临床论著

腰椎融合术后邻近节段椎体压缩性骨折的治疗方式及临床疗效

张汉清¹,邱 婉²,吴继功¹,谭 荣¹,高 博¹,孙 靖¹,王加旭¹,陶有平¹,陈志明¹ (1 中国人民解放军战略支援部队特色医学中心脊柱外科: 2 脊柱外科医学工程科 100101 北京市)

【摘要】目的:分析腰椎融合术后邻近节段椎体压缩性骨折(adjacent vertebral compression fracture, AVCF)的 特点,并探讨其治疗方式及临床疗效。方法;回顾性分析2013年1月~2019年1月在我中心因腰椎退行性病变 行腰椎固定融合术治疗的患者 353 例,有 11 例患者发生融合术后 AVCF,均为女性,年龄 70±7.2 岁(61~83 岁),其中 T12 椎体骨折 1 例,T12 合并 L1 椎体骨折 1 例,L1 椎体骨折 4 例,L2 椎体骨折 2 例,L1 合并 L2 椎体 骨折 1 例, L3 椎体骨折 1 例, L3 合并 T11 椎体骨折 1 例。依据 AVCF 患者的骨折特点, 予以不同的治疗方式, 其中3例发现骨折时已趋于愈合或合并其他基础疾病不适合手术,采用抗骨质疏松等保守治疗;3例单纯骨折 无严重神经损伤症状,采用局麻下后路经皮椎体后凸成形术(percutaneous kyphoplasty, PKP);5 例骨折合并下 肢神经压迫症状,采用后路翻修、椎管减压、向上延长固定术治疗。随访 24.5±6.4 个月(24~31 个月)。术前、术后 1周和末次随访时进行腰痛、下肢痛视觉模拟量表 (visual analogue scale, VAS) 评分和腰椎日本骨科协会 (Japanese Orthopaedic Association, JOA)评分,术后定期复查,记录围手术期及随访中并发症发生情况。结果: 腰椎融合术后 AVCF 的发生率为 3.1%(11/353)。腰痛 VAS 评分术前 5.2 ± 2.3 分,术后 1 周 3.5 ± 1.8 分(P<0.05), 末次随访时 3.9±2.0 分(P<0.05);下肢痛 VAS 评分术前 7.1±2.2 分,术后 1 周 3.0±1.6 分(P<0.05),末次随访时 3.7±1.9 分(P<0.05); 腰椎 JOA 评分术前 14.8±5.6 分, 术后 1 周 21.5±4.2 分(P<0.05), 末次随访时 18.7±3.9 分 (P<0.05)。 末次随访时依据 JOA 改善率(recovery rate, RR), 优 5 例, 良 3 例, 可 2 例, 差 1 例, 临床疗效满意率 72%。共有4例(36%)患者出现5例次并发症,其中1例患者术后出现伤口深部金黄色葡萄球菌感染,给予切 开清创灌洗引流,使用敏感抗生素治疗后痊愈;1例患者术后双下肢无力加重,出现尿潴留,术后再次行椎管减 压、骨水泥螺钉延长固定,翻修术后患者出现一过性心功能不全,经限盐限水、强心利尿等治疗后痊愈;1 例患 者术后再次出现椎体压缩骨折,给予 PKP 骨水泥强化治疗;1 例患者术后再次出现 AVCF 合并椎间盘突出、椎 管狭窄,再次翻修延长固定。结论:腰椎融合术后 AVCF 多发生在胸腰段,以老年女性多见,单纯 AVCF 不伴神 经症状采取 PKP 治疗,合并椎间盘突出或椎管狭窄的 AVCF 采取腰椎翻修椎管减压内固定术,手术治疗腰椎 融合术后AVCF可取得较好的临床效果。

【关键词】骨质疏松症;腰椎退行性疾病;脊柱骨折;脊柱内固定术;邻近节段疾病

doi:10.3969/j.issn.1004-406X.2024.05.08

中图分类号:R687.3,R681.5 文献标识码:A 文章编号:1004-406X(2024)-05-0497-08

Treatment method and clinical outcomes of vertebral compression fractures of adjacent segments after lumbar fusion surgery//ZHANG Hanqing, QIU Wan, WU Jigong, et al//Chinese Journal of Spine and Spinal Cord, 2024, 34(5): 497–504

[Abstract] Objectives: To analyze the characteristics of adjacent vertebral compression fracture(AVCF) after lumbar spinal fusion, and to investigate its treatment modality and clinical efficacy. **Methods:** 353 patients treated with lumbar fixation and fusion for lumbar degenerative diseases at our center from January 2013 to January 2019 were retrospectively analyzed, and a total of 11 patients had AVCF after fusion, all were female, aged 70±7.2 years (61–83 years) old, including 1 case of T12 vertebral fracture, 1 case of T12

基金项目:中国人民解放军战略支援部队特色医学中心学科助推计划项目(编号:21XK0109)

第一作者简介:男(1991-),主治医师,研究方向:脊柱外科

电话:(010)66356729-2516 E-mail:909962167@qq.com

combined with L1 vertebral fracture, 4 cases of L1 vertebral fracture, 2 cases of L2 vertebral fracture, 1 case of L1 combined with L2 vertebral fracture, 1 case of L3 vertebral fracture, and 1 case of L3 combined with T11 vertebral fracture. The fractures were treated accordingly based on the AVCF characteristics, three cases underwent conservative treatments such as anti-osteoporosis due to healed fractures or other underlying diseases that were not suitable for surgery; Three cases of simple fractures without severe neurological damage symptoms were treated with percutaneous kyphoplasty (PKP) under local anesthesia; Five cases of fractures combined with lower limb nerve compression symptoms were treated with posterior revision surgery, spinal canal decompression, and upward extension and pedicle screws fixation. The mean follow-up time was 24.5± 6.4 months(24-31 months). The visual analogue scale(VAS) score for low back pain and lower extremity pain and Japanese Orthopaedic Association (JOA) score for lumbar spine were performed preoperatively, 1 week postoperatively, and at the final follow-up, and the occurrence of complications during the perioperative period and the follow-up were recorded. Results: The incidence of AVCF after lumbar fusion was 3.1%(11/353). The VAS score for low back pain was 5.2±2.3 preoperatively, 3.5±1.8 at 1 week postoperatively(P<0.05), and 3.9± 2.0 at the final follow-up(P<0.05); the VAS score for lower extremity pain was 7.1±2.2 preoperatively, 3.0±1.6 at 1 week postoperatively (P < 0.05), and 3.7 ± 1.9 at the final follow-up (P < 0.05); The JOA score of lumbar spine was 14.8±5.6 before operation, 21.5±4.2 at one week after operation(P<0.05) and 18.7±3.9 at the final follow-up(P<0.05). According to the recovery rate(RR) of JOA at the final follow-up, 5 cases were excellent, 3 cases were good, 2 cases were fair and 1 case was poor, and the satisfaction rate of clinical efficacy was 72%. A total of 4 patients (36%) had 5 complications. One patient developed a deep infection of staphylococcus aureus in the wound was treated with incision, debridement, irrigation, drainage, and sensitive antibiotics, and was cured afterward; One patient suffered from increased weakness of both lower extremities and urinary retention after surgery, and was treated with vertebral canal decompression and bone cement screw lengthening and fixation again, while after revision surgery, the patient suffered from temporary cardiac insufficiency, and recovered after treatment of salt and water restriction, cardiotonic diuresis, etc; One patient developed vertebral compression fracture after surgery and was treated with PKP bone cement reinforcement; One patient developed AVCF again and combined with intervertebral disc herniation and spinal stenosis after surgery, who underwent further revision and extended fixation. Conclusions: AVCF after lumbar fusion mostly occurs in the thoracolumbar segment and in elderly women, and simple AVCF without neurological symptoms can be treated with PKP, while AVCF with intervertebral disc herniation or spinal stenosis can be treated with lumbar revision and spinal decompression, and good clinical results can be achieved.

[Key words] Osteoporosis; Degenerative lumbar disease; Vertebral fracture; Spinal instrumentation; Adjacent segment disease

[Author's address] Department of Spinal Surgery, Strategic Support Force Medical Center, Beijing, 100101, China

自 2000 年以来,腰椎内固定融合技术在腰椎退行性疾病方面的应用越来越广泛,且得到了肯定的远期临床疗效^[1,2]。尽管该技术成功实现了病变节段的融合固定,但术后长期的活动代偿及应力积累,使得融合邻近节段更容易发生退变,长期的随访发现术后邻近节段疾病(adjacent segment diseases,ASDis)的问题也开始凸显,包括手术相邻节段的椎间隙狭窄、椎间盘突出、椎体失稳或椎管狭窄等^[3,4]。合并有骨质疏松的患者,邻近节段的应力会增加椎体骨折的风险,腰椎固定融合术后邻近节段椎体压缩性骨折 (adjacent vertebral

compression fracture, AVCF)亦是长期随访较常见的并发症^[5,6]。ASDis 严重影响手术预后和患者生活质量,大多需要翻修手术治疗。关于 AVCF 的特点和治疗的临床报道较少,本研究回顾性分析在我中心接受腰椎固定融合术且随访 2 年以上的病例,统计 AVCF 的发生率,探讨 AVCF 的治疗方式及效果,报道如下。

1 资料与方法

1.1 一般资料

回顾分析自 2013 年 1 月~2019 年 1 月在我

中心因腰椎退行性病变行腰椎固定融合术, 在随 访中发生术后 AVCF 的患者。纳入标准:(1)初次 手术是因腰椎退行性病变行腰椎固定融合术,手 术均采用后路椎弓根螺钉固定系统, 且上端固定 椎不超过 L1 椎体;(2)融合方式主要为后路经椎 间孔腰椎间融合术 (transforaminal lumbar interbody fusion, TLIF), 少量多节段固定融合病例上 方 1~3 节段采用腰椎后外侧融合术(posterolateral fusion, PLF); (3) 术后随访时间最少2年以上; (4) 新的椎体压缩骨折 (vertebral compression fracture, VCF)在常规的影像学随访中发现,或者 是由轻微外伤引严重的腰背部疼痛,或者是出现 新发的下肢神经症状,行 MRI 检查而确诊。排除 标准:(1)初次手术因腰椎骨折、感染或肿瘤等行 腰椎固定融合;(2)由高能量创伤(如道路交通事 故或从高处跌落) 引起的 VCF;(3) 随访资料不 全。

有353 例患者纳入本研究,平均随访时间 59±29 个月(24~116 个月),共有 26 例(7.4%)患 者在随访中发生胸腰段椎体骨折,其中有11例 (3.1%)发生在腰椎融合邻近节段,患者的一般资 料见表 1。所有发生 AVCF 的 11 例患者全部为女 性,获得平均 24.5±6.4 个月(24~31 个月)随访,骨 折均发生在近端相邻节段,发生骨折时的平均年 龄 70±7.2 岁 (61~83 岁),8 例患者骨密度(bone mineral density, BMD)T值<-2.5;5 例患者合并有 类风湿性关节炎病史,1 例合并 IgA 肾病,均长期 应用糖皮质激素及免疫抑制剂治疗。发生骨折前 固定融合的节段:单节段1例(L4~L5),两节段3 例 (2 例 L3~L5,1 例 L4~S1), 三节段 5 例 (4 例 L2~L5,1 例 L3~S1),四节段 1 例(L1~L5),五节段 1例(L1~S1)。发生骨折椎体分布:T12椎体骨折1 例,T12合并L1椎体骨折1例,L1椎体骨折4 例,L2 椎体骨折 2 例,L1 合并 L2 椎体骨折 1 例, L3 椎体骨折 1 例, L3 合并 T11 椎体骨折 1 例。骨 折发生距固定融合手术时间平均 46.6±27.1 个月 (5~99 个月)。有 2 例椎体骨折是在常规随访中发 现,6 例椎体骨折是因为有新发椎管狭窄、下肢神 经症状就诊而确诊,只有3例椎体骨折是因为新 发腰痛就诊而确诊。

1.2 治疗方式

AVCF的治疗方式的选择依据患者疼痛程度、手术耐受程度以及是否合并椎间盘突出或椎

管狭窄导致严重的神经损伤症状而定;若患者腰痛主诉较轻,或合并其他基础疾病无法耐受手术治疗,可采取保守治疗;单纯 AVCF 不伴严重的神经损伤,可采取局麻下后路经皮椎体后凸成形术(percutaneous kypoplasty,PKP);AVCF 合并腰椎间盘突出或椎管狭窄,伴有明显的神经损伤症状,可行腰椎翻修椎管减压延长内固定术。

11 例发生腰椎融合术后 AVCF 的患者中,3 例采用保守治疗,给予补钙、抗骨质疏松等综合治疗。其中 2 例为在常规随访中发现的 AVCF,发现时骨折已趋于愈合;1 例骨折伴椎管狭窄症(病例1)的患者合并其他基础疾病不适合手术。

3 例采用在局麻下行后路常规 PKP, 其中 2 例为单纯骨折无神经症状(病例 3、6),1 例为 T12 椎体骨折伴 T12/L1 椎间盘突出、椎管狭窄症、但 无严重神经压迫症状(病例 7)。

其余 5 例采用气管插管静脉复合全身麻醉,沿原手术切口向上延长显露,根据术前影像学资料,于相邻节段上方 2~3 个椎体按常规手术方法置入椎弓根螺钉(若骨质疏松严重,采用骨水泥螺钉)。透视确定螺钉位置满意后,显露并切除相邻狭窄节段上下关节突及部分椎板,间盘切除、处理椎间隙后 TLIF 植骨融合。保留原融合节段螺钉,更换连接棒延长固定(典型病例见图 1)。术后伤口放置引流管,一般在 48h 左右拔除;术后 2d 佩戴腰围下地活动。

1.3 观察指标及统计分析

术前、术后 1 周及末次随访时应用腰痛视觉模拟评分(visual analogue scale, VAS),下肢痛 VAS 评分,腰椎日本骨科协会(Japanese Orthopaedic Association, JOA)评分(29 分法)评定临床症状改善情况。计算 JOA 改善率(recovery rate, RR)=(末次评分-术前评分)/(29-术前评分)×100%。结果判定:RR \geq 75%为优,50%~74%为良,25%~49%为中,0%~24%或 JOA 评分低于术前的为差。本研究中临床疗效优或良才被认为临床疗效满意。术后 3 个月、6 个月、1 年、2 年定期复查,记录围手术期及随访中并发症发生情况。

比较手术前、后及末次随访时腰痛和腿痛 VAS 评分、JOA 评分,应用 SPSS 17.0 统计软件包进行分析,采用 t 检验,以 P<0.05 为差异有统计学意义。

表 1 出现腰椎融合相邻节段椎体压缩性骨折患者的一般资料

Table 1 General information of patients with adjacent vertebral compression fractures

序号 Num- ber	性别 Gender	术前诊断 Preoperative diagnosis	发生骨 折时年 龄(岁) Age of fracture (years)	固定 融合 节段 Fixed fusion seg- ment	发生骨折 椎体 Fracture vertebra	骨折距融合 手术时间 (月) Time of fracture after fusion surgery (months)	BMD (脊柱 T值) BMD (Spine T value)	骨折分型 Fracture classification	治疗方式 Treatment methods
1	女 Female	LSS, RA	83	L2~L5	L1	36	-2.7	L1 下终板骨折合并 L1/2 椎间盘 突出、椎管狭窄 L1 lower endplate fracture combined with L1/2 intervertebral disc herniation and spinal stenosis	保守治疗 Conservative treatment
2	女 Female	LS	65	L2~L5	L1	51	-3.5	L1 上终板骨折、楔形变 L1 upper endplate fracture and wedge-shaped transformation	保守治疗 Conservative treatment
3	女 Female	LSS	61	L4~L5	L3,T11	99	-3.6	L3 下终板骨折、楔形变 L3 lower endplate fracture and wedge-shaped transformation	经皮椎体后凸 成形术 PKP
4	女 Female	LSS, RA	74	L3~S1	L2	5	-2.9	L2 下终板骨折合并 L2/3 椎间盘 突出、椎管狭窄 L2 lower endplate fracture combined with L2/3 intervertebral disc herniation and spinal stenosis	减压、骨水泥螺 钉延长固定至 Tl2 Decompression, bone cement screw extension fixation to Tl2
5	女 Female	LSS, RA	64	L3~L5	L2	84	-2.8	L2 下终板骨折、楔形变 L2 lower endplate fracture and wedge-shaped transformation	保守治疗 Conservative treatment
6	女 Female	LS, 乳腺癌 术后 LS, postoperative breast cancer	82	L2~L5	L1	55	-3.2	L1 上终板骨折、楔形变 L1 upper endplate fracture and wedge-shaped transformation	经皮椎体后凸 成形术 PKP
7	女 Female	LSS, RA, 糖 尿病 LSS,RA, diabetes mellitus	68	L1~S1	T12	48	-2.9	T12 下终板骨折合并 T12/L1 椎 间盘突出、椎管狭窄 T12 lower endplate fracture combined with T12/L1 intervertebral disc herniation and spinal stenosis	经皮椎体后凸 成形术 PKP
8	女 Female	LSS	68	L3~L5	L1 ,L2	22	-2.8	L1 下终板和 L2 上终板骨折、楔形变 L1 lower and L2 upper endplate fracture and wedge-shaped transformation	骨水泥螺钉延 长固定至 L1 Bone cement screw extension fixation to L1
9	女 Female	LSS, RA	64	L1~L5	T12 ,L1	15	-1.8	T12 下终板和 L1 上终板骨折、交 界性后凸、椎管狭窄 T12 lower and L1 upper endplate fracture, junctional kyphosis and spinal stenosis	减压、延长固定 至 T10 Decompression, bone cement screw extension fixation to T10
10	女 Female	LS, IgA 肾病 LS, IgA nephropathy	74	L4~S1	L3	26	-1.3	L3 下终板骨折合并 L3/4 椎间盘 突出、椎管狭窄 L3 lower endplate fracture combined with L3/4 intervertebral disc herniation and spinal stenosis	减压、延长固定 至 L2 Decompression, bone cement screw extension fixation to L2
11	女 Female	LSS	67	L2~L5	L1	72	-1.1	L1 下终板骨折合并 L1/2 椎间盘 突出、椎管狭窄 L1 lower endplate fracture combined with L1/2 intervertebral disc herniation and spinal stenosis	减压、延长固定 至 T10 Decompression, bone cement screw extension fixation to T10

注:LSS,腰椎管狭窄症;RA,类风湿性关节炎;LS,腰椎滑脱症。

Note: LSS, lumbar spinal stenosis; RA, rheumatoid arthritis; LS, lumbar spondylolisthesis.

2 结果

2.1 临床疗效

术后1周下肢痛 VAS 评分、腰痛 VAS 评分、 腰椎 JOA 评分较术前明显改善,差异有统计学意 义(P<0.05)。末次随访时腰痛 VAS 评分较术后 1 周略有增加,但差异无统计学意义(P>0.05),而与 术前比较,腰痛 VAS 评分减少,且差异有统计学

意义(P<0.05)。下肢痛 VAS 评分末次随访时较术 后1周略有增加,但差异无统计学意义(P>0.05), 而与术前比较,下肢痛 VAS 评分减少,且差异有 统计学意义(P<0.05)。腰椎 JOA 评分末次随访时 较术后1周有所下降,但差异无统计学意义(P> 0.05), 与术前比较, 差异有统计学意义(P<0.05, 表 2)。末次随访时 JOA 改善率优 5 例,良 3 例,可



固定融合术 a、b 手术后腰椎正侧位 X 线片 c、d 术后 5 个月腰椎 X 片检查示 L2 椎体下终板骨折 e~g 术后 5 个月腰椎 MRI 检查示 L2 椎 体压缩骨折,L2/3 椎间盘偏左侧突出 h、i 腰椎翻修术后正侧位 X 线 片示原连接棒取出、L2/3 节段减压、骨水泥螺钉固定,更换连接棒延长 固定到 T12 j,k 翻修术后 2 年腰椎正侧位 X 线片示内固定位置良好, 相邻节段椎间隙无明显狭窄。

Figure 1 A 73 year old female with lumbar spinal stenosis underwent L3-S1 posterior decompression and pedicle screw fixation and fusion a, b Postoperative lumbar spine X-ray c, d Five months after surgery, X-ray examination of the lumbar spine showed a fracture of the L2 vertebral endplate e-g Five months after surgery,

lumbar spine MRI examination showed compression fracture of L2 vertebral body, with L2/3 intervertebral disc protruding to the left h, i After lumbar revision surgery, the anterior and lateral X-rays showed the removal of the original connecting rod, L2/3 segment decompression, fixation with bone cement screws, and replacement of the connecting rod for extended fixation to T12 j, k Two years after revision surgery, the anterior and lateral X-rays of the lumbar spine showed good internal fixation position, and there was no significant stenosis in the adjacent intervertebral spaces.

2例,差1例,临床疗效满意率72%。

2.2 并发症

术后有 4 例(36%)患者出现 5 例次并发症, 无椎弓根螺钉松动或断裂等内固定相关并发症。

病例 4 在术后 2 个月出现伤口深部感染,经培养为金黄色葡萄球菌感染,给予切开清创、置管持续灌洗引流 2 周,使用敏感抗生素治疗 2 个月后痊愈。病例 7 为 T12 下终板骨折合并 T12/L1 椎间盘突出、椎管狭窄,初次给予 T12 椎体 PKP 术,术后腰背部疼痛部分缓解,但患者双下肢无力症状加重,并逐渐出现尿潴留,于术后 2 个月再次行椎管减压、骨水泥螺钉延长固定至 T10;翻修术后 3d 患者出现一过性心功能不全,经限盐限水、强心利尿等治疗后痊愈。病例 8 在术后 7 个月出现远隔 T7、T9 椎体压缩骨折,给予 PKP 骨水泥强化治疗。病例 9 在术后 16 个月再次出现 T9 下终板骨折合并 T9/10 椎间盘突出、椎管狭窄,再次翻修延长固定 T4 椎体。

3 讨论

AVCF 是腰椎内固定融合术后一种常见的并发症,由于 AVCF 早期临床表现为腰部疼痛、活动受限,这往往被认为是术后的正常现象,从而使得其发生率被低估^[7]。由于随访时间、样本量、手术方式不同,文献报道的 AVCF 发生率也有很大的差异。Luo等^[5]回顾分析了 699 例行后路腰椎椎体间融合术(posterior lumbar interbody fusion, PLIF)的患者,平均随访 2.7 年,有 3.86%(27 例)的患者发生 AVCF,其中 16 例(59.26%)骨折发生在 T12 和 L1 椎体。Li 等^[8]回顾性分析了 1936 例

表 2 手术前后患者 VAS 与 JOA 评分 (分)

Table 2 VAS and JOA (分) scores before and after operation(points)

	1 4	/	
	腰痛 VAS 评分 VAS score for low back pain	下肢痛 VAS 评分 VAS score for lower limb pain	腰椎 JOA 评分 JOA score for lumbar spine
术前 Preoperation	5.2±2.3	7.1±2.2	14.8±5.6
术后 1 周 Postoperative 1 week	3.5±1.8 ^①	3.0±1.6 ^①	21.5±4.2 ^①
末次随访 Final follow-up	3.9±1.9 ^{①②}	3.6±1.8 ^{①2}	18.7±3.9 ^{①②}

注:①与术前比较 P<0.05;②与术后 1 周比较 P>0.05。

Note: \bigcirc Compared with preoperation, P<0.05; \bigcirc Compared with postoperative 1 week, P>0.05.

腰椎固定融合术后 5 年随访的患者,AVCF 平均发生率为 7%,其中 1348 例行 PLIF 术,AVCF 发生率为 8%;588 例行传统的腰椎后外侧融合术 (posterolateral fusion,PLF),AVCF 发生率为 6%。文献 ^[9] 报道 50 岁以上女性椎体骨折患病率约 15%,全国随机抽样研究表明,我国 40 岁以上人群椎体骨折的患病率男性为 10.5%,女性为 9.5%;本研究中,融合术后其他椎体压缩骨折的发生率是 7.4%,而 AVCF 的发生率只有 3.1%,低于文献报道,首先可能与本研究中包含了较多 50 岁以下的人群有关,其次可能与本研究中大部分病例采用的是 TLIF 融合方式有关,术中保留了后方韧带复合体,从而减少了融合手术对相邻节段的影响。

3.1 腰椎融合术后发生 AVCF 的影响因素

腰椎内固定融合术后,固定节段的生物力学 特征显著改变,手术节段刚度较前大大增强,与邻 近节段之间形成杠杆,造成邻近椎体受力增加,反 复高强度受力导致邻近椎体节段退变及 VCF 发 生[10,11]。除手术节段的应力增加影响之外,AVCF 的发生也与性别、年龄以及骨质疏松自然病程紧 密关联。Chiu等四发现年龄65岁以上、女性、骨质 疏松症是发生 AVCF 的危险因素。Luo 等同的研究 表明, AVCF 发生的平均年龄为67.93±8.24岁, AVCF 患者骨质疏松发生率为 62.96%。Li 等图指 出无论是 PLIF 或者是 PLF, AVCF 发生的危险因 素包括长节段融合、高龄、女性、骨质疏松等。Ahn 等四报道 AVCF 多发生于固定节段的上端椎,长 节段融合比短节段融合更容易导致 AVCF。本研 究中,所有发生 AVCF 的患者都是女性,发生骨折 时的平均年龄为70±7.2岁,且72.7%的患者术前 诊断为骨质疏松症,这些发现与以往的研究相一 致。在本组病例中,骨折均发生在融合节段的近端 邻近椎体,发生在胸腰段(T10~L2)的 AVCF 占比 高达90.9%(10/11),与既往研究结论相符,因为 胸腰段本身就是应力集中的部位, 当腰椎固定融 合后,胸腰段的代偿活动增加,因此应力将进一步 增加,骨折的风险也增加[13~15]。Watanabe等[16]报道 了 10 例多节段内固定融合后的交界性骨折。本研 究发现,63.7%的 AVCF 发生于三节段及以上的 固定融合术后,36.3%的 AVCF 发生于两节段及 以下的固定融合术后,不仅长节段固定融合会发 生邻近节段骨折,即使短节段固定融合也会发生 相邻节段骨折,但融合节段的长度或融合的类型与邻近椎体骨折的关系仍需要进一步研究。

3.2 腰椎融合术后 AVCF 的特点及治疗选择

分析腰椎融合术后 AVCF 的影像学特点,可 将其分为两类,一类是单纯的椎体压缩骨折,骨折 累及上终板或/和下终板,椎体呈楔形变,不伴有 相邻节段椎间盘突出或椎管狭窄, 无明显脊柱失 稳,此类型骨折与正常老年骨质疏松性椎体压缩 骨折(osteoporotic vertebral compression fracture, OVCF) 患者的临床表现及影像学特点基本一致, 临床症状常表现为体位变换时腰痛伴活动受限加 重。对于这类骨折,如果疼痛症状较轻,患者容易 忽略,多在常规随访中才被发现,可采用保守治 疗,本组有2例发现时骨折已经基本愈合。如果疼 痛症状较重, 行 MRI 检查发现为新鲜骨折, 影响 到生活,可以采用经皮椎体成形术(percutaneous vertebroplasty, PVP)和PKP治疗,用骨水泥强化 椎体, 可取得与普通骨质疏松性椎体压缩骨折一 样的治疗效果。Ahn等[12]报道采用PVP治疗了9 例腰椎融合术后 AVCF 的病例,平均 VAS 评分从 8.1 降到 3.2, 总体满意率为 88.9%。本组 3 例腰椎 融合术后 AVCF 不伴严重神经症状的病例采用 PKP 治疗方式,腰痛 VAS 评分从 7.5 降低致 2.7, 临床疗效满意率100%,与文献报道基本相符。

另一类 AVCF 是骨折仅累及下终板,同时伴 有融合相邻节段的椎间盘突出或椎管狭窄, 部分 可伴有交界性后凸或脊柱失稳,患者常因出现下 肢神经症状就诊而发现 AVCF。此类骨折的发生 与融合后应力增加导致相邻节段退变、椎间盘突 出、椎间隙狭窄或失稳有密切关系,临床特点为剧 烈腰部疼痛伴脊髓神经压迫症状, 这也是与非手 术 OVCF 在影像学和临床表现上最大的不同。对 于这类骨折,单纯采用 PVP 或 PKP 治疗,虽然可 以稳定骨折椎体,但因没有解决椎管狭窄的问题, 难以取得好的效果,本组1例T12骨折采用PKP 治疗因没有解决下肢无力、尿潴留的问题需要二 次手术翻修。因此,手术减压、解除神经压迫、向上 延长固定节段是这类骨折治疗的首选[16],若伴有 交界性后凸,固定节段需跨越后凸顶点;对于严重 骨质疏松的病人,为了增加固定的可靠性,可以选 用骨水泥螺钉固定。但这类患者年龄大,多合并有 基础性疾病,翻修手术创伤大,不能忽略手术的风 险。本组中病例1因心肺功能不能耐受手术,而选

择了保守治疗;6 例采用延长固定的病例,发生并 发症的有4 例,其中3 例需要二次手术处理。

Hart 等¹⁷⁷报道了对长节段融合的近端邻椎进行预防性椎体强化术,他们认为,对于接受腰椎长节段内固定融合术的 60 岁以上老年女性患者,预防性椎体强化术有助于降低近端交界性骨折。然而,他们的研究病例数较少(n=28),随访时间也太短,无法证明他们的结论。成人脊柱畸形手术预防性椎体强化可能是有益的。然而,很难证明预防性椎体强化术对接受少于 4 个节段脊柱融合手术的腰椎退行性病变患者是有益的。

本研究中,腰椎融合术后 AVCF 发生率 3.1%,多发生在胸腰段,且以老年女性多见,依据患者疼痛程度、手术耐受程度以及是否合并椎间盘突出或椎管狭窄导致严重的神经损伤症状选择合适的治疗方式;单纯 AVCF 不伴下肢神经损伤的患者可采取 PKP 治疗,合并椎间盘突出或椎管狭窄伴神经压迫症状,采取腰椎翻修、椎管减压、内固定术,手术治疗可明显改善腰痛 VAS 评分及下肢痛 VAS 评分,取得满意的临床治疗效果。

本研究的局限性在于未能使用对照组来探讨腰椎固定融合术后发生 AVCF 的风险因素;而且研究样本量小,因为即使在这项研究中包括的350多例腰椎融合手术中,AVCF 并发症的发生率也很低。因此,需要进一步的调查,如多中心研究,对于确定 AVCF 发生的风险因素和最终结果是至关重要的。

4 参考文献

- Koenders N, Rushton A, Verra ML, et al. Pain and disability after first ⁽¹⁾ time spinal fusion for lumbar degenerative disorders: a systematic review and meta ⁽¹⁾ analysis[J]. Eur Spine J, 2019, 28(4): 696–709.
- Bredow J, Meyer C, Oikonomidis S, et al. Long-term radiological and clinical outcome after lumbar spinal fusion surgery in patients with degenerative spondylolisthesis: a prospective 6-Year follow-up study[J]. Orthop Surg, 2022, 14(8): 1607– 1614.
- Maruenda JI, Barrios C, Garibo F, et al. Adjacent segment degeneration and revision surgery after circumferential lumbar fusion: outcomes throughout 15 years of follow-up [J]. Eur Spine J, 2016, 25(5): 1550-1557.
- 4. 李云轩, 刘勇, 舒钧, 等. 腰椎融合术后邻近节段疾病的危险 因素分析[J]. 中华骨科杂志, 2022, 42(19): 1283-1291.
- Luo PJ, Tang YC, Zhou TP, et al. Risk factor analysis of the incidence of subsequent adjacent vertebral fracture after lum-

- bar spinal fusion surgery with instrumentation[J]. World Neurosurg, 2020, 135: e87–e93.
- Nakahashi M, Uei H, Tokuhashi Y, et al. Vertebral fracture in elderly female patients after posterior fusion with pedicle screw fixation for degenerative lumbar pathology: a retrospective cohort study[J]. BMC Musculoskelet Disord, 2019, 20(1): 259–263.
- Chiu YC, Tsai TT, Yang SC, et al. Impact of instrumented spinal fusion on the development of vertebral compression fracture[J]. Medicine(Baltimore), 2016, 95(17): e3455-e3463.
- Li YC, Yang SC, Chen HS, et al. Impact of lumbar instrumented circumferential fusion on the development of adjacent vertebral compression fracture[J]. Bone Joint J, 2015, 97B(10): 1411–1416.
- 9. 夏维波,章振林,林华,等. 原发性骨质疏松症诊疗指南 (2017)[J]. 中国骨质疏松杂志, 2019, 25(3): 281-309.
- Yamasaki K, Hoshino M, Omori K, et al. Risk factors of adjacent segment disease after transforaminal interbody fusion for degenerative lumbar disease [J]. Spine (Phila Pa 1976), 2017, 42(2): E86–E92.
- Jiang S, Li W. Biomechanical study of proximal adjacent segment degeneration after posterior lumbar interbody fusion and fixation: a finite element analysis[J]. J Orthop Surg Res, 2019, 14(1): 135–141.
- 12. Ahn Y, Lee SH. Vertebroplasty for adjacent vertebral frac-

- ture following lumbar interbody fusion [J]. Br J Neurosurg, 2011, 25(1): 104–108.
- 13. 王锋, 孙瑞, 张聪, 等. 单发骨质疏松性椎体压缩骨折的节段分布及临床特征[J]. 中华骨科杂志, 2023, 43(3): 172-178.
- 14. Mokhtarzadch H, Anderson DE, Allaire BT, et al. Patterns of loadlo-strength ratios along the spine in a population-based cohort to evaluate the contribution of spinal loading to vertebral fractures[J]. J Bone Miner Res, 2021, 36(4): 704-711.
- 15. Sun PD, Zhang XX, Zhang YW, et al. Stress analysis of the thoracolumbar junction in the process of backward fall: an experimental study and finite element analysis[J]. Exp Ther Med, 2021, 22(4): 1117.
- Watanabe K, Lenke LG, Bridwell KH, et al. Proximal junctional vertebral fracture in adults after spinal deformity surgery using pedicle screw constructs: analysis of morphological features[J]. Spine(Phila Pa 1976), 2010, 35(2): 138–145.
- Hart RA, Prendergast MA, Roberts WG, et al. Proximal junctional acute collapse cranial to multi-level lumbar fusion: a cost analysis of prophylactic vertebral augmentation [J]. Spine J, 2008, 8(6): 875-881.

(收稿日期:2023-11-16 末次修回日期:2024-01-13) (英文编审 谭 啸) (本文编辑 谭 啸)