

临床论著

枢椎骨折合并相邻节段不稳的分型和手术治疗选择

王 雷, 柳 超, 赵庆华, 刘铨祎, 田纪伟

(上海交通大学附属第一人民医院骨科 200080 上海市)

【摘要】目的:提出枢椎骨折合并相邻节段不稳的分型,探讨分型对于手术方式选择的指导意义。**方法:**2003 年 8 月~2011 年 6 月我院手术治疗枢椎骨折合并相邻节段不稳患者 47 例,其中男 31 例,女 16 例;年龄 19~59 岁,平均 32 岁。术前合并脊髓损伤 11 例,脊髓功能 Frankel 分级 A 级 1 例, B 级 2 例, C 级 3 例, D 级 5 例。JOA 评分为 1~15(10.60±3.29)分。根据枢椎骨折的类型及其寰枢关节、C2/3 关节的稳定情况分为 3 型: A 型, 枢椎骨折合并 C1/2 不稳, 21 例; B 型, 枢椎骨折合并 C2/3 不稳, 17 例; C 型, 枢椎骨折同时合并 C1/2 及 C2/3 不稳, 9 例。A 型采用后路寰枢椎固定术,可联合齿状突螺钉固定; B 型采用前路椎间盘切除、植骨融合、钢板固定术; C 型采用后路 C1~C3 固定术。3 例寰枢椎螺钉置入困难,采用枕颈融合术。均在固定骨折枢椎的同时,稳定 C1/2 和 C2/3 节段。术后 3 个月行 JOA 评分,术后随访 X 线片或 CT 片评价骨折愈合、植骨融合及颈椎稳定性情况。**结果:**47 例均顺利完成手术,术中无椎动脉损伤、神经损伤、气管食管损伤等手术并发症。随访 9~48 个月,平均 15 个月。术后 3 个月 JOA 评分为 2~17(13.83±3.93)分,与术前比较有统计学差异($P<0.05$),JOA 评分改善率为 72.3%~90.8%,优良率为 98%。术后 6 个月脊髓功能 Frankel 分级,1 例 B 级无变化,10 例 Frankel 分级改善 1~2 级。术后 6~9 个月复查 X 线片示骨折愈合良好,39 例行植骨融合者在术后 3~6 个月(平均 4.5 个月)均获骨性融合。随访期间,颈椎序列良好,颈椎伸屈侧位 X 线片显示颈椎稳定,无内固定松动、脱出及断裂。**结论:**根据枢椎骨折合并相邻节段不稳的分型合理选择手术方案,在固定枢椎同时兼顾相邻节段的稳定性,能取得良好疗效。

【关键词】 枢椎骨折;相邻节段不稳;分型;手术治疗

doi: 10.3969/j.issn.1004-406X.2012.11.11

中图分类号: R683.2, R687.3 文献标识码: A 文章编号: 1004-406X(2012)-11-1010-06

The classification and surgical management for axis fracture complicated with adjacent segment instability/WANG Lei, LIU Chao, ZHAO Qinghua, et al//Chinese Journal of Spine and Spinal Cord, 2012, 22(11): 1010-1015

【Abstract】 Objectives: To provide the classification of axis fracture complicated with adjacent segment instability and investigate its significance to surgical management. **Methods:** 47 patients(31 males and 16 females) with axis fractures from August 2003 to June 2011 with a mean age of 32 years(range, 19 to 59) were treated surgically and analyzed retrospectively. The Frankel scale was used to assess neurofunction as following: 1 grade A, 2 grade B, 3 grade C and 5 grade D before surgery. The classification was determined according to the fracture type and stability of adjacent segment. Type A (21 cases): axis fracture with C1/2 instability; Type B(17 cases): axis fracture with C2/3 instability; Type C(9 cases): axis fracture with both C1/2 and C2/3 instability. Operations were performed as following: Type A, posterior atlantoaxial fixation plus anterior screw fixation for odontoid fracture; Type B, anterior discectomy, fusion, and cervical plate fixation; Type C, posterior C1-C3 fixation or occipitocervical fusion when C1-C2 fusion was unavailable. JOA score was applied to evaluate the therapeutic effect. The fracture healing, bone graft fusion and stability were observed on X-ray or CT scan. **Results:** All patients underwent surgery safely without spinal cord injury, cerebrospinal fluid leakage and vertebral artery injury. The average follow-up was 15 months(9-48 months). There was significant difference($P<0.05$) in JOA score between pre-operation(10.60±3.29) and post-operation(13.83±3.93), and the rate of

基金项目:上海市卫生局科研基金项目(编号:2007032);上海市科委基础研究重点项目(编号:11JC1410102)

第一作者简介:男(1969-),医学博士,副主任医师,研究方向:脊柱伤病临床与基础

电话:(021)37798566 E-mail:thunderwang@126.com

通讯作者:田纪伟 E-mail:Tjw609@163.com

improvement was 72.3%–90.8%, with the excellent to good rate of 98%. 1–2 degree improvement of neuro-function was achieved in all except 1 Frankel B. After operation, all patients were immobilized in a hard collar for 3 months. Fusion was achieved in 39 cases from 3 to 6 months(mean 4.5 months). X-ray verified no malposition of the screws. No instrument failure was noted during follow-up. **Conclusions:** Axis fracture complicated with adjacent segment instability should be treated individually based on fracture type and adjacent segment instability, and the classification can be used to guide the surgical management.

【Key words】 Axis Fractures; Adjacent section instability; Classification; Operative methods

【Author's address】 Department of Orthopaedics, the First People's Hospital, Shanghai Jiaotong University, Shanghai, 200080, China

对于枢椎骨折,目前临床用齿状突骨折、Hangman 骨折及枢椎椎体骨折分型,治疗多关注枢椎骨折本身,而其相邻节段寰枢关节或 C2/3 的不稳如果未做相应处理,对脊髓造成潜在的危险,将影响预后。本研究旨在通过分析枢椎骨折及其相邻寰枢关节、C2/3 关节的稳定性,提出枢椎骨折合并相邻节段不稳的分型,将 C1/2/3 节段作为一个整体去研究,进而认识枢椎在上下颈椎连接中的功能意义,为临床治疗方案的选择提供依据。

1 资料与方法

1.1 一般资料

2003 年 8 月~2011 年 6 月收治以枢椎骨折为主要诊断的患者 47 例,其中男 31 例,女 16 例;年龄 19~59 岁,平均 32 岁。均为单纯性创伤患者,排除上颈椎畸形和退变性疾病。致伤原因:交通伤 19 例,坠落伤 16 例,打击伤 8 例,其他 4 例。患者均有枕部疼痛和颈部活动受限,13 例斜颈畸形,11 例有双上肢麻木、无力与双下肢不能活动等神经症状。11 例有脊髓损伤,脊髓功能 Frankel 分级 A 级 1 例, B 级 2 例, C 级 3 例, D 级 5 例。术前 JOA 评分为 1~15(10.60±3.29)分。合并伤:脑外伤 5 例,下颌骨骨折 3 例,四肢骨折 6 例,血气胸 3 例,下颈椎骨折 4 例,胸腰椎骨折 6 例。

1.2 损伤分类及初步分型

所有患者均行颈椎正、侧、双斜位和张口正位 X 线片, CT 及 CT 薄层和三维重建, MRI 检查。因患者为上颈椎骨折,术前无法行颈椎动力位 X 线片检查。相邻节段不稳的纳入标准:枢椎骨折合并 C1/2 不稳如寰枢椎脱位/半脱位及横韧带断裂,或寰椎骨折;枢椎骨折合并 C2/3 不稳如 C2/3 脱位、C2/3 椎间盘损伤及合并 C3 椎体骨折。根据枢椎骨折合并相邻节段不稳情况分型:(1)A 型,枢椎

骨折合并 C1/2 不稳, 21 例,其中枢椎 II 型齿状突骨折合并寰枢椎脱位 12 例;枢椎骨折(II 型/III 型齿状突骨折,枢椎椎体骨折, Hangman 骨折)合并寰椎骨折 9 例。(2)B 型,枢椎骨折合并 C2/3 不稳, 17 例,其中枢椎椎体骨折合并 C2/3 脱位 8 例; II 型 Hangman 骨折合并 C2/3 椎间盘损伤 6 例;枢椎骨折合并 C3 骨折 3 例。(3)C 型,枢椎骨折合并 C1/2 及 C2/3 不稳, 9 例,其中齿状突骨折合并 Hangman 骨折 5 例, Hangman 骨折合并 C1/2 及 C2/3 不稳 2 例; II 型齿状突骨折合并寰枢椎不稳、C2/3 椎间盘损伤 2 例。

1.3 手术方法的选择

11 例有神经压迫症状患者中, 10 例于伤后 2~7d (平均 3.5d) 手术, 1 例神经损伤严重者入 ICU 行颅骨牵引 2 周后手术治疗; 无神经压迫症状患者先通过颅骨牵引 1~2 周, 复查 X 线片骨折复位不佳, 行手术治疗。根据骨折的类型及其寰枢关节、C2/3 稳定情况, 固定枢椎同时稳定寰枢关节和/或 C2/3。(1)A 型: 12 例 II 型齿状突骨折合并寰枢椎脱位者采用后路寰枢椎椎弓根螺钉固定, 11 例联合齿状突螺钉固定, 1 例齿状突螺钉置入困难, 单纯行后路固定, 并行后路植骨融合; 9 例枢椎骨折合并寰椎骨折者, 7 例采用后路寰枢椎椎弓根螺钉固定, 2 例寰椎螺钉置入困难而采用枕颈融合术。本组行齿状突螺钉+后路寰枢椎固定 11 例, 后路寰枢椎固定 8 例, 枕颈融合术 2 例。(2)B 型: 对于枢椎骨折合并 C2/3 椎间盘损伤者, 采用前路 C2/3 椎间盘切除、椎间植骨和颈前路钢板固定术; 对于 C2、C3 骨折, 采用后路椎弓根螺钉/侧块螺钉固定。本组行颈前路 cage 置入+钢板固定 14 例, 后路 C2、C3 固定 3 例。(3)C 型: 采用后路 C1~C3 椎弓根螺钉/侧块螺钉固定或前后路联合手术, 寰枢椎椎弓根螺钉置入困难者采取枕颈融合固定。本组 C1~C3 固定 5 例, 前后路

联合手术 3 例,枕颈融合术 1 例。本研究中,8 例枢椎骨折合并寰椎骨折患者,术前 MRI 示横韧带无明显断裂,其中 7 例行后路寰枢椎椎弓根螺钉固定,未行植骨融合,另 1 例因寰椎粉碎骨折,无法行寰椎椎弓根螺钉固定,行枕颈融合术,不行植骨融合;其余 39 例均行前路椎间或/和后路植骨融合。

术后放置引流管 24~48h,使用抗生素 1~3d,术后 12~14d 拆线,佩戴颈托 3 个月。术后定期进行随访。

1.4 疗效评价

影像学评价骨性愈合标准:颈椎 X 线片提示骨折线模糊,有连续性骨痂通过骨折线。植骨融合标准:颈椎过伸过屈侧位 X 线片上融合节段椎间角度变化小于 2° 或融合节段棘突间活动度小于 2mm。如果不能确定或排除假关节形成,则行颈椎 CT 检查观察其融合情况。术后 3 个月行 JOA 评分,计算改善率[(术前评分-术后评分)/(术前评分) $\times 100\%$]。改善率 $\geq 75\%$ 为优,50%~74%为良,25%~49%为可, $\leq 24\%$ 为差。

1.5 统计学方法

使用 SPSS 10.0 软件包进行统计学分析,术前、术后 3 个月 JOA 评分比较采用配对 t 检验, $P < 0.05$ 为有统计学差异。

2 结果

术中无椎动脉及神经损伤。3 例术后出现脑脊液漏,无明显头痛、头晕症状,拔除伤口引流管、严密缝合引流管口后伤口愈合。1 例术后 6d 出现伤口脂肪液化,经换药处理后 2 周伤口愈合。随访 9~48 个月,平均 15 个月。术后 6~9 个月复查 X 线片示骨折愈合良好(图 1~3),39 例行植骨融合者在术后 3~6 个月(平均 4.5 个月)均获骨性融合。颈椎序列良好,颈椎伸屈侧位 X 线片显示颈椎稳定,无内固定松动、脱出及断裂。对于 8 例未行植骨融合者,随访寰枢椎骨折愈合,术后 6~12 个月(平均 9 个月)取出内固定。术后 3 个月 JOA 评分为 2~17(13.83 $\pm$ 3.93)分,与术前比较有统计学差异($P > 0.05$),改善率为 72.3%~90.8%,优良率为 98%。

11 例术前有脊髓损伤者术后 6 个月脊髓功能 Frankel 分级,1 例 B 级无变化,其余 10 例改善 1~2 级(表 1)。

3 讨论

3.1 枢椎骨折合并相邻节段不稳的诊断及分型

以往对枢椎骨折的分型分为齿状突骨折、椎弓骨折和椎体骨折。齿状突骨折根据 Anderson/Alonzo 分类共分为 3 型^[1]。枢椎椎弓骨折即通常所说的 Hangman 骨折,也称创伤性枢椎滑脱,Levine 和 Edwards 将此类骨折分为 3 型^[2]。枢椎椎体骨折也分为 3 型^[3]。在以往的研究中,齿状突骨折本身可造成寰枢椎的不稳^[4];而齿状突骨折合并 Hangman 骨折时,可并存 C2/3 不稳^[5],但没有将 C1/2/3 作为一个整体去研究。交通伤和高处坠落伤等高能损伤涉及多种机制,且暴力作用方向、大小、时间不等,可引起包括齿状突、椎弓和椎体两个以上部位的骨折,伴有寰椎、C3 的骨折或 C2/3 椎间盘的损伤,这就造成了枢椎骨折的同时伴有相邻节段的不稳,会对脊髓造成潜在的危险,如果漏诊、误诊,会引起二次损伤。影像学对早期诊断枢椎骨折合并相邻节段不稳至关重要。清晰的颈椎侧位和开口位 X 线片可以判断枢椎骨折的类型及移位情况,但由于患者多伴有合并伤,早期无法进行标准的上颈椎 X 线片检查(本组 5 例合并严重脑外伤及血气胸,早期未做 X 线检查)。因此,对于常规颈椎 X 线检查或临床表现提示有颈椎损伤者以及根据常规颈椎 X 线检查难以确定诊断者,应根据需要行 CT 扫描、三维重建及 MRI 检查^[6,7]。颈椎屈/伸侧位 X 线片适用于陈旧性损伤,而在创伤早期由于颈部肌肉痉挛常无法获得满意影像并可能加重原有损伤,不宜常规应用,如需进行也应在专业医师监护下完成。本研究对 47 例资料完整的枢椎骨折合并相邻节段不稳的病例,根据影像学检查显示的骨折类型、寰枢关节或 C2/3 不稳程度,提出了分型:A 型,枢椎骨折合并 C1/2 不稳,21 例;B 型,枢椎骨折合并 C2/3 不稳,17 例;C 型,枢椎骨折合并 C1/2 及 C2/3 不稳,9 例。

3.2 手术方法的选择

枢椎骨折一旦发生相邻节段不稳甚至脱位,很容易引起高位颈脊髓损伤与椎-基底动脉供血不足,造成四肢瘫痪,甚至危及生命。手术的原则应是在考虑枢椎骨折类型的同时,将相邻不稳的节段进行固定,以恢复 C1/2/3 之间的稳定性。同时应选择个性化的手术方法,既达到有效固定,又尽量保留脊柱的运动节段^[8]。

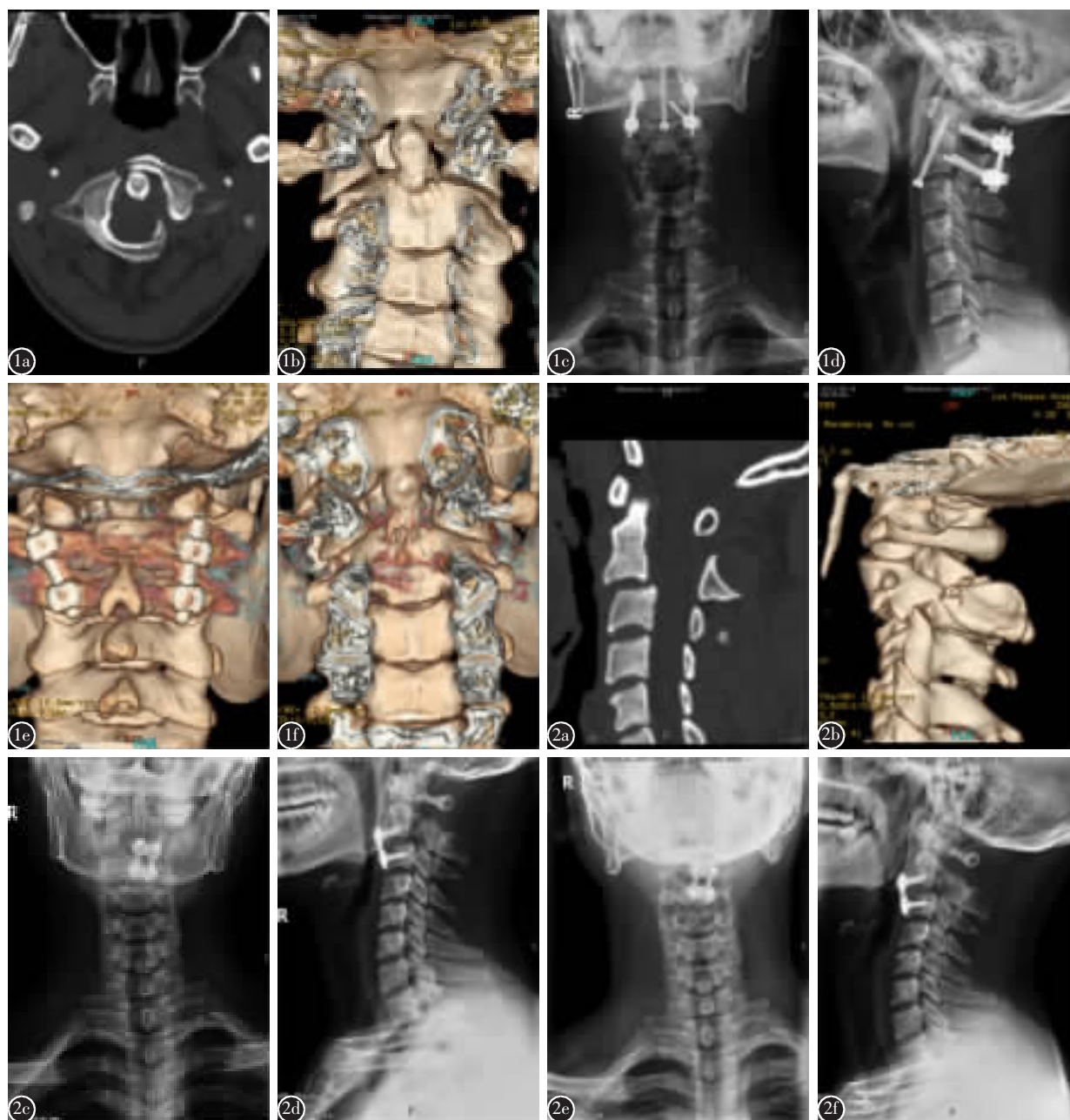


图 1 A 型, 患者男性, 34 岁 **a, b** 术前 CT、3D-CT 示枢椎齿状突骨折合并 C1 骨折 **c, d** 齿状突螺钉+寰枢椎椎弓根螺钉固定术后颈椎正侧位 X 线片示齿状突可见骨折线 **e, f** 术后 6 个月颈椎 3D-CT, **e** 示寰枢椎椎板间植骨融合, **f** 示齿状突骨折愈合 **图 2** B 型, 患者女性, 30 岁 **a, b** 术前 CT、3D-CT 示枢椎 Hangman 骨折合并 C2/3 脱位 **c, d** 术后颈椎正侧位 X 线片示颈前路 C2/3 椎间盘切除、钢板固定、植骨融合术后, 侧位片可见 Hangman 骨折线 **e, f** 术后 6 个月颈椎正侧位 X 线片示颈前路 C2~C3 固定, 未见移位, 骨折愈合

Figure 1 Type A, male, 34 years old **a, b** CT scan and 3D-CT showed axis odontoid fracture combined with C1 fracture before operation **c, d** Cervical X-ray showed anterior odontoid screws with posterior atlantoaxial pedicle screw fixation after operation. There was fracture line in odontoid **e, f** 3D-CT showed anterior odontoid screws with posterior atlantoaxial pedicle screw fixation 6 month after operation. Odontoid fracture healed and fusion occurred in C1/2 **Figure 2** Type B, female, 30 years old **a, b** CT and 3D-CT scan showed axis Hangman fractures combined with C2/3 dislocation **c, d** X-ray showed C2/3 discectomy and fusion, and anterior cervical plate fixation **e, f** X-ray showed C2/3 discectomy and fusion, and anterior cervical plate fixation 6 month after operation, the hangman fracture healed



图3 C型, 男性, 43岁 a、b 术前CT示枢椎齿状突骨折伴C1/2、2/3脱位 c、d 后路C1~C2椎弓根螺钉、C3侧块螺钉固定术后颈椎正侧位X线片示复位可 e、f 术后1年颈椎正侧位X线片示颈后路C1~C3固定无移位, 植骨融合

Figure 3 Type C, male, 43 years old a, b CT scan showed axis odontoid fractures combined with C1/2 and C2/3 dislocation c, d X-ray showed posterior C1-C2 cervical pedicle screw and C3 lateral mass screws fixation after operation e, f X-ray showed posterior C1-C2 cervical pedicle screw and C3 lateral mass screws fixation 1 year after operation. The bone was fusion

表1 11例术前脊髓损伤患者的术前与术后6个月脊髓功能Frankel分级

Table 1 The Frankel scale before surgery and after 6 months follow-up

术前分级 Frankel grade of preoperative	例数 Cases	术后6个月分级(例数) Frankel grade of postoperative(cases)				
		A	B	C	D	E
A	1		1			
B	2		1	1		
C	3				2	1
D	5					5

3.2.1 枢椎骨折合并寰枢关节不稳(A型) 枢椎骨折中比较常见的类型是Ⅱ型齿状突骨折, 此类骨折不愈合率高。Ochoa^[9]报道其非手术治疗的不愈合率高达35%~85%, 故目前多倾向于手术治疗, 前路空心螺钉固定具有创伤小、出血少、有利于骨折愈合且愈合后寰枢椎旋转功能基本不丢失等优点, 被广泛应用于临床。然而, Ⅱ型齿状突骨折常并发寰椎横韧带损伤、寰枢椎不稳甚至寰枢椎脱位, 如单纯固定齿状突而不考虑寰枢椎的稳定性, 术后可能进一步导致不稳的加重。因此, 对于Ⅱ型齿状突骨折, 更要关注寰枢椎的稳定性, 术前CT或者MRI提示横韧带损伤或者寰枢

关节脱位者, 应行后路寰枢椎复位固定。Ⅱ型齿状突骨折合并寰枢关节不稳者首选后路寰枢椎固定, 可联合齿状突螺钉固定; 如术前MRI未提示横韧带断裂、寰枢关节非完全脱位, 可不行植骨融合, 术后待骨折愈合后取出内固定, 可保留寰枢椎活动功能; 对于寰枢椎脱位严重, 甚至合并寰椎粉碎性骨折者, 后路寰枢椎固定困难, 可行枕颈融合术。本组有8例枢椎骨折合并寰椎骨折, 术前MRI提示横韧带无明显断裂, 其中7例行后路寰枢椎椎弓根螺钉固定而未行植骨融合; 另1例因寰椎粉碎骨折, 无法行寰椎椎弓根螺钉固定, 行枕颈融合术, 术后6个月~1年取出内固定。因此, 对于A型损伤, 在考虑枢椎骨折的同时应稳定寰枢关节。

3.2.2 枢椎骨折合并C2/3关节不稳(B型) 枢椎骨折合并C2/3关节不稳多由严重的枢椎椎体骨折和/或Hangman骨折引起。Levine-EdwardsⅡ型、ⅡA型Hangman骨折均属于不稳定骨折^[2], 保守治疗或者单纯固定枢椎可能继发C2/3不稳加重、脊髓受压等, 因为此类骨折常合并C2/3椎间盘的损伤和/或前后纵韧带的损伤, 甚至合并C2/3脱位, 应选择前路椎间盘切除、植骨融合、钢板固定术, 也可选择后路椎弓根或者侧块螺钉固

定术。如存在椎间盘损伤、C2/3 不稳,应首先考虑前路手术,因为前路不仅可直接清除受损椎间盘,解除脊髓受压,恢复脊柱序列,重建 C2/3 稳定性,且前路手术损伤脊髓及主动脉的可能性小^[10]。若脊髓受压来自后方,可选择后路手术。对于Ⅲ型 Hangman 骨折或者 C2/3 严重脱位,前路手术对前者无法使脱位的小关节复位,对后者无法矫正后凸达到解剖复位,在这种情况下,我们选择前后联合手术,在充分接触压迫的同时,稳定 C2/3 关节。

3.2.3 枢椎骨折合并寰枢关节及 C2/3 关节不稳(C 型) 枢椎骨折合并寰枢关节及 C2/3 关节不稳是最为复杂的一型,治疗时既要稳定寰枢椎,又要稳定 C2/3 关节,有神经症状者需解除压迫,还需考虑上颈椎的生理功能。Xie 等^[11]报道采用 C2/3 前路钢板减压植骨融合加齿状突螺钉固定治疗不稳定性 Hangman 骨折合并齿状突骨折。但如果对于合并有横韧带损伤、寰枢椎脱位等寰枢关节不稳者,行齿状突螺钉无法稳定寰枢椎,术后可能会对 C1~C3 稳定性造成影响。本组 7 例采用后路 C1~C3 固定术,该手术的即刻稳定性较好,容易复位,可将植骨块置放于两侧关节后方,不依赖于 C1~C3 后部结构的完整性,手术融合率高。Horn 等^[12]报道了 C1~C3 侧块螺钉固定技术对失稳的上颈椎提供了更好的制动、抗疲劳和抗沉降效果。但是,该方法手术技术难度大,需要影像设备监视,造成椎动脉损伤的可能性较大,且有时螺钉置入困难,在此情况下可选择枕颈融合术。其目的是解除压迫,固定骨折椎体的同时稳定 C1~C3。

总之,对枢椎骨折合并相邻节段不稳的病例,在考虑枢椎骨折的同时要兼顾到其相邻节段的稳定性,确定骨折的类型及判断寰枢关节、C2/3 稳定性的破坏情况,针对不同的分型,实施相应治疗,可取得良好疗效。

4 参考文献

1. Anderson LD, D'Alonzo RT. Fractures of the odontoid process of the axis[J]. J Bone Joint Surg Am, 1974, 56(8): 1663-1674.
2. Levine AM, Edwards CC. The management of traumatic spondylolisthesis of the axis[J]. J Bone Joint Surg Am, 1985, 67(2): 217-226.
3. Koller H, Acosta F, Forstner R, et al. C2-fractures(part II): a morphometrical analysis of computerized atlantoaxial motion, anatomical alignment and related clinical outcomes [J]. Eur Spine J, 2009, 18(8): 1135-1153.
4. Mimatsu K, Katoh F, Kawakami N, et al. Atlantoaxial fusion with posterior double wire fixation[J]. Spine, 1992, 17(11): 1409-1413.
5. Bristol R, Henn JS, Dickman CA. Pars screw fixation of a hangman's fracture: technical case report [J]. Emerg Radiol, 2005, 56(1): 204.
6. Pratt H, Davies E, King L. Traumatic injuries of the c1/c2 complex: computed tomographic imaging appearances[J]. Curr Probl Diagn Radiol, 2008, 37(1): 26-38.
7. 贾连顺. 枕颈部损伤诊断与治疗的基本概念[J]. 中华创伤杂志, 2007, 23(1): 3-5.
8. 谭明生, 张光铂. 浅谈寰枢椎脱位的治疗选择与手术适应证[J]. 中国脊柱脊髓杂志, 2006, 16(5): 330-331.
9. Ochoa G. Surgical management of odontoid fractures[J]. Injury, 2005, 36(2): 54-64.
10. Tuite GF, Papadopoulos SM, Sonntag VK. Caspar plate fixation for the treatment of complex Hangman's fractures [J]. Neurosurgery, 1992, 30(5): 761-765.
11. Xie N, Khoo LT. Combined anterior C2, 3 fusion and C2 pedicle screw fixation for the treatment of unstable Hangman's fracture a contrast to anterior approach only [J]. Spine, 2010, 35(6): 613-619.
12. Horn EM, Hott JS, Porter RW, et al. Atlantoaxial stabilization with the use of C1-3 lateral mass screw fixation: technical note[J]. J Neurosurg Spine, 2006, 5(2): 172-177.

(收稿日期:2012-01-06 末次修回日期:2012-09-21)

(英文编审 蒋欣/贾丹彤)

(本文编辑 李伟霞)