道扫描显示寰枢椎的螺钉位置好 m 术后 3d 复查颈椎 MRI 显示脑干压迫解除

Figure 1 Female, 42 years old, complain of neck pain, incapable of mobilize for 5 years, aggravated 1 year with four limbs numbness and abnormal gait a, b The X ray radiography and CT show occipitocervical fusion, atlantoaxial dislocation, the dens of C2 invaginating into the magnum foramen c The preoperative MR show atlantoaxial dislocation and the dens compression to the medulla oblongata and brain stem ventrally d TARP plate and illic crest bony allograft was performed e The struct allograft bone were implanted into the atlantoaxial facet joint of both sides f, g The TARP plate and instant reduction screw were connected by the reduction clamp and further reduction was performed h The CT after operation showed the dens of axis have been pull distally into the righth position, the diameters of magnum foramen was enlarged effectively i, j The struct allograft bone could be seen in the coronal and sagittal CT reconstruction images k, l CT showed the atlas and axis screws in right positon m The postoperative MRI showed decompression of medulla brain stem

表 1 颅底凹陷症患者术前术后 CT 测量结果 ($n=33, \bar{x} \pm s$)

Table 1 Results of relative parameters of patients pre and post surgery

	术前 Preoperation	术后 Postoperation
寰齿间隙(mm) Atlanta dens index(ADI)	7.9±3.9	2.3±2.1 ^①
颈椎延髓角(°) Cervical medullary angle(CMA)	127±13	157±15 ^①
齿状突顶部与 Chamberlain 线的垂直距离(mm) Distance from tip of dens to the Chamberlain line(DCL)	9.3±6.2	1.5±1.2 ^①
垂直寰枢椎指数 Vertical atlantoaxial index(VAAI)	0.46±0.07	0.74±0.08 ^①

注:①与术前比较 $P<0.01$ Note: ①Compared with Preoperation, $P<0.01$

初步观察,我们发现该技术与“后路 Goel 技术”相比,具有以下优势:(1)有利于避开枕骨化寰椎后路置钉的麻烦,前路置钉更加方便,且寰枢椎前路的手术显露相对后路更加直接,不易受椎动脉变异及血管丛的干扰,不易损伤重要血管,引起难以控制的出血;(2)经口手术有利于对寰枢椎前方的瘢痕组织甚至骨性骨痂进行充分的松解和磨削,从而更有利于复位;(3)手术过程无需切断 C2 神经根,避免了颈后皮肤持久麻木的并发症。

在采用经口咽“前路 Goel 技术”治疗颅底凹陷症的过程中,对瘢痕及骨痂的清理和松解、侧块关节面的打磨和寰枢椎前路的置钉等是技术的关键和难点,手术医生必须具有丰富的经口咽手术经验才能驾驭和实施。我们在施术过程中,将患者取头后仰位,维持一定重量的颅骨牵引(5~6kg)。术中探查发现在寰椎后弓与齿状突之间、侧块关节前方常有大量瘢痕和骨痂增生。软性瘢痕可用电刀烧灼后清理,骨痂则需用高速磨钻打磨清除。由于有头颅牵引的作用,一般随着松解的进行,寰枢椎可以获得初步复位。瘢痕初步清理完成后,寰枢椎侧块关节间隙的打开和进入是手术的关键步骤。如果关节面之间没有骨痂融合,用电刀横向切开关节囊即可显露和进入侧块关节。一般需保留外侧 1/4~1/3 的关节囊,以避免椎动脉损伤并维持寰枢关节的相对稳定。内侧的关节囊可以完全切除,用神经剥离子稍做撬拨,并探查关节间隙松紧。关节面的软骨必须用高速磨头去除,寰椎侧块的软骨打磨相对安全,枢椎关节面的打磨切勿过多,以免洞穿椎动脉孔的球顶部伤及椎动脉。如果寰枢椎侧块关节面有骨痂增生,则必须借助磨钻

将关节间隙打开。前路固定采用自行设计的 TARP,目前第 4 代钢板的寰椎、枢椎螺钉均为万向置钉,锁定设计,术者可以根据患者寰枢椎结构变异情况,灵活选择置钉方向,最后完成锁定,使用方便^[16,17]。由于受寰枕融合的影响,寰椎位置普遍较高,手术显露时常常需要采用软腭劈开的方式扩大显露,手术置钉时,由于侧块关节间隙已被牵开,可用小的探钩探及侧块方向,置钉较容易。枢椎则因椎动脉孔存在较多变异,术前需通过薄层 CT 扫描充分判断椎动脉孔的类型,选择安全合理的置钉方式。大多数情况下选择枢椎逆向椎弓根螺钉固定较好,但对于椎动脉孔发育呈内挤高拐型(Ⅱ型)患者,则应选择椎体螺钉固定,以择安全。本组病例中,有 1 例因术前对枢椎椎动脉孔的变异情况未予充分了解,枢椎双侧椎弓根螺钉采用了逆向置钉方式,结果造成双侧椎动脉孔闭塞,小脑梗死的严重后果,患者出现脑水肿、脑疝,虽经积极处理未能挽救,最后死亡,应引以为鉴。

我们认为,经口咽“前路 Goel 技术”与“后路 Goel 技术”相比,在治疗不稳定型颅底凹陷症的手术原理上有以下共同之处:(1)均采用寰枢椎侧块关节间隙撑开的方法下拉枢椎齿状突,从而恢复正常的颅颈交界区的序列,解除脑干和脊髓的压迫。(2)均采用寰枢椎侧块关节间块状骨支撑植骨的方式实施寰枢椎之间的前柱支撑植骨,从而减少复位高度丢失。Goel 当时报道的技术是采用填充松质骨的金属支撑体置入寰枢椎侧块关节,我们认为直接采用带三面皮质的松质骨块具有更大的植骨床接触面,融合更加可靠。

当然,实施经口咽前路手术也有其不足之处,一般认为口腔是一个有菌的环境,许多学者担心经口咽入路置入内固定伴随着感染风险。国外一些学者也报道经口咽手术具有较高的感染率^[18]。我们的经验是,只要严格把握围手术期的口腔护理及手术中的无菌操作和反复冲洗,经口咽手术也可以达到或接近无菌手术的感染率^[19]。本组病例中,1 例发生明确的切口感染,再次手术取出前路固定物,改行后路枕颈固定痊愈出院。

总之,经口咽前路寰枢椎侧块关节牵开复位、三面皮质块状髂骨支撑植骨内固定术是一项治疗颅颈交界区病变的新技术,但具有一定的风险和难度,应在严格掌握手术适应证和严格围手术期管理的条件下合理应用,以发挥其应有的价值。

4 参考文献

1. Menezes AH, Vangilder JC, Graf CJ, et al. Craniocervical abnormalities: a comprehensive surgical approach [J]. J Neurosurg, 1980, 53(4): 444-455.
2. Goel A, Bhatjiwale M, Desai K. Basilar invagination: a study based on 190 surgically treated cases[J]. J Neurosurg, 1998, 88(6): 962-968.
3. 王建华, 尹庆水, 夏虹, 等. 颅底凹陷症的分型及其意义[J]. 中国脊柱脊髓杂志, 2011, 21(4): 290-294.
4. Goel A. Treatment of basilar invagination by atlantoaxial joint distraction and direct lateral mass fixation [J]. J Neurosurg Spine, 2004, 1(3): 281-286.
5. Jian FZ, Chen Z, Wrede KH, et al. Direct posterior reduction and fixation for the treatment of basilar invagination with atlantoaxial dislocation[J]. Neurosurgery, 2010, 66(4): 678-687.
6. Kulkarni AG, Goel AH. Vertical atlantoaxial index: a new craniovertebral radiographic index [J]. J Spinal Disord Tech, 2008, 21(1): 4-10.
7. Goel A, Shah A, Rajan S. Vertical mobile and reducible atlantoaxial dislocation: clinical article [J]. J Neurosurg Spine, 2009, 11(8): 9-14.
8. Goel A. Progressive basilar invagination after transoral odontoidectomy: treatment by atlantoaxial facet distraction and craniovertebral realignment[J]. Spine, 2005, 30(18): 551-555.
9. Hong JT, Lee SW, Son BC, et al. Hypoglossal nerve palsy after posterior screw placement on the C-1 lateral mass: case report [J]. J Neurosurg Spine, 2006, 5(1): 83-85.
10. Hong JT, Lee SW, Son BC, et al. Analysis of anatomical variations of bone and vascular structures around the posterior atlantal arch using three-dimensional computed tomography angiography [J]. J Neurosurg Spine, 2008, 8(3): 230-236.
11. Goe A, Desai KI, Muzumdar DP. Atlantoaxial fixation using plate and screw method: a report of 160 treated patients[J]. Neurosurgery, 2002, 51(6): 1351-1357.
12. Goel A, Zehawal S. Surgical treatment for arnold Chiari malformation associated with atlantoaxial dislocation[J]. Br J Neurosurg, 1995, 9(2): 67-72.
13. Wang C, Yan M, Zhou HT, et al. Open reduction of irreducible atlantoaxial dislocation by transoral anterior atlantoaxial release and posterior internal fixation [J]. Spine, 2006, 31(11): E306-E313.
14. Subin B, Liu JF, Marshall GJ, et al. Transoral anterior decompression and fusion of chronic irreducible atlantoaxial dislocation with spinal cord compression[J]. Spine, 1995, 20(11): 1233-1240.
15. Zileli M, Cagli S. Combined anterior and posterior approach for managing basilar invagination associated with type I Chiari malformation[J]. J Spinal Disord Tech, 2002, 15(4): 284-289.
16. Yin QS, Ai FZ, Zhang K, et al. Transoral atlantoaxial reduction plate internal fixation for the treatment of irreducible atlantoaxial dislocation: a 2- to 4-year follow-up[J]. Orthop Surg, 2010, 2(2): 149-55.
17. 尹庆水, 艾福志, 章凯, 等. 经口咽前路寰枢椎复位钢板系统的研制与初步临床应用[J]. 中华外科杂志, 2004, 42(6): 325-329.
18. Lee ST, Fairholm DJ. Transoral anterior decompression for treatment of unreducible atlantoaxial dislocations [J]. Surg Neurol, 1985, 23(3): 244-248.
19. 尹庆水, 刘景发, 夏虹, 等. 寰枢椎经口咽前路手术感染的预防[J]. 中国脊柱脊髓杂志, 2001, 11(2): 73-75.

(收稿日期:2012-05-02 修回日期:2012-06-11)

(英文编审 孙浩林/贾丹彤)

(本文编辑 卢庆霞)