

隐匿性骶骨骨折的诊治

李明, 徐荣明

(宁波市第六医院骨科, 浙江 宁波 315040)

【摘要】 隐匿性骶骨骨折是指患者没有骶神经损伤症状, 局部疼痛并不剧烈, 在骨盆 X 线片上没有明显可见的骨折, 通过螺旋 CT 或者 MRI 检查发现的一类骶骨骨折。这类损伤很少被临床医生关注。随着医学科技的发展, 这种损伤类型的诊治技术也有新的进展, 本文就此简要介绍。

【关键词】 骶骨; 骨折; 综述文献

DOI: 10.3969/j.issn.1003-0034.2011.12.024

Diagnosis and treatment of occult sacral fracture LI Ming, XU Rong-ming. Department of Orthopaedics, the 6th Hospital of Ningbo, Ningbo 315040, Zhejiang, China

ABSTRACT The occult sacral fracture has no symptoms of sacral nerves injuries and no severe pain. These occult sacral fractures have no significant fracture signs on plain X-ray film, which can be found only by spiral CT or MRI and be misdiagnosed easily. This article made a brief review on the diagnosis and treatment of this type of sacral fractures.

KEYWORDS Sacrum; Fractures; Review literature

Zhongguo Gu Shang/China J Orthop Trauma, 2011, 24(12): 1051-1054 www.zggszz.com

隐匿性骶骨骨折很少被临床医生关注。患者主诉有或者没有明确的外伤史, 没有骶神经损伤症状, 疼痛症状并不剧烈, 易与下腰痛混淆。常规骨盆 X 线片上没有明显的骶骨骨折, 通过螺旋 CT 重建技术或 MRI 等影像学检查手段才能确诊, 称为隐匿性骶骨骨折, 很容易漏诊。随着医学科技的发展, 这种损伤类型的诊治技术也有新的进展, 本文就此简要介绍。

1 概述

隐匿性骶骨骨折的病因学、流行病学及其病理过程仍在探讨之中, 文献中最常引用的危险因素是骨质疏松^[1]。

1964 年 Pentecost 等^[2]首先报道骶骨不充分性骨折, 亦称骶骨不全骨折 (sacral insufficiency fractures, SIF), 将非肿瘤性疾病引起骨组织强度减少和弹性抵抗力降低, 导致的应力骨折称为不全骨折。1982 年 Lourie^[3]报道了自发性骨质疏松性骨折 (spontaneous osteoporotic fracture); 1983 年 Ries^[4]报道了应用放射性核素影像诊断骨质疏松性骶骨骨折。1992 年, Newhouse 等^[5]报道了临床诊治困难的骨质疏松性骶骨隐匿性骨折。Leroux 等^[6]将骶骨不全骨折视为非病理性骨折, 以区别于肿瘤等疾病所致的病理性骨折, 其表现是致伤外力较轻, 下腰痛 (腰骶部痛) 或伴有腹股沟区疼痛, 臀痛, 腹痛, 神经根和脊髓损伤症状, 如下肢无力、坐骨神经痛、尿潴留。Lee 等^[7]报道 1 例罕见病例, 腰椎管狭窄予以减压术后, 临床症状进行性加重, 后确诊为 SIF。

也有学者认为 SIF 是骨质疏松患者的特有病损, 称为骨质疏松性不充分骨折 (osteoporotic insufficiency fractures)^[8]。老年患者没有明确的外伤史, 缺少典型症状, 和几种下腰部退行性疾病的症状和体征相似, 或并发下腰痛疾病, 因此早期诊断 SIF 较困难。随着老龄人口的增多, 将来不充分性骶骨骨折可

能成为流行病。有原发性或继发性骨质疏松, 突然出现骶骨-骨盆区域的疼痛和压痛, 有或者没有轻微外伤, 应当怀疑 SIF。早期诊断和合适的治疗是提高预后和减少并发症的重要措施。

2 致伤原因

骶骨位于脊柱底部, 也是骨盆环的“拱顶石”结构, 是脊柱的力学中心和承受剪力最大的部位。随着腰骶融合术的大量开展, 后路多节段腰骶融合术患者出现隐匿性骶骨骨折的报道越来越多, 多见于女性患者。由于无特异性的临床症状和 X 线表现隐匿, 在疼痛发生平均 5 周后才得以延迟诊断 (delay diagnosis)^[1]。

腰骶融合术及骨盆后环骨折破坏了腰骶关节和骶髂关节的载荷分享功能, 隐匿性骶骨骨折虽未出现即刻明显移位, 但护理不当、过早活动会引起迟发性骨盆畸形, 导致疼痛和功能丢失。椎间盘放置 cage, 降低了前柱的稳定性和轴向载荷分享, 骶骨双皮质螺钉造成局部应力增加, 容易引起骨折^[1]。低能量暴力导致的骨盆骨折, 特别是侧方挤压暴力导致内旋不稳定的隐匿性 B2.1、B2.3 型骨折容易漏诊^[9]。

骶骨应力性骨折常见于运动员, Silva 等^[10]报道业余网球运动员的骶骨应力性骨折, 给予适当休息和理疗、肢体伸展锻炼和止痛治疗, 配合肌肉锻炼的培训而治愈。网球运动中, 重复的击球动作和不停地变换方向导致骶骨应力过于集中, 临床特点是没有外伤史, 起病隐匿, 腰部和 (或) 骶骨部位疼痛, 偶尔疼痛发散至臀部或大腿。疼痛始于体育活动之后, 位于活动肢体附近区域, 呈持续性。通常神经检查试验正常, 极少数病例显示骶神经刺激体征。由于骨折后没有明显的骨痂产生, 所以骶骨区域的 X 线片多数显示正常。

Steele 等^[11]对 44 例脊椎骨折病例研究, 发现高能量和低能量骨折患者中, 59.1% 的患者 25-羟基维生素 D (25(OH)D)

不足 (<32 ng/ml); 80% 的高能量骨折和 71.4% 的低能量骨折维生素 D 不足。低能量骨折患者的年龄明显比高能量骨折患者的大, 维生素 D 不足患者中女性较多。建议所有的骨创伤患者监测 25(OH)D, 同时建议美国骨矿和骨质疏松研究会修正维生素 D 标准, 便于指导骨折的生化诊断和治疗。Jean 等^[12]研究发现, 法国血液透析人群中普遍出现骨化二醇(calcidiol)缺乏, 容易导致低能量骨折, 相关因素主要包括女性、甲状腺激素增高。骨矿物质密度 BMD (bone mineral density, BMD) 显著降低也是造成隐匿骨折的危险因素。

文献报道, 恶性淋巴瘤、前列腺癌、结肠癌骶骨转移, 有腰痛或臀痛症状, 易出现隐匿性骶骨骨折。骨质疏松、骨肿瘤、营养不良、肾功能不良血液透析、维生素 D 不足及代谢障碍、骶骨畸形是常见病因^[13]。已经证实髂骨后部取骨会危害腰骶部位的稳定性, 增加骶骨骨折的发病率。

由于隐匿性骶骨骨折的主诉没有明显特异性, 鉴别诊断繁多, 需要临床特别注意。

3 螺旋 CT 的诊断价值

常规骨盆 X 线片为所有组织的重叠平面图像, 骶骨在三维空间内的弯曲加上盆腔脏器的遮挡, 难以观察到细小骨折线。螺旋 CT 多平面重建技术 MPR (multi-planar reconstruction, MPR) 能对损伤部位高清晰度精确显示, 纠正了 X 线片的诊断不全。二维 MPR 包括横断面、冠状面、矢状面、骶骨曲面重建 CPR (curve planar reconstruction, CPR), 同时使用这 4 个 MPR 才能在多维平面中完整显示骶骨内部隐匿的损伤情况^[9,14]。三维重建图像观察骨折表面移位情况较好, 但对骨折内部细节和骨小梁无法观察。螺旋 CT 的 MPR 技术可作为目前诊断隐匿性骶骨骨折的“金标准”^[9,14]。

Lin 等^[15]对 142 例侧方挤压暴力导致的骨盆环损伤病例研究, 比较其 X 线片和螺旋 CT, 发现 55.5% 的双侧耻骨支骨折病例和 42% 的单侧耻骨上下支骨折病例, 伴随有 X 线片无法发现的骶骨隐匿性骨折, 11.1% 的单侧耻骨下支骨折病例伴有隐匿性骶骨骨折。

Lunsjo 等^[16]研究了 73 例骨盆钝性创伤, 其中男 59 例, 女 14 例, 平均年龄 30 岁 (3~61 岁), 血液动力学稳定, 入院时摄骨盆 AP 位 X 线片和 CT 作为原始影像学评估依据, 1 个月后 2 位高级放射医师对上述影像资料进行双盲、独立观察, 结果表明, AP 位骨盆平片诊断髂骨翼和骶骨骨折的有效指数分别是 0.25 和 0.01, 急诊 AP 位骨盆 X 线片对于诊断髂骨翼和骶骨骨折是无效的, 建议用 CT 作为诊断的金标准。Wedegärtner 等^[17]对 50 例临床怀疑骨盆或髌臼骨折的病例, 由同一位创伤科医生和放射医生根据临床检查、AO 分类和目测情况, 评估常规 X 线片和多层 CT (multi-slice CT, MSCT) 的矢状面和冠状面的重建影像, 所有影像资料来自于 CT 原始轴位图像, 其中 7 例 (17%) 常规 X 线片上显示正常, 但 MSCT 检查出 2 例髌臼骨折、5 例骨盆后环骨折, 另有 3 例的 MSCT 改变了常规 X 线片的诊断分类。对于骨盆和髌臼损伤, MSCT 能校正常规 X 线片的遗漏和误诊, 比原始轴位 CT 图像更能够直观地显示髌臼和骶骨骨折线的情况, 能显示骨折的全部区域。

Westphal 等^[18]报道 1 例 53 岁下腰痛女性患者, CT 检查发现骶骨中线隐匿性骨折假关节形成, 推测这种罕见的骨折可能是骶骨棘突分裂导致。Tsuchida 等^[19]报道 1 例 79 岁女性恶性淋巴瘤患者, 有腰痛症状, X 线片未见明显骨折征象, 给

予 FDG (氟脱氧葡萄糖)-PET/CT 检查。在 FDG-PET 图像上观察到 FDG 吸收线自内侧垂线延伸至两侧 SIJ, 在 CT 骨窗上观察到 FDG 吸收线与相应的骨折线一致。另一例 81 岁结肠癌男性, 腰痛, 发现 FDG 吸收垂线自内侧延伸至双侧 SIJ, 有一条水平吸收线连接两侧的吸收垂线, 呈“H”形, CT 骨窗显示 FDG 吸收线与骨折线一致, 在 MRI 的 T2 加权像上, “H”形的高信号区域和 FDG 吸收线一致, 在骨闪烁显像术上也观察到“H”形的吸收区。对于诊断 SIF, 典型的“H”形 FDG 吸收线与 CT 有同样的诊断价值。当观察到不典型的表现时, FDG-PET 和 CT 联合应用, 评估 SIF 更有价值。

4 MRI 的诊断价值

MRI 通过髓内信号的异常改变可帮助判断和鉴别隐匿性骶骨骨折。骶骨应力性骨折显示 T1 低信号、T2 高信号, 但骨质疏松和感染也会有类似表现。MRI 能显示高应力区骨髓水肿情况, 但是对植入物磁化系数较高, 而且费用比 CT 高。Meurer 等^[20]报道 23 例 X 线片上显示为阴性的骨折, MRI 检查诊断为骨折; 认为 X 线和 CT 的敏感性和特异性是有限的, MRI 能早期诊断隐匿性骨折和伴随的软骨或韧带损伤。Lakshmanan 等^[21]回顾性研究 106 例 (67~101 岁, 平均 81.4 岁) 低能量外力导致不能负重的骨盆和髌臼损伤老年患者的 MRI, 其中 43 (40.5%) 例 MRI 显示股骨颈骨折, 17 (16%) 例隐匿骶骨骨折均伴有耻骨支骨折, 26 例耻骨支骨折。研究发现, 股骨颈骨折不会合并骨盆环骨折, 反之亦然; 认为隐匿性髌臼骨折和骨盆环骨折不会同时存在。

Cronin 等^[22]认为一旦骨髓瘤患者出现下腰痛和下肢无力症状, 为防止严重潜在的并发症, 应做急诊 MRI 检查, 会发现骶骨隐匿骨折伴急性硬膜外血肿的信号和造影增强表现, SIF 和腰骶部位硬膜外血肿之间具有因果关系。

老年患者骨盆耻骨支骨折常合并骶骨损伤, 但临床常被忽视。Cosker 等^[23]对 50 例老年骨盆耻骨支骨折的 MRI 进行研究, 45 例 (95%) 伴发骶骨骨折; 5 个月后随访, 39 例仍抱怨骶骨处不适感。认为单纯骨盆前环损伤的患者, 康复时间比预期长, 伴有下腰痛, 是由于隐匿性骶骨骨折的漏诊漏治。

5 螺旋 CT、MRI 和核素骨扫描的联合应用

核素骨扫描对于诊断骶骨肿瘤伴发骶骨隐匿性骨折有重要价值。Schindler 等^[24]回顾性研究 25 名女性 SIF 病例, 年龄 68~95 岁, 症状包括下腰痛、臀痛、腹痛、下肢无力、坐骨神经痛、尿潴留等神经根和脊髓损伤表现, 予以血液学检查、前后位骨盆 X 线片、CT 扫描、骨扫描、MRI 检查, 发现 11 例双侧骶骨垂直骨折, 14 例单侧骶骨垂直骨折; 伴随骨折包括骶骨水平骨折、耻骨骨折、髂骨骨折; 诊断时间平均 9 d (1~28 d)。CT 扫描是最可靠的影像学技术, 骨扫描虽然敏感性高, 但是特异性不高, 骨折的 MRI 影像可能误诊为转移性骨肿瘤。Yokokawa 等^[13]报道 1 例 78 岁男性患者, 使用激素和放疗治疗结肠癌骨盆转移, 放疗 9 个月后发现臀痛, MRI 检查诊断为结肠癌骶骨转移, 但在二磷酸亚甲锝骨扫描中发现类似蝴蝶样的积聚改变, 经 CT 检查和 MRI 复查, 排除骶骨骨转移, 经止痛治疗, 5 个月没有观察到新的骨转移肿瘤标记物, 最终诊断 SIF。对于 SIF, 核素骨扫描可作为 CT、MRI 的鉴别诊断依据。

引起骶骨区域疼痛的原因有骨性和软组织性。良性损害包括巨细胞瘤、神经源性肿瘤、不充分性骨折、感染、大的骨

岛;恶性损害有 Ewing 骨肉瘤、浆细胞瘤、淋巴瘤、脊索瘤。骶骨孤立性损害、临近骶骨或侵袭到骶骨的软组织肿瘤也可以引起疼痛症状。如果患者有明确的外伤史, Peh 等^[25]认为需要 CT、MRI 和核素骨扫描的联合应用来全面评估这些损害。

6 治疗

骨质疏松性 SIF 常引起下腰痛, 以前由于缺乏有效的外科技术, 只有保守治疗。幸运的是, 大多数病例保守治疗疗效良好。S₁ 椎弓根平面以下的水平骨折可能引起前滑脱, 需要骨外科介入。如何选择手术技术给隐匿性骶骨骨折患者带来最佳的治疗效果是骨科医生面临的课题。

6.1 保守治疗 以往保守治疗包括限制负重和卧床休息, 口服止痛药, 骶骨束带。延长卧床休息时间和服用止痛药物的保守治疗也带来了相应的风险和并发症, 症状改善时间较长, 一般需要 12 个月。老年骨质疏松性 SIF 发病率逐年增多, 保守治疗结果不令人满意。

骶骨应力性骨折通过休息、停止体育活动 4~6 周能够很快恢复, 逐渐恢复体育活动对于治愈此类骨折非常重要, 运动员不能过早参加体育活动^[10]。矫形器治疗有助于恢复骨盆的机械力学^[11]。

6.2 手术治疗 隐匿性骶骨骨折治疗原则是找到病因, 同时重建骨盆环的力学传导路线。对于低能量暴力导致的隐匿性骨盆 B2.1、B2.3 型骨折, 李明等^[9]及徐荣明等^[14]采用“CT 引导下经皮骶髂螺钉 LX 固定技术”治疗, 术后患者能够早期活动, 减少了由于长时间卧床带来的并发症。

Tsiridis 等^[26]报道经皮骶髂螺钉治疗 SIF, 随访平均 18 个月(12~24 个月), 疼痛即刻缓解, 康复顺利, 没有发现并发症。

Vanderschot 等^[27]回顾性研究用髂髂棒治疗的 19 例 SIF, 平均 71.7 岁(57~82 岁), 男 4 例, 女 15 例, 患病因素有骨质疏松、放疗、类风湿性关节炎。CT 确诊, 诊断延迟平均 3.7 个月。术前和术后随访评价包括 VAS、止痛药使用、日常生活活动 ADLs(activities of daily living, ADLs)。该技术明显降低了疼痛视觉模拟评分 VAS(visual analogue score, VAS)和止痛药用量, 迅速改善患者的功能状态。术后随访平均 9 个月(3~24.5 个月), 术中无神经损伤并发症。每位患者术后放射学随访都显示内置物位置良好。

近年来, 经皮骶骨成形术(percutaneous sacroplasty)作为一种介入治疗逐渐用于治疗 SIF。CT 引导下骶骨成形术是一种新式、方便、快速和安全的方法。激光校准光束引导联合 CT 扫描, 监测骶翼内的穿刺针, 穿刺针快速精确的置入到骶骨骨折处^[28]。Frey 等^[29]报道 38 例骨质疏松性 SIF, 应用经皮骶骨成形术治疗, 其中男 11 例, 女 27 例, 年龄平均 76.6 岁, 症状持续时间平均 34.4 d。手术操作要点: 2 枚骨内套管针插入骶孔和 SIJ 之间, 通过套管针注射 2~3 ml 聚甲基丙烯酸甲酯(PMMA), 记录 VAS、止痛药使用、症状持续时间, 随访止痛药使用情况和患者满意度。所有患者获得随访, 术后 VAS 评分在 30 min 及 2、4、12、24、52 周时, 分别为 3.2、2.1、1.7、1.3、0、0.7 分, 使用 Wilcoxon 秩和检验, 在每个随访间隔和整体随访时间内, 症状改善差异有统计学意义。1 例在随访 4 周时死于与本病无关的肺部疾病, 1 例有暂时性 S₁ 神经根炎。骶骨成形术治疗疼痛性 SIF 是安全有效的, 1 年内症状改善程度是迅速和持久的。

Heron 等^[30]采用 CT 引导下骶骨成形术治疗 3 例年龄平

均 80 岁的高龄患者。术前 VAS 平均 8 分(7~9 分), 症状持续时间平均 8 个月(2.5~18 个月), CT 引导下注射针从后路沿着骨折线进入, PMMA 骨水泥温度降低后, 首先注入 0.2 ml, 从横断面、冠状面、矢状面和 3D 重建图像上监测骨水泥, 评价骨水泥的渗透情况, 均未出现重要并发症, 1 例出现无症状的 S₁ 神经孔渗漏, 单侧骶骨骨折骨水泥注入量平均 4 ml, 所有患者静脉麻醉效果良好, 术后 VAS 评分 2 分, 术后 6 周和 3 个月症状均缓解。对于 SIF, 与保守治疗相比, CT 引导下骶骨成形术是一个可选择的治疗方法, 症状缓解效果很好。

但是对于双侧骶骨骨折, 骨水泥可能无法承受腰骶连接部位的剪力。骶骨骨质疏松患者, 内置物可能无法提供充足的牢固性, 导致假关节形成。Sciubba 等^[31]设计了一种新型技术, 经皮植入骶髂棒联合骶骨成形术, 增强了内固定的牢固性。

有限元模型研究显示骶骨成形术不足以恢复骶骨持久的承重能力。Tjardes 等^[32]报道 X 线透视导航下, 骶髂螺钉联合骨水泥增强螺钉治疗 SIF, 使用骨水泥强化骨质, 导航保证螺钉位置的准确性和安全性, 以恢复损伤骨盆的生物力学功能。透视时间 7.4 min, 包括导航图像采集、骨水泥注射透视控制, 随着操作的熟练, 放射时间显著减少, 疼痛在术后即刻明显减轻。对长距离行走的患者, 需三角形轮椅辅助装置。Westphal 等^[18]报道骶骨棘突分裂导致隐匿性骨折假关节形成的病例, 予以骶骨压缩棒治疗, 假关节愈合, 但是患者仍有轻微的下腰痛症状。

Papanastassiou 等^[33]应用导航下改良的经皮骶髂螺钉固定术, 治疗病理性骶骨不充分性骨折, 用长螺钉在多平面固定骶髂关节和骶骨, 可以有效控制疼痛, 改善患者活动状态。这项技术还可联合骶骨成形术同时应用, 以增强螺钉的稳定性, 实现最佳的固定。

综上所述, 临床很容易忽视骶骨隐匿性骨折, 造成漏诊漏治或误诊误治, 延长了患者康复时间。随着医学科技的发展, 新的诊治技术应用于临床, 特别是骨折的生化学诊断和治疗、骨科介入技术的发展, 提高了隐匿性骨折的确诊率和治疗效果。

参考文献

- [1] Varken P, Krepler P. Sacral fractures after multi-segmental lumbosacral fusion; a series of four cases and systematic review of literature[J]. Eur Spine J, 2008, 17(Suppl 2):285-290.
- [2] Pentecost RL, Murray RA, Brindley HH. Fatigue, insufficiency, and pathologic fractures[J]. JAMA, 1964, 187: 1001-1004.
- [3] Lourie H. Spontaneous osteoporotic fracture of the sacrum. An unrecognized syndrome of the elderly[J]. JAMA, 1982, 248(6): 715-717.
- [4] Ries T. Detection of osteoporotic sacral fractures with radionuclides[J]. Radiology, 1983, 146(3): 783-785.
- [5] Newhouse KE, el-khoury G, Buckwalter SA. Occult sacral fractures in osteopenic patients[J]. J Bone Joint Surg Am, 1992, 74(10): 1472-1477.
- [6] Leroux JL, Denat B, Thomas E, et al. Sacral insufficiency fractures presenting as acute low-back pain[J]. Spine, 1993, 18(16): 2502-2506.
- [7] Lee YJ, Bong HJ, Kim JK, et al. Sacral insufficiency fracture, usually overlooked cause of lumbosacral pain[J]. J Korean Neurosurg Soc, 2008, 44(3): 166-169.

- [8] Weber M, Hasler P, Gerber H. Insufficiency fractures of the sacrum. Twenty cases and review of the literature[J]. *Spine*, 1993, 18(16): 2507-2512.
- [9] 李明, 徐荣明. 临床容易忽视的隐匿性骨盆后环损伤的诊断及意义[J]. *中国骨伤*, 2008, 21(11): 810-813.
Li M, Xu RM. The diagnosis and clinical significance of occult posterior pelvic ring injury[J]. *Zhongguo Gu Shang/China J Orthop Trauma*, 2008, 21(11): 810-813. Chinese.
- [10] Silva RT, DeBortoli A, Laurino CF, et al. Sacral stress fracture; an unusual cause of low back pain in an amateur tennis player[J]. *Br J Sports Med*, 2006, 40(5): 460-461.
- [11] Steele B, Serota A, Helfet DL, et al. Vitamin D deficiency; a common occurrence in both high-and low-energy fractures[J]. *HSS J*, 2008, 4(2): 143-148.
- [12] Jean G, Charra B, Chazot C. Vitamin D deficiency and associated factors in hemodialysis patients[J]. *J Ren Nutr*, 2008, 18(5): 395-399.
- [13] Yokokawa T, Shirai T, Ogata H, et al. Insufficiency fracture of the sacrum after hormonal therapy and radiotherapy for prostate cancer: A case in which ^{99m}Tc -MDP bone scintigraphy was useful for differential diagnosis[J]. *Kaku Igaku*, 2005, 42(4): 403-407.
- [14] 徐荣明, 李明. 骨盆损伤的诊断和治疗探讨[J]. *中国骨伤*, 2008, 21(11): 807-809.
Xu RM, Li M. The study of the diagnosis and treatment of pelvic injury[J]. *Zhongguo Gu Shang/China J Orthop Trauma*, 2008, 21(11): 807-809. Chinese.
- [15] Lin EA, Min W, Christoforou D, et al. Young and burges type I lateral compression pelvis fractures; a comparison of anterior and posterior pelvic ring injuries[J]. *Orthopedics*, 2010, 33(6): 389.
- [16] Lunsjo K, Tadros AM, Hauggaard A, et al. Acute plain anteroposterior radiograph of the pelvis is not useful in detecting fractures of iliac wing and os sacrum; a prospective study of 73 patients using CT as gold standard[J]. *Australas Radiol*, 2007, 51(2): 147-149.
- [17] Wedegärtner U, Gatzka C, Rueger JM, et al. Multislice CT(MSCT) in the detection and classification of pelvic and acetabular fractures[J]. *Rofo*, 2003, 175(1): 105-111.
- [18] Westphal T, Piatek S, Winckler S. Pseudarthrosis of an occult fracture in zone III of the sacrum[J]. *Unfallchirurg*, 1999, 102(6): 493-496.
- [19] Tsuchida T, Kosaka N, Sugimoto K, et al. Sacral insufficiency fracture detected by FDG-PET/CT; report of 2 cases[J]. *Ann Nucl Med*, 2006, 20(6): 445-448.
- [20] Meurer A, Kreitner KF, Tsironis K, et al. Value of MRI in diagnosis of occult fractures[J]. *Unfallchirurg*, 1999, 102(1): 43-49.
- [21] Lakshmanan P, Sharma A, Lyons K, et al. Are occult fractures of the hip and pelvic ring mutually exclusive[J]? *J Bone Joint Surg Br*, 2007, 89(10): 1344-1346.
- [22] Cronin CG, Lohan DG, Swords R, et al. Sacral insufficiency fracture complicated by epidural haematoma and cauda equina syndrome in a patient with multiple myeloma[J]. *Emerg Radiol*, 2007, 14(6): 425-430.
- [23] Cosker TD, Ghandour A, Gupta SK, et al. Pelvic ramus fractures in the elderly; 50 patients studied with MRI[J]. *Acta Orthop*, 2005, 76(4): 513-516.
- [24] Schindler OS, Watura R, Cobby M. Sacral insufficiency fractures[J]. *J Orthop Surg (Hong Kong)*, 2007, 15(3): 339-346.
- [25] Peh WC, Koh WL, Kwek JW, et al. Imaging of painful solitary lesions of the sacrum[J]. *Australas Radiol*, 2007, 51(6): 507-515.
- [26] Tsiridis E, Upadhyay N, Gamie Z, et al. Percutaneous screw fixation for sacral insufficiency fractures; a review of three cases[J]. *J Bone Joint Surg Br*, 2007, 89(12): 1650-1653.
- [27] Vanderschot P, Kupperts M, Sermon A, et al. Trans-iliac-sacral-iliac-bar procedure to treat insufficiency fractures of the sacrum[J]. *Indian J Orthop*, 2009, 43(3): 245-252.
- [28] Binaghi S, Guntern D, Schnyder P, et al. A new, easy, fast, and safe method for CT-guided sacroplasty[J]. *Eur Radiol*, 2006, 16(12): 2875-2878.
- [29] Frey ME, DePalma MJ, Cifu DX, et al. Efficacy and safety of percutaneous sacroplasty for painful osteoporotic sacral insufficiency fractures; a prospective multicenter trial[J]. *Spine*, 2007, 32(15): 1635-1640.
- [30] Heron J, Connell DA, James SL. CT-guided sacroplasty for the treatment of sacral insufficiency fractures[J]. *Clin Radiol*, 2007, 62(11): 1094-1100.
- [31] Sciubba DM, Wolinsky JP, Than KD, et al. CT fluoroscopically guided percutaneous placement of transiliosacral rod for sacral insufficiency fracture; case report and technique[J]. *AJNR Am J Neuroradiol*, 2007, 28(8): 1451-1454.
- [32] 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.
- [33] Papanastassiou ID, Setzer M, Eleraky M, et al. Minimally invasive sacroiliac fixation in oncologic patients with sacral insufficiency fractures using a fluoroscopy-based navigation system[J]. *J Spinal Disord Tech*, 2011, 24(2): 76-82.

(收稿日期: 2011-05-17 本文编辑: 连智华)