

· 论 著 ·

四肢关节专用 MRI 诊断疲劳性骨折的价值

何 东, 陈兴灿, 钟 琦, 李焕国, 毛佳伟, 岳承红

[摘要] **目的** 探讨四肢关节专用 MRI 诊断疲劳性骨折的价值。**方法** 回顾性分析 46 例经临床诊断或随访证实的疲劳性骨折的 X 线和 MRI 影像资料。**结果** 46 例数字化 X 线摄影均未见明确骨折线, 而 MRI 不仅能显示疲劳性骨折的骨折线, 而且能显示骨折周围骨髓腔、软组织的水肿和出血, 骨膜反应等变化。骨折线在 T₁WI 和 T₂WI 均呈低信号, TSE-T₂WI 和 GE-STIR 为诊断骨挫伤的最有价值的序列。17 例骨膜反应中, 12 例 T₂WI 表现为包绕骨皮质的环形等或略高信号, 5 例为低信号。**结论** 四肢关节专用 MRI 对疲劳性骨折能作出早期诊断, 对临床鉴别诊断和早期干预治疗意义重大。

[关键词] 四肢; 疲劳性骨折; 磁共振成像

[中图分类号] R683.4 **[文献标志码]** A **doi:**10.3969/j.issn.1672-271X.2014.01.016

Diagnostic value of the dedicated extremity MRI in fatigue fracture

HE Dong, CHEN Xing-can, ZHONG Qi, LI Huan-guo, MAO Jia-wei, YUE Cheng-hong. Department of Radiology, 117 Hospital of PLA, Hangzhou, Zhejiang 310013, China

[Abstract] **Objective** To investigate the value of the dedicated extremity MRI in diagnosing fatigue fracture. **Methods** X-ray and MRI data of 46 cases with fatigue fracture confirmed by clinical diagnosis or follow-up were retrospectively analyzed. **Results** 46 cases had no definite fracture line in DR. MRI could demonstrate not only the fracture line, but also the swelling and hemorrhage of marrow cavity and the soft tissue. The fracture line was low signal intensity on T₁WI and T₂WI. TSE-T₂WI and GE-STIR were the most valuable sequence in diagnosing bone injury. 12 of 17 periosteal proliferation cases showed ring form of iso-or minimal high signal intensity encased cortical bone, the other 5 cases showed low signal intensity. **Conclusion** The dedicated extremity MRI is of great value in the early diagnosing of fatigue fracture for clinic antidiastole and early treatment.

[Key words] extremity articulation; fatigue fracture; magnetic resonance imaging

疲劳性骨折是正常骨反复、多次经受轻微超负荷力量作用而引起的骨折^[1], 临床上多无典型外伤史, 早期 X 线平片通常为阴性, 容易漏诊或误诊, 导致不恰当的活检或外科手术^[2], 因此正确诊断对避免军事训练伤和评估临床治疗方案有着重要意义^[3]。最近几年在我国逐步推广使用的四肢关节专用 MRI 系统, 具有高的软组织分辨率、多方位成像、操作简便、价格低廉等特点。笔者对我院 2009 年 11 月 - 2013 年 7 月经临床诊断和随访证实的 46 例下肢疲劳性骨折的影像表现进行回顾性分析, 讨论四肢关节专用 MRI 诊断疲劳性骨折的价值。

1 对象与方法

1.1 对象 本组 46 例, 男性, 战士, 年龄 17 ~ 29 岁, 平均 20 岁。所有患者均无明显外伤史, 但有短期内大强度训练史。症状主要表现为下肢局部隐痛或钝痛, 逐渐加重, 行走活动受限, 休息后缓解, 无

夜间痛。查体: 患部出现肿胀, 环形压痛(+), 叩击痛(+), 15 例可感觉局部硬性肿块, 无骨擦音、骨擦感, 无明显畸形, 无反常活动。病史 1 周 ~ 3 个月不等。

1.2 检查方法 所有患者均行 X 线摄片及 MRI 扫描。X 线检查采用 Kodak DR 设备, 根据外伤部位采用常规位置或特殊位置投照, 所有图像均符合投照技术规范。MRI 扫描使用意大利百胜公司生产的 E-SCAN 0.2T 四肢关节专用磁共振扫描仪, 患者仰卧于检查床上, 将患肢伸入线 T₂WI TR/TE (2580/80 ms)、GE-STIR TR/TE (1190/25 ms), 矩阵 256。轴位、矢状及冠状面多方位成像, 采用层厚 4 mm, 间隔 0.4 mm。

1.3 读片及分析方法 由两名高年资放射科医生对各病例的 X 线平片和 MRI 影像资料进行分析, 平片注意观察骨折线、骨膜反应、骨痂生长及周围软组织情况。MRI 观察骨折线、骨髓腔, 骨膜反应, 关节软骨, 韧带、肌腱、半月板及周围软组织的形态信号改变。

2 结果

2.1 发生数目及分布情况 46 例中,单发 41 例,多发 5 例(双侧胫骨 2 例,右胫腓骨 2 例,左胫腓骨 1 例),共累及 51 个骨骼,其中胫骨 33 个(上段 24 个,中段 6 个,下段 3 个),腓骨 10 个(上段 3 个,中段 2 个,下段 5 个),股骨 3 个(均为下段),第 2 跖骨 3 个,第 3 跖骨 2 个。

2.2 X 线表现 根据骨膜、骨痂的增生情况及有无骨折裂隙,将疲劳性骨折分为 3 期^[4]:①早期:大多无明显 X 线表现,或仅有轻微的骨膜增生。②中期:大量骨膜增生及骨痂形成期。③晚期:修复愈合期。本组 46 例 51 个骨折部位未见明显低密度骨折线,有 13 个仅表现为局部骨皮质毛糙,密度略减低,或软组织内局限性包块。其余 38 个骨折部位符合中晚期疲劳性骨折 X 线表现:病灶部位骨髓腔内形成条带状硬化带,边缘模糊;骨皮质旁层状骨膜增生;骨折部位骨干增粗,后内侧出现不同程度的骨皮质增厚,以胫骨上段明显,伴有梭形或丘状骨痂,边缘光整。

2.3 病灶 MRI 表现 所有病例冠状位或矢状位可

见清晰的横行或斜行线状低信号骨折线, T₁WI、T₂WI 均可显示,部分周围见条带状低信号灶。骨折线上下邻近髓腔及周围软组织 T₁WI 呈边缘模糊的低信号水肿区, T₂WI 呈弥散分布的高信号,在脂肪抑制序列显示更清晰(图 1)。17 例出现骨膜反应,轴位 T₂WI 显示佳,12 例表现为包绕骨皮质的环形等或略高信号(图 2),5 例为低信号。骨痂在 T₁WI、T₂WI 和脂肪抑制序列上均呈低信号,与骨皮质相似。3 例合并膝关节副韧带损伤,2 例合并半月板撕裂。

3 讨论

3.1 疲劳性骨折的发生机制和临床特点 疲劳性骨折属于隐性骨折中应力性骨折的一种类型^[1,5],是由低于骨骼所能承受极限强度的应力长期反复作用于某一正常骨骼,通过积累效应而出现的骨小梁断裂,或宽大的含松质骨多的干骺端与细的骨干交界处由于肌肉舒缩不协调、应力不平衡导致的骨折,属一种慢性骨损伤,具有积累性、长期性、反复性及细微性等特点^[6]。其病理特征是骨破坏与修复同时进行,持续高强度运动是疲劳骨折的外因,而骨的强度和刚度减弱则是疲劳骨折的内因。

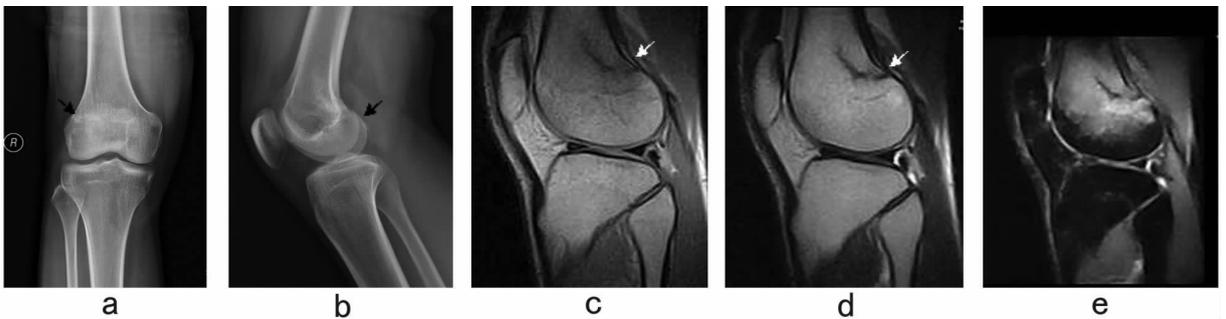


图 1 右股骨外上髁疲劳性骨折 MRI 图

a、b:右股骨正侧位显示右股骨外上髁条形骨质增高影(黑箭头);c(SE-T₁WI)、d(TSE-T₂WI)、e(GE-STIR 矢状位)显示骨折线清晰(白箭头),骨折线上下区域骨髓水肿呈 T₁WI 低信号, T₂WI、STIR 高信号,边界不清,STIR 显示更明显

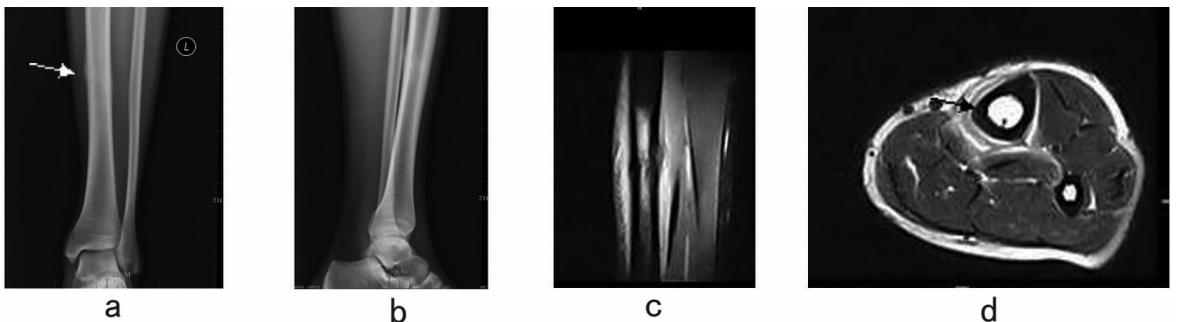


图 2 左胫骨中段疲劳性骨折 MRI 图

a、b:左胫腓骨正侧位显示左胫骨中段骨皮质周围层状骨膜反应(白箭头);c(GE-STIR 冠状位)、d(TSE-T₂WI)横断位显示胫骨中段骨髓水肿,周围软组织肿胀,STIR 呈高信号,胫骨内后方见环形骨膜反应(黑箭头), T₂WI 呈等信号

疲劳性骨折好发于青少年,最常见于新入伍战士的队列训练和连续 3~5 公里长跑、400 米障碍、负重行军,也常见于从事体育运动和舞蹈训练的人群^[7-8],多在发病后数天或数月就诊。各种运动引起的疲劳性骨折部位各异^[9],下肢长管状骨和跖骨多见,尤多见于胫骨,本组中占 64.7% (33/51),其中胫骨上段又占到绝大多数 72.7% (24/33),符合相关文献报道^[10]。曾国庆等^[11]认为高强度军训时下肢伸肌力量远远大于屈肌力量,故股骨和胫骨骨折易发生在内后侧。在出现症状后 1~2 周内,X 线检查常不能显示骨折线,仅可见患部软组织肿胀,与周围软组织分界不清,肌间隙模糊或消失。2~4 周后可见横形或短斜形骨质致密带,为骨小梁断裂、修复形成的内骨痂,患部开始出现连续性层状骨膜反应,范围较局限。1 个月以上者,患部骨质密度增高,后内侧出现不同程度的骨皮质增厚,有大量骨痂形成呈丘状或梭形,仔细观察隐约可见其中的骨折线。晚期(一般在 3 个月)由于骨折以修复为主,普通 X 线片均可发现大量骨痂形成、骨皮质增厚征象。因此 X 线检查的早期检出率低,有文献报道仅为 15.0%~35.0%^[12],且不能显示骨挫伤后骨组织水肿、出血等病理变化。而中晚期因有典型的骨折修复影像学表现,再结合临床病史不难做出诊断。

3.2 四肢关节专用 MRI 诊断疲劳性骨折的优势及价值 MRI 检查无创伤、无辐射,可多平面、多方向成像,对骨髓改变极为敏感,是目前最好的无创性检查。四肢关节专用 MRI 诊断仪,致力于专业化和小型化,检查灵活、方便,无幽闭恐惧感、噪声小,具有良好的软组织对比度和空间分辨率,能清楚显示骨与关节损伤,关节韧带的撕裂,半月板的损伤,关节腔积液等,近年来已广泛使用。MRI 能早期显示松质骨的骨折线及骨髓腔的水肿、出血,对 X 线检查阴性的隐性骨折和(或)骨挫伤的诊断具有明显的优势^[13-14],本组 46 例 51 个骨折部位 X 线片未见明显骨折线,有 13 处仅表现为局部骨皮质毛糙或软组织内局限性包块,对早期疲劳性骨折诊断的敏感度 25.5% (13/51) 明显低于 MRI 的敏感度 100.0% (51/51)。放射性核素扫描(ECT)长期以来一直被认为是检查骨应力性损伤最好的方法,但空间分辨率差,特异性低,另外其浓聚持续 8~10 个月,与 MRI 通常 3 个月即可恢复正常骨髓信号相比,ECT 不利于随访观察。Gaeta 等^[15]通过比较研究发现 MRI 诊断的敏感度明显高于 CT 和 ECT,并且具有很大的特异性,能提供骨损伤的功能和形态的全面信息。结合相关文献报道,笔者认为 MRI 已取代

ECT 成为诊断疲劳性骨折的“金标准”^[12,15-16],是疲劳性骨折的早期诊断与鉴别诊断最佳的检查方法。

在 MRI 扫描时,选择正确的检查方法和扫描参数,可以准确地判断病变部位和范围,避免假阳性及假阴性。本研究中主要采用自旋回波 (spin echo, SE) 序列,快速自旋回波 (turbo spin echo, TSE) 序列,梯度回波脂肪抑制 (gradient echo short time inversion recovery, GE-STIR) 序列,轴位、矢状及冠状面多方位成像。SE-T₁WI 序列对骨折线显示最佳,还能对关节软骨、韧带、半月板等损伤提供有效信息。TSE-T₂WI 和 GE-STIR 序列为 MRI 诊断隐性骨挫伤和骨骼旁软组织损伤的最佳成像序列。TSE 序列具有准确、短时特点,且敏感性和特异性极高,在 TSE-T₂WI 序列上骨折线仍为低信号,而骨髓水肿与出血呈高信号,边界不清楚。GE-STIR 序列采用脂肪抑制技术,使骨髓腔的脂肪信号明显下降,而含水组织的信号并不降低,因而骨髓水肿的范围得以清楚显示。部分病例在骨髓水肿内可见到与骨皮质相连的低信号带,代表骨折后的内骨痂形成,可为诊断提供依据。骨膜反应在 T₂WI 显示敏感,本组 17 例骨膜反应中,12 例表现为包绕骨皮质的环形等或略高信号,与孙凤霞等^[10]报道不符,笔者分析骨膜反应的信号可能随着损伤后病程时间长短而变化,骨膜出血、水肿、纤维化及骨膜新生骨的程度均会影响其信号强度^[17],具体情况还有待进一步研究。随后生成的骨痂在所有序列上均为低信号。

疲劳性骨折主要需与骨肉瘤、硬化性骨髓炎、骨样骨瘤等病变相鉴别。骨肉瘤多可见髓腔内外软组织肿块,骨皮质破坏中断掀起,形成柯氏三角。硬化性骨髓炎一般无骨膜反应及骨痂形成,多表现为骨干增粗,髓腔狭窄,无骨折线。骨样骨瘤在明显的骨质硬化增生中发现瘤巢,另外可有规律性的疼痛,服水杨酸类药物可缓解。疲劳性骨折由于 MRI 能清晰显示局部骨皮质增厚和骨痂形成,其内还可见骨折线,无骨皮质破坏及肿瘤骨形成;骨髓腔和邻近软组织又只表现为水肿而不是软组织肿块,再结合临床病史及特定的发病部位,对鉴别诊断有较大帮助。

前来我院就诊的年轻战士多来自基层连队,训练任务重、强度大,出现训练后局部疼痛、肿胀、软组织包块和跛行等症状,往往以为是肌肉关节等部位的劳损所致而不引起重视,加上检查方法选择不适当,影像学征象认识不够准确,使得该病容易漏诊和误诊。四肢关节专用 MRI 成像全面清晰、检查安全舒适,可弥补 X 线早期诊断疲劳性骨折的不足,防止显性骨折的发生并能对预后进行评估,具有较高

的临床应用价值和前景。

【参考文献】

- [1] 刘磊, 孙钢. 隐性骨折的分类及影像学诊断评价[J]. 医学影像学杂志, 2005, 15(1): 63-65.
- [2] 邬海博, 蔡劲铨, 马林, 等. MR 成像诊断疲劳骨折[J]. 中国医学成像技术, 2005, 21(1): 101-103.
- [3] 尹雪军, 张杰华, 徐才国, 等. 军事训练致隐匿性膝关节损伤的低场 MRI 诊断[J]. 东南国防医药, 2010, 12(3): 223-225.
- [4] 刘玉珂, 陈亚玲, 郭会利, 等. 下肢疲劳骨折的影像学表现分析[J]. 河南科技大学学报, 2008, 26(3): 222-224.
- [5] 柳健, 丁耀军. 下肢长骨疲劳性骨折的 MRI 诊断[J]. 南昌大学学报: 医学版, 2010, 50(3): 83-85.
- [6] 李德权, 于晓华. 人体应力性骨折发生部位研究进展[J]. 东南国防医药, 2009, 11(5): 425-428.
- [7] Niemever P, Weinberg A, Schmitt H, et al. Stress fractures in the juvenile skeletal system[J]. Int J Sports Med, 2006, 27(3): 242-249.
- [8] Drabicki RR, Greer WI, Demeo PJ. Stress fractures around the knee[J]. Clin Sports Med, 2006, 25(1): 105-115.
- [9] Sanderlin BW, Raspa RF. Common stress fractures[J]. Am Fam Physician, 2003, 68(8): 1527-1532.

- [10] 孙凤霞, 李玉侠, 韩东明. 胫骨上段疲劳性骨折 CT、MRI 表现[J]. 实用放射学杂志, 2007, 23(12): 1672-1687.
- [11] 曾国庆, 崔振华, 马建国, 等. 下肢疲劳性骨折 X 线诊断分析[J]. 中华创伤骨科杂志, 2006, 8(5): 495-496.
- [12] 何杰, 彭志刚, 张英华, 等. 运动相关骨应力性损伤的 MRI 表现[J]. 中华放射学杂志, 2009, 43(2): 206-207.
- [13] 郑英, 谢维娜, 胥毅, 等. E-MRI 在膝关节隐性骨折的诊断价值[J]. 临床医药实践杂志, 2006, 15(7): 516-517.
- [14] 田玥, 汪爱媛, 孙明学, 等. 四肢关节专用低场强 MRI 评估对膝关节损伤的诊断价值[J]. 中国组织工程研究与临床康复, 2007, 11(35): 7000-7003.
- [15] Gaeta M, Minutoli F, Scribano E, 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, 235(2): 553-561.
- [16] 郑雷, 李珍萍, 张富军. 疲劳性骨折 204 例影像学检查分析[J]. 人民军医, 2011, 54(10): 915.
- [17] Rana RS, Wu Jim S, Eisenberg RL. Periosteal reaction[J]. AJR, 2009, 193(4): W259-272.

(收稿日期: 2013-09-02; 修回日期: 2013-10-21)

(本文编辑: 黄攸生; 英文编辑: 王建东)

(上接第 24 页)

重视, 不仅坚持每年例行的体检计划, 而且与有计划的基层卫生服务、健康宣教工作密不可分。女性高血压患者知晓率低于男性, 可能与女性高血压发病率本身比男性低, 因而女性患者对高血压重视程度不足有关。驻赣部队官兵轻度高血压患者为 47.6%, 明显低于 2002 年我国成人 60% 以上的轻度高血压构成比^[9]。这说明部队高血压患者主要为中重度高血压, 这对高血压的监测与控制提出更高的要求。

根据中国高血压指南数据, 2005 年我国高血压知晓率为 48.4%、治疗率为 38.5%, 总体控制率为 9.5%, 治疗者的控制率为 24%^[5]。而驻赣部队官兵高血压的治疗率(56.5%)、总体控制率(37.4%)、治疗者的控制率(67.4%)均高于全国平均水平。服药的高血压患者中, 93.4% 的患者规律服用降压药物。这说明在驻赣部队官兵中, 接受高血压药物治疗的依从性高, 控制率好, 所以下一步防治高血压的策略在于继续保持目前对驻赣部队的高血压知识的防治宣教工作^[10], 同时重点加强中重度高血压患者的血压控制的监测与治疗。

【参考文献】

- [1] Kikuya M, Ohkubo T, Asayama K, et al. Ambulatory blood pressure

and 10-year risk of cardiovascular and noncardiovascular mortality: the ohasama study[J]. Hypertension, 2005, 45(2): 240-245.

- [2] 吴旭辉, 石湘芸, 辛苏宁, 等. 中青年军人高血压患病率及危险因素分析[J]. 中华心血管病杂志, 2003, 31(7): 536.
- [3] 张曙云, 俞小忠, 黄鑫, 等. 某部干部代谢综合征患病率和危险因素[J]. 东南国防医药, 2010, 12(2): 142-143.
- [4] 徐冬娥, 李冰. 35 岁以上首诊人群高血压情况的调查[J]. 东南国防医药, 2008, 10(4): 285-286.
- [5] 中国高血压防治指南修订委员会. 中国高血压防治指南 2010[J]. 中华高血压杂志, 2011, 19(8): 701-743.
- [6] 尚峰, 王滨, 黄河浪, 等. 现役军人高血压流行现状和影响因素[J]. 东南国防医药, 2013, 15(2): 170-171.
- [7] 翟屹, 赵文华, 周北凡, 等. 中国成人中心性肥胖腰围切点值的进一步验证[J]. 中华流行病学杂志, 2006, 27(7): 560-565.
- [8] 易秋艳, 张林潮. 原发性高血压流行病学研究进展[J]. 中华高血压杂志, 2010, 18(9): 823-826.
- [9] 王增武, 武阳丰, 赵连成, 等. 中国中年人群高血压患病率及知晓率、治疗率、控制率的演变趋势[J]. 中国流行病学杂志, 2004, 25(5): 407-411.
- [10] 谭昌金, 余跌, 张瞿璐. 带药飞行对高血压飞行人员心功能的影响[J]. 华南国防医学杂志, 2010, 24(6): 476-477.

(收稿日期: 2013-09-08; 修回日期: 2013-12-01)

(本文编辑: 潘雪飞; 英文编辑: 王建东)