

· 影像诊断 ·

# 运动相关下肢应力性骨折的临床影像学分析

吴仕龙,李飞鹏,王国平

(浙江省宁波市第六医院,浙江 宁波 315040)

**关键词** 骨折,应力性 数字透视摄影术 体层摄影术,X 线机 磁共振成像

应力性骨折又称疲劳骨折,患者多无急性外伤史,为持续的积累性损伤,多为不完全性骨折。笔者收集了 38 例经临床随访证实的与运动相关下肢应力性骨折患者的临床及影像学资料,并结合国内外文献,对该类患者的临床影像学特征进行了分析,现总结报告如下。

## 1 临床资料

本组 38 例,男 20 例,女 18 例。年龄 6~86 岁,中位数 19 岁。全部病例均因下肢疼痛就诊,无明确外伤史,但均有长期运动史或短期内大量运动史。主要表现为下肢局部运动痛,或持续性疼痛,运动后加重,但均能坚持运动。局部有压痛者 28 例;触及包块者 13 例,包块质硬、固定。

## 2 方法

所有患者均采用 PHILIPS Bucky Diagnost X 线机行正位、侧位(或)斜位数字透视摄影(digital radiography,DR)。21 例采用 PHILIPS Brilliance 6 层螺旋 CT 进行扫描,扫描层厚 3.0 mm,1.0 mm 重建。23 例采用 GE 公司生产的永磁型 Profile0.2 T 成像系统行 MRI 检查,分别采用 SE、FSE、STIR、GRE 序列行冠状位、矢状位、轴位图像采集。

## 3 结果

**3.1 病变部位及年龄分布** 病变位于胫骨腓内后侧者 14 例,年龄 36~86 岁,中位数 59 岁;位于胫骨中上段后侧者 13 例,年龄 6~19 岁,中位数 14 岁;位于胫骨中段后侧者 2 例,年龄分别为 13 岁、19 岁;位于胫骨下段 2 例,年龄分别为 13 岁、52 岁;位于股骨下段外后侧者 2 例,年龄分别为 13 岁、14 岁;位于第 2 跖骨中远段者 5 例,其中 45~57 岁者 4 例,另 1 例 12 岁。

### 3.2 影像学表现

**3.2.1 X 线表现** 病变位于胫骨腓内后侧者,10 例 DR 片无异常发现,4 例可见胫骨腓内后侧局限性致密

线[图 1(1)]。病变位于胫骨中上段后侧及胫骨中段后侧者,6 例 DR 片无异常发现;9 例可见骨膜反应,呈层状者 7 例,呈丘状者 2 例,边缘光整者 6 例,边缘不光整者 3 例(图 2)。病变位于胫骨下段者,1 例 DR 片无异常发现,1 例可见斜形致密线。病变位于股骨下段外后侧者,DR 片示外后侧层状骨膜反应,局部骨密度增高。病变位于第 2 跖骨中远段者,4 例可见骨膜反应,呈层状或丘状,边缘光整;1 例皮质增厚,局部骨质半球状隆起,形如纽扣,表现为“纽扣征”(图 3)。

**3.2.2 CT 表现** 21 例接受 CT 检查的患者中,4 例无异常发现;13 例可见骨折线,其中 8 例为透亮线,5 例为高密度线;15 例可见骨膜反应,其中 13 例可见骨膜增生围绕骨皮质呈“双皮质征”,13 例局部骨皮质变薄,边缘模糊,呈“灰色骨皮质征”[图 4(1)];11 例骨折线周围围绕骨皮质骨膜反应局部中断,形如脐凹,表现为“脐凹征”,其中 7 例表现为双“脐凹征”(图 4);14 例可见骨痂形成,骨髓腔密度增高;6 例显示骨皮质增厚,边界光整;9 例显示软组织肿胀。

**3.2.3 MRI 表现** 23 例接受 MRI 检查的患者均有阳性发现,表现为 T1WI、T2WI 边缘锐利线样低信号的骨折线,其上下邻近骨髓腔内局限性、斑片状长 T1、长 T2 骨髓水肿信号,边界不清;STIR 序列上呈明显高信号[图 1(2)]。17 例可见软组织不同程度水肿。



(1) DR 正位片



(2) MRI 冠状位片

图 1 患者,女,60 岁,胫骨腓运动相关应力性骨折



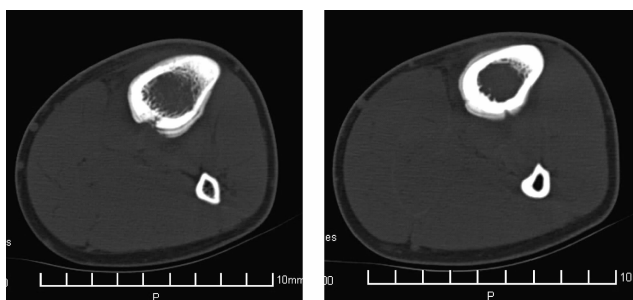
(1) DR正位片

(2) DR侧位片

图2 患者,男,13岁,胫骨上段运动相关应力性骨折



图3 患者,女,12岁,跖骨运动相关应力性骨折



(1) CT轴位片

(2) CT轴位片

图4 患者,男,16岁,胫骨中上段运动相关应力性骨折

## 4 讨论

正常情况下,人体骨骼的破骨性吸收与成骨性修复在某一应力水平下保持动态平衡,若低于骨骼极限强度的应力反复持久地作用于骨骼,可产生局部骨骼微损伤及吸收坏死,这种阈下微损伤逐渐积累超过机体骨骼自身修复能力,即可发生不完全性甚至完全性骨折,即应力骨折。本病的病理基础首先是骨骼的应力集中,其次是肌肉的疲劳,再次是骨骼微小裂纹产

生最终导致应力性骨折<sup>[1]</sup>。

运动相关应力性骨折好发于体育运动和军事训练等运动量过大或运动过度人群,以下肢尤其是胫骨中上段多见。本组骨折发生于胫骨中上段的患者中,青少年与成人有明显的不同,青少年好发于胫骨上段近中上1/3处内后侧,而成人好发于胫骨髁内后侧,这可能与运动方式及骨密度有关。本组胫骨应力性骨折中无论是青少年还是成人,骨折都发生在胫骨的内后侧,这可能是由于胫骨的解剖结构使人单腿着地时胫骨后内侧受应力最大,当其产生代偿失调时,就会出现应力点骨的细微结构失常并引起骨板层及骨小梁断裂<sup>[2]</sup>。

运动相关应力性骨折,临床表现为起病缓慢的局部疼痛,随着运动进行性加重。早期多在活动时出现症状,继而会在活动中发生疼痛并影响活动,休息后缓解。周围软组织可有肿胀,局部可有明显的压痛或叩击痛,后期可触及梭形骨质增厚。

目前用于运动相关应力性骨折的影像学检查方法包括X线平片、CT、MRI和发射型计算机断层成像(emission computed tomography,ECT)。

该类患者疼痛初期X线检查常为阴性。一般情况下从患者出现症状到X线平片出现阳性征象需2~3周<sup>[3]</sup>。本组38例初诊时17例X线检查为阴性,占44.74%。Mulligan<sup>[4]</sup>经研究发现,应力性骨折早期X线表现为局部骨皮质变薄,边缘模糊,呈“灰色骨皮质征”,并推测此征象是由于局部骨质充血水肿所致。此征象在X线上不易显示,在诊断中往往被忽视。随着病程进展,在骨膜新生骨区域出现横形或斜形骨质断裂线,仅累及部分骨皮质,此种征象具有典型性。随着应力性骨折愈合,骨折线消失,局部可呈致密性骨性隆起,呈丘状,形如纽扣,形成特异的“纽扣征”,或骨干梭形增粗。本组胫骨髁应力性骨折修复表现明显逊于胫骨中上段,这可能与该部位的解剖结构及患者年龄有关。

CT对骨骼的分辨率较高,能准确显示骨折线及骨膜增生,敏感性明显高于X线平片,对骨痂显示优于MRI,特别是经多平面重建后还可以发现较细的横形骨折线,这种较细的横形骨折线常由于扫描厚度及方向的原因而漏诊。笔者认为应力性骨折早期X线表现的“灰色骨皮质征”在CT检查中更易观察,本组21例接受CT检查的患者中有13例可见此种征象。

随着病程进展,局部骨痂堆积增多,骨膜反应更明显,长骨骨膜增生围绕骨干生长形成新的不完整骨皮质轮廓,CT 横断面呈现“双皮质征”<sup>[3]</sup>,本组 13 例可见此种征象。本组 11 例有“脐凹征”的患者中,7 例可见 2 种形态的“脐凹征”:一种表现为骨膜反应缺损口边缘光整、规则、呈楔形,走行与滋养血管一致[图 4(2)],这可能为滋养血管通过使该处骨膜反应生长受阻所致;另一种表现为骨膜反应缺损口边缘不光整、形态不规则、呈垛形[图 4(1)],可能是应力性骨折后患者没有及时制动,骨折端周缘骨质及骨膜反应局部吸收所致,对应骨皮质常呈“灰色骨皮质征”。中后期可见由于骨质增生而形成的骨髓腔变窄征象及骨髓充血水肿或纤维组织增生而形成的髓腔内条片状高密度影。

MRI 诊断应力性骨折敏感性高,在 T1WI 自旋回波 MRI 中,应力性骨折常表现为典型的低信号强度线状区,周围包绕着大面积的边界不清的低信号强度区域;而在 T2WI 自旋回波 MRI 中,应力性骨折常表现为典型的低信号强度的线状区,周围包绕着大面积的高信号强度区。在 STIR 序列影像中,应力性骨折表现为高信号强度区域。在有些情况下,应力性骨折的 MRI 图像会与骨挫伤时的 MRI 图像完全一样。MRI 是诊断应力性骨折的金标准<sup>[5]</sup>,根据骨骼系统应力损伤的程度和发展阶段,应力性骨折在 MRI 上的表现可以分为 5 级:0 级为正常;1 级为 STIR 序列 T2WI 仅能观察到轻微的骨膜水肿;2 级表现为在 STIR 序列 T2WI 上骨膜水肿增加和骨髓信号增高,在

T1WI 上改变轻微;3 级表现为更广泛的骨膜和骨髓水肿,在 T1WI 和 T2WI 上都可以观察到;4 级表现为在 MRI 或者 X 线平片上均可观察到骨折线的真正应力性骨折,伴或不伴肌肉水肿。

ECT 敏感性较高,但特异性较 X 线平片差。因为骨肿瘤、炎症、骨折等病变都能产生阳性结果,所以必须结合 X 线平片及病史才能作出诊断。一般情况下在损伤后 6 ~ 72 h 便可见到放射性核素浓聚区<sup>[3]</sup>,但由于放射性核素浓聚区可持续数周至数月,因此不适用于随访检查。

运动相关应力性骨折的诊断主要依靠典型的发病部位、特定人群、运动史、疼痛特点及影像学表现。影像上的骨折线及横形致密线是诊断应力性骨折的重要依据,也是与感染及肿瘤鉴别的要点。临床中不典型的应力性骨折影像学表现应与感染、骨样骨瘤、骨肉瘤、骨尤文氏瘤及骨梗死进行鉴别。

## 5 参考文献

- [1] 刘涛,邵增务,李健,等. 应力性骨折发病机制研究进展[J]. 国际骨科学杂志,2007,28(1):43-45.
- [2] 李德权,于晓华. 人体应力骨折发生部位研究进展[J]. 东南国防医药,2009,11(5):425-428.
- [3] 王林森,王植,王淑丽,等. 应力性骨折影像诊断[J]. 中华创伤骨科杂志,2002,4(4):297-300.
- [4] Mulligan ME. The "gray cortex": an early sign of stress fracture[J]. Skeletal Radiol,1995,24(3):201-203.
- [5] 李大胜,刘杰,屈辉. 运动相关应力性骨折的影像诊断及进展[J]. 中华放射学杂志,2008,42(3):330-332.

(2010-11-23 收稿 2011-03-09 修回)

(上接第 16 页)比较,差异均无统计学意义。这说明,金黄乳膏和金黄油膏均有良好的抗炎镇痛作用,二者的抗炎、镇痛作用相当,而且金黄乳膏不但有直接的局部抗炎作用,也有相同的全身抗炎作用,其抗炎作用与剂量无关。

通过本实验我们初步认为,金黄乳膏保留了金黄油膏的基本疗效,对局部和全身均有良好的抗炎镇痛效果。从药效学角度来看,金黄乳膏作为金黄油膏的取代产品是可行的。

## 5 参考文献

- [1] 黄胜炎. 外用制剂市场新品[J]. 世界临床药物,2004,25(2):124-128.
- [2] 徐叔云. 药理实验方法学[M]. 3 版. 北京:人民卫生出版

社,2002:905.

- [3] 姚丽梅,李伟荣,刘瑶,等. 祛痹舒肩制剂抗炎镇痛实验研究[J]. 中国实验方剂学杂志,2009,15(7):77-78.
- [4] 王巨存,冯亦颖,李建兵,等. 消肿膏抗炎镇痛药效学研究[J]. 中国骨伤,2004,17(5):310-311.
- [5] 李艳春,马恩龙,甘乐凌,等. 愈伤灵膏的抗炎镇痛作用[J]. 沈阳药科大学学报,2004,21(6):454-457.
- [6] 陶玲,支娜,柏帅,等. 大蝎子草抗炎镇痛活性部位研究[J]. 时珍国医国药,2009,20(6):1404-1405.
- [7] 李沛,廉武星,李莉,等. 活络止痛膏抗炎镇痛活血作用的实验研究[J]. 中医正骨,2003,15(9):13-14.
- [8] 马宏跃,寇俊萍,余伯阳. 六神丸抗炎镇痛活性的主药分析研究[J]. 江苏中医药,2010,42(2):74-75.

(2011-03-10 收稿 2011-04-20 修回)