

· 影像医学研究 ·

## 82例应力性骨折影像学诊断回顾性分析

张雪莹,徐磊,邹月芬

南京医科大学第一附属医院放射科,江苏 南京 210029

**[摘要]** 目的:研究影像学在诊断应力性骨折中的应用。方法:选取2013年1月—2017年12月南京医科大学第一附属医院收治的82例保有影像学资料并诊断明确的应力性骨折患者作为研究对象,对患者影像学资料进行回顾性分析,并比较分析X线、CT、MRI对应应力性骨折的诊断准确率及漏诊的原因。结果:82例应力性骨折患者的男女比例为1:1.9,平均年龄为49.77岁;病变多累及下肢骨及中轴骨,胫骨为最常见累及部位;X线、CT、MRI的诊断准确率依次升高,X线、CT的初诊漏诊与MRI分级之间的关系无统计学意义;X线及CT图像中骨膜反应易被漏诊。结论:应力性骨折的影像学诊断应结合临床病史及好发部位,早期诊断应力性骨折首选MRI,注重X线及CT中骨膜反应及软组织情况以减少漏诊率。

**[关键词]** 应力性骨折;影像学诊断;磁共振成像

**[中图分类号]** R445

**[文献标志码]** A

**[文章编号]** 1007-4368(2019)04-610-04

**doi:** 10.7655/NYDXBNS20190429

应力性骨折是一种常见的隐匿性损伤,它是应力反复作用于同一部位,导致成骨活动与破骨活动不平衡而引起的损伤<sup>[1]</sup>。近年来,随着人们对健身运动的兴趣日益增高,应力性骨折的发病率随之提高,应力性骨折的早期诊断及预防也越来越受到重视。本研究收集南京医科大学第一附属医院诊断明确的82例应力性骨折,分析其影像学特点,以及影响临床及影像诊断准确率的相关因素,为疾病诊断提供参考。

### 1 对象和方法

#### 1.1 对象

回顾性分析2013年1月—2017年12月南京医科大学第一附属医院诊断明确的应力性骨折患者82例,其中1例经病理证实,4例经手术证实,余77例经临床随访证实。其中男28例,女54例,年龄9~82岁,平均年龄(49.77 ± 19.96)岁。纳入标准:①3个月内无外伤史;②手术、病理或临床随访证实应力性骨折诊断;③在我院有初次诊疗时的影像学资料。

#### 1.2 方法

82例患者中,28例行X线检查,21例行CT检查,72例行MRI检查;X线检查使用Canon数字X线成像系统或SIEMENS AXIOM Aristos TX DR数字X线摄影系统,CT使用SIEMENS SOMATOM Emotion

16 CT,MRI使用Magnetom Trio SIEMENS 3.0T,压脂序列采用STIR序列或PD压脂序列扫描。

将所有病例的影像学资料传至后处理工作站上进行后处理,由2名工作经验丰富的放射科医师采用双盲法对图像进行分析,意见不统一时对图像进行进一步讨论。观察内容包括:①骨皮质是否连续;②骨折线是否可见;③周围软组织情况;④骨髓有无异常;⑤有无骨膜反应。

#### 1.3 统计学方法

采用SPSS 22.0软件对所得数据进行统计分析,计量资料以均数±标准差( $\bar{x} \pm s$ )表示,采用 $t$ 检验进行两组间比较;计数资料以例数和百分率(%)表示,采用卡方检验进行比较。 $P \leq 0.05$ 为差异有统计学意义。

### 2 结果

82例中59例有明确长期运动史:其中20例与自身职业相关,除运动员、军人外,还包括快递员、超市营业员,2例学生因升学压力运动量较大,余病例多为日常锻炼中运动量较大,如长跑、跳绳、广场舞等;14例自诉运动量不大,9例有特殊病史:2例临床诊断为骨质疏松,2例宫颈癌放疗术后,1例直肠癌化疗术后,1例乳腺癌化疗术后,1例鼻咽癌放疗术后,1例淋巴瘤化疗后,1例临床诊断为肾衰竭。

### 2.1 部位

82例应力性骨折累及部位多为下肢骨及中轴骨,部分为多个部位受累(表1),大部分病例累及下肢骨如胫骨、股骨、跖骨及其他足部骨质(跟骨、足舟骨、距骨)(图1),中轴骨受累相对较少,且中轴骨受累的病例年龄偏大,平均(67.85 ± 9.82)岁,与下肢骨受累的病例[(45.79 ± 19.48)岁]比较,差异有统计学意义( $t=5.941, P < 0.001$ )。

表1 82例应力性骨折部位分布

受累部位	受累骨	例数
下肢骨	胫骨	46
	股骨	12
	跖骨	9
	跟骨、足舟骨、距骨	5
	髌骨	1
中轴骨	椎体	8
	骨盆	5
其他	桡骨、肋骨	2



39岁女性跳绳后右侧膝关节疼痛,行膝关节MRI检查,示右侧胫骨平台骨髓水肿,周围软组织肿胀,诊断右侧胫骨平台应力性骨折。A:T2WI压脂序列右侧膝关节冠状位;B:T1WI序列右侧膝关节冠状位。

图1 胫骨平台应力性骨折MRI图像

### 2.2 影像学诊断

82例中有33例同时行2种或2种以上检查,其中4例进行X线及CT检查,18例进行X线及MR检查,5例进行CT及MR检查,6例3项检查均涉及。

#### 2.2.1 影像学诊断准确率

行X线检查的28例中,12例诊断为应力性骨折;21例行CT检查,有19例诊断为应力性骨折;72例行MRI检查,全部诊断为应力性骨折。X线、CT、MRI的诊断阳性率分别为42.86%(12/28)、90.48%(19/21)、100.00%(72/72),三者比较差异有统计学意义( $\chi^2=52.560, P < 0.001$ );两两比较X线的诊断阳性率低于CT( $\chi^2=9.749, P=0.002$ )及MR( $\chi^2=48.490, P < 0.001$ ),CT的阳性诊断率低于MR( $\chi^2=$

6.932,  $P=0.008$ )。

#### 2.2.2 MRI分级与漏诊率

72例行MRI检查的患者,根据应力性骨折的MRI分级表现,病变大多数达到3级、4级的标准(表2),其中29例同时进行了X线或CT检查,初诊漏诊18例,回顾这18例影像资料,将其漏诊情况与MRI分级进行对比分析。经统计学分析,X线及CT漏诊情况与应力性骨折MRI分级高低无明显关系,差异无统计学意义( $u=1.184, P=0.236$ ,表3)。3级及4级的病灶均有部分初诊漏诊病例;初诊漏诊的18例病例中,10例表现为局部骨膜反应及骨皮质局部增厚、密度增高,初诊时未能早期诊断(图2)。

表2 72例应力性骨折MRI分级情况

MR分级	MRI表现	例数
1	STIR序列骨髓水肿	0
2	T2WI骨髓水肿	2
3	T1WI、T2WI骨髓水肿	20
4	骨折线、T1WI及T2WI骨髓水肿	50

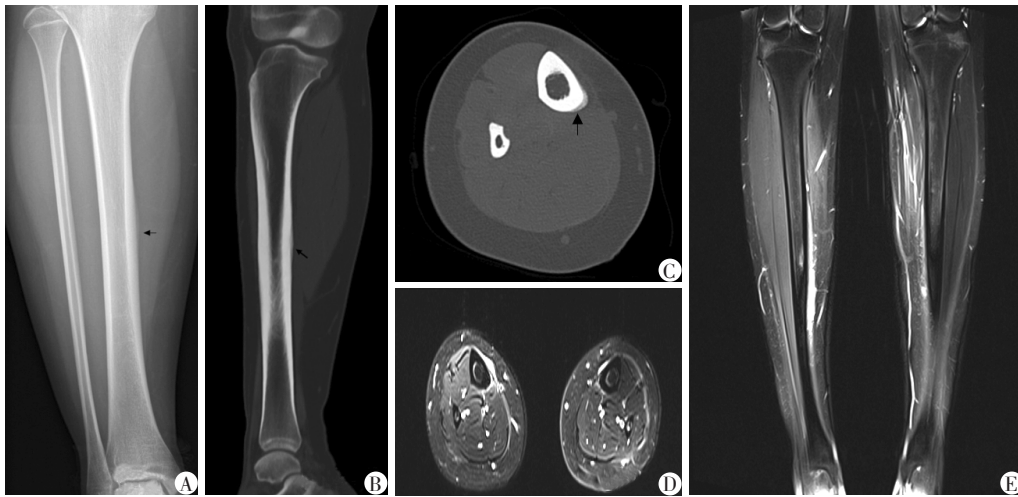
表3 X线、CT漏诊与MRI分级关系对比 (n)

MR分级	漏诊	未漏诊	总数
3级	5	1	6
4级	13	10	23

## 3 讨论

### 3.1 病因及发病机制

应力性骨折的发病机制主要与骨质的成骨与破骨活动有关,在正常骨质中,两者相互平衡,当应力作用于骨质,产生微损伤,继而引发骨质重塑<sup>[2]</sup>,成骨和破骨活动失去了原本相对平衡状态,易造成应力性骨折。首次报道的应力性骨折发生于长途行军的军人,是由于长期运动所导致。运动中的膳食、器械、场地等都会成为引发应力性骨折的危险因素,而与运动无关的危险因素有:①性别因素,本研究中男女比例1:1.9,女性比男性易患应力性骨折,Ackerman等<sup>[3]</sup>研究了国外女运动员应力性骨折,认为女性骨矿物质含量较低及月经不调是最重要的危险因素;②年龄因素,青少年<sup>[4]</sup>及老年人是应力性骨折的好发人群,其中,老年人因骨质疏松、代谢疾病等原因多为衰竭性骨折,与本研究结果一致,青少年因升学压力大或职业运动员运动过多;部分老年人具有肿瘤或代谢性疾病病史;③遗传因素,Varley等<sup>[5]</sup>研究认为,应力性骨折与P2X7受体基因的表达有关;④激素水平,维生素D及雌激素<sup>[6-7]</sup>对



患者,女,15岁,右侧胫骨骨干应力性骨折,X线检查初诊漏诊。A:右侧胫腓骨X线正位片,可见层状骨膜反应(黑箭);B:右侧胫骨CT矢状位可见骨膜反应(黑箭);C:右侧胫腓骨CT轴位可见骨膜反应(黑箭);D:双侧胫腓骨MRI轴位T2WI压脂序列示右侧胫骨周围软组织肿胀;E:双侧胫腓骨MRI冠状位T2WI压脂序列示右侧胫骨骨干骨髓水肿。

图2 胫骨骨干应力性骨折X线、CT和MRI图像

应力性骨折的发病率影响较大;⑤骨密度因素,骨矿物质含量低易引发应力性骨折,故骨质疏松患者为易患人群;⑥体型因素,应力性骨折好发于体重较重、体型较大的人群。但也有国外研究表明,体重指数高低与应力性骨折的危险因素没有明显相关性<sup>[8]</sup>,反而先天性解剖因素较为重要。

因此疾病的预防尤为重要,运动时循序渐进地加大运动量,同时注意营养的吸收,如维生素D、钙、蛋白质、钾,选择合适的场地及运动器材,且在高职业人群如军人、运动员中,更应该预防<sup>[9-10]</sup>。

### 3.2 分布特点

应力性骨折可分为疲劳性骨折和衰竭性骨折。前者是一种累积性损伤,指应力反复作用于正常骨质,造成骨小梁反复的成型、断裂,最后引起损伤,多与肌肉疲劳、负担过重有关;后者指骨骼本身矿物含量减低、弹性降低造成骨质本身的承受能力降低,当应力作用于骨质时,比正常骨质更易发生损伤<sup>[11-12]</sup>。疲劳性骨折和衰竭性骨折是根据骨质中矿物质含量分类,有其各自的好发人群和部位,疲劳性骨折多见于军人、运动员、学生,因为长期运动或者运动过度导致,多发生于下肢骨<sup>[13]</sup>。本研究中67例病例累及下肢骨,平均年龄为45.79岁,相对年龄较小,多由于运动过多导致;而衰竭性骨折多见于老年人,有基础疾病,如肿瘤、代谢性骨病等人群,尤其是绝经后的老年女性,多发于骨盆<sup>[14]</sup>、脊柱等部位,13例发生于中轴骨的病例,平均年龄67.85岁。

### 3.3 影像学表现

82例中,33例行2种或以上影像学检查,其中4

例同时行X线及CT检查,18例同时行X线及MRI检查,5例同时行CT及MRI检查,6例同时行X线、CT、MRI检查,患者明显优先选择X线与MRI。由于疾病病理生理的特异性,应力首先损伤肌肉、骨外膜,若无相应治疗,则骨内膜、骨髓受侵,这决定了周围软组织水肿及骨膜反应是早期诊断的重要征象。综合敏感度及特异度两方面因素,MRI应是应力性骨折首选的检查<sup>[15]</sup>,其早期诊断的临床意义远高于X线及CT。但由于费用、普及率等多方面原因,X线在临床工作中仍是多种骨质疾病的首选。应力性骨折在X线成像中特异性的“灰色骨皮质征”及垂直于骨干长轴的线样致密影均为疾病晚期的变化,早期相应的软组织肿胀、骨膜反应易被忽视,故即便在MRI检查中病灶为4级,亦存在漏诊情况。CT扫描具有分辨率高、可冠状、矢状位重建的优势,故应力性骨折在CT检查中的诊断阳性率较高,可更清楚地显示骨折线、骨小梁特点,但CT对于软组织的分辨率与MRI检查相比,尚有较大距离。

因MRI对骨髓及软组织水肿的显示清晰,本研究中所有行MRI检查的病灶均表现为骨髓水肿,可伴骨折线影,而骨髓水肿也是应力性骨折最早期的病理表现,继而骨小梁会形成轻微骨折,当病变继续发展,骨折线累及骨皮质,且患者未能及时就医,继续大量运动时,易引发并发症如完全性骨折、顽固性应力性骨折等<sup>[16]</sup>。

本研究中病灶多为MRI分级较严重的3级或4级,可能是由于早期症状较轻或无症状,故患者未至医院就诊。若早期行影像学检查,X线、CT的阳

性诊断率可能会进一步降低。

随着应力性骨折发病率逐年上升,医务人员对其的重视程度也应相应提升。因其疾病特点,疾病诊疗中最重要的环节为预防及早期诊断<sup>[16]</sup>。对于具有特殊病史的患者,应力性骨折高发部位如胫骨、跖骨等的疼痛应引起重视,X线、CT检查中,应注意骨膜反应、周围软组织有无肿胀,从而降低漏诊率。MRI检查可更好地显示骨髓及软组织情况,从而更早更清楚地提示病变,实现早诊断、早治疗、防治并发症。

#### [参考文献]

- [1] McInnis KC, Ramey LN. High-risk stress fractures: diagnosis and management[J]. *PMR*, 2016, 8(3 Supplement): S113-S124
- [2] Hughes JM, Popp KL, 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
- [3] Ackerman KE, Cano Sokoloff N, De Nardo Maffazioli G, et al. Fractures in relation to menstrual status and bone parameters in young athletes [J]. *Med Sci Sports Exerc*, 2015, 47(8): 1577-1586
- [4] Shelat NH, El-Khoury GY. Pediatric stress fractures: a pictorial essay [J]. *Iowa Orthop J*, 2016, 36: 138-146
- [5] Varley I, Greeves JP, Sale C, et al. Functional polymorphisms in the P2X7 receptor gene are associated with stress fracture injury [J]. *Purinerg Signal*, 2016, 12(1): 103-113
- [6] 吕斌,陈建,周正,等. 雌激素受体 $\alpha$ 基因Pvu II多态性与心衰绝经妇女脆性骨折的关系[J]. *南京医科大学学报(自然科学版)*, 2018, 38(8): 1102-1106
- [7] Goolsby MA, Boniquit N. Bone health in athletes [J]. *Sports Health*, 2017, 9(2): 108-117
- [8] Kupferer KR, Bush DM, Cornell JE, et al. Femoral neck stress fracture in air force basic trainees [J]. *Mil Med*, 2014, 179(1): 56-61
- [9] Tenforde AS, Lynn Sainani K, Carter Sayres L, et al. Participation in ball sports may represent a prehabilitation strategy to prevent future stress fractures and promote bone health in young athletes [J]. *PMR*, 2015, 7(2): 222-225
- [10] Brumm L, Janiski C, Balawender J, et al. Preventive osteopathic manipulative treatment and stress fracture incidence among collegiate cross-country athletes [J]. *J Am Osteopath Assoc*, 2013, 113(12): 882-890
- [11] Astur DC, Zanatta F, Arliani GG, et al. Stress fractures: definition, diagnosis and treatment [J]. *Rev Bras Ortop*, 2016, 51(1): 3-10
- [12] Iundusi R, Scialdoni A, Arduini M, et al. Stress fractures in the elderly: different pathogenetic features compared with young patients [J]. *Aging Clin Exp Res*, 2013, 25(S1): 89-91
- [13] Welck MJ, Hayes T, Pastides P, et al. Stress fractures of the foot and ankle [J]. *Injury*, 2017, 48(8): 1722-1726
- [14] 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
- [15] Michele G, Fabio M, Emanuele S, et al. CT and MR imaging findings in athletes with early tibial stress injuries: comparison with bone scintigraphy findings and emphasis on cortical abnormalities [J]. *Radiology*, 2005, 2(2): 553-561
- [16] 王智黔,郑德林,梅永良. 应力性骨折76例早期的诊断与治疗分析[J]. *实用医院临床杂志*, 2012, 2(2): 106-108

[收稿日期] 2018-10-04