

I 期后路寰枢椎椎弓根螺钉复位固定非融合治疗青少年 Grauer II B 型齿突骨折

许楠健, 陈云琳, 王小舟, 蒋伟宇, 马维虎

(宁波市第六医院脊柱外科, 浙江 宁波 315040)

【摘要】 目的: 探讨 I 期后路寰枢椎椎弓根螺钉复位固定非融合治疗青少年 Grauer II B 型齿突骨折的临床疗效。方法: 2009 年 2 月至 2015 年 4 月, 采用 I 期后路寰枢椎椎弓根螺钉复位固定非融合治疗 19 例不适合行前路齿突螺钉固定的 Grauer II B 型齿突骨折青少年患者, 其中男 14 例, 女 5 例, 年龄 14~32(24.6±5.0) 岁。术后复查 CT 显示骨折骨性愈合后取出内固定。在末次随访时(内固定拆除至少 1 年以上)采用动力位 CT 评估寰枢椎旋转活动度的保留情况。记录第 1 次手术前、第 2 次手术(拆除内固定)前、末次随访时的疼痛视觉模拟评分(visual analogue scale, VAS); 采用颈椎功能障碍指数(Neck Disability Index, NDI)对第 2 次手术(拆除内固定)前、末次随访时的疗效进行评价。结果: 术后 2 例患者出现枕颈部麻木、疼痛等枕大神经刺激症状, 给予脱水、营养神经等药物治疗, 1~2 个月后症状缓解。所有患者获第 2 次手术(拆除内固定)术后 1 年以上随访, 随访时间 18~25(21.47±2.41) 个月。术后骨折骨性融合的时间为 6~10(8.21±1.27) 个月。骨折骨性愈合即行 II 期手术拆除内固定, 期间无内固定失败。术后患者颈痛症状明显改善, VAS 评分由术前的 6.74±0.65 下降到第 2 次手术(拆除内固定)术后末次随访时的 0.42±0.51, 差异有统计学意义。NDI 值由第 2 次手术(拆除内固定)前的(10.58±2.04)% 下降到第 2 次手术(拆除内固定)术后末次随访时的(3.79±2.23)%, 差异有统计学意义。第 2 次手术(拆除内固定)术后末次随访时, 动力位 CT 显示寰枢椎单侧旋转活动度达到向左(15.73±5.57)°, 向右(15.55±5.78)°, 寰枢椎总体旋转活动度为(31.28±10.71)°。结论: I 期后路寰枢椎椎弓根螺钉复位固定非融合治疗不适合行前路齿突螺钉固定的青少年 Grauer II B 型齿突骨折, 可以避免寰枢关节融合, 在一定程度上保留寰枢椎的旋转活动度。

【关键词】 齿突骨折; 内固定术; 寰枢椎融合; 旋转; 活动范围; 青少年

中图分类号: R683.2

DOI: 10.3969/j.issn.1003-0034.2019.03.012

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



One stage temporary atlantoaxial segmental fixation and reduction for Grauer type II B dens fractures in teenagers

XU Nan-jian, CHEN Yun-lin, WANG Xiao-zhou, JIANG Wei-yu, and MA Wei-hu. Department of Spinal Surgery, Ningbo No.6 Hospital, Ningbo 315040, Zhejiang, China

ABSTRACT Objective: To assess the clinical results of one stage temporary atlantoaxial segmental fixation and reduction for Grauer type II B dens fractures in teenagers. **Methods:** From February 2009 to April 2015, 19 teenagers with Grauer type II B dens fractures not amenable to anterior screw fixation were enrolled and treated using one stage temporary atlantoaxial segmental fixation and reduction without fusion. There were 14 males and 5 females, aged from 14 to 32 years with an average of (24.6±5.0) years. The internal fixation was removed after bone healing confirmed by CT scan. At the last follow-up (at least 1 year after internal fixation removal), dynamic CT was used to assess the atlantoaxial rotation activity. Visual analogue scale (VAS) was recorded before the first operation, before the second operation (removal of internal fixation) and at the last follow-up. Neck Disability Index (NDI) was used to evaluate the efficacy before the second operation (removal of internal fixation) and the last follow-up. **Results:** After operation, 2 patients developed the symptoms of occipital nerve stimulation such as numbness and pain in the occipitocervical region, and were treated with drugs such as dehydration and neurotrophic drugs, and the symptoms were relieved after 1 to 2 months. All the internal fixations were removed and all the patients were followed up more than 1 year, with time ranging from 18 to 25 months and an average of (21.47±2.41) months. The time of bone fusion after operation was 6 to 10 months with the mean of (8.21±1.27) months. Secondary surgical removal of internal fixation were performed immediately after fracture healing without internal fixation failure. The symptoms of neck pain improved significantly

基金项目: 浙江省自然科学基金项目(编号: LY18H060007)

Fond program: Natural Science Foundation of Zhejiang Province(No. LY18H060007)

通讯作者: 马维虎 E-mail: weihu_ma@163.com

Corresponding author: MA Wei-hu E-mail: weihu_ma@163.com

after operation, VAS score decreased from 6.74 ± 0.65 before operation to 0.42 ± 0.51 at the last follow-up after the second operation (removal of internal fixation), with statistically significant differences ($P < 0.01$). The NDI value decreased from $(10.58 \pm 2.04)\%$ before the second operation (removal of internal fixation) to $(3.79 \pm 2.23)\%$ at the last follow-up after the second operation (removal of internal fixation), with statistically significant difference ($P < 0.01$). At the last follow-up after the second operation (removal of internal fixation), dynamic CT showed that the unilateral rotation of the atlantoaxial spine reached $(15.73 \pm 5.57)^\circ$ to the left, $(15.55 \pm 5.78)^\circ$ to the right, and the overall rotation of the atlantoaxial spine was $(31.28 \pm 10.71)^\circ$. **Conclusion:** One stage temporary atlantoaxial segmental fixation and reduction for the treatment of Grauer type II B dens fractures not amenable to anterior screw fixation in teenagers can avoid the loss of atlantoaxial rotation function caused by atlantoaxial fusion, and to some extent retain the rotation activity of atlanto-axial joint.

KEYWORDS Dens fracture; Internal fixation; Atlantoaxial fusion; Rotation; Range of motion; Teenagers

齿突骨折往往死于交通事故、高处坠落等引起的多发伤,其发病率占所有颈椎外伤存活者的 10%~15%^[1]。Anderson-D'Alonzo 根据骨折的解剖位置将齿突骨折分为 3 型,其中 65%~70% 的齿突骨折为 II 型,即齿突基底部骨折^[2]。对于 II 型齿突骨折的治疗方案,一直存在争议。有学者^[3]建议,先使用颅骨牵引,待骨折解剖对位后再持续 2~3 周,之后改为 Halo 支架固定,即可达到 70% 左右的骨折愈合率。但是,存在复查 X 线片不便、钉道感染、脑脓肿、颈椎小关节僵硬和疼痛、日常清洗不便、难以维持寰枢椎的持续稳定等并发症,也可造成较高的齿突骨折不愈合率^[4]。另外,有学者^[1,4-5]研究发现手术治疗的骨折愈合率可达到 82%~100%。但是, Grauer 等^[6]认为骨折线倾斜程度和方向、骨折移位情况、骨折端粉碎程度等因素均影响 II 型齿突骨折的治疗方案,治疗结果也相差甚远。Grauer 等^[6]将 Anderson-D'Alonzo II 型齿突骨折进一步细分为 3 个亚型,其中 II B 型齿突骨折为有移位、骨折线方向为前上斜向后下或横行的骨折,并建议前路齿突螺钉固定。理论上,前路齿突螺钉固定可保留寰枢关节旋转功能。但是,对于颅骨牵引后,骨折端无法解剖对位或难以维持复位的 II B 型齿突骨折,前路齿突螺钉固定不适合。Lee 等^[7]认为寰枢椎椎弓根螺钉力学强度较大,术中可提拉复位,传统的后路寰枢固定融合术能更好的保持寰枢椎整体力学稳定性,但同时会丧失寰枢关节 50% 的旋转功能。保留上颈椎的旋转功能和临时维持上颈椎的稳定性能否兼顾?为此,2009 年 2 月至 2015 年 4 月,笔者采用 I 期后路寰枢椎椎弓根螺钉复位固定非融合治疗颅骨牵引后骨折端无法解剖对位或难以维持复位的青少年 Grauer II B 型齿突骨折 19 例。现对其临床及影像学资料进行回顾性分析,目的在于:(1)评价后路寰枢椎椎弓根螺钉复位固定非融合技术对寰枢椎旋转动能的影响。(2)探讨后路寰枢椎椎弓根螺钉复位固定非融合的可行性及临床疗效。(3)总结后路寰枢椎椎弓根螺钉复位固定非融合技术的注意事项。

1 资料与方法

1.1 病例选择

1.1.1 纳入标准 (1)经颈椎开口位、侧位 X 线、CT 三维重建检查诊断为 Grauer II B 型齿突骨折,颅骨牵引 1 周后复查 CT 三维重建检查提示骨折端无法解剖对位或难以维持复位,需手术治疗。(2)CT 三维重建检查评估寰椎后弓,提示椎动脉沟底椎弓根厚度,即椎弓根处最小厚度(H1),H1 值 $> 3.50 \text{ mm}$ ^[8]。

1.1.2 排除标准 (1)颈椎开口位 X 线、CT 三维重建检查提示合并寰枢关节半脱位。(2)CT 三维重建检查提示枢椎侧块、椎弓根存在椎动脉高跨畸形。(3)H1 $\leq 3.50 \text{ mm}$ 。(4)MRI 检查提示横韧带断裂,伴相应平面脊髓损伤。(5)MRI 检查提示伴有下颈椎的椎间盘损伤造成颈椎不稳。

1.2 一般资料

根据以上纳入及排除标准共有 19 例患者纳入本研究,并接受 I 期后路寰枢椎椎弓根螺钉复位固定非融合术。其中男 14 例,女 5 例,年龄 14~32(24.6 ± 5.0)岁。车祸伤 11 例,高坠伤 7 例,其他暴力伤 1 例。其中复合头部外伤 10 例,面部软组织损伤 12 例,四肢骨折 8 例。所有 19 例患者临床表现为不同程度的枕颈部疼痛及放射痛,颈部活动明显受限,但无脊髓神经功能损伤的表现。本研究得到了本院伦理委员会批准。

1.3 治疗方法

1.3.1 手术方法 患者全麻后取俯卧位,头部置于 Mayfield 头架上,持续颅骨牵引固定。颈部术区常规消毒铺巾,由枕外隆突向下沿颈后正中线作 6~8 cm 纵行直切口,切开筋膜,沿项韧带分离并显露寰椎后弓及枢椎后部结构。寰椎后弓的显露需骨膜下剥离至寰椎后结节旁开 18~20 mm 的位置。寰椎椎弓根螺钉进钉点^[9]选择为寰椎后结节中点旁 18~20 mm 与后弓下缘以上 2 mm 的交点处。用神经剥离器探查后弓内面皮质和寰椎侧块的范围(必要时可挑起椎动脉显露椎弓上缘及侧块)。磨钻磨除寰椎后弓进钉点骨皮质,电钻沿寰椎椎弓根制备钉道,头倾角约

5°,内倾角为 0°~10°,深度控制在 26~32 mm。用探针仔细探测钉道四壁,确定骨性通道位于侧块(椎弓根)及椎体后,攻丝、置钉(上海三友公司)。对侧同样操作。枢椎椎弓根螺钉置钉点选择为下关节突根部中点。用神经剥离子探查枢椎椎弓峡部上面和内面皮质。磨钻磨除进钉点的骨皮质,电钻沿椎弓峡部的上面和内面皮质逐渐深入达到椎弓根,此时钉道内倾角约 15°,头倾角约 30°。用探针仔细探测钉道四壁,确定骨性通道位于椎弓根后,攻丝、置钉(上海三友公司)。对侧同样操作。选择合适长度的连接棒,预弯成一定曲度,安装连接棒。首先拧紧枢椎螺母,随后对寰椎进行提拉,拧紧寰椎螺母,完成复位。C 形臂 X 线透视证实齿状突骨折复位满意,不进行植骨,放置负压引流管,逐层关闭伤口。

第 2 次手术(拆除内固定)按原入路拆除内固定。

1.3.2 术后处理 麻醉清醒后即刻嘱患者双下肢主动或被动活动,预防深静脉血栓形成。术后均常规静滴头孢呋辛钠 2.0 预防感染治疗,24 h 后停用抗生素。术后 48 h 内拔除负压引流管,24 h 引流量 > 50 ml 者可延长至术后 72 h,拔管后可佩戴头-颈-胸支具下床锻炼。术后 1 周进行正侧位 X 线及 CT 检查,观察螺钉及内固定位置。术后 1 个月复查颈椎正侧位 X 线及 CT,螺钉及内固定位置佳,改佩戴颈托 2 个月。影像学检查提示骨折部位骨性愈合之前,禁止进行颈部活动度训练。第 2 次手术(拆除内固定)术后,应尽早开展颈部抗阻等长肌力练习,防止颈部肌肉萎缩。

1.4 观察项目与方法

记录首次手术时间、术中出血量及手术并发症情况。首次术后 1、3、6 个月门诊复查,之后每 3 个月随访 1 次(本组患者均为青少年,骨修复能力较强,具体随访时间根据影像学资料评估而定)。复查行颈椎正侧位 X 线及颈椎 CT 3D 重建检查,观察内固定位置和骨折愈合情况。随访过程中,若颈椎侧位 X

线及颈椎冠状位、矢状位 CT 确认骨折部位已骨性愈合,即拟行手术拆除内固定。收集患者术前及随访期间的临床数据。

1.4.1 临床疗效评价指标 (1)第 1 次手术前、第 2 次手术(拆除内固定)前、第 2 次手术(拆除内固定)术后末次随访时采用疼痛视觉模拟评分(visual analogue score, VAS)^[10]对枕颈区疼痛程度进行评估:0 分为无痛,1~3 分为轻度疼痛,4~6 分为中度疼痛,7~10 分为重度疼痛。(2)第 2 次手术(拆除内固定)前、第 2 次手术(拆除内固定)术后末次随访时采用颈椎功能障碍指数(Neck Disability Index, NDI)^[11]评估生活质量:分为 10 项,每项内容分别对应没有障碍(0 分)至完全障碍(5 分),总分换算为百分制。

1.4.2 影像学检查评价指标 末次随访时,复查动态 CT 测量寰枢关节左右旋转活动范围(range of motions of C₁-C₂ in rotation, ROMs-r) 评估寰枢关节的旋转功能。寰椎前后弓连线与垂直轴的夹角 A,即为寰椎向单侧旋转的角度;枢椎椎体前缘中点至棘突分叉中点的连线与垂直轴的夹角 B,即为枢椎向单侧旋转的角度。而寰枢椎向单侧旋转的活动范围为 ∠A-∠B(见图 1)。

1.5 统计学处理

采用 SPSS 17.0 统计软件进行分析,定量资料以均数±标准差($\bar{x} \pm s$)表示。第 1 次手术前、第 2 次手术(拆除内固定)前、第 2 次手术(拆除内固定)术后末次随访时 VAS 评分,不同时间点的两两比较均采用配对 *t* 检验。第 2 次手术(拆除内固定)前、第 2 次手术(拆除内固定)术后末次随访时 NDI 值比较也采用配对 *t* 检验。检验水准 α 值取双侧 0.05。

2 结果

第 1 次手术的手术时间为 90~150 (120 ± 17.4) min。术中出血量为 150~350 (215.8 ± 62.5) ml。所有患者顺利完成寰枢椎椎弓根螺钉固定,共置入寰椎椎弓根螺钉和枢椎椎弓根螺钉各 38 枚,没有患

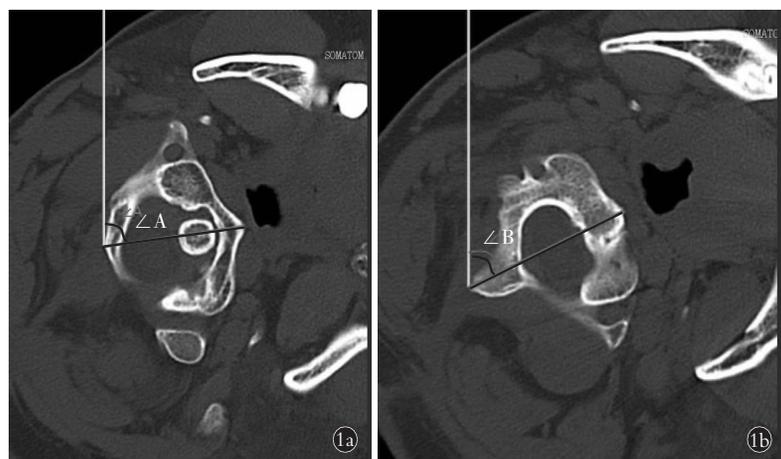


图 1 动态 CT 测量寰枢椎向单侧旋转的活动范围(∠A-∠B) **1a.**寰椎向前后弓连线与垂直轴的夹角 A(寰椎向单侧旋转的角度) **1b.**枢椎椎体前缘中点至棘突分叉中点的连线与垂直轴的夹角 B(枢椎向单侧旋转的角度)

Fig.1 Range of atlantoaxial rotation by dynamic CT measurement (∠A-∠B) **1a.** A is the angle between the front and rear arch line of the atlas and the vertical axis (angle of rotation of the atlas to one side) **1b.** B is the angle between the line connecting the midpoint of the anterior vertebrae of the vertebral body to the midpoint of the spinous process bifurcation and the vertical axis (angle of rotation of the axis to one side)

者因任何原因更改手术方式。术中无脊髓神经损伤，术中与术后无脑脊液漏。本组患者均获得第 2 次手术（拆除内固定）术后 1 年以上随访，随访时间为 18~25(21.47±2.41)个月。

2.1 疗效评定结果

19 例患者 VAS 评分由术前的 6.74±0.65 下降至第 2 次手术（拆除内固定）前的 1.68±0.82 ($t=18.71, P<0.05$)。VAS 评分第 2 次手术（拆除内固定）前与第 2 次手术（拆除内固定）术后末次随访时比较，差异有统计学意义 ($t=6.32, P<0.05$)。NDI 值由第 2 次手术（拆除内固定）前的 (10.58±2.04)% 下降到第 2 次手术（拆除内固定）术后末次随访时的 (3.79±2.23)% ($P<0.05$)。见表 1。

2.3 影像学评价结果

所有患者 CT 片提示寰椎后弓不存在全环变异及下突变异；侧块的上下径、内外径和前后径均无明显解剖学变异和畸形；19 例患者寰椎 (38 侧) 中 H1 值 >4.0 mm 为 23 侧, 3.50 mm <H1 ≤ 4.0 mm 为 15 侧, H1 ≤ 3.50 mm 为 0 侧。枢椎侧块、椎弓根不存在椎动脉高跨畸形。所有患者完善 MRI 检查, 均提示横韧带未断裂。

术后 CT 显示 2 枚寰椎椎弓根螺钉侵入寰椎横突孔, 2 枚寰椎椎弓根螺钉穿破椎管内侧壁侵入椎管, 9 枚寰椎椎弓根螺钉穿破后弓下缘部分骨皮质, 但术后均无相关临床症状; 其余螺钉位置满意。术后 2 例患者出现枕颈部麻木、疼痛等枕大神经刺激症状, 给予脱水、营养神经等药物治疗, 1~2 个月后症

表 1 第 2 次手术 (拆除内固定) 前后 19 例不适合行前路齿突螺钉固定的 Grauer II B 型齿突骨折青少年患者的 NDI 评分比较 ($\bar{x} \pm s, \%$)

Tab.1 Comparison of NDI before and after removing internal fixation in 19 teenagers with Grauer type II B dens fractures not amenable to anterior screw fixation ($\bar{x} \pm s, \%$)

项目	第 2 次手术 (拆除内固定) 前	第 2 次手术 (拆除内固定) 术后末次随访
疼痛程度	0.79±0.42	0.21±0.42
头痛	0.26±0.45	0.11±0.32
集中注意力	0.95±0.23	0.11±0.32
睡眠	0.95±0.23	0.16±0.37
提物	0.74±0.45	0.32±0.48
工作	1.47±0.51	0.53±0.51
开车	1.32±0.48	0.89±0.32
娱乐	2.37±0.50	0.74±0.65
生活情况 (洗漱穿衣等)	0.79±0.42	0.11±0.32
阅读	0.95±0.23	0.63±0.50
总分	10.58±2.04	3.79±2.23*

注: 与第 2 次手术 (拆除内固定) 前比较, * $t=10.8, P<0.05$

Note: Compared with the data before removing internal fixation, * $t=10.8, P<0.05$

状缓解。

随访期间未发现螺钉松动、移位、断裂, 无寰枢椎再移位、失稳现象。典型病例手术前后影像学资料见图 2。随访复查颈椎正侧位 X 线及颈椎 CT 3D 重建提示达到骨性愈合的时间为 6~10 (8.21±1.27) 个



图 2 患者, 男, 24 岁, 车祸伤致 Grauer II B 型齿突骨折 2a, 2b. 术前颈椎侧位 X 线片和颈椎矢状位 CT 示 Grauer II B 型齿突骨折, 骨折线方向为横行的骨折, 骨折断端粉碎、伴移位 2c, 2d. 采用后路寰枢椎椎弓根螺钉复位固定非融合术后 6 个月颈椎侧位 X 线片和颈椎矢状位 CT 示骨折骨性愈合

Fig.2 A 24-year-old male patient with Grauer type II B dens fracture caused by traffic accident 2a, 2b. Preoperative lateral X-ray and sagittal CT showed Grauer type II B dens fracture with transverse fracture line and comminuted fracture ends and accompanied by displacement 2c, 2d. One stage temporary atlantoaxial segmental fixation and reduction were performed through posterior approach. Lateral X-ray and sagittal CT at 6 months after operation showed bone healing of fracture

月。第 2 次手术(拆除内固定)术后末次随访时,寰枢椎单侧旋转活动度达到向左(15.73 ± 5.57)°, 向右(15.55 ± 5.78)°, 寰枢椎总体旋转活动度为(31.28 ± 10.71)°。

3 讨论

3.1 后路寰枢椎椎弓根螺钉复位固定非融合技术对寰枢椎旋转功能的影响

对于 Grauer II B 型齿突骨折, 首选手术方案为前路齿突螺钉固定, 其最大优势在于保留了寰枢关节的旋转功能^[6]。但是, 当颅骨牵引后, 骨折端无法解剖对位或难以维持复位, 尤其是骨折线与齿突螺钉钉道不垂直时, 单纯前路齿突螺钉固定并不适用。若强行采用单纯前路齿突螺钉固定可能会造成骨折端分离、内固定失败引起骨折不愈合、压迫脊髓引起不可逆的脊髓损伤等并发症^[5]。以往会采用寰枢椎后路固定融合术作为替代方案, 但是术后患者由于植骨融合, 将永久丧失寰枢椎旋转功能。而后路寰枢椎椎弓根螺钉复位固定非融合技术则能恢复或保留部分寰枢椎旋转功能。本组 19 例患者第 2 次手术(拆除内固定)术后末次随访时, 寰枢椎单侧旋转活动度可达到向左(15.73 ± 5.57)°, 向右(15.55 ± 5.78)°, 寰枢椎总体旋转范围为(31.28 ± 10.71)°。Ni 等^[12]发现拆除内固定 3 个月后患者的寰枢椎旋转范围可达到(25.7 ± 5.5)°。Han 等^[13]报道了 13 例 Grauer II C 型齿突骨折患者采用后路寰枢椎钉棒临时固定, 拆除内固定 1 个月后寰枢椎的旋转范围达(34.2 ± 22.0)°, 与前路齿突螺钉固定的效果相当。

3.2 后路寰枢椎椎弓根螺钉复位固定非融合的可行性及临床疗效

Harms 等^[14]最先报道后路寰枢椎钉棒固定技术, 同时也讨论可否先临时内固定、骨折愈合后取出内固定, 从而保留部分寰枢椎旋转功能, 但是缺乏进一步的临床应用报道。Ni 等^[12]对 22 例术前复位不佳或预计无法前路齿突螺钉固定的患者采用补救性后路寰枢椎钉棒临时固定, 骨性愈合后拆除内固定, 其中 21 例患者的颈痛 VAS 评分、NDI 值等均较术前明显改善。而我们也同样证实以上结果, 本组患者颈痛 VAS 评分由术前的 6.74 ± 0.65 下降到第 2 次手术(拆除内固定)术后末次随访时的 0.42 ± 0.51 ; NDI 值由第 2 次手术(拆除内固定)前的 (10.58 ± 2.04)% 下降到第 2 次手术(拆除内固定)术后末次随访时的 (3.79 ± 2.23)%。以上结果均说明后路寰枢椎椎弓根螺钉复位固定非融合技术治疗 Grauer II B 型齿突骨折临床疗效显著。通过及时、有效地重建上颈椎稳定性, 缓解颈部疼痛, 可以提高患者生活质量。

另外, 单纯前路齿突螺钉固定对于术前颅骨牵

引复位的效果要求较高。若术前复位效果不佳, 术后齿突骨折畸形愈合, 同样会影响寰枢椎的旋转功能。而寰枢椎椎弓根螺钉具备术中提拉复位的优势, 使骨折断端达到或接近解剖复位, 从而提高齿突骨折愈合率。前路齿突螺钉固定治疗 II 型齿突骨折的平均愈合率约为 82%^[5], 而本组 19 例患者均获得骨性愈合, 骨性愈合的时间约为 (8.21 ± 1.27) 个月, 明显少于前路齿突螺钉固定平均愈合时间(超过 1 年)^[5]。

3.3 后路寰枢椎椎弓根螺钉复位固定非融合技术的注意事项

以前, 后路寰枢固定融合术采用寰椎侧块螺钉固定^[14]; 而寰椎椎弓根螺钉的生物力学稳定性明显高于 Harms 侧块螺钉^[15]。后路寰枢椎椎弓根螺钉复位固定非融合技术是将 4 枚螺钉分别置于寰椎和枢椎上生物力学强度最高的椎弓根上。即使在不植骨融合的条件下, 也能同样保持寰枢椎整体力学稳定性。

术中如何准确地一次性置入寰椎椎弓根螺钉是避免枕颈融合的关键。而影响寰椎椎弓根螺钉置入的主要因素是寰椎椎动脉沟底椎弓根厚度(H1)^[8]。术前应仔细评估 X 线、CT, 精确测量 H1 值, 对于 H1 值 > 3.50 mm 的患者, 可采用椎弓根螺钉固定。本组患者均为青少年, 其寰椎椎动脉沟底椎弓根厚度明显小于成人, 其中 9 枚寰椎椎弓根螺钉穿破后弓下缘部分骨皮质。笔者认为, 对于寰椎单侧或双侧 H1 值较小的患者, 不建议强行置入寰椎椎弓根螺钉, 以免损伤脊髓及椎动脉。尤其是 $H1 \leq 3.50$ mm 的患者, 可采用 Harms 侧块螺钉固定或 Notching 法固定^[16]。

若术前 CT 发现枢椎侧块、椎弓根存在椎动脉高跨畸形, 或反复尝试后无法置入枢椎椎弓根螺钉, 可采用枢椎椎板螺钉固定进行补救^[17]。马向阳等^[18]报道 5 例采用枢椎椎板螺钉固定的患者, 拆除内固定后末次随访时, 左右旋转范围为 $80^\circ \sim 90^\circ$, 平均约 85° , 同样获得满意的临床效果。但是, 青少年的椎板厚度明显小于成人, 对于一些椎板过小的病例, 传统的椎板螺钉固定不宜使用。此时, 可以采用改良枢椎椎板螺钉固定^[19], 即以棘突基部为进钉点, 螺钉以棘突基部为钉道主要固定部分, 术中将螺钉由枢椎背侧皮质骨穿出, 从而避免损伤椎动脉和脊髓的风险。但是, 枢椎椎板螺钉固定和改良枢椎椎板螺钉固定的生物力学稳定性均低于枢椎椎弓根螺钉固定; 建议术后适当延长佩戴颈托时间。

本研究的病例数量较少, 而且未设立对照组。同时本组患者均为青少年 Grauer II B 型齿突骨折, 而对于其他年龄段、尤其是伴有骨质疏松症的老年患者, 该治疗方式的疗效需进一步研究明确。另外, 需反复与患者告知, 影像学提示骨折部位骨性愈合之

前,禁止进行颈部活动度训练,以免影响骨折愈合。

参考文献

- [1] Joaquim AF, Patel AA. Surgical treatment of type II odontoid fractures: anterior odontoid screw fixation or posterior cervical instrumented fusion[J]. *Neurosurg Focus*, 2015, 38(4): E11.
- [2] Anderson LD, D'Alonzo RT. Fractures of the odontoid process of the axis[J]. *J Bone Joint Surg Am*, 1974, 56(8): 1663-1674.
- [3] Sime D, Pitt V, Pattuwege L, et al. Non-surgical interventions for the management of type II dens fractures: a systematic review[J]. *ANZ J Surg*, 2014, 84(5): 320-325.
- [4] Di Paolo A, Piccirilli M, Pescatori L, et al. Single institute experience on 108 consecutive cases of type II odontoid fractures: surgery versus conservative treatment[J]. *Turk Neurosurg*, 2014, 24(6): 891-896.
- [5] Wu AM, Jin HM, Lin ZK, et al. Percutaneous anterior C_{1,2} transarticular screw fixation: salvage of failed percutaneous odontoid screw fixation for odontoid fracture[J]. *J Orthop Surg Res*, 2017, 12(1): 141.
- [6] Grauer JN, Shafi B, Hilibrand AS, et al. Proposal of a modified, treatment-oriented classification of odontoid fractures[J]. *Spine J*, 2005, 5(2): 123-129.
- [7] Lee SH, Kim ES, Sung JK, et al. Clinical and radiological comparison of treatment of atlantoaxial instability by posterior C₁-C₂ transarticular screw fixation or C₁ lateral mass-C₂ pedicle screw fixation[J]. *J Clin Neurosci*, 2010, 17(7): 886-892.
- [8] 郝定均, 贺宝荣, 许正伟, 等. 寰椎“椎弓根”三维 CT 重建测量及分型的临床意义[J]. *中国脊柱脊髓杂志*, 2012, 22(2): 142-146.
HAO DJ, HE BR, XU ZW, et al. Clinical significance of measurements and classification of atlas pedicles by three-dimensional computer tomography and reconstruction[J]. *Zhongguo Ji Zhu Ji Sui Za Zhi*, 2012, 22(2): 142-146. Chinese.
- [9] 马维虎, 许楠健, 徐荣明, 等. 经后路单纯寰椎椎弓根螺钉内固定治疗不稳定性寰椎骨折[J]. *脊柱外科杂志*, 2011, 9(3): 140-143.
MA WH, XU NJ, XU RM, et al. Transpedicular screw fixation system for the treatment of unstable fractures of atlas vertebra[J]. *Ji Zhu Wai Ke Za Zhi*, 2011, 9(3): 140-143. Chinese.
- [10] 蒋协远, 王大伟. 骨科临床疗效评价标准[M]. 北京: 人民卫生出版社, 2005: 123-124.
JIANG XY, WANG DW. Orthopaedic Clinical Evaluation Criterion[M]. Beijing: People's Medical Publishing House, 2005: 123-124. Chinese.
- [11] Sterling M, Rebeck T. The Neck Disability Index (NDI)[J]. *Aust J Physiother*, 2005, 51(4): 271.
- [12] Ni B, Guo Q, Lu X, et al. Posterior reduction and temporary fixation for odontoid fracture: a salvage maneuver to anterior screw fixation[J]. *Spine (Phila Pa 1976)*, 2015, 40(3): E168-E174.
- [13] Han B, Li F, Chen G, et al. Motion preservation in type II odontoid fractures using temporary pedicle screw fixation: a preliminary study[J]. *Eur Spine J*, 2015, 24(4): 686-693.
- [14] Harms J, Melcher RP. Posterior C₁-C₂ fusion with polyaxial screw and rod fixation[J]. *Spine (Phila Pa 1976)*, 2001, 26(22): 2467-2471.
- [15] Fensky F, Kueny RA, Sellenschloh K, et al. Biomechanical advantage of C₁ pedicle screws over C₁ lateral mass screws: a cadaveric study[J]. *Eur Spine J*, 2014, 23(4): 724-731.
- [16] Lee MJ, Cassinelli E, Riew KD. The feasibility of inserting atlas lateral mass screws via the posterior arch[J]. *Spine (Phila Pa 1976)*, 2006, 31(24): 2798-2801.
- [17] 马维虎, 刘观葵, 徐荣明, 等. 枢椎经椎板螺钉联合寰椎侧块螺钉内固定术的临床应用[J]. *中华骨科杂志*, 2008, 28(12): 994-997.
MA WH, LIU GY, XU RM, et al. Clinical application of clinical outcomes and complications of C₂ laminar screws combined with C₁ lateral mass screws fixation[J]. *Zhonghua Gu Ke Za Zhi*, 2008, 28(12): 994-997. Chinese.
- [18] 马向阳, 杨进城, 尹庆水, 等. 后路寰椎椎钉棒固定非融合治疗新鲜 II 型齿状突骨折保留寰椎旋转功能的临床初探[J]. *中国脊柱脊髓杂志*, 2013, 23(5): 411-415.
MA XY, YANG JC, YIN QS, et al. The primary outcome of posterior nonfusion screw-rod fixation for preserving the atlantoaxial rotary function due to fresh type II odontoid fracture[J]. *Zhongguo Ji Zhu Ji Sui Za Zhi*, 2013, 23(5): 411-415. Chinese.
- [19] 刘观葵. 改良枢椎椎板螺钉联合寰椎侧块螺钉固定治疗齿状突骨折 1 例报告[J]. *中国脊柱脊髓杂志*, 2012, 22(2): 186-188.
LIU GY. Application of the modified posterior C₂ translaminar screw fixation technique combined with C₁ lateral mass screw fixation in treatment of odontoid fracture[J]. *Zhongguo Ji Zhu Ji Sui Za Zhi*, 2012, 22(2): 186-188. Chinese.

(收稿日期: 2018-08-01 本文编辑: 王宏)