

论 著

青少年膝关节急性应力性骨折临床与MR表现

伍 俊¹ 任立平² 张高峰^{1,*}1.遵义医科大学第二附属医院影像科
(贵州 遵义 563000)2.遵义医科大学第二附属医院肿瘤科
(贵州 遵义 563000)

【摘要】目的 探讨青少年膝关节急性应力性骨折临床和MR特征, 提高对该病早期诊断的准确性。方法 搜集临床随访复查证实的青少年急性膝关节应力性骨折28例, 出现症状1~7天行X线、MR检查, 分析其身高、体重、病程、运动爱好等相关临床因素和X线、MR影像表现。结果 男18例, 女10例, 平均年龄14.5岁。男生平均身高161.4cm, 平均体重56.7kg, 女生平均身高154.3cm, 平均体重48.1kg, 26例平时不喜活动。28例经X线检查均未发现病变, MR双膝共发现39个病灶, 表现为髓质区片状长T₁、长T₂信号, 股骨下端20例(51.3%), 胫骨上端18例(46.2%), 累及骨骺板9例(23.1%), 腓骨上段1例(2.6%), 骨膜水肿6例(15.4%), 关节积液6例(15.4%)。结论 青少年膝关节应力性骨折主要与内在体质有关, MR表现具有一定特征性, 早期诊断价值较大。

【关键词】应力性骨折; 磁共振成像; 青少年; 膝关节

【中图分类号】R445.2

【文献标识码】A

DOI:10.3969/j.issn.1672-5131.2022.10.055

Clinical And MR Manifestations of Adolescent Knee Joints with Acute Stress Fractures

WU Jun¹, REN Li-ping², ZHANG Gao-feng^{1,*}

1.Department of Medical Imaging, the Second Affiliated Hospital of Zunyi Medical College, Zunyi 563000, Guizhou Province, China

2.Department of Oncology, the Second Affiliated Hospital of Zunyi Medical College, Zunyi 563000, Guizhou Province, China

ABSTRACT

Objective To explore the clinical and imaging features of acute stress bone injury of knee joint in adolescents, in order to improve the accuracy of early diagnosis. **Methods** Twenty-eight cases of acute knee joint stress fractures confirmed by clinical follow-up review were collected. X-ray and MR examinations were employed 1~7 days after the symptoms appeared. Clinical factors such as height, weight, duration, and sport hobbies, and X-ray and MR imaging performance are analyzed. **Results** There were 18 males and 10 females, with an average age of 14.5 years. The average height of male students is 161.4cm, the average weight is 56.7 kg, and the average height of girls is 154.3cm, with an average weight of 48.1 kg. 26 cases do not like activities. No lesions were found on the X-rays. A total of 39 lesions were found on the MR knees. Lesions that were in the medullary region signals were long T₁ signals and long T₂ signals. There were 20 cases (51.3%) in the lower femur, and 18 cases (46.2%) in the upper part of the tibia. 9 cases (23.1%) involving the epiphyseal plate, 1 case of the upper tibia (2.6%), 6 cases of periosteum edema (15.4%), and 6 cases of joint effusion (15.4%). **Conclusion** Adolescent knee stress fractures are mainly related to internal physical constitution. The MR manifestation has certain characteristics, and its early diagnosis value is relatively large.

Keywords: Stress Fracture; Magnetic Resonance Imaging (MRI); Adolescent; Knee Joint

应力性骨折(stress fracture, SF)是训练士兵和运动员的常见骨损伤^[1]。近几年, 临床发现非运动员的青少年膝关节SF发病率较高, 且有逐年升高趋势, 临床上常规X线检查常常难以早期发现, 随着MRI的普及, 发现SF的MR表现具有一定特征, 且优于X线。临床和影像医师对这点认识不足, 误诊率较高。本文收集我院近2年青少年膝关节应力性骨折确诊病例28例, 回顾性分析MRI表现和临床资料, 总结MR特征, 旨在提高对本病的认识, 减少误诊。

1 资料与方法

1.1 一般资料 28例来源于我院2016年1月至2017年10月间就诊病例。男18例, 女10例, 年龄13~16岁, 平均年龄14.5岁。男生平均身高161.4cm, 平均体重56.7kg, 女生平均身高154.3cm, 平均体重48.1kg。贵州省14岁男生平均身高155.8cm, 平均体重44.9kg。女生平均身高151.3cm, 平均体重44kg^[2]。确诊标准: 有明确跑步后膝关节疼痛史, 休息后疼痛减轻或消失, 无外伤史。MR示膝关节组成骨骨髓水肿, 2~5个月MR随诊病变缩小或消失。临床表现: 28例跑步后均出现膝关节疼痛, 26例跑步1000~3000米/日, 3~7天后出现症状, 2例每天跑步, 突然提速5~7天后出现膝关节疼痛。20例患者休息缓解, 8例继续活动疼痛剧烈, 活动受限。体格检查: 28例膝关节均有局部不同程度压痛和叩击痛, 关节肿胀4例。28例青少年中26例不喜活动, 近1年平均日行约4000-7000步, 约2.5~5公里, 平均3.5公里。3000米长跑时间: 男生13~15分钟, 平均13.8分钟, 女生16~18分钟, 平均17.4分钟。贵州省初中生体育达标标准: 青少年3000米跑步时间, 男生约12分钟, 女生约15分钟。

1.2 方法 28例初诊均行X线摄影(DR)检查, DR设备SIEMENS AXIOM Aristos TX, 检查方法为膝关节正侧位摄影, 6例行CT检查, CT设备为SOMATOM Definition AS, FOV 512×512, 层厚5mm。28例患者DR检查后1~3天内行膝关节MR检查, 采用SIEMENS 1.5T Avanto, 检查方法和序列: 膝关节专用线圈, 行冠状面、矢状面、横断面检查。SIEMENS 1.5T Avanto检查序列参数: 冠状面序列及参数: T₂WI-FS: TR 2700ms, TE 41ms, 层厚3mm, 间隔3.6mm。矢状位序列及参数: T₁WI-FS: TR 520ms, TE 12ms; T₂WI-FS: TR 4000ms, TE 27ms, 层厚3mm, 间隔3.6mm。横断位序列及参数: T₂WI-FS: TR 3200ms, TE 59ms, 层厚4mm, 间隔4.8mm。膝关节MR复查设备和检查方法与首次检查相同。

2 结果

2.1 28例青少年身高和体重与贵州省平均身高、体重标准比较无差异 28例青少年中26例不喜运动, 3000米跑步成绩不及格。

【第一作者】伍 俊, 男, 在读研究生, 主要研究方向: 脑灌注与大脑动脉脑梗死的关系。E-mail: 1577706408@qq.com

【通讯作者】张高峰, 男, 主任医师, 主要研究方向: 小儿影像诊断。E-mail: zhanggaofeng159@126.com

2.2 影像学检查结果 28例膝关节DR摄影均未发现异常, 6例行膝关节CT检查无阳性发现。28例MR共发现39个病灶。性别、发病部位情况见表1。SF病灶MRI信号表现: 髓质区片状长T₁、长T₂信号, 边界模糊, T₂WI脂肪抑制序列信号更高(图1A~图1C)。股骨病灶分布情况: 干骺端髓质区4例(图2A~图2D), 骨髓内、外

侧髁髓质承重区分别5例和4例, 累及骨骺板4例(图3A~图3B)。胫骨上端病灶分布情况: 内侧平台下髓质区4例, 外侧3例, 内、外侧受累11例, 累及骨骺板5例。28例中关节少量积液6例, 骨膜水肿6例伴有5例合并关节周围软组织肿胀(图4A~图4B)。

表1 28例患者性别、发病部位情况统计表

性别(28例)	右 膝			左 膝			右腓骨下段
	仅股骨下端	仅胫骨上端	股骨下端、胫骨上端同时累及	仅股骨下端	仅胫骨上端	股骨下端、胫骨上端同时累及	
男(18例)	3	4	4	2	1	4	0
女(10例)	1	2	1	3	0	2	1
合计	4	6	5	5	1	6	1



图1 右股骨下端骨骺SF, 男, 14岁, 跑步后右膝疼痛3天。膝关节MR平扫, 图1A、图1B、图1C分别为T₁WI矢状位, T₂WI脂肪抑制序列的冠状位和矢状位。病灶位于右股骨外侧髁骨骺髓质区, 呈片状长T₁长T₂信号, 边界模糊。**图2** 股骨、胫骨干骺端SF, 男, 16岁, 跑步2个月伴膝关节反复疼痛。膝关节MR平扫, 图2A、图2B分别为T₂WI脂肪抑制序列冠状位和矢状位, 图2C、图2D分别为T₁WI矢状位和T₂WI横位, 病灶位于股骨和胫骨干骺端髓质区, 片状长T₁长T₂信号, 边界模糊, 股骨下端后份见低信号断裂带, 图2D示骨膜水肿。**图3** 股骨下端SF累及骺板, 女, 14岁, 跑步3天后膝关节疼痛2天。膝关节MR平扫, 图3A、图3B分别为T₂WI脂肪抑制序列冠状位和矢状位。右股骨下端跨骨骺板小片长T₂信号。**图4** 股骨、胫腓骨SF, 男, 15岁, 剧烈跑步活动半月, 膝关节反复疼痛。膝关节MR平扫, 图4A、图4B分别为磁共振T₂WI脂肪抑制序列冠状位和矢状位。股骨下端和胫腓骨上端的干骺端、骨骺均见片状长T₂信号, 合并关节积液, 周围软组织肿胀。

3 讨论

SF是低于骨骼承受阈值强度的应力反复作用于骨骼集中区域,早期引起骨骼局部骨小梁微损伤,骨髓水肿和出血,损伤逐渐积累超过骨修复能力,发生不同程度骨折,亦称疲劳骨折。SF常见于持续、反复体能训练的运动员和士兵,多发生在胫腓骨中段、趾骨等处。在外力作用或功能需要的前提下,膝关节也是最易发生骨折的关节之一^[3],近几年发现青少年膝关节SF并不少见,以14、15岁初三学生为主,症状为在突然跑步训练1~5次后3~5天出现膝关节疼痛,运动后加重,休息疼痛减轻,重者局部可有肿胀和压痛^[4]。青少年SF与体重、体形无关,本组病例体重、体型无差异性,而是与内在体质有关。本组92%青少年不喜欢运动,与文献报道的女生多于男生不同^[5],本组资料示男生多于女生,可能与女生运动强度和距离低于男生有关。临床上对SF的诊断主要依赖影像学,如果对SF未能及时诊断和治疗,随着病程进展和损伤程度的加重,会发展为完全骨折,对发育期青少年产生严重后果^[6]。

文献报道成人跑步造成SF常见于胫骨中上段三分之一和股骨下段^[7-8]。青少年SF发病部位与成年人发病部位不同,具有一定规律,主要发生在股骨下端和胫骨上端干骺端和骨骺,本组股骨干骺端和骨骺病例占52.6%,胫骨干骺端和骨骺病例占47.4%。病灶位于股骨和胫骨干骺端、骨骺承重轴上髓质区,正是跑步运动状态下应力集中区,这不但与局部解剖、运动力学有关,还与青少年骨发育特点、内在体质因素有关^[9]。干骺端由松质骨组成,骨小梁彼此交叉呈海绵状,周边为薄的骨皮质,是骨干和骨骺的移行区,应力集中区,青少年处于身高急速增长阶段,骨小梁、骨皮质结构发育不健全,下肢骨的强度和刚度不够。再者运动量减少引起骨骼钙沉积减少,承重区骨小梁应力强度阈值降低,采用不科学训练强度易引起应力性骨折。本组病例92%青少年运动量少,所以认为内在体质因素是造成应力性骨折的主要原因。双侧股骨和右侧胫骨三者受累概率无差异,可单独受累,也可同时受累,左侧胫骨上端受累较少见,是右侧的50%,本组资料右手利病例多(82%),原因可能为右手利者跑步时右膝关节运动较对侧主动,右侧胫骨承受力量较左侧大有关。青少年SF另一个特点是易累及骺板,以骺板为中心上下分布,本组病例累及骺板占35%,可能与骺板区骨小梁发育完善有关。单凭X线诊断SF存在一定的局限性,MRI在软组织显示上有显著优势,并对组织内有轻微出血、水肿可表现出显著的信号改变,提高其诊断率^[10]。SF病灶MR信号特征:髓质区片状长T₁长T₂信号,边界不清,

T₂WI-FLAIR信号更高,显示更清楚,DWI扩散受限。病理为骨小梁细微断裂或扭曲,伴有骨髓水肿和少量出血^[11],MR能够反应病变进展过程,损伤早期首先出现在髓质靠中央区(应力承重区),病灶较小,T₂WI信号偏淡,不累及骨皮质,骨膜和软组织也不受累,重者骨髓损伤区范围较大,边缘可达骨皮质,且伴有多骨损伤,这与刘志^[7]报道不一致,进一步发展形成骨折线。约1/4SF伴有骨膜水肿、关节积液和周围软组织肿胀,均为多骨受累,提示:软组织肿胀、关节积液是应力性骨损伤较重表现。

综上所述,青少年膝关节SF临床上较常见,MRI对SF早期诊断的敏感性和特异性高,可在X线、CT检查未出现骨质改变时,了解病变部位、严重程度等,为临床早期诊断提供可靠的影像学依据^[12]。临床和影像科医师应给予足够的重视,临床如怀疑应力性骨折,应首选MR检查,提高早期诊断率。

参考文献

- [1] 贵州省体育局宣信中心. 贵州省2010国民体质公报[R]. 北京: 国家体育总局政府网站, 2011-12-12.
- [2] Iwasaki K, Yamamoto T, Motomura G, et al. Subchondral insufficiency fracture of the femoral head in young adults[J]. Clin Imaging, 2011, 35(3): 208-213.
- [3] 李文敏. 应用MRI脂肪抑制技术对膝关节隐匿性骨折诊断价值探讨[J]. 中国CT和MRI杂志, 2020, 18(12): 167-169.
- [4] 刘涛, 邵增务, 李健. 应力性骨折发病机制研究进展, 国际骨科学杂志[J], 国际骨科学杂志, 2007, 28, 1: 43-45
- [5] Beck B R, Bergman A G, Miner M, et al. Tibial stress injury: relationship of radiographic, nuclear medicine bone scanning, MR imaging, and CT Severity grades to clinical severity and time to healing[J]. Radiology, 2012, 263: 811
- [6] 刘盼盼. 应力性骨折的研究[J]. 湖北体育科技, 2012, 31(1): 55-56.
- [7] 刘志. 应力性骨折早期影像学分析[J]. 中华临床医师杂志(电子版), 2014, 8(18): 3296-3300.
- [8] 诸静其, 汤光宇(审校). 疲劳性骨折的医学成像研究进展[J]. 国际医学放射学杂志, 2014, (3): 263-267.
- [9] 石冬, 刘志, 杜天会, 等. 应力性骨折影像学诊断及临床应用价值[J]. 中国骨伤, 2017, 30(7): 633-637.
- [10] 康养杰. 三维CT重建及MRI检查在胫骨平台隐性骨折诊疗中的应用[J]. 中国CT和MRI杂志, 2018, 16(11): 134-136.
- [11] MacMahon P J, Palmer W E. A biomechanical approach to MRI of acute knee injuries[J]. AJR Am J Roentgenol. 2011, 197(3): 568-577.
- [12] 高宏, 潘琦, 潘华, 等. 新兵应力性骨折226例报告[J], 武警后勤学院学报(医学版), 2013, 22(6): 540-541.

(收稿日期: 2021-04-22)

(校对编辑: 姚丽娜)