

· 临床研究 ·

## 骶骨衰竭骨折影像学特点分析及临床意义

苏运新<sup>1</sup>, 姜加学<sup>2,3\*</sup>, 郑瑜<sup>3</sup>, 祁良<sup>3</sup>

<sup>1</sup>南京医科大学第二临床医学院, 江苏 南京 211166; <sup>2</sup>南京市中西医结合医院放射科, 江苏 南京 210014; <sup>3</sup>南京医科大学第一附属医院放射科, 江苏 南京 210029

**[摘要]** 目的:探讨骶骨衰竭骨折的影像学特点及其鉴别诊断。方法:回顾性分析45例经随访证实的骶骨衰竭骨折的影像学表现。45例中16例行X线检查,45例行CT检查,42例行MRI检查,12例行发射型计算机断层扫描(emission computed tomography, ECT)检查。结果:X线检查共16例,发现阳性仅6例,阳性率37.5%,阳性表现为线样透亮影伴边缘骨质硬化。CT检查45例,发现阳性骨折线25例,骨折线边缘骨质呈条带状硬化表现,阳性率55.6%;另外CT影像特点有局部显示为不均匀骨质密度,或者混杂密度。MRI检查42例,均表现为大片状长T1长T2骨髓水肿信号,无明确边界,范围较广,阳性率达100.0%。其中34例可见线样骨折线影,阳性率达81.0%;26例T1WI和T2WI均为低信号;8例T1WI呈线样低信号,T2WI呈线样高信号特点;骨折线均平行于骶髂关节面。结论:骶骨衰竭骨折有明显的影像特征,尤其是MRI检查,可显著提高影像诊断准确率,避免不必要的过度检查和过度治疗。

**[关键词]** 骶骨;衰竭骨折;影像诊断

**[中图分类号]** R445

**[文献标志码]** A

**[文章编号]** 1007-4368(2022)06-867-04

**doi:** 10.7655/NYDXBNS20220616

骶骨衰竭骨折,又称机能不全骨折,多发生于矿物质含量减少或弹性抵抗力降低的异常骨组织,如老年性骨质疏松患者。在机体正常应力或轻微外力作用下出现骨折<sup>[1]</sup>。本病患者常无明显外伤史,询问病史时患者常告知没有受伤。实际上老年人的轻微负重、弯腰等轻微应力就可导致该病发生,而患者意识不到疾病与之相关。另外临床表现无特异性,很多表现为腰腿痛或骨盆疼痛,更多误认为是腰椎间盘突出所致。目前影像学诊断对此也存在认识缺陷,导致临床出现漏诊、误诊,从而延误病情或过度诊疗,甚至是异常治疗,带来严重后果。本研究回顾性分析南京医科大学第一附属医院2014年11月—2021年6月经随访证实的45例骶骨衰竭骨折患者资料,同时复习相关文献,旨在探讨其不同的影像特点,提高骶骨衰竭骨折的诊断率。

### 1 对象和方法

#### 1.1 对象

45例患者中,男15例,女30例;年龄21~87岁,中位年龄64.6岁。患者均主诉反复腰骶部疼痛、臀

部或髋部疼痛,部分症状不重,部分明显疼痛伴活动受限。所有患者主诉均无明显外伤史,25例有全身性骨质疏松,10例盆腔放疗史(7例宫颈癌放疗史,1例直肠癌放疗史,2例前列腺癌放疗史),9例风湿免疫疾病史(2例干燥综合征,2例皮炎,2例强直性脊柱炎,2例类风湿性关节炎,1例系统性红斑狼疮),1例有腰椎压缩性骨折手术史。患者出现症状至确诊的平均时间为4.5个月。10例有盆腔放疗病史者,首次放疗后至出现症状的平均时间为19.3个月。

#### 1.2 方法

X线检查采用SIMENS AXIOM Aristos TX DR数字X线成像系统,行常规骨盆正位检查;CT检查采用SIEMENS SOMATOM Emotion 16CT,对骨盆行常规横断位扫描,摄取软组织窗及骨窗。扫描参数:层厚1 mm,层距1 mm,并行横断位、冠状位及矢状位多平面重建(multiplanar reconstruction, MPR)。MRI采用GE Discovery 750 w 3.0 T超导型MRI成像设备及表面线圈,行常规冠状位及横断位FSE序列T1WI及脂肪抑制T2WI扫描。扫描参数:T1WI TR 807 ms, TE 15 ms;脂肪抑制序列T2WI TR 5 940 ms, TE 72.9 ms; FOV 59.7 cm×38 cm, 矩阵 512×512, NEX 1.5, 层厚5 mm, 层距1 mm。

**[基金项目]** 国家自然科学基金(81701652)

\*通信作者(Corresponding author), E-mail: 499396855@qq.com

## 2 结果

### 2.1 骨折部位

45例中44例发生于骶骨翼,其中19例为单侧;25例为双侧,8例合并S2椎体骨折,7例合并耻骨骨折,4例合并髂骨骨折,3例合并L5横突骨折。1例单独发生于S3椎体。

### 2.2 影像学表现

#### 2.2.1 X线/CT检查的特点

X线检查16例,发现阳性仅6例,阳性率37.5%。阳性表现为线样透亮影伴边缘骨质硬化(图1)。



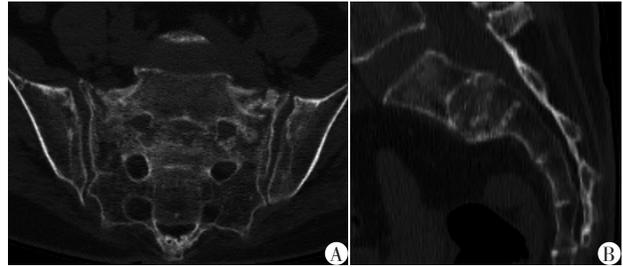
患者,女,71岁,双侧髋部、骶部疼痛2个月余。骨盆正位片显示双侧骶骨翼垂直线样透亮影及边缘硬化线(黑箭),左侧耻骨陈旧性骨折(白箭)。

图1 1例骶骨衰竭骨折患者X线图像

CT检查共45例,发现阳性骨折线共25例,阳性率55.6%。19例发生于单侧骶骨翼的患者中,CT发现13例,有明显骨折线,周围有硬化,骶骨骨密度较低,部分囊性变,与骨破坏较难鉴别。另外6例未见明显骨折线,表现为局部骨密度不均匀增高,特异性不强。25例发生于双侧骶骨翼的患者,12例显示骨折,骨折线均平行于关节面,其中8例合并S2椎体骨折,表现为典型的“H”征(图2)。其中1例治疗后显示典型骨折线“H”征消失,骨折愈合(图3)。另外阴性无骨折线病例显示为不均匀骨质密度,或者混杂密度,类似于骨转移特点。在有明确骨折线的25例CT检查中,骨折线边缘骨质呈条带状硬化表现。

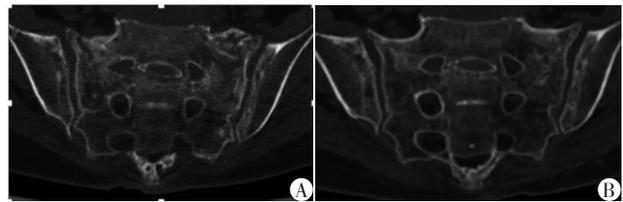
#### 2.2.2 MRI/发射型计算机断层扫描(emission computed tomography, ECT)特点

42例骶骨衰竭骨折行MRI检查。均表现为大片状长T1长T2骨髓水肿信号,无明确边界,范围较广,阳性率达100%(图4)。其中34例可见线样骨折线影,阳性率达81.0%,26例T1WI和T2WI均为低信号。8例T1WI呈线样低信号,T2WI呈线样高信号。骨折线均平行于骶髂关节面(图5)。12例同时



患者,女,58岁,腰腿痛伴双下肢麻木4个月。CT冠状位和矢状位重建图像。A:CT示骶骨骨折线,呈“H”征,累及前方骨皮质,周围骨质硬化表现;B:矢状位重建示S2椎体骨折,未见明显移位。

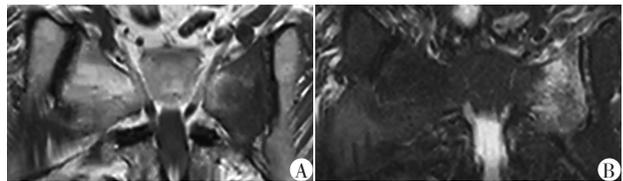
图2 1例骶骨衰竭骨折患者CT重建图像



患者,女,68岁,CT冠状位重建图像。A:治疗前CT示两侧骶骨翼及中间骶骨体骨折线,呈“H”征,周围骨质硬化表现;B:复泰奥(治疗骨质疏松药物)治疗1年后复查CT,显示骨折线基本消失。

图3 1例骶骨衰竭骨折患者治疗前后CT重建图像

行ECT检查,均显示骨折部位有放射性核素异常浓聚,4例呈典型的“H”征。

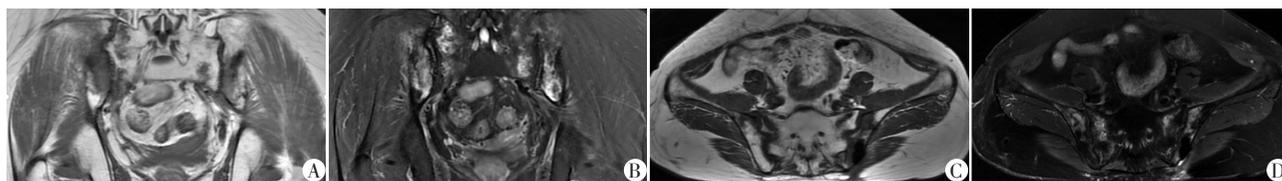


患者,女,72岁,左侧腰腿痛2周。A:冠状位T1WI图像;B:冠状位T2WI FS图像;骨盆MRI示骶骨左侧关节面下片状长T1长T2信号影,未见明显骨折线。

图4 1例骶骨衰竭骨折患者MRI检查图像

## 3 讨论

衰竭骨折属于应力性骨损伤的一种,为慢性骨损伤。患者常无明显外伤史,发生部位与其负重、高应力密切相关。骶髂关节和耻骨联合连接躯干、脊柱及下肢,为高应力区<sup>[3]</sup>,当存在骨质疏松、骨软化、盆腔放疗、类风湿性关节炎、长期使用糖皮质激素、甲状旁腺功能亢进等原发或继发危险因素时,易发生骨折<sup>[4-6]</sup>。本组资料中,排除原发病及治疗后改变外,大部分为老年性骨质疏松患者(中位年龄60岁),且女性占多。这与老年女性容易发生骨质疏松相关,从而导致轻微负重或应力后出现骨折。但是老年女性骶骨衰竭骨折发生率存在被低估的



患者,女,62岁。宫颈癌手术及放疗5年病史,1年半前骶尾部出现疼痛,骶髂关节局部活检阴性。A:冠状位T1WI图像;B:冠状位T2WI FS图像;C:轴位T1WI图像;D:轴位T2WI FS图像。可见平行两侧骶髂关节面的线样长T1长T2骨折线影,周围伴有边界不清的骨髓水肿。左侧骶骨卵圆形低信号区为活检部位。

图5 1例骶骨衰竭骨折患者MRI检查图像

情况,原因是患者临床出现的反复腰骶部疼痛,活动时加重,休息后缓解,这些也是腰椎退变、椎间盘或者椎管狭窄的常见症状,从而误诊为腰椎退变。由于临床特点的相似性,针对老年腰腿痛患者,在观察腰椎退变基础上,不能忽视骶骨衰竭骨折的可能。风湿免疫性疾病本身及其使用激素后常常导致骨骼继发骨质疏松改变,例如类风湿关节炎,从而出现类似老年骨质疏松后导致的应力性损伤。另外,本组资料中有10例骨盆肿瘤放疗患者,除结肠癌之外,还有男性前列腺癌患者、女性妇科恶性肿瘤患者。盆腔肿瘤患者常需局部放疗,放疗后导致放射性骨损伤,其中一个特点就是骨骼质量下降,骨量丢失,轻微外伤或者局部负重就可以导致骶骨照射野内的应力性损伤。患者有腰椎压缩性骨折手术史或髋关节置换病史时,生物力学发生改变,增大的机械应力作用于薄弱的骨质也可发生骨折<sup>[7]</sup>。本组有1例患者为腰椎骨折患者,尽管年龄不大,不存在骨质疏松改变,但是腰椎手术后导致腰部应力位置下移,骨盆过度负重而导致骨折。

### 3.1 影像诊断价值

典型衰竭骨折为低密度骨折线伴有周围形成的骨痂,提示新鲜骨折同时有修复性改变,局部骨质密度减低,体现骨质疏松特点。有时也可见新鲜的骨折线伴骨质疏松的特点。

由于骶骨常被肠道气体遮盖,细节无法观察,骨盆X线片难以有阳性发现,文献报道仅20%~38%的骶骨衰竭骨折得以诊断<sup>[8]</sup>。本研究16例X线检查患者中仅6例表现为平行于骶髂关节面的线样骨折透亮影伴边缘骨质硬化(图1),阳性率与文献报道相仿。另外,骨盆为不规则骨,X线片二维结构存在重叠,从而很难将不同的骨骼区分开,骨盆诸骨存在解剖重叠,而且骶骨衰竭骨折患者骨密度减低,骨质疏松的特点导致骨盆整体骨密度过低,骨盆X线片整体骨质背景过低,导致很难发现低密度骨折线而出现漏诊。

CT检查可清晰显示病变区骨皮质和骨小梁的断裂。与急性创伤性骨折相比,骶骨衰竭骨折应考虑为一个慢性过程,影像特点主要取决于骨折愈合的程度,常表现为骨折线伴边缘骨质硬化<sup>[9]</sup>,文献报道见于57%的病例<sup>[8,10]</sup>。本组资料骨折线发现率为55.6%,稍低于文献报道,可能与本组资料中放疗后病例较多,而放疗导致的骨并发症会合并骨梗死,骨质密度不均匀,导致骨折线背景不够清晰,从而出现漏诊或误诊。本组资料中,20例出现不典型的骶骨密度不均匀分布,或者出现混杂密度。文献报道骶骨衰竭骨折线多位于双侧骶骨翼,有时不累及骨皮质<sup>[8]</sup>。骨折的观察,尤其轻微改变时,非常困难,而骨皮质是否连续对骨折线的发现非常重要,而这正好是骶骨衰竭骨折诊断中的缺陷。同时衰竭骨折时骨小梁存在骨质疏松的特点,骨密度背景较低,综合这些因素,从而难以发现低密度的骨折线影。

MRI检查的优势之一是对骨髓敏感。骶骨衰竭骨折时损伤与修复合并存在,而急性损伤的表现就是大片骨髓水肿。MRI对骨髓水肿较敏感,呈片状长T1长T2信号。当不管是低信号或有时高信号的骨折线显示不清时,非常容易误诊为骨质破坏,两者在MRI中特点相仿,尤其在有肿瘤病史时,易误诊为原发恶性骨肿瘤,或转移性肿瘤,本组资料中10例有盆腔恶性肿瘤病史,ECT检查显示局部高摄取,从而误诊为恶性肿瘤骨转移,进行了不必要的过度检查和治疗。2例进行了局部活检,2例按照转移性肿瘤进行了化疗。MRI检查同时对多个体位进行扫描和观察。冠状位有助于发现骨折线,因为骨折线方向常平行骶髂关节面方向。冠状位纵行走向,可显示骨折线全长,另外冠状位可显示典型表现,即骶椎体出现横行透亮线连接两侧骶骨翼的垂直骨折线,类似于在ECT检查中可见“H”型放射性核素异常浓聚,称为“Honda”征<sup>[11]</sup>。CT图像,尤其冠状位重建也可见此征象。矢状位MPR能较好地显示

骶骨体部横行骨折线(图2)。

### 3.2 鉴别诊断

骶骨是某些肿瘤好发的骨转移部位,与衰竭骨折的鉴别存在一定困难<sup>[12]</sup>。肿瘤性骨破坏与衰竭骨折导致的骨髓水肿鉴别的要点是观察病灶的边界和内部的均质性,如果是肿瘤,边界更清晰,内部信号更均质。而骶骨衰竭骨折骨髓水肿边界不清,内部除了水肿外,混杂有增生性改变,信号往往不均匀。骨转移患者常有原发肿瘤病史,病变部位除有骨质破坏,可形成软组织肿块。衰竭骨折无软组织肿块形成。研究认为在常规MRI中应用DWI对于鉴别骨盆转移瘤与衰竭骨折有一定价值<sup>[13]</sup>。

骶髂关节炎活动期表现为骨髓水肿<sup>[14]</sup>,影像学上与衰竭骨折的骨髓水肿难以区分。前者更常见于中青年患者,男性居多,双侧多见。同时结合临床病史及实验室检查,可以对两者进行一定区分。需要注意的是,骶髂关节炎也是骶骨衰竭骨折的危险因素之一,二者可同时存在<sup>[15-16]</sup>。骶髂关节炎骨髓水肿局限于关节面下方,不呈大片分布改变。二者合并存在的情况非常少见,MRI仔细观察骨折线是鉴别的关键点。

总之,骶骨衰竭骨折发病率逐年上升,需要引起临床及放射科医生更多的重视。患者症状无特异性,表现为腰骶部疼痛,临床上常有骨质疏松、盆腔放疗或长期使用糖皮质激素等病史。X线检查由于肠气等影响易漏诊,CT检查部分可以清晰地显示骨折线和不均匀的骨质密度改变。MRI检查非常重要,对于骨髓水肿的显示较敏感,冠状位观察病灶内骨折线是关键。当骨折线显示不明确时,需综合各种影像特点仔细分析,可以显著提高诊断准确率。准确的诊断可合理指导正确治疗,避免过度的创伤性诊断比如穿刺活检,以及避免因错误诊断骨转移而导致的过度治疗。

#### [参考文献]

[1] SPIEGL U J A, SCHNAKE K J, OSTERHOFF G, et al. Imaging of sacral stress and insufficiency fractures[J]. *Z Orthop Unfall*, 2019, 157(2):144-153

[2] KAO F C, HSU Y C, LIU P H, et al. Osteoporotic sacral insufficiency fracture: an easily neglected disease in elderly patients[J]. *Medicine (Baltimore)*, 2017, 96(51): e9100

[3] 孙海波,李永彝,潘进社. 骶骨不全骨折的研究进展

[J]. *中华骨科杂志*, 2011, 31(11):1283-1288

[4] SUDHIR G, KALRA K L, ACHARYA S, et al. Sacral insufficiency fractures mimicking lumbar spine pathology[J]. *Asian Spine J*, 2016, 10(3):558-564

[5] YODER K, BARTSOKAS J, AVERELL K, et al. Risk factors associated with sacral stress fractures: a systematic review[J]. *J Man Manip Ther*, 2015, 23(2):84-92

[6] MEIXEL A J, HAUSWALD H, DELORME S, et al. From radiation osteitis to osteoradionecrosis: incidence and MR morphology of radiation-induced sacral pathologies following pelvic radiotherapy[J]. *Eur Radiol*, 2018, 28(8): 3550-3559

[7] HATGIS J, GRANVILLE M, JACOBSON R E, et al. Sacral insufficiency fractures: recognition and treatment in patients with concurrent lumbar vertebral compression fractures[J]. *Cureus*, 2017, 9(2):e1008

[8] BAKKER G, HATTINGEN J, STUETZGER H, et al. Sacral insufficiency fractures: how to classify?[J]. *J Korean Neurosurg Soc*, 2018, 61(2):258-266

[9] HUGHES J M, POPP K L, YANOVICH R, et al. The role of adaptive bone formation in the etiology of stress fracture[J]. *Exp Biol Med(Maywood)*, 2017, 242(9):897-906

[10] 冯仕庭,孟梭非. 机能不全性骨折的影像学进展[J]. *国际医学放射学杂志*, 2004, 27(4):238-241

[11] ZHONG X, LI J, ZHANG L, et al. Characterization of insufficiency fracture and bone metastasis after radiotherapy in patients with cervical cancer detected by bone scan: role of magnetic resonance imaging[J]. *Front Oncol*, 2019, 9:183

[12] DIEL J, ORTIZ O, LOSADA R A, et al. The sacrum: pathologic spectrum, multimodality imaging, and subspecialty approach[J]. *Radiographics*, 2001, 21(1):83-104

[13] ZHONG X, DONG T, TAN Y, et al. Pelvic insufficiency fracture or bone metastasis after radiotherapy for cervical cancer? The added value of DWI for characterization[J]. *Eur Radiol*, 2019, 10:1007

[14] MAKSYMOWYCH W P. Imaging in axial spondyloarthritis: evaluation of inflammatory and structural changes[J]. *Rheum Dis Clin North Am*, 2016, 42(4):645-662

[15] MEMETOĞLU O G, OZKAN F U, BOY N S, et al. Sacroiliitis or insufficiency fracture?[J]. *Osteoporos Int*, 2016, 27(3):1265-1268

[16] OH D, HUH S J. Insufficiency fracture after radiation therapy[J]. *Radiat Oncol J*, 2014, 32(4):213-220

[收稿日期] 2022-02-22

(本文编辑:陈汐敏)