

功能不全性骨折全身骨显像鉴别诊断一例

胡桂兰 罗亚平

中国医学科学院、北京协和医学院北京协和医院核医学科、核医学分子靶向诊疗北京市重点实验室 100730

通信作者:罗亚平, Email: luoyaping@live.com

DOI: 10.3760/cma.j.cn321828-20210310-00061

Differentiation of insufficiency fracture in bone scintigraphy: a case report

Hu Guilan, Luo Yaping

Department of Nuclear Medicine, Peking Union Medical College Hospital, Peking Union Medical College, Chinese Academy of Medical Sciences; Beijing Key Laboratory of Molecular Targeted Diagnosis and Therapy in Nuclear Medicine, Beijing 100730, China

Corresponding author: Luo Yaping, Email: luoyaping@live.com

DOI: 10.3760/cma.j.cn321828-20210310-00061

患者女,79岁,主诉骶尾部及下肢疼痛3周余,加重4d。外院MRI提示L₃~L₅腰椎间盘向后方突出,继发L₃~L₅节段中央椎管狭窄,骶1、2椎体内可见斑片状长T₁、长T₂信号影,骶1内可见线样长T₁信号。既往无肿瘤病史。为进一步明确骨病变性质行^{99m}Tc-亚甲基二膦酸盐(methylene diphosphonate, MDP)全身骨显像及骨盆SPECT/CT融合显像。全身骨显像可见骶骨、右侧第8侧肋、右侧耻骨异常放射性浓聚, SPECT/CT显像见骶骨骨质密度轻度增高,呈轻度骨质硬化改变(骶骨体及骶骨翼均受累),两侧基本对称,放射性摄取异常浓聚,呈“H”征;而右侧耻骨放射浓聚区可见明确骨折线(图1,2)。本例患者骶骨病变最大的特点是基本沿中线对称,骨质密度轻度增高且比较均匀,与周围骨质无明确分界,无明显占位效应及周围组织浸润,放射性摄取增高区呈特征性“H形”分布。对该患者来说,最重要的是

除外肿瘤性病变(包括原发骨肿瘤和转移性骨肿瘤)。若为隐匿性成骨转移,范围如此大的转移灶,其骨质密度应当更致密且不均匀,边缘一般比较锐利,且多不对称;而原发性骨肿瘤多呈混杂密度,伴软组织团块形成;但以上表现均与本例患者不符。结合患者为绝经后女性,易有骨质疏松的基础,右侧耻骨有明确骨折,考虑右侧肋骨、右侧耻骨及骶骨均为功能不全性骨折(insufficiency fracture)改变。随后患者行经皮骶骨椎体成形术、骶骨病灶穿刺活检组织检查(简称活检)及针道骨水泥封闭术,术后病理提示骨组织修复改变。

功能不全性骨折是应力性骨折的一种类型,其发病机制主要是由于骨的弹性抵抗力减弱,无法承受正常体质量或肌肉正常生理活动的作用力,从而导致骨皮质或骨小梁断裂^[1]。由于骨骼本身功能减弱,在轻微外伤甚至在无明确外伤情况下可造成功能不全性骨折。该类型的骨折常发生在身体承

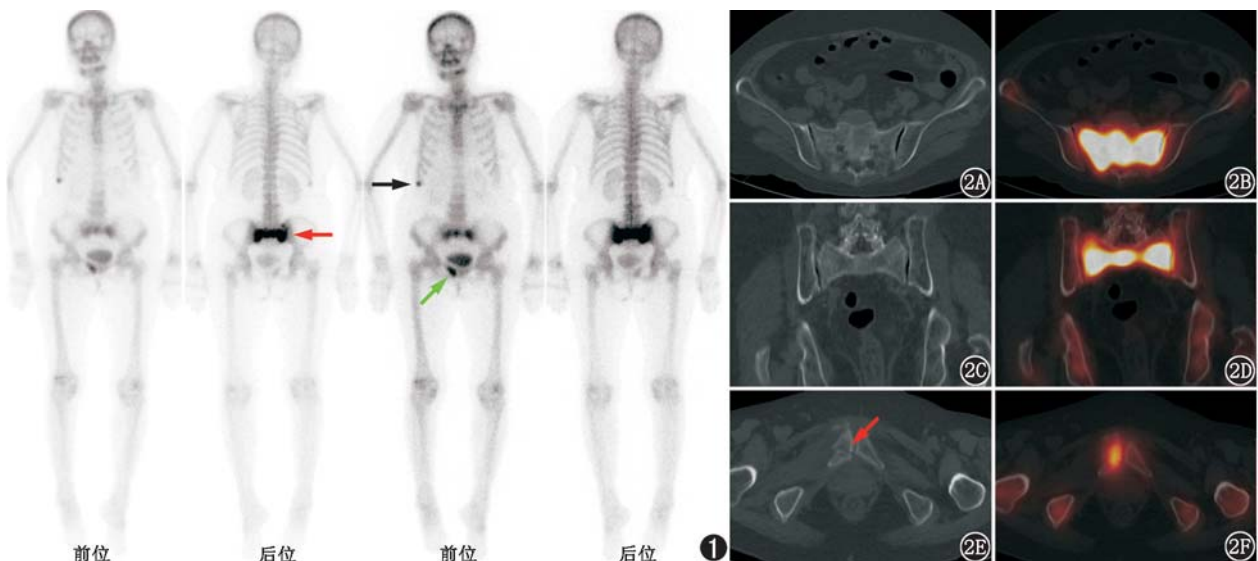


图1 骶骨功能不全性骨折患者(女,79岁)^{99m}Tc-亚甲基二膦酸盐(MDP)全身骨显像图。骶骨(红箭头示)、右侧第8侧肋(黑箭头示)、右侧耻骨(绿箭头示)可见异常放射性浓聚灶。图2 同一患者骨盆SPECT/CT融合显像图。横断面及冠状面CT可见骶骨骨质密度不均匀增高(2A、2C),相应部位放射性异常浓聚(2B、2D),冠状面双侧骶骨翼及骶骨体的放射性摄取呈典型“H”征(2D);右侧耻骨骨皮质断裂,可见骨折线(2E,箭头示),局部放射性摄取异常增高(2F)

重部位或活动度较大、易产生扭曲力的部位,最常见的部位是骨盆,其次是椎体(尤其以承重最多的下段胸椎及腰椎多见),另外股骨、胫骨、跟骨及跖骨也容易发生功能不全性骨折。骨质疏松是功能不全性骨折发生的根本原因,绝经后女性多见。除此之外,放射性治疗、长期激素使用、类风湿关节炎及一些代谢性疾病也是发生功能不全性骨折的危险因素^[2]。

放疗作为肿瘤治疗的一种手段,在杀伤肿瘤细胞的同时,也会对放疗野内的健康组织造成损伤。当成骨细胞、破骨细胞、营养骨骼的血管和神经等因放疗受到损伤时,可能造成骨骼正常功能下降,骨量减少、骨折风险增加。放疗后的骨痛常被疑诊为肿瘤骨转移,若对放疗相关功能不全性骨折认识不足,影像学检查也可能会误诊,因此提高对放疗相关功能不全性骨折的认识对于临床决策至关重要。如图 3 为 1 例直肠癌手术及放疗后骶骨功能不全性骨折患者,其全身骨显像表现为骶骨典型的“H”征,与本例表现相似;该例患者 1 年后骶骨骨折已修复,但又新出现胸椎骨折。在⁹⁹Tc^m-MDP 全身骨显像中,骶骨功能不全性骨折典型的表现为“H 形”示踪剂摄取增高区,其由双侧骶骨翼示踪剂浓聚的 2 条垂直带经骶骨体示踪剂浓聚区的水平带连接而成,该征象具有一定的诊断意义,约 40% 的患者可见典型的“H”征^[3];但也需注意骶骨功能不全性骨折也可表现为不对称的、单侧的骶骨翼浓聚区,或双侧骶骨翼浓聚区伴部分水平带、单侧骶骨翼浓聚区伴水平带浓聚等形式。¹⁸F-脱氧葡萄糖 (fluorodeoxyglucose, FDG) PET/CT 显像中也需注意鉴别功能不全性骨折与骨转移(图 4),结合病变出现部位(是否在放疗野内)、摄取增高程度、CT 上骨折线或骨质硬化带、骨折部位骨膜增生或骨痂形成等均能提高诊断的准确性。

除功能不全性骨折外,疲劳性骨折 (fatigue fracture) 也是应力性骨折的一种类型(图 5,6)。与功能不全性骨折不同,疲劳性骨折是由于骨骼长期、持续性遭受作用力而诱发的骨

折。应力作用会诱发新骨形成,骨暂时性弱化,若此时应力持续作用,骨骼无充足时间进行修复,可能会造成微骨折,微骨折持续累积最终导致皮质断裂^[4]。此外,骨骼肌的疲劳也会使骨骼失去保护作用,导致骨骼受损。疲劳性骨折好发于运动员、军人及活动量大的中老年人,其病因有内在因素,也有外在因素。内在因素主要有年龄、性别、激素状态、骨质量、肌力及步态等;而外在因素则包括训练方案(如运动强度、运动类型)和设备相关因素(如运动场地、鞋类)。疲劳性骨折中,胫骨(33%)骨折最常见,其次是跖骨(20%)、跗骨(20%)、股骨(11%)、腓骨(7%)和骨盆(7%)等^[1]。

下肢长骨疲劳性骨折以胫骨多见。跑步运动常容易发生胫骨疲劳性骨折,以胫骨远端后内侧多见,主要是由于该处是胫后肌肉及部分足底屈肌肌腱附着处,运动过程中腓肠肌-比目鱼肌复合体的重复张力、足底深屈肌的牵拉及冲击力三者联合作用于此。跳跃性运动则容易引起胫骨前缘皮质骨折,这是因为胫骨前侧肌肉较少,对跳跃所产生的冲击力缺乏有效缓冲。胫骨内侧髁骨折是由于足踝部反复的背屈、旋转,踝关节前内侧受较大撞击而造成。股骨的疲劳性骨折多发生于股骨颈,主要是由于股骨颈承受着几倍体质量的载荷及相当大的拉伸力和压缩力。腓骨应力性骨折相对少见,常见于腓骨远端 1/3 处,跖趾屈肌的反复收缩与腓骨应力性骨折的发生有关^[4]。

跖骨是足部疲劳性骨折的常见部位,尤其是第 2,3 跖骨中远端(图 5),于跑步者或舞者(尤其是芭蕾舞舞者)中常见。相较于其他跖骨,第 2,3 跖骨抗弯曲能力最弱,而在运动过程中第 2,3 跖骨承受的弯曲力和剪切力却最大^[5]。除跖骨外,跟骨及舟骨也可发生疲劳性骨折。跟骨多由小梁骨组成,骨皮质薄,跑跳运动造成的足跟部反复撞击及足底跟腱的反牵拉力联合作用是其骨折发生的原因,其骨折线多垂直于骨小梁走行。舟骨的疲劳性骨折多发生于从事高强度运动(如网球、田径)的患者,由于其解剖位置的特殊性,在运动

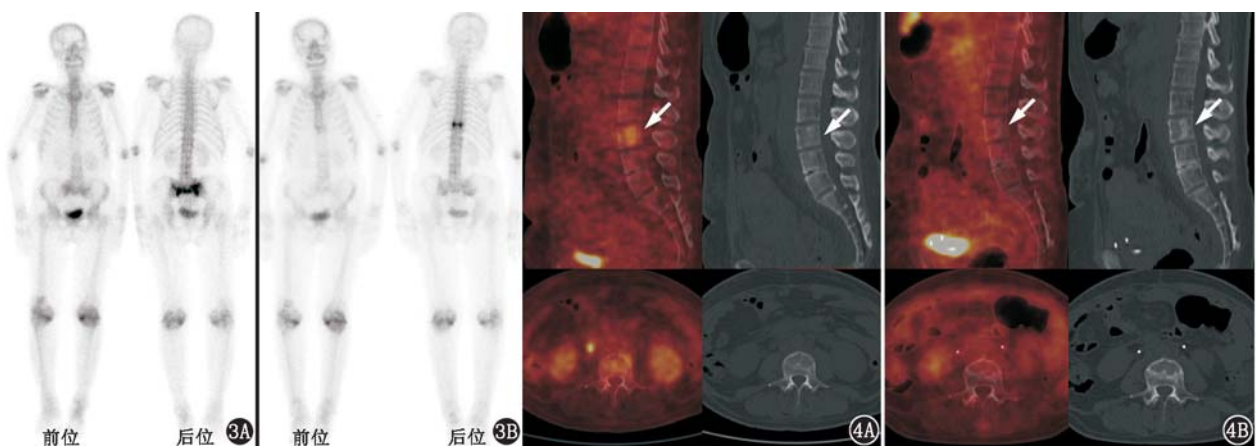


图 3 放疗相关功能不全性骨折患者(女,81 岁)⁹⁹Tc^m-亚甲基二膦酸盐(MDP)全身骨显像图。3A.患者因直肠癌行化疗、盆腔局部放疗及手术,放疗结束 3 个月后患者出现右侧腰部疼痛,全身骨显像可见骶骨呈“H 形”示踪剂浓聚;3B.1 年后复查全身骨显像,可见原骶骨放射性增高灶已不明显,考虑为骶骨功能不全性骨折修复,新见 T₉ 椎体放射性异常浓聚,后行 T₉ 椎体穿刺活检组织检查,病理未见肿瘤细胞,亦考虑为功能不全性骨折 图 4 放疗后腰椎功能不全性骨折患者(女,42 岁;2019 年 6 月确诊宫颈癌,后行盆腔外放疗 28 次,宫颈内放疗 5 次,化疗 7 个疗程)¹⁸F-脱氧葡萄糖(FDG)PET/CT 显像图。4A.2019 年 12 月 PET/CT 图像可见 L₄ 椎体局部条带状骨密度略增高影(箭头示),放射性摄取弥漫轻度增高,考虑放疗野内腰椎功能不全性骨折;4B.后未经特殊治疗,2020 年 5 月复查 PET/CT 可见 L₄ 椎体骨质硬化带更明显(箭头示),局部放射性摄取增高已不明显,考虑 L₄ 椎体功能不全性骨折修复

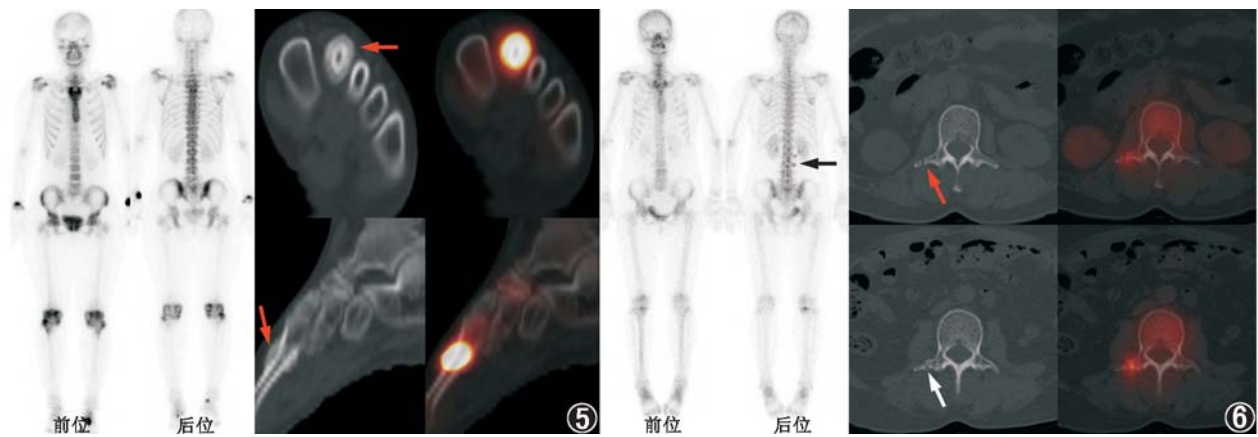


图 5 跖骨疲劳性骨折患者(女,20岁) $^{99}\text{Tc}^{\text{m}}$ -亚甲基二膦酸盐(MDP)全身骨显像及左足 SPECT/CT 显像图。患者 2 个月前跑步后出现左足背部疼痛,自行服用非甾体抗炎药后症状可缓解。全身骨显像可见左侧足背部异常放射性浓聚,左足 SPECT/CT 显像可见左足第 2 跖骨骨膜成骨性改变,密度均匀一致,相应部位放射性摄取异常浓聚(箭头示);局部骨皮质稍向内凹陷,骨皮质及髓腔密度未见异常。结合病史,考虑左足第 2 跖骨疲劳性骨折可能性大 **图 6** 腰椎横突疲劳性骨折患者(女,49岁) $^{99}\text{Tc}^{\text{m}}$ -MDP 全身骨显像及腰椎 SPECT/CT 显像图。患者 2 个月前意外摔倒,后腰及右手疼痛 1 个月左右症状缓解,全身骨显像后位图像可见第 2、3 腰椎右缘点状示踪剂浓聚(黑箭头示);腰椎 SPECT/CT 显像可见 L₂(红箭头示)及 L₃(白箭头示)右侧横突骨折线,相应部位放射性摄取增高

过程中,舟骨会同时受到来自前方楔骨及后方距骨的双重作用力;另外舟骨由胫后动脉及足背动脉的分支供血,血管多分布于胫骨侧面,其中间带血管稀疏,血供匮乏,因此舟骨骨折多发生于中间乏血供带^[6]。

骨盆疲劳性骨折多发生于耻骨下支,主要与耻骨下支起始处的大收肌重复拉伸有关,于长跑运动员中多见^[4]。腰椎横突疲劳性骨折相对少见,跌倒或划艇运动员及腰部扭伤患者多见此种类型骨折(图 6),L₂~L₄ 椎体好发,可能与 L₂~L₄ 椎体活动度大有关,另外腹横肌收缩也是腰椎横突骨折发生的原因。解剖上腰筋膜分前、中、后层,其中腰筋膜中层附着在横突尖端,而腹横肌的腱膜从侧面附着在腰筋膜中层,在运动过程中,腹横肌收缩产生的张力通过腰筋膜中层传递至横突,从而造成横突骨折^[7]。

除骶骨功能不全性骨折在全身骨显像上可表现为特征性的“H”征外,应力性骨折缺乏特征性骨显像表现,在肿瘤患者中易造成误诊,SPECT/CT 显像可提供解剖定位及细节改变,有助于准确诊断。在临床工作中,医师应当对该种骨折类型有一定的知识储备,仔细予以甄别,以免造成漏诊及误诊。

利益冲突 所有作者均声明不存在利益冲突

参 考 文 献

[1] Matcuk GR Jr, Mahanty SR, Skalski MR, et al. Stress fractures: pathophysiology, clinical presentation, imaging features, and treat-

ment options[J]. *Emerg Radiol*, 2016, 23(4): 365-375. DOI:10.1007/s10140-016-1390-5.

[2] Gibbs WN, Doshi A. Sacral fractures and sacroplasty[J]. *Neuroimaging Clin N Am*, 2019, 29(4): 515-527. DOI:10.1016/j.nic.2019.07.003.

[3] 丁浩源,陈跃,朱艳,等.功能不全性骨折的全身骨显像及局部 SPECT/CT 断层显像特点[J].*中国医学影像学杂志*, 2017, 25(11): 858-861, 863. DOI:10.3969/j.issn.1005-5185.2017.11.015. Ding HY, Chen Y, Zhu Y, et al. Features of whole-body bone scan and local SPECT/CT tomography of insufficiency fracture[J]. *Chin J Med Imaging*, 2017, 25(11): 858-861, 863. DOI:10.3969/j.issn.1005-5185.2017.11.015.

[4] Harrast MA, Colonna D. Stress fractures in runners[J]. *Clin Sports Med*, 2010, 29(3): 399-416. DOI:10.1016/j.csm.2010.03.001.

[5] McInnis KC, Ramey LN. High-risk stress fractures: diagnosis and management[J]. *PM R*, 2016, 8(3 Suppl): S113-124. DOI:10.1016/j.pmrj.2015.09.019.

[6] Mandell JC, Khurana B, Smith SE. Stress fractures of the foot and ankle, part 2: site-specific etiology, imaging, and treatment, and differential diagnosis[J]. *Skeletal Radiol*, 2017, 46(9): 1165-1186. DOI:10.1007/s00256-017-2632-7.

[7] Barker PJ, Urquhart DM, Story IH, et al. The middle layer of lumbar fascia and attachments to lumbar transverse processes: implications for segmental control and fracture[J]. *Eur Spine J*, 2007, 16(12): 2232-2237. DOI:10.1007/s00586-007-0502-z.

(收稿时间:2021-03-10)