

· 论 著 ·

MRI 诊断应力骨折 24 例

陈小余, 周开渝, 肖 红

(武警重庆总队医院放射科, 重庆 400061)

摘要:目的 分析应力性骨折的解剖学和生物力学特征及 MRI 表现, 提高对应力性骨折的 MRI 诊断。方法 回顾性分析经临床随访或病理证实的 24 例不同部位应力骨折患者的 MRI 图像。结果 24 例中, 髌骨、耻骨、坐骨及股骨头颈部和上段 2 例, 股骨下段 4 例, 胫骨 11 例, 胫骨上段和股骨下段同时发病 3 例, 跖骨 2 例, 腓骨中上段 2 例。MRI 均可见骨髓腔内斑片状长 T1、长 T2 水肿信号, 范围远较平片广泛; 3 例骨皮质周围见环形或半环形长 T1、长 T2 骨膜水肿信号; 4 例可见骨折线, 冠、矢状位表现为髓腔内斜形或横形线条状长 T1、短 T2 信号影, 骨皮质中断; 10 例可见骨皮质增厚, 呈长 T1、短 T2 信号; 软组织肿胀呈弥漫性长 T1、长 T2 信号。**结论** MRI 能够更敏感地发现早期应力性骨折, 为诊断和判断骨折愈合情况提供更多信息。

关键词:骨折, 应力性; 磁共振成像

中图分类号: R683.04; R455.2

文献标识码: A

文章编号: 1671-8348(2010)09-1061-02

MRI findings in diagnosis of stress fracture

CHEN Xiao-yu, ZHOU Kai-yu, XIAO Hong

(Department of Radiology, Chongqing Municipal People's Armed Police Corps Hospital, Chongqing 400061, China)

Abstract: **Objective** To improve MRI diagnosis of stress fracture by analyzing its features of anatomy and biomechanics and MRI findings. **Methods** MRI findings in 24 cases with stress fractures confirmed by follow-up and pathology results were retrospectively analyzed. **Results** The stress fracture was observed in the pelvis and femoral head, neck, superior part in 2 cases, in the inferior part of the femur in 4 cases, tibia in 11 cases, in the proximal tibia and distal femur in 3 cases, metatarsal in 2 cases, in the middle - superior part of the fibula in 2 cases. On MRI, all 24 patients demonstrated diffusion long T1 and long T2 signal in the medullary cavity suggesting marrow edema, which showed more extensive than plain film. Periosteal edema was seen displaying ring-shaped or half ring-shaped long T1 and long T2 signal intensity around the cortex in 3 cases. Fracture line in 4 cases showed a linear band of long T1 and short T2 signal in the medullary cavity on sagittal and coronal, disruption of the bony cortex. Thickened cortex in 10 cases showed long T1 and short T2 signal intensity. Soft tissue swelling was also identified showing diffuse long T1 and long T2 signal intensity. **Conclusion** MRI could be a more sensitive method in the detection of the early stress fracture and provide more information for diagnosis and bony healing.

Key words: fracture, stress; magnetic resonance imaging

应力骨折又称“疲劳骨折”, 是军事训练、运动员常见的损伤, 以往报道主要发生在足, 但现在报道多发于胫骨及股骨, 与训练和运动方式相关^[1]。应力骨折早期 X 线平片常呈阴性, MRI 目前已成为评价早期应力性损伤的最好方法, 是诊断应力骨折的金标准^[2]。作者搜集本院 2004 年 2 月至 2009 年 6 月经临床随访或病理证实的 24 例不同部位应力骨折患者的临床及影像学资料, 结合国内外文献, 分析其 MRI 表现, 旨在提高对本病的认识和降低误诊率。

1 临床资料

1.1 一般资料 本组 24 例, 男 23 例, 女 1 例, 年龄 17~56 岁, 平均 25 岁, 初诊时病程 7 d 至 3 个月, 所有患者无明显外伤史, 12 例为入伍参加急训的新兵, 8 例为参加高强度训练的老兵, 1 例为高中生, 有考前体能测试训练史, 3 例年龄稍大, 有长期长跑或爬山运动史。主要症状为疼痛, 活动时加重。查体于患处扪及软组织肿块 8 例, 质硬无活动, 局部皮温正常, 无窦道。

24 例均行 MRI 检查及数字化摄影(DR)检查, 6 例行 CT 检查, 其中 5 例同时行 MRI、CT、DR 检查, 12 例行 2 次或 2 次以上 MRI 检查, 随访时间 2~19 个月, 患者休息或制动后临床症状减轻或消失, MRI 表现骨髓水肿信号减轻或消失, 骨折线模糊、消失。本组 8 例误诊为骨髓炎, 4 例误诊为骨膜炎, 6 例误诊为肿瘤做了手术切除, 病理报告为无定形基质形成和增生骨组织, 骨周边结缔组织增生, 少量炎细胞浸润。

1.2 影像学检查 MRI 检查采用 Siemens MAGNETOM C

0.35T 磁共振扫描仪。检查序列: FSE T1WI, TR597ms, TE18ms; FSE T2WI, TR3890ms, TE99ms; 脂肪抑制 FSE T2WI, TR4710ms, TE48ms; CT 检查采用 Siemens Spirit 双层螺旋 CT 机, DR 检查采用加拿大动态影像公司(IDC)数字化 X 线摄影机。

2 结 果

24 例中, 双侧同时发病 2 例, 其中 1 例发生在双侧胫骨中段, 另 1 例发生在双侧髌骨、耻骨、坐骨及股骨头、颈及上段; 单



平片正位见胫骨中段内缘少许骨膜反应, 骨皮质增厚(白箭头), 未见骨折线。

图 1 胫骨中段内侧骨膜反应

侧发病 22 例,胫骨 10 例,其中上段 6 例,中段 2 例,中上段 2 例;股骨下段 4 例,胫骨上段和股骨下段同时发病 3 例,跖骨 2 例,髌骨体、耻骨、坐骨 1 例,腓骨中上段 2 例(图 1~8)。



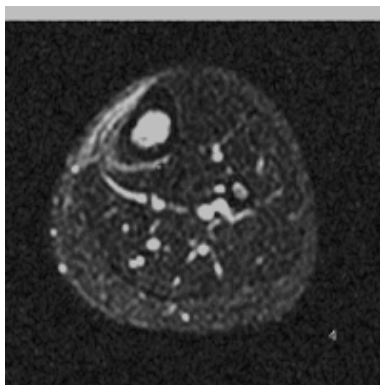
冠状位 T1WI 可见胫骨中段髓腔内斑片状长 T1 信号影(白箭头),内侧软组织肿胀。

图 2 胫骨中段骨髓水肿



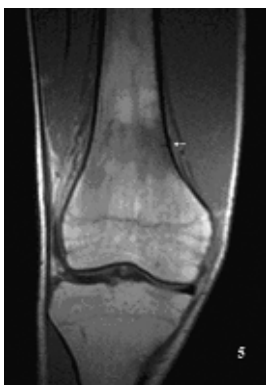
冠状位 T2WI 脂肪抑制可见胫骨中段髓腔内弥漫性高信号影(白箭头),内侧软组织肿胀,信号异常。

图 3 胫骨中段骨髓水肿并软组织肿胀



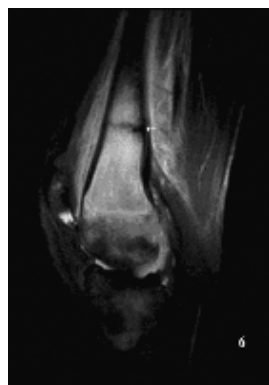
轴位 T2WI 脂肪抑制可见半环形骨膜水肿(白箭头)与内侧软组织水肿融合在一起,呈条片状高信号。

图 4 胫骨中段骨膜水肿



冠状 T1WI 见股骨下段内缘骨皮质中断(白箭头),髓腔内可见线样不规则形骨折线及斑片状长 T1 信号影,边缘模糊。

图 5 股骨下段骨折(不全性)并骨髓水肿

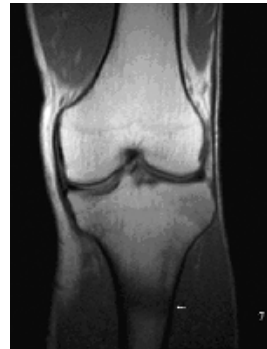


冠状 T2WI 脂肪抑制见股骨下段内后缘骨皮质中断(白箭头),髓腔内可见低信号横形骨折线和大片状骨髓水肿,周围软组织弥漫性水肿。

图 6 股骨下段横形骨折

5 例平片无异常发现,10 例骨皮质增厚(图 1),髓腔变窄,密度增高,6 例可见横形或斜形骨折线,表现为高密度骨皮质

和骨痂内线样透亮影,3 例髓腔内见横形致密带,5 例见皮质旁丘状骨痂生长。CT 横断面扫描见骨皮质内骨折线及皮质旁骨痂生长和增厚的骨皮质,髓腔变窄,密度增高;MRI 扫描 24 例均可见髓腔内斑片状或大片状长 T1、长 T2 信号影(图 2、3),脂肪抑制像呈高信号,范围较平片广泛,其中 10 例见骨皮质明显增厚(图 2),呈长 T1、短 T2 信号改变,4 例髓腔内可见斜形或横形线条状长 T1、短 T2 信号影,可贯穿整个骨干或部分骨干,骨皮质中断(图 5、6、8),3 例可见骨膜水肿(图 4),表现为围绕骨皮质周围环形或半环形长 T1、长 T2 信号影,12 例可见软组织明显肿胀(图 3、6),呈弥漫性长 T1、长 T2 信号改变。



冠状 T1WI 示胫骨上段髓腔内横形带状低信号影(白箭头)。

图 7 胫骨上段横形骨折



冠状 T2WI 脂肪抑制示胫骨上段髓腔内横形带状低信号影与骨皮质相连(白箭头),周围骨髓见水肿信号,邻近软组织肿胀。

图 8 胫骨上段横形骨折并软组织肿胀

3 讨论

应力骨折是指骨骼受到长期、反复、低于骨骼的耐受极限,引起局部骨质累积性损伤和吸收破坏,一旦超过机体的修复能力出现骨皮质断裂。本病好发于特定人群,以运动员、入伍新兵、舞蹈演员多见。关于应力骨折部位及发病机制,作者结合有关文献及本组病例特点认为,应力骨折部位的变化可能与军训内容改变有关,六七十年代,军训以长途行军为主,对足部持重骨骼反复应力作用,根据足弓的解剖特点,骨折易发生在第 2 跖骨,有行军骨折之称^[3]。随着部队职能化及训练手段内容改变,骨折部位发生变化,武警部队由于特殊职能作用,军训内容多,强度大,以长跑、跳跃、散打、正步走、擒拿格斗等为主要内容,文献报道,应力骨折多发生在胫骨及股骨,以胫骨为主(50%~80%)^[4],这与解剖学和生物力学特征有关。胫骨中上段略凸向内侧,中下段略凸向外侧,胫骨外侧有腓骨支持,小腿肌肉从前外侧、后侧及外侧附着并包裹胫骨,胫骨中上段内凸部分正好位于“肌肉空白区”,形成生物力学的薄弱区;长时间大负荷运动使肌肉产生疲劳损伤时,减弱其保护和减震作用,改变胫骨应力分布,是导致应力骨折动态病理学基础^[5];本组 14 例胫骨应力骨折,上段 9 例,中上段 2 例,中段 3 例。股骨下段为股骨干和股骨髁移行处,横断面逐由圆形变为椭圆形,且股骨嵴的两层在此平面的后侧彼此分离,形成一尖端向上的凹凸不平三角形表面。根据力学工程原理,在构件断面突然改变方向和表面粗糙不平、光洁度不好的部位将造成应力集中,构成力学上的薄弱点,这可能是应力骨折好发于此处的力学基础^[6],本组 7 例股骨应力骨折发生在此区域。

X 线平片对应力骨折早期检出率低,敏感性差。文献报道,MRI 和 SPECT 对骨折早期显示较敏感,MRI 对早期骨髓水肿和软组织水肿显示比 X 线和 CT 检查(下转第 1065 页)

低,其多态性在整个试剂盒中起的作用有限。目前 ABI 公司已推出新的 Sinofiler 商品化试剂盒, Identifiler 体系中的 TH01、TPOX 基因座被新试剂盒中的 D12S91、D6S1043 基因座所替换,林源等^[5]的研究显示,对不排除的二联体案例,使用 Sinofiler 检测的数据结果可得到较高的 CPI 值,对中国汉族人群的亲权鉴定具有极高的使用价值。另外,亲权指数 CPI 值不仅与遗传标记数有关,还与不同人群等位基因频率的计算有关,且在部分亲权鉴定案中有很大的差异^[6],本地区群体的等位基因频率是否会影响 CPI 值的高低,也有待对 STR 分型数据的进一步积累、整理和分析。总之,对于单亲亲子鉴定,应比三联体要求更为严格,检测不能少于 15 个 STR 基因座,从而增加鉴定的准确性,减少可能的错误鉴定结论。

突变在遗传学上是一个较常见的现象,一般突变率较高的 STR 基因座都具有高度的多态性,而片段长的等位基因更易发生突变。有资料显示,个别较长的等位基因突变率可高达 11.7%^[7],这在亲权鉴定中是一个不容忽视的风险因素,所以在结果的解释和结论的判断上必须持以慎重和科学的态度。一般认为,STR 产生突变的机制是复制时的模板滑动,突变时产生 1 个重复单位的变化占突变总数的 90% 以上,如超过 1 个重复单位时,则更倾向于排除他们之间有亲生关系^[8]。在作者所检测的案例中,还未遇到 2 个基因座突变和多步突变的案例,虽然有 1 个案例在应用 15 个 STR 基因座进行检测时存在 2 个不符遗传规律基因座,但通过加测基因座和加测母亲样本,排除指标大于 3 个基因座,为此作者作出排除亲子关系的鉴定结论。在所分析的检案中,3 个突变案例都为基因的单步突变,FGA、D18S51 为突变率最高的几个基因座之一,与文献

报道一致^[9],但突变率 1.09% 高于文献资料^[7],这是否与不同地区人群分布有关还有待进一步探讨。

参考文献:

- [1] 李莉,柳燕,李成涛,等. 亲权鉴定实验室规范及技术标准建议[J]. 中国司法鉴定,2006,2:30.
- [2] 侯一平. 法医学证学[M]. 2 版. 北京:人民卫生出版社,2004:233.
- [3] 吕德坚,陆惠玲. DNA 亲权鉴定[M]. 广州:暨南大学出版社,2005:234.
- [4] 黄霞,王跃华,王蓉,等. Identifiler 体系在亲子鉴定中的应用分析[J]. 重庆医学,2007,36(21):2138.
- [5] 林源,郭宏,赵珍敏,等. Identifiler 和 Sinofiler 试剂盒在亲权鉴定中的应用与评估[J]. 中国司法鉴定,2008,1:49.
- [6] 吕德坚,刘秋玲,陆惠玲,等. STR 等位基因频率对父权指数的影响[J]. 法医学杂志,2005,21(3):197.
- [7] John MB. 法医 DNA 分型[M]. 侯一平,刘雅诚译. 北京:科学出版社,2007:104.
- [8] 朱运良,黄艳梅,伍新尧. 单亲案亲权鉴定结果判定策略[J]. 法医学杂志,2006,22(4):281.
- [9] 李成涛,郭宏,赵珍敏,等. 亲权鉴定中常用 STR 基因座的基因组学和遗传学分析[J]. 法医学杂志,2008,24(3):214.

(收稿日期:2009-08-12 修回日期:2009-10-20)

(上接第 1062 页)

早而清晰^[7],MRI 和 SPECT 是诊断应力骨折较为敏感的方法,但 MRI 的敏感性和特异性均比 SPECT 高,是检查应力骨折更好的方法^[2]。MRI 的基本序列包括常规 T1WI、T2WI、T2WI 脂肪抑制序列,T1WI 可提供良好的解剖细节,T2WI、T2WI 脂肪抑制对判断骨髓水肿和软组织损伤尤为重要;应力骨折的 MRI 征象主要有:(1)骨髓水肿,最常见征象表现为骨髓腔内斑片状长 T1、长 T2 信号影(图 2、3),范围远超过平片和临床压痛区域,代表骨小梁微骨折;(2)骨膜水肿(图 4),表现为围绕骨皮质周围环形或半环形长 T1、长 T2 信号,厚薄均匀,代表早期骨膜下出血或骨膜反应;(3)骨折线,对于应力骨折有特异性诊断价值,表现为局部骨皮质中断,T1WI 在高信号的骨髓腔内可见线样低信号,T2WI 可见低信号骨皮质断裂呈稍高信号(图 5、6);(4)修复期骨膜反应和骨痂形成,外骨痂表现为局部增厚低信号骨皮质,髓腔明显变窄,内骨痂表现为冠状、矢状位 T2WI 上可见高信号水肿的髓腔内与骨皮质相连的横形低信号带(图 7、8);(5)软组织肿胀表现为骨质周围弥漫性长 T1、长 T2 信号(图 3、6)。上述 MRI 表现中,骨髓水肿、骨膜水肿及软组织肿胀代表应力骨折早期表现;局部骨皮质断裂和内外层骨膜增生代表应力骨折后期表现,这种辨别早期和后期应力骨折能力对临床治疗指导非常重要;另外,MRI 在应力骨折复查、随访及愈合期监测亦有重要意义。虽然平片能显示骨痂形成多少与骨折愈合有关,但作者发现骨痂形成多少与骨髓水肿范全不完全一致,通常 MRI 发现病变范围明显大于平片所见,MRI 见髓腔水肿信号减轻、范围减小或消失预示病情好转或愈合。虽然 MRI 提高了应力性骨折敏感性,但应力骨折的 MRI 表现缺乏特异性,易误诊为急性化脓性骨髓

炎、慢性硬化性骨髓炎、骨肉瘤和骨样骨瘤,需进一步结合临床病史及职业史才能做出诊断。

总之,MRI 能够发现早期平片无阳性表现的应力性骨折,对早期诊断有很大价值,对临床治疗和预后判断有很大帮助,应作为应力性骨折的首选检查方法。

参考文献:

- [1] 刘峰,徐龙江,杨海涛,等. 疲劳骨折 68 例临床调查分析[J]. 实用骨科杂志,1999,5(2):127
- [2] Gaeta M, Minutoli F, Scribano E, et al. CT and MRI findings in athletes with early Tibial stress injuries: comparison with bone scintigraphy and emphasis on cortical abnormalities[J]. Radiology, 2005, 235:553.
- [3] Silverberg SG. Principles and practice of surgical pathology[M]. New York: John Wiley Sons, 1983:383.
- [4] 李勇刚,王仁法,张景锋,等. 应力性骨折的影像学诊断[J]. 中华放射学杂志,2005,39(1):72.
- [5] 刘进海,刘保和. 疲劳骨折的生物力学机制浅析[J]. 中国骨科杂志,1996,16(12):794.
- [6] 赵岩,赵奇峰. 10 例股骨下端疲劳骨折的生物力学探讨[J]. 天津医科大学学报,2000,6(1):118.
- [7] Feydy A, Drape J, Beret E, et al. Longitudinal stress fractures of the tibia: comparative study of CT and MR imaging[J]. Eur Radiol, 1998, 8:598.

(收稿日期:2009-08-25 修回日期:2009-09-28)