

稳定骶骨不全骨折迟发性移位 1 例

叶辉¹, 陈琼杰¹, 潘肇坊¹, 潘王毅¹, 张宁²

(1. 浙江大学医学院附属第二医院松阳分院骨二科, 浙江 松阳 323400; 2. 浙江大学医学院附属第二医院脊柱外科, 浙江 杭州 310009)

关键词 骶骨不全骨折; 迟发性移位; 髂腰固定

中图分类号: R683.3

DOI: 10.12200/j.issn.1003-0034.20230800

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



Delayed displacement of stable sacral incomplete fracture: a case report

YE Hui¹, CHEN Qiong-jie¹, PAN Zhao-fang¹, PAN Wang-yi¹, ZHANG Ning² (1. The Second Department of Orthopaedics, Songyang Branch of the Second Affiliated Hospital of Zhejiang University, Songyang 323400, Zhejiang, China; 2. Department of Spine, the Second Affiliated Hospital of Zhejiang University of Medicine, Hangzhou 310009, Zhejiang, China)

KEYWORDS Sacral Insufficiency; Delayed Displacement; Iliolumbar

患者,女,70岁,因“扭伤后腰骶疼痛1周,加重1d”于2021年4月17日入院。患者1周前因单手提重物后不慎扭伤,即感腰骶部疼痛,尚可忍受,但行走后疼痛加重,平卧休息后疼痛减轻,无下肢麻木,无肢体水肿,当日由家人护送骨科门诊,骨盆CT(图1a-1c)示骶骨可疑骨折。双能X线骨密度提示:腰椎骨密度T值=-2.6,Z值=-2.2。门诊予卧床休息,适当镇痛及抗骨质疏松等保守治疗。患者家中治疗期间未曾下床活动,2021年4月23日患者卧床自行翻身时突发腰骶部疼痛加重,剧痛难忍,腰部活动明显受限,腰骶部疼痛无明显缓解,由救护车送至医院。急诊检查骨盆CT(图1d-1f)示S₂椎体骨折及两侧骶骨翼多发骨折伴L_{4,5}椎体右侧横突骨折。遂以S₂椎体粉碎性骨折收住院。入院查体:脊柱胸腰段棘突无明显压痛,腰肌紧张,下腰椎棘突旁右侧压痛,腰骶部叩痛阳性,骨盆挤压征阳性,肛门反射存在,双下肢肌力5级,右下肢直腿抬高试验疑似阳性,加强试验阴性,双侧膝腱反射无亢进,巴氏征阴性,会阴部及双下肢深浅感觉正常。骨盆MRI(图1g-1i)示腰骶椎曲度存在,S₂椎体上部及S₁见向前滑移,S₂椎体见异常信号影,T1W1呈低信号,FST2呈高信号,相应骶前见条片状T1、T2信号影,边界尚清,提示S₂椎体骨折,S₂椎体上部及S₁前移,骶前少积液。既往7年前行L₁椎体成形术,5年前行右人工股骨头置换术。临床诊断:S₂椎体粉碎性骨折(Denis III型骨折);L₄-L₅椎体右侧横突骨折;骨质疏松症;右

侧人工股骨头置换术后;L₁椎体成形术后。拟行脊柱后路切开复位髂腰螺钉内固定术。

采用静吸复合全麻,麻醉成功后俯卧位,手术区域常规消毒、铺巾、贴护皮膜,取L₄-S₂部正中切口,依次切开皮肤、皮下组织及腰背筋膜,辨认棘上韧带后剥离椎旁肌,向下向外依次暴露L₄-L₅两侧椎板、小关节突及两侧骶髂关节,见L₄-L₅右侧横突骨折及右侧骶髂后韧带部分撕裂,经骶骨“U”形骨折脱位,C形臂X线下在L₄-L₅两侧上关节突外侧切线与横突中线相交点定位,L₄-L₅两侧各置入1枚6.5 mm×45.0 mm的椎弓根螺钉,S₁两侧平面髂骨各置入1枚7.0 mm×75.0 mm的骶髂螺钉,用脊柱撑开器垂直移位,预弯、安装双侧纵向连接杆,最后用骨盆复位钳钳紧双侧纵向连接杆,使骶髂关节稳定。术中X线片见骶骨骨折脱位已复位,螺棒固定牢靠。冲洗切口后彻底止血,置引流管2根,逐层间断缝合,无菌敷料包扎。手术过程顺利,术中出血约100 ml,患者术后清醒,病情稳定,安返病房。

术后静滴头孢菌素预防感染至术后24 h以及对症止痛治疗,常规药物、物理等抗凝预防血栓形成治疗。术后即可进行腰部及下肢肌肉功能锻炼,术后第2天拔除背部切口引流管;第3天扶助行器下床活动,并复查腰椎正侧位X线片(图1j-1k)及骨盆CT(图1l-1n)示骶骨骨折较前移位明显改善,内固定位置良好。术后2周拆线出院。

术后1个月,辅助行器来院复查骨盆X线片(图1o-1p)示骶骨骨折内固定术后,骨折无明显再移位。术后19个月,患者扶手杖行走,复查骨盆CT(图1q)示骶骨骨折骨痂生长,骨折愈合。术后27个

通讯作者:张宁 E-mail:zhangning@zju.edu.cn

Corresponding author:ZHANG Ning E-mail:zhangning@zju.edu.cn

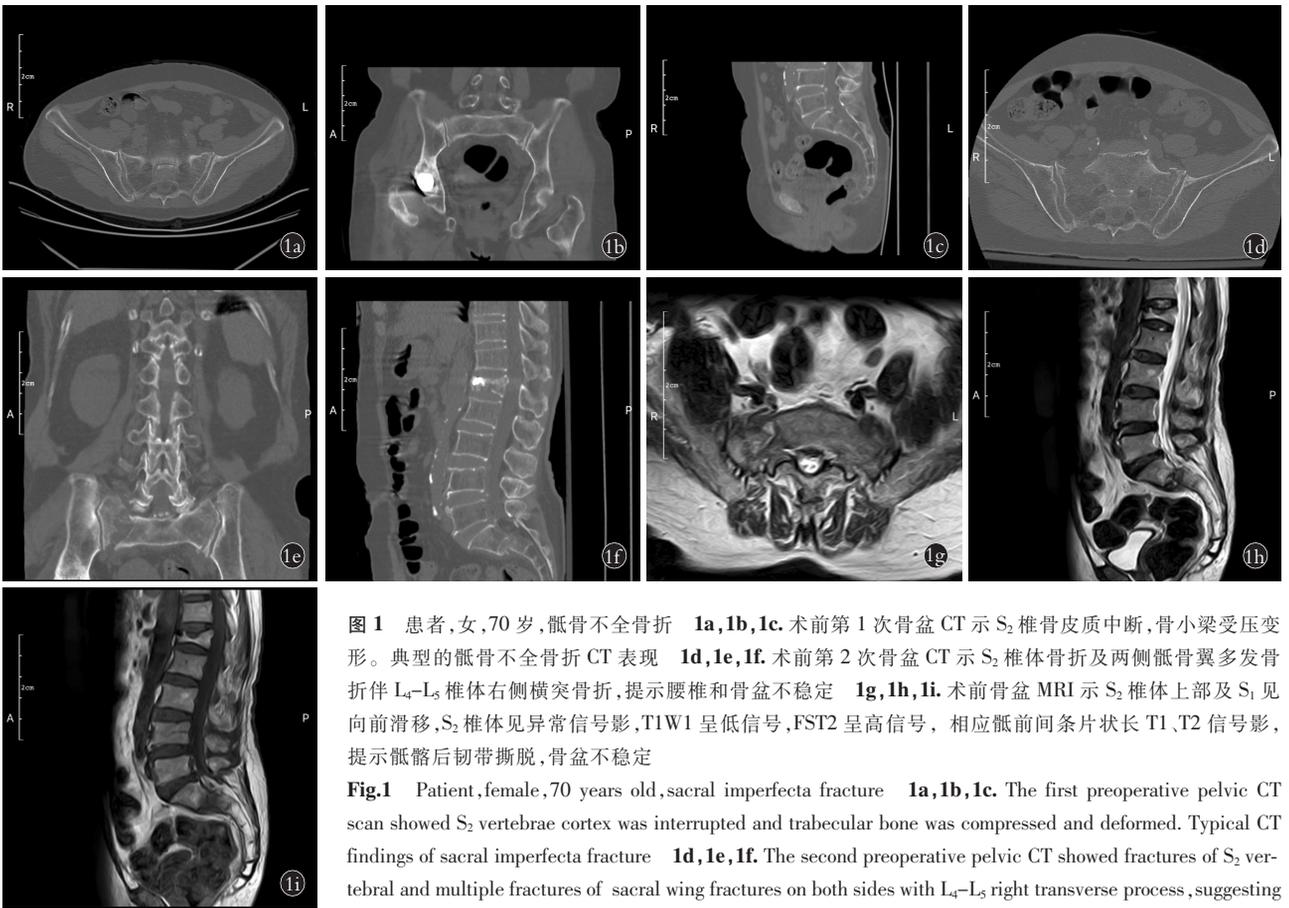


图 1 患者,女,70 岁,骶骨不全骨折 **1a,1b,1c**.术前第 1 次骨盆 CT 示 S₂ 椎骨皮质中断,骨小梁受压变形。典型的骶骨不全骨折 CT 表现 **1d,1e,1f**.术前第 2 次骨盆 CT 示 S₂ 椎体骨折及两侧骶骨翼多发骨折伴 L₄-L₅ 椎体右侧横突骨折,提示腰椎和骨盆不稳定 **1g,1h,1i**.术前骨盆 MRI 示 S₂ 椎体上部及 S₁ 见向前滑移,S₂ 椎体见异常信号影,T1W1 呈低信号,FST2 呈高信号,相应骶前间条片状长 T1、T2 信号影,提示骶后韧带撕脱,骨盆不稳定

Fig.1 Patient,female,70 years old,sacral imperfecta fracture **1a,1b,1c**.The first preoperative pelvic CT scan showed S₂ vertebrae cortex was interrupted and trabecular bone was compressed and deformed. Typical CT findings of sacral imperfecta fracture **1d,1e,1f**.The second preoperative pelvic CT showed fractures of S₂ vertebral and multiple fractures of sacral wing fractures on both sides with L₄-L₅ right transverse process,suggesting instability of lumbar and basin **1g,1h,1i**.Preoperative pelvic MRI showed forward slippage in the upper part of S₂ and S₁,abnormal signal shadow in S₂,low signal on T1W1,high signal on FST2,and corresponding long T1 and T2 signal shadows in the anterior sacroiliac lamellar strip,suggesting avulsion of posterior sacroiliac ligament and instability of basin

S₂ 和 S₁,异常信号影在 S₂,低信号在 T1W1,高信号在 FST2,和相应长 T1 和 T2 信号影在骶前间条,提示骶后韧带撕脱,骨盆不稳定

月骨盆 CT(图 1r-1t)示 L_{4,5} 及 S₂ 椎体内固定在位,螺钉未见明显松动,断端位置好,骨折线显示不清,未见明显骨质增生及破坏,椎旁软组织未见明显异常。

讨论

(1) 骶骨不全骨折的定义和诊断。骶骨不全骨折(sacral insufficiency fracture, SIF) 是发生在正常生理条件下负荷或低能量创伤^[1],原发性骨质疏松症是最常见的原因^[2]。SIF 的诊断可能继发于非特异性症状,没有明显的创伤和隐匿的病程^[3],与高能量骨盆骨折相反,患者不存在血流动力学不稳定、软组织创伤和明显的神经损伤。通常主诉为腰骶区或臀区疼痛;然而,也可能描述为髋关节疼痛或坐骨神经痛,常常当作髋关节病、腰椎管狭窄或腰椎间盘突出症等疾病,被错误地诊断或治疗。因此,大多数情况下,SIF 很容易被遗漏或诊断不足。

SIF 的诊断主要依靠影像学表现来提高诊断率。X 线片是诊断骨折的最常选用的方法,SIF 在 X 线片上主要表现为骶骨翼上出现模糊的垂直硬化区^[4],但由于骶骨本身形态及肠道气体等因素的影响,普通平片发现 SIF 有一定的困难。WILD 等^[5]认

为 X 线平片对 SIF 的诊断没有任何帮助。CT 可以清晰地表现骨折的部位,典型表现为骨皮质或松质骨连续性中断有或没有离散骨折线,骨小梁受压变形;与骨瘤形成相对应的硬化区。CT 已作为 SIF 的诊断和排除其他病变的最有效影像学检查。MRI 可以发现骶骨功能不全的早期变化,敏感率高达 100%,主要表现为单或双侧骶骨耳部的弥漫性长 T1、长 T2 异常信号,严重者可横向延伸至骶骨体部^[6]。虽然 MRI 能较早发现 SIF,但是 MRI 检查成本相对较高。近年来,使用钆 Tc 99 标记的亚甲基二膦酸酯进行骨显像可能是检测 SIF 的灵敏技术,其敏感性为 96%,阳性预测率为 92%。影像学表现为骨折部位核素异常浓聚,双侧 SIF 加以横行骨折常呈典型“H”形或蝶形^[5,7]。

本例患者发病初期门诊检查 CT 具有典型的 SIF 表现,骨皮质或松质骨连续性中断、离散骨折线及骨小梁受压变形,采取了卧床休息等正确的保守治疗方式,但为什么出现稳定的 SIF 再移位呢?

目前,SIF 的进展性尚不清楚。MENDEL 等^[8]提出假说“双侧骶骨脆性骨折似乎是从单侧骶骨破裂

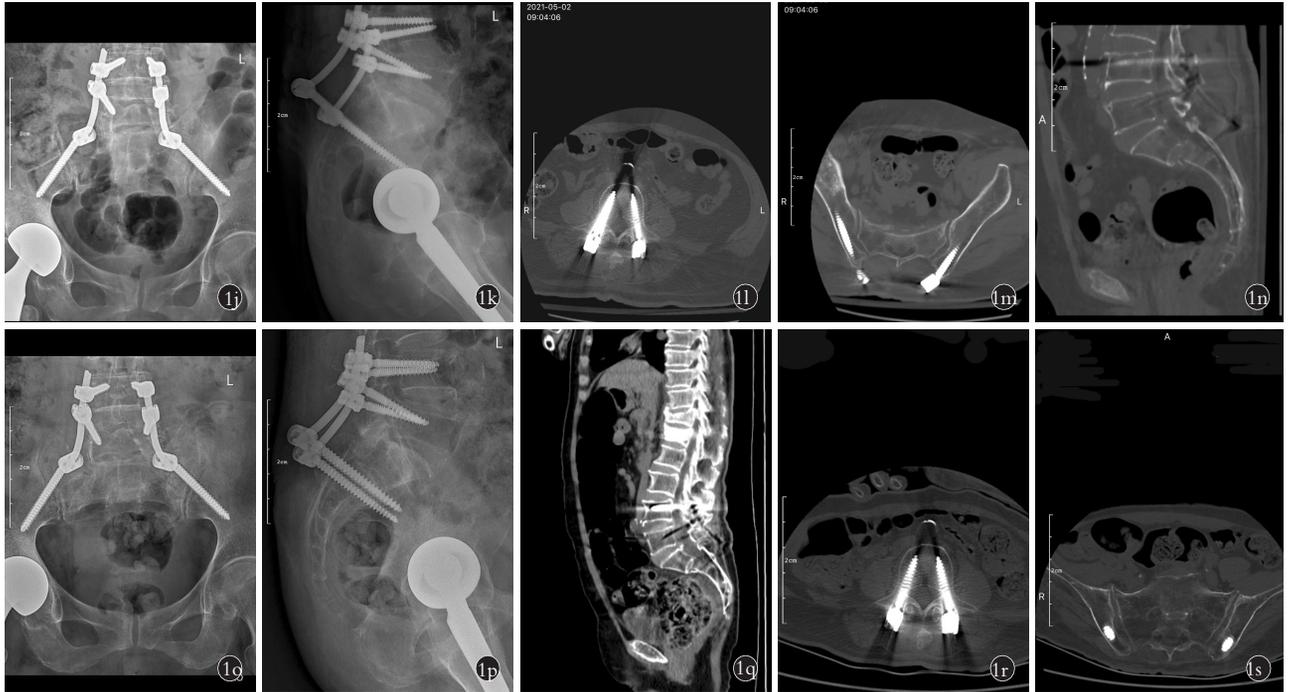


图 1 患者,女,70 岁,骶骨不全骨折 1j,1k. 术后第 3 天骨盆正侧位 X 线片示骶骨骨折端较前移位明显改善,内固定位置良好 1l,1m,1n. 术后第 3 天骨盆 CT 示腰椎椎弓根螺钉及骶骨螺钉方向及矢状位提示骨折复位良好 1o,1p. 术后 1 个月术后骨盆正侧位 X 线片示骶骨骨折内固定术后,骨折无明显再移位 1q. 术后 19 个月骨盆 CT 示骶骨愈合 1r,1s,1t. 术后 27 个月骨盆 CT 示骶骨骨折愈合,内固定未见松动及断裂

Fig.1 Patient ,female, 70 years old,sacral imperfecta fracture 1j,1k. Postoperative AP and lateral pelvic X-rays on the 3rd day showed fracture end of sacrum was significantly improved compared with anterior displacement ,and internal fixation position was good 1l,1m,1n. Postoperative pelvic CT on the 3rd day after operation showed the direction and sagittal position of lumbar pedicle screws and sacral screws ,suggesting a good reduction of the fracture 1o,1p. AP and lateral X-ray films of pelvis at 1 month showed no significant redisplacement after internal fixation of sacral fracture 1q. Postoperative pelvic CT at 19 months showed sacral fracture healing 1r,1s,1t. Postoperative pelvic CT at 27 months showed sacral fracture was healed ,and no loosening or fracture was found in internal fixation

开始的连续进展。在 50%~61%的病例中,出现了由于双侧骶骨鼻翼支撑的丧失而导致的相互连接的横向骨折线。在开始时,后环的韧带完整性保持完整。在骨折晚期,重复的负荷可能导致增量失败,即 L₅ 横突和(或)骶髂后韧带撕脱”。本例患者术前 CT 的骨折演变过程及术中发现 L_{4,5} 右侧横突骨折及右侧骶髂后韧带部分撕裂及经骶骨“U”形骨折脱位,由稳定的骶骨不全骨折,发展成为后期不稳定的骶骨骨折,符合 MENDEL 等^[8]的假说。

既往对于 SIF 判断的依据,是 DENIS 等^[9]分型中认为稳定的骶骨骨折,包括 I 型骨折,以及无神经损伤、移位小的 II 型骨折。但是对于 SIF 早期影像学表现稳定的骨折,仍有进展为不稳定骨折的风险,目前对于初期稳定 SIF 后期移位的可能诱因未见报道。不过,一些学者^[10]提出康复锻炼后加重或无法忍受的症状应被记录为不稳定的主观标志物,骨折移位的 X 线片可作为不稳定的客观标志物,新的 L₅ 横突骨折、受累的半骨盆旋转不良、新的或新移位的

骨盆前环损伤可能提示向不稳定的进展,单腿站立 X 线片也可能有助于评估慢性盆腔不稳定^[11]。也有学者^[12]认为,腰盆腔轴和步态力学的改变可能会导致病理性骶骨应激,并导致 SIF 的发展;还有学者^[13]认为,髋关节置换可以导致骶骨在空间上不同的重塑,可能影响 SIF 的发展。本例患者有关节置换病史,导致稳定性 SIF 进一步发展的因素。所以,稳定的 SIF 合并关节置换的患者,保守治疗过程中需注意发展为不稳定骶骨骨折可能,尤其是保守治疗期间,疼痛加重或无法忍受的症状,及时复查影像学资料,排除进展不稳定骨折可能。

(2)SIF 的治疗。大多数 SIF 可以非手术治疗的,特别是由于低能量机制产生稳定的骶骨骨折,且患者没有需要减压的神经系统症状。LIN 等^[13]研究发现保守治疗的 SIF 患者 1~2 周即开始恢复,经过 6~12 个月的治疗即完全恢复。保守治疗主要针对功能康复、疼痛控制和骨质疏松的病因治疗,治疗方式包括卧床休息、镇痛、骨质疏松症药物、骶骨带固定等。

非手术治疗,可能出现活动能力减弱相关的风险,包括静脉血栓栓塞、肺不张、肺炎、压疮、泌尿系结石及骨质疏松加重等。因此,主张尽早下地活动,以减少相关并发症的发生。ROMMENS 等^[14]提出了一种分类系统,利用骨折移位和后环不稳定对骨盆脆性骨折提出了相应的治疗建议:非移位患者和(或)无症状患者接受非手术治疗,只有在非手术治疗失败后才进行介入治疗。手术指征包括 3~5 d 进行性移位,单侧后环骨折和双侧后环压裂移位。手术方式包括骶成形术、经皮骶螺钉固定和髂腰固定术。

骶骨成形术最初被认为是一种对转移性骶骨病变的姑息性治疗^[15],该手术作为一种治疗非移位性骶骨骨折的微创选择已经越来越受欢迎。HEO 等^[16]报道了骶骨成形术后 1 年患者疼痛和功能活动能力有所改善。但有学者^[17]认为,骶骨成形术不能充分解决骨盆不稳定。骶髂螺钉固定骶髂骨螺钉固定是一种常见的固定方法经皮法稳定后骨盆。使用透视或 CT 导航,空心螺钉可以被放置在 S₁ 或 S₂ 体内;使用髂骨骶螺钉可以增加骨盆稳定性,从而改善或解决了疼痛,改善了行走能力,减少了残疾。但是 L₅ 神经根损伤是骶髂螺钉比较常见的并发症,其他可能的风险包括臀肌和骨盆内血管和器官的损伤^[18-19]。CAMPBELL 等^[20]报道了 1 例 2 周后出现 SIF 迟发性移位患者,经皮骶髂螺钉固定治疗后临床效果满意。但是经皮骶髂螺钉固定治疗关键在于骶骨骨折的解剖复位,如果复位不良,螺钉可能置入骶管或骶神经孔,而且骶骨解剖形态各异,安全通道空间又十分狭小,对置入螺钉准确度的要求极高,容易导致术中骶神经损伤^[21]。

创伤性腰骶骨不稳定的手术治疗近年来越来越流行,手术技术也在不断完善^[22-23]。很多学者把创伤性腰骶骨不稳定的手术技术应用用于 SIF 的治疗,有文献^[24]指出,如果有明显的畸形和膀胱功能受损,螺钉置入的安全骨通道不足,或提示明显不稳定的特征,如明显粉碎、骨质量极差,或 L₅-S₁ 关节突受累,腰盆腔固定可作为主要治疗或辅助治疗。本例患者出现了严重的骶骨骨折脱位,术前 CT 也提示了 L₄-L₅ 的横突骨折,考虑骶髂后韧带撕脱,腰盆极度不稳定,髂骶骨螺钉固定不能良好地复位骶骨骨折,也无法有效地维持腰盆的稳定性。所以,本例选择了腰椎髂骨联合椎弓根钉固定术。髂腰固定是一种用于治疗腰骶部的骨折或不稳定的技术,将椎弓根螺钉从腰椎固定到髂骨,以促进骨折的愈合和恢复,这种固定的支持者引用了这种结构所赋予的优越的稳定性^[25]。也有学者表示在骨质疏松症患者中使用腰盆腔固定时应谨慎,因为伤口感染等并发症发生率

较高,WILLIAMS 等^[26]报道了可经皮内固定减少伤口并发症发生率。据统计,SIF 虽然伴随的下肢神经根病是常见的(高达 70% 的病例),但临床上明显的神经功能缺损是罕见的(2%)^[27]。所以,很少有文献报道 SIF 行马尾神经减压来治疗。本例患者在骶骨骨折脱位的情况下,也未出现明显的马尾神经损伤症状,所以髂腰固定的同时,未行神经减压治疗。

稳定骶髂关节,便于早期下床活动,后期也能有效地维持稳定,有助于骶骨骨折的愈合。对于内固定是否拆除,既往学者^[28]认为骶髂关节微动关节,长期未拆除内固定可能导致内固定松动或断裂,鉴于本例患者高龄,活动量少,未拆除内固定,随访 27 个月,未见内固定松动或断裂。笔者认为,不是所有的 SIF 行髂腰固定的患者均需拆除内固定。

目前关于稳定 SIF 脱位导致腰盆腔不稳的报道较少^[29]。一般来说,对于稳定 SIF 后期出现骶骨骨折脱位的患者,更倾向于使用髂腰固定进行治疗,因为骶骨骨折脱位闭合复位困难,骶髂螺钉置入的安全骨通道不足,且骶髂螺钉不够提供足够的稳定性。

总之,稳定的 SIF,如果选择非手术治疗,必须密切随访,尤其是合并关节置换的高风险患者,保守治疗期间局部疼痛是一项观察的重要指标。最初外观为良性的骨折可能会继续移位,需要手术,髂腰固定术可作为一种手术选择。

参考文献

- [1] LINSTROM N J, HEISERMAN J E, KORTMAN K E, et al. Anatomical and biomechanical analyses of the unique and consistent locations of sacral insufficiency fractures[J]. Spine, 2009, 34(4): 309-315.
- [2] KINOSHITA H, MIYAKOSHI N, KOBAYASHI T, et al. Comparison of patients with diagnosed and suspected sacral insufficiency fractures[J]. J Orthop Sci, 2019, 24(4): 702-707.
- [3] MEARS D C, VELYVIS J H. In situ fixation of pelvic nonunions following pathologic and insufficiency fractures[J]. J Bone Joint Surg Am, 2002, 84(5): 721-728.
- [4] GRASLAND A. Sacral insufficiency fractures: an easily overlooked cause of back pain in elderly women[J]. Arch Intern Med, 1996, 156(6): 668-674.
- [5] WILD A, JAEGER M, HAAK H, et al. Sacral insufficiency fracture, an unsuspected cause of low-back pain in elderly women[J]. Arch Orthop Trauma Surg, 2002, 122(1): 58-60.
- [6] CABARRUS M C, AMBEKAR A, LU Y, et al. MRI and CT of insufficiency fractures of the pelvis and the proximal femur[J]. AJR Am J Roentgenol, 2008, 191(4): 995-1001.
- [7] GRANGIER C, GARCIA J, HOWARTH N R, et al. Role of MRI in the diagnosis of insufficiency fractures of the sacrum and acetabular roof[J]. Skeletal Radiol, 1997, 26(9): 517-524.
- [8] MENDEL T, ULLRICH B W, HOFMANN G O, et al. Progressive instability of bilateral sacral fragility fractures in osteoporotic bone: a retrospective analysis of X-ray, CT, and MRI datasets from 78 cases[J]. Eur J Trauma Emerg Surg, 2021, 47(1): 11-19.

- [9] DENIS F, DAVIS S, COMFORT T. Sacral fractures: an important problem. Retrospective analysis of 236 cases [J]. *Clin Orthop Relat Res*, 1988, 227: 67-81.
- [10] ROMMENS P M, WAGNER D, HOFMANN A. Fragility fractures of the pelvis [J]. *JBJS Rev*, 2017, 5(3): e3.
- [11] SPIEGL U J A, SCHNAKE K J, ULLRICH B, et al. Current minimally invasive surgical concepts for sacral insufficiency fractures [J]. *Z Orthop Unfall*, 2023, 161(2): 143-153.
- [12] GRAUL I, STRUBE P, VOGT S, et al. Does total hip arthroplasty influence the development and localization of sacral insufficiency fractures [J]. *J Bone Joint Surg Am*, 2022, 104(2): 139-144.
- [13] LIN J, LACHMANN E, NAGLER W. Sacral insufficiency fractures: a report of two cases and a review of the literature [J]. *J Womens Health Gend Based Med*, 2001, 10(7): 699-705.
- [14] ROMMENS P M, HOFMANN A. Comprehensive classification of fragility fractures of the pelvic ring: recommendations for surgical treatment [J]. *Injury*, 2013, 44(12): 1733-1744.
- [15] DEHDASHTI A R, MARTIN J B, JEAN B, et al. PMMA cementoplasty in symptomatic metastatic lesions of the S₁ vertebral body [J]. *Cardiovasc Intervent Radiol*, 2000, 23(3): 235-237.
- [16] HEO D H, PARK C K. Percutaneous sacroplasty for non-neoplastic osteoporotic sacral insufficiency fractures [J]. *Pain Physician*, 2017, 20(2): 89-94.
- [17] TJARDES T, PAFFRATH T, BAETHIS H, et al. Computer assisted percutaneous placement of augmented iliosacral screws: a reasonable alternative to sacroplasty [J]. *Spine*, 2008, 33(13): 1497-1500.
- [18] SANDERS D, FOX J, STARR A, et al. Transsacral-transiliac screw stabilization: effective for recalcitrant pain due to sacral insufficiency fracture [J]. *J Orthop Trauma*, 2016, 30(9): 469-473.
- [19] CHIP ROUTH M L Jr, SIMONIAN P T, MILLS W J. Iliosacral screw fixation: early complications of the percutaneous technique [J]. *J Orthop Trauma*, 1997, 11(8): 584-589.
- [20] CAMPBELL S T, FIROOZABADI R. Delayed displacement of a subtle sacral insufficiency fracture unmasking lumbopelvic instability: a case report [J]. *JBJS Case Connect*, 2021, 11(1): 01709767-202103000-00063.
- [21] 邢海林, 兰树华, 黄淑明, 等. 髂腰固定术治疗 U 型骶骨骨折的疗效分析 [J]. *中国骨伤*, 2021, 34(7): 646-649.
- XING H L, LAN S H, HUANG S M, et al. Analysis of clinical effects of iliolumbar fixation in treating U-shaped sacral fractures [J]. *China J Orthop Traumatol*, 2021, 34(7): 646-649. Chinese.
- [22] 曾文峰, 李一男, 王策. 骨盆脆性骨折的微创治疗进展 [J]. *中国骨伤*, 2019, 32(9): 872-875.
- ZENG W F, LI Y N, WANG C. Progress of minimally invasive treatment about fragility fractures of pelvis [J]. *China J Orthop Traumatol*, 2019, 32(9): 872-875. Chinese.
- [23] HUNT N, JENNINGS A, SMITH M. Current management of U-shaped sacral fractures or spino-pelvic dissociation [J]. *Injury*, 2002, 33(2): 123-126.
- [24] MENDEL T, RADETZKI F, SCHWAN S, et al. The influence of injecting an epidural contrast agent into the sacral canal on the fluoroscopic visibility of bony landmarks for sacroiliac screw fixation: a feasibility study [J]. *J Neurosurg Spine*, 2015, 22(2): 199-204.
- [25] ACKLIN Y P, ZDERIC I, RICHARDS R G, et al. Biomechanical investigation of four different fixation techniques in sacrum Denis type II fracture with low bone mineral density [J]. *J Orthop Res*, 2018, 36(6): 1624-1629.
- [26] WILLIAMS S K, QUINNAN S M. Percutaneous lumbopelvic fixation for reduction and stabilization of sacral fractures with spinopelvic dissociation patterns [J]. *J Orthop Trauma*, 2016, 30(9): e318-e324.
- [27] JACQUOT J M, FINIELS H, FARDJAD S, et al. Neurological complications in insufficiency fractures of the sacrum. Three case reports [J]. *Rev Rhum Engl Ed*, 1999, 66(2): 109-114.
- [28] 刘佳渝. 髂腰固定术治疗骨盆 C 型骨折和复杂骶骨骨折的临床疗效与经验 [D]. 重庆: 重庆医科大学, 2017.
- LIU J Y. Clinical effect and experience of lumbopelvic fixation in treatment of pelvic type C fractures and complex sacral fractures [D]. Chongqing: Chongqing Medical University, 2017. Chinese.
- [29] PULLEY B R, COTMAN S B, FOWLER T T. Surgical fixation of geriatric sacral U-type insufficiency fractures: a retrospective analysis [J]. *J Orthop Trauma*, 2018, 32(12): 617-622.

(收稿日期: 2023-11-08 本文编辑: 李宜)