

强直性脊柱炎患者颈椎新鲜骨折的临床特征及术式选择

钱邦平, 曲哲, 邱勇, 季明亮, 张云鹏, 胡俊, 王斌, 俞杨, 朱泽章

(南京大学医学院附属鼓楼医院脊柱外科 210008 南京市)

【摘要】目的:探讨强直性脊柱炎(AS)患者颈椎新鲜骨折的临床特征及手术策略。**方法:**回顾性分析 2002 年 2 月~2014 年 10 月我科收治的 15 例 AS 颈椎新鲜骨折患者的临床资料, 其中男 14 例, 女 1 例, 年龄 36~76 岁, 平均 49.7±10.8 岁。13 例有明确外伤史, 其中 4 例为高能量损伤; 经椎间隙和经椎体骨折分别为 8 例和 7 例, 14 例累及 C5~C7 节段; 12 例(80%)伴神经功能损害。12 例接受手术治疗, 7 例前柱广泛破坏者行前路椎间盘切除或椎体次全切除、内固定植骨融合术; 3 例脊髓后方受压、前柱轴向承载功能保持良好的患者行后路椎板减压内固定融合术; 2 例严重骨折脱位不稳定患者行前后路联合手术。采用 ASIA 分级评估患者手术前后神经功能状态, 摄颈椎 X 线片观察植骨融合情况。**结果:**除 3 例未手术患者外, 余患者均获得随访, 随访时间 3~60 个月(20.0±18.8 个月), 除 1 例术前 ASIA A 级及 2 例 ASIA D 级患者外, 其余患者术后神经功能均获明显改善, 末次随访时骨折部位骨性融合。围手术期并发症包括脑脊液漏 1 例, 喉返神经损伤 1 例, 前路术后切口深部感染 1 例。随访中无骨折不愈合、假关节形成及内固定失败。**结论:**AS 颈椎新鲜骨折好发于下颈椎, 伤后神经系统并发症发生率较高, 应积极手术治疗稳定脊柱; 前柱明显破坏患者选择单纯前路手术, 前柱轴向承载功能尚可者行单纯后路手术, 严重颈椎骨折脱位患者应行前后路联合手术。

【关键词】强直性脊柱炎; 颈椎骨折; 手术治疗

doi: 10.3969/j.issn.1004-406X.2015.09.04

中图分类号: R683.2, R593.23 文献标识码: A 文章编号: 1004-406X(2015)-09-0787-06

Fresh fracture of the cervical spine in ankylosing spondylitis: clinical characteristics and surgical strategy/QIAN Bangping, QU Zhe, QIU Yong, et al//Chinese Journal of Spine and Spinal Cord, 2015, 25(9): 787-792

【Abstract】 Objectives: To explore the clinical features and the optimal surgical strategies of the cervical spine fresh fracture complicated with ankylosing spondylitis(AS). **Methods:** Between February 2002 and October 2014, 15 AS patients with concomitant fresh fracture of the cervical spine treated in our institution were included in this study. There were 14 males and 1 female with a mean age of 49.7±10.8 years(range, 36-76 years). Among them 13 cases with trauma history, only 4 cases sustained high energy injury. Most fractures located at C5-C7(14 cases), 8 transvertebral and 7 transdiscal injuries were noted. Neurological compromise accounted for 12(80%) cases. 12 patients received surgical treatment, consisting anterior discectomy/corpectomy and fusion in 7 cases, posterior long-segment fixation and fusion in 3 cases, and combined anterior and posterior approach in 2 cases. Pre- and post-operative neurologic functions were evaluated by ASIA grade, and fusion rate was assessed by X-ray during follow-up. **Results:** Except that 3 patients did not undertake surgical treatment, all the other patients were followed up for an average of 20.0±18.8 months (range, 3-60 months). Except for 1 ASIA grade A and 2 ASIA grade D patients, neurological function improved significantly after surgery. Solid fusion was observed in all patients at final follow-up. Perioperative complications included postoperative cerebrospinal fluid leakage in 1 case, recurrent nerve injury in 1 case and deep wound infection following anterior approach in 1 case. No nonunion, pseudarthrosis or implant failure was noted. **Conclusions:** Subaxial cervical spine injury is common in AS patients, and the three-column involvement makes the fracture extremely unstable which may often lead to neurological deficits. Anterior stabilization is

第一作者简介: 男(1972-), 主任医师, 医学博士, 研究方向: 脊柱畸形、颈椎疾病

电话: (025)68182022 E-mail: qianbangping@163.com

effective in those with obvious anterior column defects. For AS patients with sufficiently stable anterior column, posterior fixation should be adopted. And a combined anterior-posterior approach should be applied for severe fracture-dislocation of the cervical spine.

【Key words】 Ankylosing spondylitis; Cervical spine fracture; Surgical strategy

【Author's address】 Department of Spine Surgery, Drum Tower Hospital of Nanjing University Medical School, Nanjing, 210008, China

强直性脊柱炎(ankylosing spondylitis, AS)是一种主要累及中轴骨的慢性非特异性炎症疾病,通常由骶髂关节开始逐渐进展至侵犯椎旁韧带、关节突及外周关节,导致严重脊柱畸形和关节强直^[1-3]。在疾病的晚期,由于继发性骨质疏松,脊柱骨性强直及椎间盘、椎旁组织骨化,脊柱骨折的风险大大增加^[4-6]。有研究报道,AS 患者脊柱损伤的发生率为正常人的 3.5 倍^[7],且多发生于颈椎(约 80%)^[6]。以上特征导致 AS 患者脊柱极不稳定,增加了治疗的复杂性^[8]。目前国内外已有研究报道 AS 颈椎骨折的特征及手术治疗方式^[9-12],但既往文献病例多混合新鲜及陈旧性骨折,缺少对 AS 颈椎新鲜骨折的研究。本研究回顾性分析我院治疗的 15 例 AS 颈椎新鲜骨折患者的临床结果,探讨手术策略的选择。

1 资料和方法

1.1 一般资料

2002 年 2 月~2014 年 10 月在我科接受治疗的 AS 颈椎新鲜骨折患者 15 例,排除 AS 颈椎陈旧性骨折及假关节形成病例。男 14 例,女 1 例,年龄 36~76 岁(49.7±10.8 岁)。所有患者均在骨折前确诊 AS,病程 13~52 年(33.5±12.4 年)。其中 2 例既往因 AS 胸腰椎后凸畸形行腰椎经椎弓根楔形截骨矫形术(pedicle subtraction osteotomy, PSO),1 例行双侧全髋关节置换术。13 例患者有明确外伤史,其中摔伤 7 例,撞伤 2 例,车祸伤 4 例;除 4 例车祸伤为高能量损伤(主要指车祸、高处坠落严重暴力引起的损伤),其余均为低能量损伤(多由跌扑、摔伤等日常生活伤所致损伤)。所有患者均表现为颈痛及颈椎活动受限。12 例合并神经功能障碍,ASIA 分级^[13]:A 级 1 例,B 级 1 例,C 级 2 例,D 级 8 例。其他合并症包括:糖尿病 1 例,痛风 1 例,尿路感染 1 例。

1.2 颈椎损伤特征

均为单节段受累。根据骨折线的位置,15 例患者中 8 例为经椎间隙损伤,C2/3 1 例,C5/6 6

例,C6/7 1 例;7 例为经椎体损伤,C5 1 例,C6 3 例,C7 3 例。根据损伤机制和影像学表现,过伸型损伤 8 例,过屈型损伤 7 例。过伸型损伤中,经椎间隙和椎体骨折分别为 6 例和 2 例;过屈型损伤中,经椎间隙和椎体骨折分别为 2 例和 5 例。按照 Caron 等^[14]对 AS 骨折形态分型,A 型骨折 5 例(经椎间隙损伤),B 型骨折 6 例(经椎体损伤),C 型骨折 2 例(前部经椎体后部经椎间隙损伤),D 型骨折 2 例(前部经椎间隙后部经椎体损伤)。

1.3 手术方式

3 例患者因全身情况差或经济原因未接受手术治疗,12 例行手术治疗。所有手术患者术前均给予颈围制动,稳定伤椎。手术指征包括^[6,8]:骨折移位或三柱损伤,骨折极不稳定;神经功能损伤、恶化;存在颈椎区畸形。采用 3 种术式:7 例经椎间盘或椎体损伤,前柱广泛破坏患者,行前路椎间盘切除或椎体次全切除、内固定植骨融合术;3 例存在脊髓后方受压或硬膜外血肿,且前柱轴向承载功能保持良好的患者行后路椎板减压内固定融合术,其中有 1 例因术前颈椎前凸减小,平视功能受限,同时行 C7-T1 Smith-Petersen 截骨矫形术(SPO);2 例严重骨折脱位不稳定患者行前后路联合手术,其中 1 例因发生严重骨折脱位,行颅骨牵引,牵引重量逐渐增加至 5kg,2 个月后复位仍不满意,行前后路联合内固定植骨融合术。

1.4 随访方法

采用 ASIA 分级评估术后神经功能,拍摄颈椎正侧位 X 线片,判断植骨融合情况(融合标准:X 线显示连续骨小梁通过骨折处相邻椎体^[9])及有无内固定相关并发症发生。

2 结果

本组手术时间 3.5±1.8h(2~5.5h),术中失血量 2400±900ml(1200~3500ml)。7 例前路手术患者中,经椎间隙损伤 6 例,行前路椎间盘切除内固定植骨融合术,固定节段为骨折部位上下各一个椎体(图 1);另 1 例椎体损伤严重行椎体次全切,

固定范围包括伤椎及相邻椎体。3 例后路手术者采用长节段固定融合,至少包括伤椎上下各 2 个节段,其中 C7 以上置入侧块螺钉,C7 及 T1 置入椎弓根螺钉。2 例前后路联合手术均为一期前路椎间盘切除/椎体次全切内固定植骨融合,二期后路长节段内固定融合术(图 2)。

1 例术前 ASIA C 级患者术后改善至 D 级,6 例由 D 级恢复正常 (ASIA E 级),1 例术前 ASIA A 级及 2 例 ASIA D 级患者术后无明显改善,2 例术前 ASIA E 级患者术后仍为 E 级。术后患者颈痛均明显缓解,1 例行后路 SPO 患者眉颌角由术前 28° 矫正至术后 2° ,平视功能显著改善。12 例手术治疗患者均得到随访,随访时间 3~60 个月 (20.0 ± 18.8 个月),末次随访时 X 线检查均显示骨性融合,无骨折不愈合或假关节形成。随访过程中无内固定松动、断钉、断棒等内置物并发症发生。

本组共发生 3 例围手术期并发症。其中单纯后路术后脑脊液漏 1 例,经早期拔管、床尾抬高、切口加压后自行愈合;单侧喉返神经损伤 1 例,前路手术后出现声音嘶哑,3 个月后随访时症状消失;前后路联合手术一期前路术后伤口深部感染 1 例,经清创引流切口愈合后二期行后路内固定

融合术。

3 讨论

3.1 AS 颈椎骨折的发生机制

AS 的病理基础是肌腱、韧带于骨骼附着点处的无菌性炎症,引起这些部位的纤维化、骨化。随着病情的进展,患者可出现严重的椎旁韧带、关节突关节的骨化融合及椎间盘纤维环和髓核的钙化,导致晚期脊柱强直,降低了脊柱的韧性和适应性^[15-17];同时,受累椎体的慢性非特异性炎症及活动受限会引起反应性及废用性骨质疏松,使 AS 患者脊柱的脆性增加。脊柱强直和骨质疏松使其在外伤时更易发生损伤。Feldtkeller 等^[18]通过对 1071 例 AS 患者的研究,发现脊柱骨折的发生率为 5.7%,并指出 14% 的患者一生中会有脊柱骨折病史。Ralston 等^[19]指出,由骨质疏松引起的脊柱骨折在 AS 患者中可高达 16%。Zeng 等^[20]通过文献回顾指出,AS 患者颈椎骨折占 AS 脊柱骨折的 73%。此外,颈椎骨性强直后的生物力学变化也是其发生骨折的危险因素。强直的颈椎在中立位时运动中心由髓核处向椎体前缘或后缘移位。这一变化使得颈椎在屈伸运动时椎体前、后柱在骨化

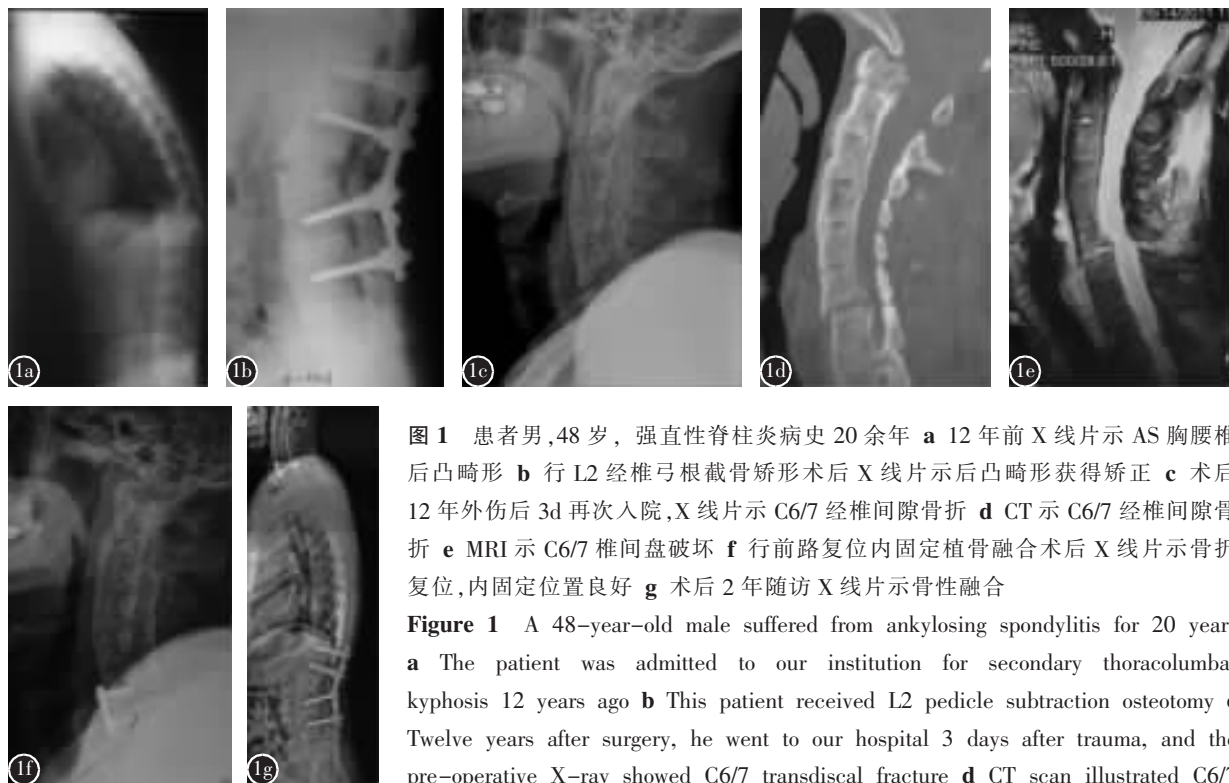


图 1 患者男,48 岁,强直性脊柱炎病史 20 余年 a 12 年前 X 线片示 AS 胸腰椎后凸畸形 b 行 L2 经椎弓根截骨矫形术后 X 线片示后凸畸形获得矫正 c 术后 12 年外伤后 3d 再次入院,X 线片示 C6/7 经椎间隙骨折 d CT 示 C6/7 经椎间隙骨折 e MRI 示 C6/7 椎间盘破坏 f 行前路复位内固定植骨融合术后 X 线片示骨折复位,内固定位置良好 g 术后 2 年随访 X 线片示骨性融合

Figure 1 A 48-year-old male suffered from ankylosing spondylitis for 20 years a The patient was admitted to our institution for secondary thoracolumbar kyphosis 12 years ago b This patient received L2 pedicle subtraction osteotomy c Twelve years after surgery, he went to our hospital 3 days after trauma, and the pre-operative X-ray showed C6/7 transdisc fracture d CT scan illustrated C6/7 transdisc fracture e MRI showed rupture of the C6/7 disc f Anterior fixation and fusion was performed g Bony fusion could be observed on X-rays at 2-year follow-up

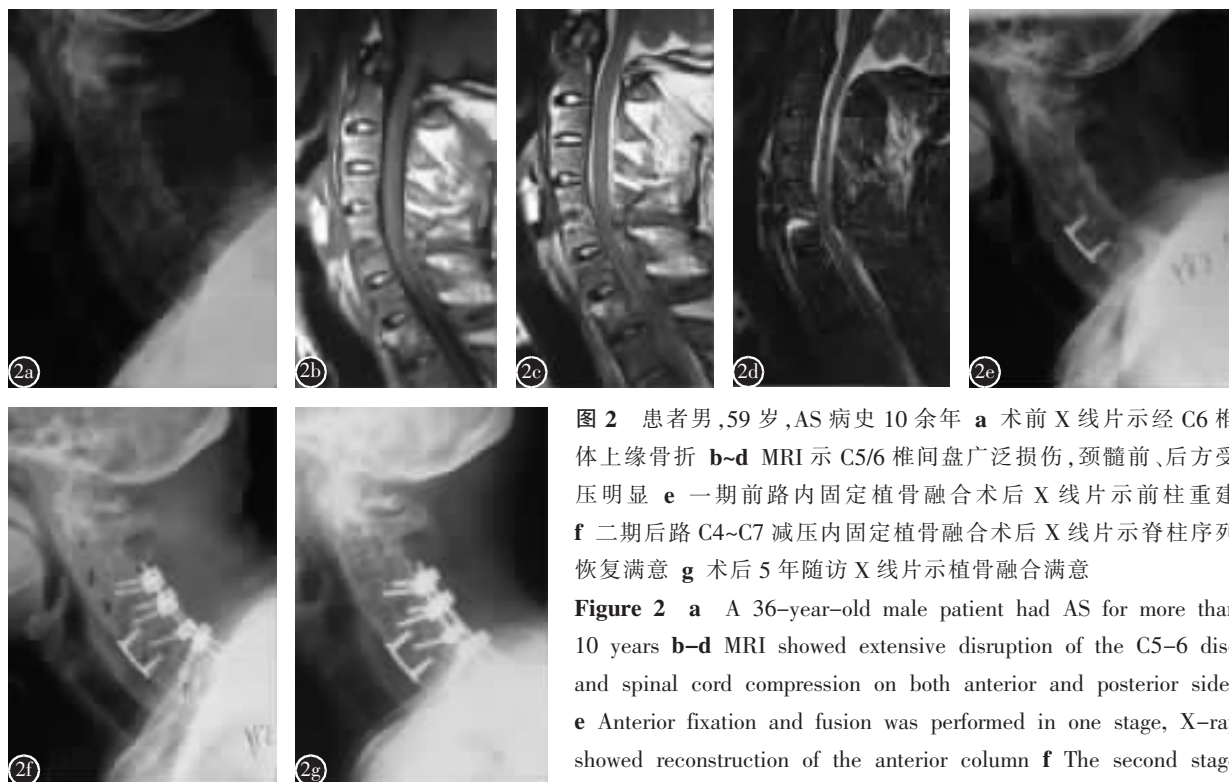


图 2 患者男, 59 岁, AS 病史 10 余年 **a** 术前 X 线片示经 C6 椎体上缘骨折 **b~d** MRI 示 C5/6 椎间盘广泛损伤, 颈髓前、后方受压明显 **e** 一期前路内固定植骨融合术后 X 线片示前柱重建 **f** 二期后路 C4~C7 减压内固定植骨融合术后 X 线片示脊柱序列恢复满意 **g** 术后 5 年随访 X 线片示植骨融合满意

Figure 2 **a** A 36-year-old male patient had AS for more than 10 years **b~d** MRI showed extensive disruption of the C5-6 disc and spinal cord compression on both anterior and posterior sides **e** Anterior fixation and fusion was performed in one stage, X-ray showed reconstruction of the anterior column **f** The second stage posterior instrumentation, decompression and fusion was performed

from C4 to C7, X-ray showed satisfactory realignment of the cervical spine **g** Satisfactory bony fusion was obtained on X-ray at five years after surgery

“长臂”间的应力增加, 加之后柱张力带作用的丧失, 使颈椎过屈、过伸时易发生剪切型骨折^[21]。

Graham 等^[21]将 AS 脊柱骨折分为三种类型, 即剪切性骨折、应力性骨折和椎体压缩性骨折。剪切性骨折为新鲜骨折, 多发生于颈椎, 可表现为颈椎间隙或椎体的横行骨折, 后柱亦可见骨折线; 应力性骨折好发于胸腰段, 多为陈旧性, 表现为椎间隙或椎体的破坏性病灶, 也称为 Andersson 损害或假关节形成^[22, 23]。本组患者颈椎新鲜骨折均为剪切性骨折, 其中过伸型损伤 8 例 (53.3%), 过屈型损伤 7 例 (46.7%), 与既往文献报道一致^[24]。过伸型损伤多经椎间隙 (6 例, 75%), 过屈型损伤多为经椎体骨折 (5 例, 71.4%)。经椎间隙的骨折中有 4 例同时累及相邻椎体前缘或后缘骨质 (Caron C 型或 D 型), 可见 AS 颈椎骨折时椎体累及较常见。

3.2 AS 颈椎骨折的特点

由于 AS 独特的病理特点及生物力学改变, 与普通颈椎骨折相比, 其有以下特征: (1) AS 患者脊柱骨性强直及椎体骨质疏松这一高脆性状态, 使其对外力的耐受性降低, 在低能量损伤下即可

发生骨折。本研究中 4 例为高能量车祸伤, 其余均为低、中外力 (生活伤) 导致。 (2) AS 骨折多累及三柱, 骨折极不稳定且易并发脱位。本组 15 例均为三柱损伤, 其中 5 例 (33.3%) 伴骨折脱位。骨折节段的不稳定使其复位困难。吕国华等^[25]报道 AS 颈椎骨折脱位后行颅骨牵引的复位率仅为 22%, 且容易再脱位。 (3) AS 颈椎骨折并发症的发生率较高。Westerveld 等^[26]通过对 AS 患者与正常人的对比研究发现, AS 脊柱骨折时神经功能损伤率为 57.1%, 明显高于普通骨折的 12.6%。张凤山等^[27]报道的 12 例 AS 颈椎骨折患者中, 9 例合并脊髓损伤。本组 12 例合并神经功能损害, 占 80.0%, 包括 1 例 ASIA A 级损伤。AS 颈椎骨折并发脊髓损伤的机制主要在于骨折的不稳定, 断端间的反复移位造成脊髓损伤, 而外伤所致椎间盘突出引起的脊髓受压并不常见。有学者指出 AS 患者合并呼吸功能受损也较常见, 如呼吸衰竭、肺炎^[26]。由于肋椎、肋横突关节的融合, AS 后期患者呼吸运动受限, 增加了呼吸系统并发症发生的风险。 (4) AS 颈椎骨折多累及下颈椎, 好发于 C5~C7 间。该处为颈椎前凸与胸椎后凸移行交界区, 外力经骨

化的颈椎传导至此处产生较大应力,致该段骨折高发^[27]。本组除 1 例累及 C2/3 水平且合并 C2 Hangman 骨折,余均位于 C5~C7 间,其中 C5/6 椎间盘水平最常累及,共 6 例(40%)。

3.3 AS 颈椎骨折的手术策略

AS 颈椎骨折首要的治疗目的是复位、稳定脊柱,以促进骨折断端的融合。由于骨折的不稳定致愈合困难,保守治疗仅限于少数稳定、三柱没有完全受累且颈椎序列正常的患者^[28]。保守治疗方式为颅骨牵引复位后 Halo 架外固定 10~16 周。然而,由于 AS 患者较差的骨质、软组织条件和骨折端的微动使 Halo 架治疗存在较高失败率及骨折不愈合率^[29]。因此,我们建议 AS 颈椎骨折应早期手术治疗,Halo 架固定仅限于全身状况差难以耐受手术的患者或软组织损伤严重患者的临时固定。

AS 颈椎骨折的手术指征为:三柱损伤,骨折不稳定或移位;神经功能受损或持续进展;损伤的椎间盘组织嵌顿于断端间;以及存在颈椎矢状面或冠状面畸形需手术矫正者^[7]。手术入路选择包括单纯前路手术、单纯后路手术和前后路联合手术。前路固定融合术具有彻底减压,融合率高的优点,适用于前柱损伤严重、椎间盘破碎、椎体骨质较好且无明显畸形的患者^[28]。本组 7 例经椎间盘或椎体损伤患者采取单纯前路手术,对椎间盘或椎体的损伤分别行椎间盘切除或椎体次全切除后植骨融合,固定范围包括骨折节段上下椎体。随访融合满意,无内固定失败发生。但是,前路内固定稳定性差,易发生再脱位。吕国华等^[25]报道 4 例行单纯前路手术的 AS 颈椎骨折脱位患者术后均发生内固定失败或植骨移位,并提出强直的脊柱造成颈椎前路钢板局部的应力集中是导致内固定失败的原因。基于本组前路手术满意的手术效果,前路融合术仍是无明显脱位患者的有效选择。对于后柱损伤严重有明显移位者,需行前后路联合手术;而对后柱剪切性骨折无明显移位患者,仍可试行前路内固定术。

后路或前后路联合术可提供比单纯前路手术更高的生物力学稳定性。单纯后路手术适用于前柱轴向承载功能良好的患者。Taggard 等^[12]对 7 例 AS 颈椎骨折患者行单纯后路内固定融合术,术后神经功能明显改善,随访中均获得骨性融合。然而,后路手术对解除脊髓前方压迫作用有限,且不

能清除损伤的椎间盘组织,因此,对于以颈髓前方压迫为主及经椎间盘的骨折,应考虑前路或前后路联合手术。同时,文献报道后路内固定失败率较高,术后需采用 Halo-vest 支架或头颈胸石膏固定。本组 1 例伤后存在颈椎后凸畸形,行后路 C7-T1 SPO 矫形术后平视功能明显改善。对 AS 颈椎骨折行后路内固定术时,需注意采用长节段固定增加内固定稳定性,以对抗骨性强直骨折段造成的应力集中,减少内固定失败率。由于慢性炎症对关节突的破坏,脊柱后份解剖标志模糊,难以准确判断椎弓根螺钉进钉点,为减少置钉时损伤椎动脉和颈髓,C3~C6 节段采用侧块螺钉,C7~T1 采用椎弓根螺钉固定。此外,患者术前摆放体位和麻醉时应避免颈椎过屈或过伸,防止医源性损伤。

对于颈椎骨质较差,三柱均严重破坏、骨折脱位,以及脊髓前后方均有压迫的患者,应考虑前后路联合手术。前后路联合手术可以 360°融合,稳定性高;同时颈髓前后方压迫均可解除,减压更彻底^[29]。Olerud 等^[6]提出,对于 AS 颈椎骨折患者,单纯前路或后路手术内固定松动发生率高,而前后路联合手术是一种有效的方法。前后路联合手术应先从骨折易复位的一侧开始,通常为前路。基于前路钢板螺钉的内固定系统可获得满意复位,同时处理损伤的椎间盘及骨折椎体,并根据需要行自体髂骨植骨或椎间融合术,稳定前柱,为后路手术提供便利。有研究指出,对于牵引后骨折复位良好的患者,可先行前路手术;而对术前牵引改善不明显患者,应先后路手术后前路补充融合^[25]。全身状况较好的患者可一期完成前、后路手术,但多数 AS 颈椎骨折患者一般状况较差,并发症发生率高,常需分期手术。本组 2 例严重骨折脱位行前后路联合手术患者均为一期前路椎间盘切除或椎体次全切植骨融合术后,二期行后路长节段固定融合,术后随访均获骨性融合。

总之,大部分 AS 患者颈椎骨折需手术治疗,手术策略应综合考虑损伤类型、骨折稳定性、神经功能及是否合并畸形等。

4 参考文献

1. Braun J, Sieper J. Ankylosing spondylitis[J]. Lancet, 2007, 369(9570): 1379-1390.
2. 钱邦平,季明亮,邱勇,等. 经椎弓根截骨对强直性脊柱炎胸腰椎后凸畸形脊柱-骨盆参数的影响[J]. 中华骨科杂志, 2012, 32(5): 398-403.

3. Qian BP, Jiang J, Qiu Y, et al. The presence of a negative sacral slope in patients with ankylosing spondylitis with severe thoracolumbar kyphosis [J]. *J Bone Joint Surg Am*, 2014, 96(22): E188.
4. Hunter T, Dubo HI. Spinal fractures complicating ankylosing spondylitis[J]. *Arthritis Rheum*, 1983, 26(6): 751-759.
5. Cooper C, Carbone L, Michet C, et al. Fracture risk in patients with ankylosing spondylitis: a population based study[J]. *J Rheumatol*, 1994, 21(10): 1877-1882.
6. Olerud C, Frost A, Bring J. Spinal fractures in patients with ankylosing spondylitis[J]. *Eur Spine J*, 1996, 5(1): 51-55.
7. Wade W, Saltzstein R, Maiman D. Spinal fractures complicating ankylosing spondylitis[J]. *Arch Phys Med Rehabil*, 1989, 70(5): 398-401.
8. Murray GC, Persellin RH. Cervical fracture complicating ankylosing spondylitis: a report of eight cases and review of the literature[J]. *Am J Med*, 1981, 70(5): 1033-1041.
9. 钱邦平, 邱勇, 王斌, 等. 强直性脊柱炎脊柱骨折的临床特征及治疗策略[J]. *中华医学杂志*, 2008, 87(41): 2893-2898.
10. 康意军, 陈飞, 吕国华, 等. 强直性脊柱炎颈椎骨折的治疗[J]. *中国脊柱脊髓杂志*, 2006, 16(6): 424-428.
11. Anwar F, Al-Khayer A, Joseph G, et al. Delayed presentation and diagnosis of cervical spine injuries in long-standing ankylosing spondylitis[J]. *Eur Spine J*, 2011, 20(3): 403-407.
12. Taggard DA, Traynelis VC. Management of cervical spinal fractures in ankylosing spondylitis with posterior fixation [J]. *Spine*, 2000, 25(16): 2035-2039.
13. Maynard FM, Bracken MB, Creasey G, et al. International standards for neurological and functional classification of spinal cord injury[J]. *Spinal Cord*, 1997, 35(5): 266-274.
14. Caron T, Bransford R, Nguyen Q, et al. Spine fractures in patients with ankylosing spinal disorders[J]. *Spine*, 2010, 35(11): E458-E464.
15. 王岩, 毛克亚, 张永刚, 等. 双椎体截骨术矫正重度强直性脊柱炎后凸畸形[J]. *中国脊柱脊髓杂志*, 2009, 19(2): 108-112.
16. 张永刚, 王岩, 张雪松. 单纯后路经椎弓根截骨或脊椎切除的临床分析[J]. *中华外科杂志*, 2007, 45(8): 525-528.
17. Qian BP, Wang XH, Qiu Y, et al. The influence of closing-opening wedge osteotomy on sagittal balance in thoracolumbar kyphosis secondary to ankylosing spondylitis: a comparison with closing wedge osteotomy[J]. *Spine*, 2012, 37(16): 1415-1423.
18. Feldtkeller E, Vosse D, Geusens P, et al. Prevalence and annual incidence of vertebral fractures in patients with ankylosing spondylitis[J]. *Rheumatol Int*, 2006, 26(3): 234-239.
19. Ralston SH, Urquhart G, Brzeski M, et al. Prevalence of vertebral compression fractures due to osteoporosis in ankylosing spondylitis[J]. *BMJ*, 1990, 300(6724): 563-565.
20. Zeng QY, Chen R, Darmawan J, et al. Rheumatic diseases in China[J]. *Arthritis Res Ther*, 2008, 10(1): R17.
21. Graham B, Van Peteghem PK. Fractures of the spine in ankylosing dpondylitis: diagnosis, treatment, and complications[J]. *Spine*, 1989, 14(8): 803-807.
22. 钱邦平, 邱勇, 王斌, 等. 强直性脊柱炎患者胸腰椎应力骨折的临床及影像学特点[J]. *中国脊柱脊髓杂志*, 2008, 18(10): 747-751.
23. Qian BP, Qiu Y, Wang B, et al. Pedicle subtraction osteotomy through pseudarthrosis to correct thoracolumbar kyphotic deformity in advanced ankylosing spondylitis[J]. *Eur Spine J*, 2012, 21(4): 711-718.
24. Westerveld L, Verlaan J, Oner F. Spinal fractures in patients with ankylosing spinal disorders: a systematic review of the literature on treatment, neurological status and complications [J]. *Eur Spine J*, 2009, 18(2): 145-156.
25. 吕国华, 王冰, 李晶, 等. 手术治疗强直性脊柱炎合并颈椎骨折脱位的临床研究[J]. *中华外科杂志*, 2007, 45(6): 373-375.
26. Westerveld L, van Bommel J, Dhert W, et al. Clinical outcome after traumatic spinal fractures in patients with ankylosing spinal disorders compared with control patients [J]. *Spine J*, 2014, 14(5): 729-740.
27. 张凤山, 孙宇, 马庆军, 等. 强直性脊柱炎颈椎骨折的临床特征分析和诊断[J]. *中华创伤杂志*, 2007, 23(3): 185-188.
28. Heyde CE, Fakler JK, Hasenboehler E, et al. Pitfalls and complications in the treatment of cervical spine fractures in patients with ankylosing spondylitis [J]. *Patient Saf Surg*, 2008, 2: 15. doi: 10.1186/1754-9493-2-15.
29. Shen FH, Samartzis D. Surgical management of lower cervical spine fracture in ankylosing spondylitis [J]. *J Trauma*, 2006, 61(4): 1005-1009.

(收稿日期:2015-05-24 末次修回日期:2015-06-30)

(英文编审 蒋欣/贾丹彤)

(本文编辑 卢庆霞)