

- YI B, XU L. Electrophysiological Study of Selective Posterior Rhizotomy[J]. Zhonghua Gu Ke Za Zhi, 1999, 19(10): 604-606. Chinese.
- [9] Romei M, Oudenhoven LM, van Schie PEM, et al. Evolution of gait in adolescents and young adults with spastic diplegia after selective dorsal rhizotomy in childhood; a 10 year follow-up study[J]. Gait Posture, 2018, 64: 108-113.
- [10] 徐林. 关于开展脑瘫 SPR 的若干问题[J]. 中国矫形外科杂志, 1995, (2): 141-142.
- XU L. Some problems about selective posterior rhizotomy treatment of cerebral palsy[J]. Zhongguo Jiao Xing Wai Ke Za Zhi, 1995, (2): 141-142. Chinese.
- [11] Peacock WJ, Arens LJ, Berman B. Cerebral palsy spasticity. Selective posterior rhizotomy[J]. Pediatr Neurosci, 1987, 13(2): 61-66.
- [12] Munger ME, Aldahondo N, Krach L E, et al. Long-term outcomes after selective dorsal rhizotomy: a retrospective matched cohort study[J]. Dev Med Child Neurol, 2017, 59(11): 1196-1203
- [13] Novak I, McIntyre S, Morgan C, et al. A systematic review of interventions for children with cerebral palsy: state of the evidence[J]. Dev Med Child Neurol, 2013, 55(10): 885-910.
- [14] Ailon T, Beauchamp R, Miller S, et al. Long-term outcome after selective dorsal rhizotomy in children with spastic cerebral palsy[J]. Childs Nerv Syst, 2015, 31(3): 415-423.
- [15] Dudley RW, Parolin M, Gagnon B, et al. Long-term functional benefits of selective dorsal rhizotomy for spastic cerebral palsy[J]. J Neurosurg Pediatr, 2013, 12(2): 142-150.

(收稿日期: 2019-06-25 本文编辑: 王宏)

· 经验交流 ·

双侧寰椎椎板挂钩及寰枢椎关节间隙螺钉治疗学龄期儿童急性 I 型横韧带损伤

林佩达¹, 郭翔², 倪斌²

(1. 普陀医院骨科, 浙江 舟山 316100; 2. 海军军医大学附属长征医院骨科, 上海 200003)

【摘要】 目的: 评估学龄期儿童急性 I 型横韧带损伤致寰枢椎脱位, 使用双侧寰椎椎板挂钩及寰枢椎关节间隙螺钉结合自体髂骨植骨的手术疗效。方法: 回顾 2006 年 2 月至 2019 年 2 月 8 例急性 I 型横韧带损伤致寰枢椎脱位学龄期儿童, 男 6 例, 女 2 例; 年龄 9~12 岁; 均为急性损伤, 其中高位摔伤 4 例, 车祸伤 2 例, 运动伤 2 例; 寰齿间距 5~8 mm。8 例患儿出现不同程度的枕颈部疼痛、僵硬、麻木及颈椎旋转功能障碍, 其中 2 例伴有神经压迫, ASIA 分级 D 级。术前 C_{1,2} 角平均 20.7°~23.4°。所有患儿接受颅骨牵引, 并在完全复位或寰枢椎基本复位后接受手术治疗。观察患儿治疗前后日本矫形外科学会 (Japanese orthopaedic association, JOA) 评分, 寰椎平面脊髓有效空间 (space available for the cord, SAC) 及颈椎功能障碍指数 (neck disability index, NDI), 寰齿间距, ASIA 分级及 C_{1,2} 角的变化。结果: 所有患儿获随访, 时间 8~156 个月。临床和放射学随访显示, 寰枢椎关节完全缓解, 复位满意, 关节融合稳定。未观察到与此技术相关的神经和血管损伤。术前患儿的 JOA 评分、SAC、NDI、C_{1,2} 角与末次随访比较, 均有明显改善。2 例 ASIA 分级 D 级患儿恢复到 E 级。结论: 双侧寰椎椎板挂钩及寰枢椎关节间隙螺钉结合自体髂骨植骨操作简便, 出血少, 稳定性强, 植骨融合率高, 是学龄期儿童急性 I 型横韧带损伤伴寰枢椎脱位理想的手术方案。

【关键词】 寰枢关节; 关节脱位; 儿童; 横韧带损伤; 骨折固定术, 内

中图分类号: R641

DOI: 10.3969/j.issn.1003-0034.2019.09.009

开放科学 (资源服务) 标识码 (OSID):



Bilateral atlantoaxial lamina hook and atlantoaxial joint space screw for the treatment of acute type I transverse ligament injury in school-age children LIN Pei-da, GUO Xiang, and NI Bin*. *Department of Orthopaedics, Changzheng Hospital Affiliated to Naval Military Medical University, Shanghai 200003, China

ABSTRACT Objective: To evaluate the effect of bilateral atlantoaxial lamina hook and atlantoaxial joint space screw combined with autologous iliac bone graft on atlantoaxial dislocation caused by acute type I transverse ligament injury in school-age children. **Methods:** From February 2006 to February 2019, 8 school-age children with atlantoaxial dislocation caused by acute

通讯作者: 倪斌 E-mail: newspine@163.com

Corresponding author: NI Bin E-mail: newspine@163.com

type I transverse ligament injury were systematically reviewed, including 6 males and 2 females; aged 9 to 12 years old; 8 acute injuries included 4 high-level falls, 2 car accidents and 2 sports injuries; the atlantoaxial interval (ADI) was 5 to 8 mm. Eight cases presented with pain, stiffness, numbness and cervical spine dysfunction in different degrees. Two of them were accompanied by nerve compression and ASIA grade D. The preoperative C_{1,2} angle averaged 20.7° to 23.4°. All patients received cranial traction and surgical treatment after complete reduction or atlantoaxial reduction. The changes of Japanese Orthopaedic Association (JOA) score, space available for the cord (SAC), neck disability index (NDI), ADI, ASIA classification (ASIA) injury classification (1992) and C_{1,2} angle before and after treatment were observed. **Results:** The average follow-up time was 8 to 156 months. Clinical and radiological follow-up showed that the atlantoaxial joint was completely relieved, the reduction was satisfactory and the arthrodesis was stable. Nerve and vascular injuries associated with this technique were not observed. JOA score, SAC, NDI, C_{1,2} angle of the last follow-up of the children were significantly improved. Two children of ASIA grade D recovered to grade E. **Conclusion:** Bilateral atlantoaxial lamina hook and atlantoaxial joint space screw combined with autologous iliac bone graft is simple, less bleeding, strong stability and high fusion rate. It is an ideal surgical procedure for acute type I transverse ligament injury with atlantoaxial dislocation in school-age children.

KEYWORDS Atlanto-axial joint; Joint dislocations; Child; Transverse ligament injury; Fracture fixation, internal

手术中如何选择内置物来固定学龄期儿童急性 I 型横韧带损伤致寰枢椎脱位是临床上所面临的一个难点, 回顾分析 2006 年 2 月至 2019 年 2 月治疗的 8 例学龄期儿童病例, 术中使用双侧寰椎椎板挂钩及寰枢椎关节间隙螺钉结合自体髂骨植骨术, 效果满意, 报告如下。

1 临床资料

纳入标准: 年龄 7~12 岁; 急性损伤; X 线和 CT 显示 ADI 移位 5~8 mm; Dickman 等^[1]分型 I 型; 须手术治疗。排除标准: 年龄 > 12 岁; 陈旧性损伤; 合并其它严重脏器损害; 病历资料缺失者。

本组 8 例, 男 6 例, 女 2 例, 年龄 9~12 岁, 均为急性损伤发生 I 型横韧带断裂伴寰枢椎脱位, 包括高位摔伤 4 例, 车祸伤 2 例, 运动伤 2 例。寰齿间距 (atlantodental interval, ADI) 移位 5.0~8.0 mm (表 1)。8 例患儿均有不同程度的枕颈部疼痛、僵硬、麻木, 及颈部旋转功能障碍。2 例伴有神经系统压迫症状, 美国脊髓损伤协会 (ASIA) 损伤分级 (1992) D 级。辅助检查包括拍摄颈椎正侧位、过伸过屈位 X 线

片, 行颈椎 CT、MRI 检查判断是否合并脊髓损伤。全部患者接受颅骨牵引, 并在完全复位或寰枢椎基本复位后接受手术治疗。

2 治疗方法

全身麻醉下插管, 特殊石膏床上俯卧。C 形臂 X 线透视, 观察枕颈屈曲状态的调整, 确认寰枢关节解剖复位或基本复位。在枕骨至 C₃ 后棘取正中切口, 针插入点位于枢椎椎板的峡部嵴的矢状线上。钻头打入枢椎椎弓根, 穿过枢椎椎弓根峡部的内缘和寰枢关节的后缘, 到达寰椎侧块, 钻头对准寰椎前结节, 5°~10° 平行于矢状面的中线或偏内侧, 然后用圆形探针探测钉道深度及直径。确保在钻头没有突破钉道后用 3.5 mm 丝锥攻丝, 最后拧入 3.5 mm 通用皮质螺钉, 对侧螺钉以相同方法植入。切割并弯曲适当长度的连杆, 将其插入寰椎椎板挂钩和通用皮质骨螺钉, 暂时固定螺塞。取出患儿自身部分髂骨组织, 将修整成形的髂骨植入寰枢棘突间, 并嵌入连杆, 使用压力钳对内部固定的两侧均匀加压, 并锁紧螺塞以稳定。术后 2~3 d 下床, X 线和 CT 检查确认

表 1 急性 I 型横韧带损伤致寰枢椎脱位患儿 8 例的临床资料与治疗结果

Tab.1 Clinical data and treatment effects of 8 patients with autologous iliac bone graft on atlantoaxial dislocation caused by acute type I transverse ligament injury

序号	性别	年龄 (岁)	损伤机制	Dickman 分型	ASIA 分级	ADI(mm)		C _{1,2} (°)		JOA(分)		SAC(mm)		NDI		随访时间 (月)
						术前	术后	术前	术后	术前	术后	术前	术后	术前	术后	
1	男	10	高处坠落	IA	E	7.2	1.9	21.6	26.4	12	16	7	13	28	16	156
2	男	10	高处坠落	IA	D	5.8	1.3	21.2	27.1	13	15	8	14	42	23	9
3	男	11	车祸	IA	E	8.0	2.3	23.4	28.9	14	16	10	13	36	19	15
4	女	12	运动伤	IB	E	6.9	1.4	20.9	26.8	13	15	12	16	30	20	14
5	男	11	车祸	IA	E	6.2	1.2	22.2	28.2	15	17	9	16	48	25	23
6	女	12	运动伤	IB	E	6.6	1.3	20.8	26.9	14	16	9	13	35	23	22
7	男	9	高处坠落	IA	D	7.4	2.1	21.4	26.6	13	17	9	15	32	17	13
8	男	11	高处坠落	IA	E	5.0	1.2	20.7	26.9	14	16	11	16	39	22	8

植入物及内固定位置。8 例术后均行费城颈托固定 3 个月, 分别在术后 3、6 个月行颈椎 X 线正侧位和过伸过屈位检查及 CT 复查。

3 治疗结果

3.1 疗效评价方法

观察患儿治疗前后日本矫形外科学会 (Japanese orthopaedic association, JOA) 评分, 寰椎平面脊髓有效空间 (space available for the cord, SAC), 颈椎功能障碍指数 (neck disability index, NDI), ADI, ASIA 分级及 C_{1,2} 角的变化。

3.2 结果

手术时间 85~124 min, 出血量 35~120 ml, 随访时间 8 个月~156 年。所有患儿手术顺利, 术中无椎动脉和脊髓损伤, 手术后无神经系统症状增加等并发症发生。术后 3、6 个月复查颈椎 X 线及颈部 CT, 结果显示颈椎生理曲度存在, 植入挂钩及螺钉位置良好, 没有松动和脱钩, 骨融合和寰枢椎稳定且无移位。术后 6 例枕颈部症状消失, 显著改善 2 例, 2 例

ASIA 分级 D 级患儿恢复到 E 级。末次随访的 JOA、SAC、NDI、ADI、C_{1,2} 角均较术前改善 (表 1)。典型病例见图 1。

4 讨论

I 型横韧带急性损伤致寰枢椎脱位, 由于横韧带主体结构断裂, 保守治疗在获得稳定性方面是无效的, 寰枢椎复合体的手术固定是必不可少的。

4.1 学龄期儿童手术内置物使用现状分析

谭明生^[3]指出选择合理的内固定器材、正确的手术技术以及植骨方法是保证手术成功的关键。Gallie、Brooks 法钢丝、钛缆或椎板夹固定技术等都是适用于学龄期儿童的经典内固定术, 但由于学龄期儿童骨骼的特殊性, 容易造成内置物使骨质切割, 导致内固定失败。Gallie 操作相对简便, 对颈部旋转功能影响小, 但植骨不融合率达 25%^[4]。Brooks 法操作繁琐, 脊髓损伤风险大, 且不同锁定方式抗扭转强度差异明显^[5]。椎板夹固定技术抗屈曲稳定性强, 但抗旋转稳定性弱, 容易造成寰枢椎再次脱位, 并发症

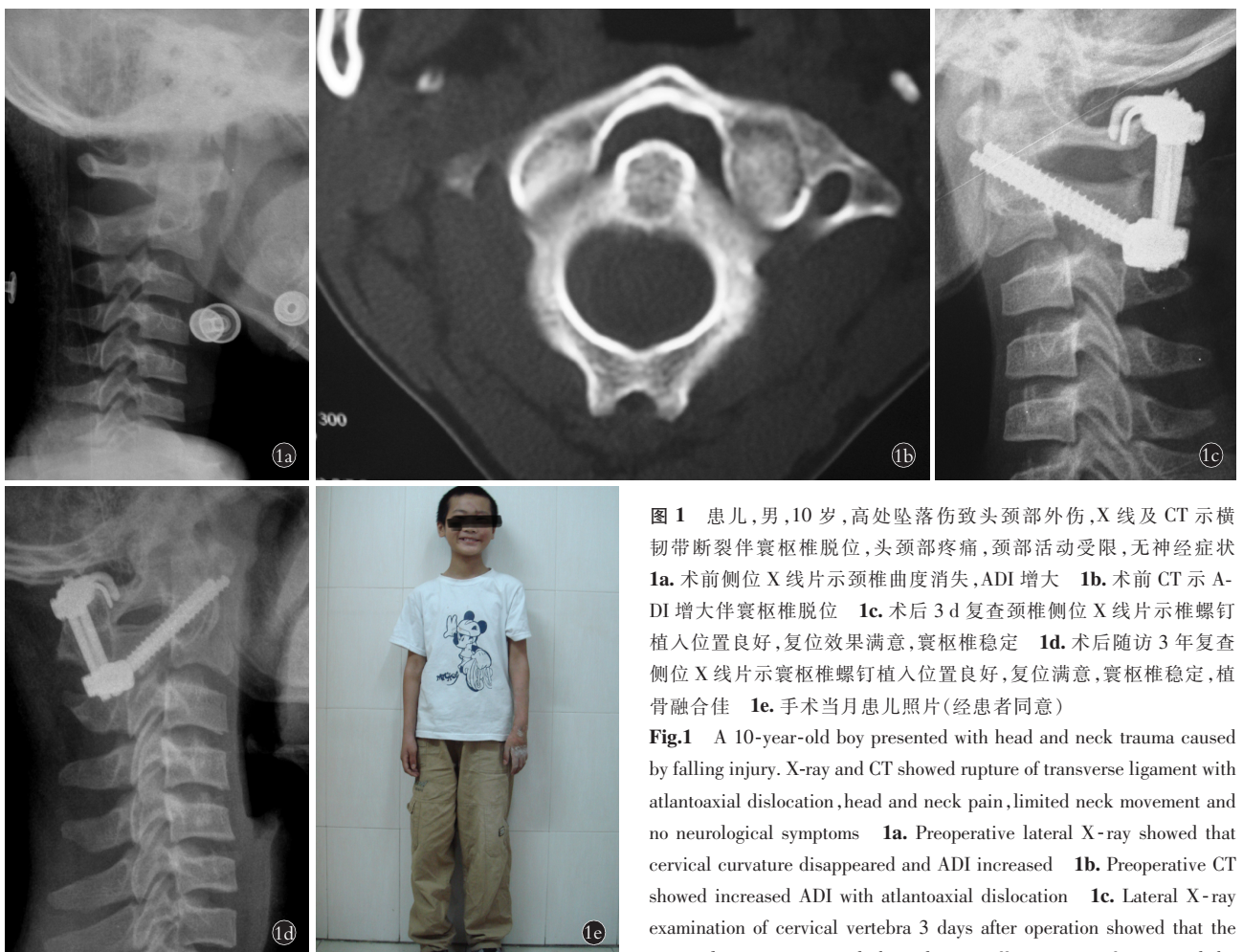


图 1 患儿, 男, 10 岁, 高处坠落伤致头颈部外伤, X 线及 CT 示横韧带断裂伴寰枢椎脱位, 头颈部疼痛, 颈部活动受限, 无神经症状 **1a.** 术前侧位 X 线片示颈椎曲度消失, ADI 增大 **1b.** 术前 CT 示 ADI 增大伴寰枢椎脱位 **1c.** 术后 3 d 复查颈椎侧位 X 线片示椎螺钉植入位置良好, 复位效果满意, 寰枢椎稳定 **1d.** 术后随访 3 年复查侧位 X 线片示寰枢椎螺钉植入位置良好, 复位满意, 寰枢椎稳定, 植骨融合佳 **1e.** 手术当月患儿照片 (经患者同意)

Fig.1 A 10-year-old boy presented with head and neck trauma caused by falling injury. X-ray and CT showed rupture of transverse ligament with atlantoaxial dislocation, head and neck pain, limited neck movement and no neurological symptoms **1a.** Preoperative lateral X-ray showed that cervical curvature disappeared and ADI increased **1b.** Preoperative CT showed increased ADI with atlantoaxial dislocation **1c.** Lateral X-ray examination of cervical vertebra 3 days after operation showed that the screw placement was good, the reduction effect was satisfactory, and the

atlantoaxial vertebra was stable **1d.** Lateral X-ray films after 3 years follow-up showed that atlantoaxial screw implantation was in good position, satisfactory reduction, atlantoaxial stability and good fusion **1e.** Photograph of the boy on the month of operation (with patient's consent)

多。枕颈融合术对患儿生长发育、颈部活动影响大,主要应用于合并枕颈不稳或为寰枢椎固定失败的补救方案。随着钉钩技术和钉棒技术在成人寰枢椎手术中广泛娴熟应用逐渐向未成年人扩展;目前,寰枢椎椎弓根螺钉技术、寰椎侧块螺钉技术结合枢椎椎板螺钉技术和 Magerl 技术均是学龄期儿童手术中主要使用的寰枢椎后路螺钉技术。

4.2 儿童寰枢椎解剖结构特点

在功能上寰枢关节是不可分割的,被称为寰枢椎复合体,寰枢关节间无椎间盘,包括前后韧带、横韧带、翼状韧带、关节囊等,其中横韧带是上颈椎最坚韧的韧带,限制寰椎向前过度滑动,其起于齿状突后缘,止于寰椎两侧内缘的小结节,但在学龄期儿童中未见这种结节。Powell 等^[6]报道 8 岁以下的儿童中,寰枢椎韧带和关节囊是有弹性的,C₁ 和 C₂ 的小关节水平对齐,并有强壮的滑膜组织,允许寰枢椎活动过度。刘利君等^[7]报道<12 岁学龄期儿童横韧带长度(16.2±5.4) mm 较成人短,(1.49±0.81) mm 的厚度较成人薄,韧性差,易损伤横韧带,齿状突后倾角、齿面角、枢椎上关节面弧度指数等诸多解剖学因素或许正是学龄期儿童寰枢椎较成人更容易发生旋转脱位的原因。

4.3 手术可行性和疗效分析

倪斌等^[8]报道双侧寰椎椎板挂钩及经寰枢椎关节间隙螺钉固定术。由于学龄期儿童寰枢椎解剖结构特异,寰枢椎关节间隙螺钉应用关键取决于术前寰枢椎复合体影像学的精准测量,C₂ 椎弓根的高度和宽度安全值均为 4.5 mm,在 3.5~4.5 mm 之间操作要谨慎,同时排除椎动脉走行紧密高拐^[9-10]。黄涛等^[11]研究表明 87.5% 的 8~12 岁学龄期儿童枢椎椎弓根高度>5 mm,100% 椎弓根宽度>5 mm,同时提出椎动脉沟距概念反应椎动脉沟变异,认为>2.5 mm 沟距为置钉安全值。在使用寰枢椎椎弓根螺钉固定时,螺钉要穿过寰椎后弓、椎动脉沟、寰椎后弓狭部到寰椎侧块,学龄期儿童≥10 岁,<12 岁寰椎后弓高度(4.98±0.67) mm,符合椎弓根螺钉置入要求^[12]。但学龄期儿童后弓骨性容纳力差,椎动脉走向个体差异大,置钉存在较大风险及不确定性。夏虹等^[13]指出当寰椎后弓高度<3.5 mm 时,椎弓根螺钉置入困难,应选择挂钩置入。Magerl 技术结合 Gallie 固定,操作繁琐,且钢丝或钛线易对骨质偏软的儿童棘突及后弓造成损伤性切割,存在棘突和后弓骨折的风险,致使手术失败。本组 16 枚寰椎椎板挂钩术中均一次性植入成功,长期随访无松动脱钩。郭翔等^[14]报道双侧寰枢椎关节间隙螺钉结合椎板挂钩、Gallie 技术钛缆内固术、双侧寰椎侧块螺钉结合枢椎椎弓根螺

钉内固定术这 3 种后路术式,生物力学显示双侧寰枢椎关节间隙螺钉结合椎板挂钩内固定术稳定性最强。随访结果显示术前和术后 JOA 评分平均增加 2.48 分,SAC 平均增加 5.9 mm,NDI 平均下降 20.03,ADI 平均减小了 5.0 mm,C_{1,2} 角平均改善 7.2°。上述结果与唐明星等^[15]报道 Magerl 结合 Gallie 技术固定学龄期儿童寰枢椎关节脱位随访结果较为接近,与 Wu 等^[16]报道寰枢椎椎弓根螺钉治疗学龄期儿童寰枢椎关节脱位观察结果接近,与杨珺等^[17]报道该技术固定成人寰枢椎关节脱位随访结果接近。本组手术儿童平均出血量 65.4 ml,较唐明星等^[15]报道的平均出血量 77.8 ml 少了 12.4 ml,较 C₁₋₂ 椎弓根螺钉技术^[16]平均出血量 157.4 ml 少了 92.0 ml。本组 8 例患儿全部骨融合,平均骨移植融合时间 3.7 个月,与赵文龙等^[18]报道该技术治疗成人寰枢椎关节脱位具有 100% 植骨融合率相一致。

4.4 注意事项

术前必须颅骨牵引,实现寰枢椎解剖复位,以防在寰枢椎关节间隙螺钉置钉过程中造成严重后果。在手术过程中,剥离寰椎后弓骨膜不应偏中线太远,一般<1 cm。它可以容纳两侧后弓钩,否则会损伤椎动脉并导致不受控制的静脉丛出血。由于学龄期儿童寰椎后弓较成人小且与椎板挂钩匹配,一般无须行寰椎后弓表面骨嵴修整来适应椎板挂钩外形。寰枢椎关节间隙螺钉放置方向应控制在 35°~45°向上角度,矢状面平行于中线或与内侧平行 5°~10°。三维 CT 研究^[11]学龄期儿童寰枢椎关节间隙螺钉合适内倾角平均约 10°,上倾角约 40°,较大的内翻角容易损伤脊神经,外翻往往会损伤椎动脉。据 Suchomel 等^[19]报道寰枢椎关节间隙螺钉置钉者,5% 会损伤椎动脉,原因主要是寰枢椎个体解剖变异或操作不当。

综上所述,双侧寰椎椎板挂钩及寰枢椎关节间隙螺钉结合自体髂骨植骨操作简便,出血少,稳定性强,植骨融合率高,是学龄期儿童急性 I 型横韧带损伤伴寰枢椎脱位理想的手术方案。

参考文献

- [1] Dickman CA, Sonntag VK. Injuries involving the transverse atlantal ligament: classification and treatment guidelines based upon experience with 39 injuries[J]. Neurosurgery, 1997, 40(4): 886-887.
- [2] Hirabayashi K, Miyakawa J, Satomi K, et al. Operative results and postoperative progression of ossification among patients with ossification of cervical posterior longitudinal ligament[J]. Spine (Phila Pa 1976), 1981, 6(4): 354-364.
- [3] 谭明生. 对寰枢椎脱位的手术适应证与外科治疗原则的思考[J]. 中国骨伤, 2012, 25(1): 1-3.
TAN MS. Thoughts of surgical therapeutic principle and operative indication in atlanto-axial dislocation[J]. Zhongguo Gu Shang/China J Orthop Trauma, 2012, 25(1): 1-3. Chinese.

- [4] 滕文臣,白靖平,锡林·宝勒日,等.寰枢椎不稳后路钢丝内固定术相关应用解剖学研究[J].中国矫形外科杂志,2002,9(1):52-56.
TENG WC, BAI JP, XILIN BLR, et al. The study of the relevant applied anatomy of the posterior approach to treat atlantoaxial instability by wiring fixation[J]. Zhongguo Jiao Xing Wai Ke Za Zhi, 2002, 9(1):52-56. Chinese.
- [5] 刘铁龙,章允志,严望军,等.钢丝与钛缆内固定系统固定寰枢椎失稳的抗扭转生物力学比较研究[J].中国骨伤,2008,21(8):570-572.
LIU TL, ZHANG YZ, YAN WJ, et al. Anti-rotation biomechanical study of wire and various system in the posterior brooks instrumentation for cable of atlantoaxial instability[J]. Zhongguo Gu Shang/China J Orthop Trauma, 2008, 21(8):570-572. Chinese.
- [6] Powell EC, Leonard JR, Olsen CS, et al. Atlantoaxial rotatory subluxation in children[J]. Pediatr Emerg Care, 2017, 33(2):86-91.
- [7] 刘利君,彭明惺,唐学阳,等.儿童寰枢椎旋转畸形发病机制的解剖学研究[J].中华小儿外科杂志,2003,24(5):433-435.
LIU LJ, PENG MJ, TANG XY, et al. Anatomical study of pathological mechanism of atlantoaxial rotatory deformity in children[J]. Zhonghua Xiao Er Wai Ke Za Zhi, 2003, 24(5):433-435. Chinese.
- [8] 倪斌,陈华江,郭翔,等.双侧寰椎椎板挂钩及经寰枢椎关节间隙螺钉固定术[J].中华外科杂志,2005,43(20):1358-1359.
NI B, CHEN HJ, GUO X, et al. Bilateral atlas lamina hook and transatlantoaxial joint space screw fixation[J]. Zhonghua Wai Ke Za Zhi, 2005, 43(20):1358-1359. Chinese.
- [9] 贾卫斗,郑铁钢,杨博贵,等.寰枢椎椎弓根影像学测量及临床应用[J].中国矫形外科杂志,2008,16(16):1221-1223.
JIA WD, ZHENG TG, YANG BG, et al. Imageology measurement and clinical practice of atlantoaxial pedicle[J]. Zhongguo Jiao Xing Wai Ke Za Zhi, 2008, 16(16):1221-1223. Chinese.
- [10] 沙勇,张绍祥,刘正金,等.后路经寰枢椎关节螺钉内固定的枢椎解剖学测量[J].中国临床解剖学杂志,2002,20(3):172-175.
SHA Y, ZHANG SX, LIU ZJ, et al. Axial anatomical evaluation of the posterior atlantoaxial transarticular screw fixation[J]. Zhongguo Lin Chuang Jie Puo Xue Za Zhi, 2002, 20(3):172-175. Chinese.
- [11] 黄涛,吕国华,孟志斌,等.后路经寰枢椎关节螺钉固定术在儿童可行性的三维 CT 研究[J].中华骨科杂志,2008,28(9):720-725.
HUANG T, LYU GH, MENG ZB, et al. The feasibility study of atlanto-axial transarticular fixation in children using millipolar reconstruction of helical computed tomography[J]. Zhonghua Gu Ke Za Zhi, 2008, 28(9):720-725. Chinese.
- [12] 张少杰,王星,李志军,等.应用数字化技术对儿童寰枢椎椎弓根形态及置钉方式的初步探讨[J].中华小儿外科杂志,2015,36(5):373-377.
ZHANG SJ, WANG X, LI ZJ, et al. Preliminary study of vertebral pedicle characteristics and pedicle screw internal fixations of atlas and axis in children via digital technology[J]. Zhonghua Xiao Er Wai Ke Za Zhi, 2015, 36(5):373-377. Chinese.
- [13] 夏虹,王建华,吴增晖,等.术前判别寰枢椎解剖类型对上颈椎后路置钉策略的意义[J].中国脊柱脊髓杂志,2017,27(1):17-24.
XIA H, WANG JH, WU ZH, et al. Individualized strategy for upper cervical surgery based on the identification of atlantoaxial anatomic variation[J]. Zhongguo Ji Zhu Ji Sui Za Zhi, 2017, 27(1):17-24. Chinese.
- [14] 郭翔,倪斌,李松凯,等.三种后路寰枢椎融合术的离体生物力学研究[J].中国骨与关节损伤杂志,2009,24(1):1-4.
GUO X, NI B, LI SK, et al. Biomechanical in vitro comparison of three posterior atlantoaxial fixation techniques[J]. Zhongguo Gu Yu Guan Jie Sun Shang Za Zhi, 2009, 24(1):1-4. Chinese.
- [15] 唐明星,张宏其,刘金洋,等. Magerl 技术治疗儿童寰枢椎旋转半脱位[J].中华骨科杂志,2016,36(9):570-576.
TANG MX, ZHANG HQ, LIU JY, et al. Magerl technique for children atlantoaxial rotatory subluxation[J]. Zhonghua Gu Ke Za Zhi, 2016, 36(9):570-576. Chinese.
- [16] Wu X, Li Y, Tan M, et al. Long-term clinical and radiologic post-operative outcomes after C₁-C₂ pedicle screw techniques for pediatric atlantoaxial rotatory dislocation[J]. World Neurosurg, 2018, 115:e404-e421.
- [17] 杨珺,倪斌,郭翔,等.双侧经寰枢椎关节螺钉寰枢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[J].中国脊柱脊髓杂志,2017,27(1):3-9.
YANG J, NI B, GUO X, et al. 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[J]. Zhongguo Ji Zhu Ji Sui Za Zhi, 2017, 27(1):3-9. Chinese.
- [18] 赵文龙,倪斌,郭群峰,等.后路寰枢椎经关节螺钉结合寰枢椎板钩与寰枢椎椎弓根螺钉固定融合治疗寰枢椎脱位的疗效比较[J].中国脊柱脊髓杂志,2017,27(1):10-15.
ZHAO WL, NI B, GUO QF, et al. Comparison of outcomes in the treatment of reducible atlantoaxial dislocation by C_{1,2} transarticular screws combined with C₁ lamina hook versus C₁ lateral mass with C₂ pedicle screws[J]. Zhongguo Ji Zhu Ji Sui Za Zhi, 2017, 27(1):10-15. Chinese.
- [19] Suchomel P, Stulík J, Klézl Z, et al. Transarticular fixation of C₁-C₂: a multicenter retrospective study[J]. Acta Chir Orthop Traumatol Cech, 2004, 71(1):6-12.

(收稿日期:2019-06-28 本文编辑:连智华)