

## · 影像诊断 ·

多层螺旋 CT 联合 MRI  
在隐匿性踝关节骨折诊断中的应用价值

颜佳凤, 陈本宝

(舟山市中医院, 浙江 舟山 316000)

**摘要 目的:**探讨多层螺旋 CT 联合 MRI 在隐匿性踝关节骨折诊断中的应用价值。**方法:**共纳入 90 例足踝部外伤患者的病例资料。男 48 例,女 42 例。年龄 20~70 岁,中位数 39 岁。受伤至影像学检查时间( $3.27 \pm 1.21$ )d。就诊时临床高度怀疑踝关节骨折,行多层螺旋 CT 及 MRI 检查;经手术确诊,踝关节骨折患者 83 例。由 2 名经验丰富的影像专业医师分 3 次查阅患者的影像资料,然后进行模拟诊断。第 1 次模拟诊断仅查阅患者的多层螺旋 CT 资料,第 2 次模拟诊断仅查阅患者的 MRI 资料,第 3 次模拟诊断同时查阅患者的多层螺旋 CT 和 MRI 资料,3 次模拟诊断时间间隔 1 周。2 名医师独立记录各自的诊断结果,意见不一致时经讨论达成一致意见。诊断过程中所有影像资料均隐藏临床资料和确诊结果。根据手术确诊结果,计算并比较多层螺旋 CT、MRI 及多层螺旋 CT 联合 MRI 3 种诊断方法诊断隐匿性踝关节骨折的灵敏度、特异度及准确度。**结果:**多层螺旋 CT 诊断隐匿性踝关节骨折的灵敏度为 87.95% (73/83)、特异度为 14.29% (1/7)、准确度为 82.22% (74/90);MRI 诊断隐匿性踝关节骨折的灵敏度为 92.77% (77/83)、特异度为 42.86% (3/7)、准确度为 88.89% (80/90);多层螺旋 CT 联合 MRI 诊断隐匿性踝关节骨折的灵敏度为 98.80% (82/83)、特异度为 85.71% (6/7)、准确度为 97.78% (88/90)。3 种方法诊断隐匿性踝关节骨折的灵敏度、特异度、准确度比较,组间差异均有统计学意义( $\chi^2 = 7.702, P = 0.021$ ;  $\chi^2 = 7.255, P = 0.027$ ;  $\chi^2 = 10.432, P = 0.001$ );多层螺旋 CT 联合 MRI 诊断隐匿性踝关节骨折的灵敏度、特异度、准确度和 MRI 比较,组间差异均无统计学意义( $\chi^2 = 2.386, P = 0.122$ ;  $P = 0.266$ ;  $\chi^2 = 4.375, P = 0.036$ ),多层螺旋 CT 诊断隐匿性踝关节骨折的灵敏度、特异度、准确度和 MRI 比较,组间差异均无统计学意义( $\chi^2 = 1.107, P = 0.431$ ;  $P = 0.559$ ;  $\chi^2 = 1.618, P = 0.203$ )。**结论:**应用多层螺旋 CT 联合 MRI 诊断隐匿性踝关节骨折的灵敏度、特异度、准确度均高于多层螺旋 CT,但与 MRI 相当。

**关键词** 踝部骨折;骨折,闭合性;体层摄影术,X 线计算机;磁共振成像

隐匿性骨折是指骨折断裂不明显的细微骨折,常见于骨骼形态特殊和解剖结构复杂的部位<sup>[1]</sup>。踝关节由于结构复杂、位置特殊,在遭受外力时易发生隐匿性骨折<sup>[2]</sup>。临床上采用 X 线诊断隐匿性踝关节骨折极易漏诊或误诊<sup>[3]</sup>。对于隐匿性踝关节骨折,如不能及时诊断,会影响治疗方案的制定,延误病情<sup>[4]</sup>。多层螺旋 CT 分辨率高、图像清晰,且能应用三维重建技术对检查部位进行立体显像,可避免组织重叠,有利于发现隐匿性骨折,但其对软组织损伤、骨小梁微骨折的诊断效果较差<sup>[5]</sup>。MRI 具有较高的软组织分辨率,诊断骨髓腔出血和骨髓水肿的灵敏度较高,有利于微骨折的诊断<sup>[6]</sup>。因此,采用多层螺旋 CT 联合 MRI,理论上能够进一步提高诊断隐匿性骨折的灵敏性和准确性。为了探讨多层螺旋 CT 联合 MRI 在隐匿性踝关节骨折诊断中的应用价值,我们进行了该项

研究,现报告如下。

## 1 临床资料

**1.1 一般资料** 选取 2018 年 3 月至 2020 年 3 月在舟山市中医院就诊的足踝部外伤患者的病例资料进行研究。试验方案经医院医学伦理委员会审查通过。

**1.2 纳入标准** ①有明确外伤史,就诊时足踝部疼痛、肿胀、活动受限;②X 线检查为阴性,但临床高度怀疑踝关节骨折;③行多层螺旋 CT 及 MRI 检查;④影像学检查均在受伤后 5 d 内进行;⑤采用手术治疗,且术中明确踝关节是否骨折;⑥病例资料完整,影像图片清晰。

**1.3 排除标准** ①合并先天性踝关节畸形者;②病例资料存在常识性或逻辑性错误者。

## 2 方法

**2.1 多层螺旋 CT 检查方法** 采用美国 GE620 型 124 层螺旋 CT 行踝关节平扫。扫描参数:管电压 120 kV,管电流 130 mA,层厚 5 mm,层间隔 5 mm,螺

距 1.375。扫描完成后在工作站进行多平面重建、容积重建、表面遮盖显示等后期处理,选择最佳图像用于临床诊断。

**2.2 MRI 检查方法** 采用安科 SuperVan1.5T 超导型 MRI 系统扫描踝关节,分别采用 T1 加权像(T1 weighted image, T1WI)和 T2 加权像(T2 weighted image, T2WI)行横断面、矢状面、冠状面扫描。T1WI:重复时间(repetition time, TR)500 ms,回波时间(echo time, TE)20 ms,层厚 6 mm,层间距 1 mm,矩阵 512 × 512。T2WI:TR 4300 ms,TE 90 ms,层厚 6 mm,层间距 1 mm,矩阵 512 × 512。

**2.3 影像资料分析方法** 由 2 名经验丰富的影像专业医师分 3 次查阅患者的影像资料,然后进行模拟诊断。第 1 次模拟诊断仅查阅患者的多层螺旋 CT 资料,第 2 次模拟诊断仅查阅患者的 MRI 资料,第 3 次模拟诊断同时查阅患者的多层螺旋 CT 和 MRI 资料,3 次模拟诊断时间间隔 1 周。2 名医师独立记录各自的诊断结果,意见不一致时经讨论达成一致意见。诊断过程中所有影像资料均隐藏临床资料和确诊结果。根据手术确诊结果,计算并比较多层螺旋 CT、MRI 及多层螺旋 CT 联合 MRI 3 种诊断方法诊断隐匿性踝关节骨折的灵敏度、特异度及准确度。

**2.4 数据统计方法** 采用 SPSS24.0 统计软件对所得数据进行统计学分析。3 种检查方法灵敏度、特异度及准确度的组间比较均采用  $\chi^2$  检验,检验水准  $\alpha = 0.05$ 。多层螺旋 CT 联合 MRI 和多层螺旋 CT、多层螺旋 CT 联合 MRI 和 MRI 诊断隐匿性踝关节骨折的灵敏度、准确度的组间比较均采用连续校正的卡方检验;多层螺旋 CT 和 MRI 诊断隐匿性踝关节骨折的灵敏度、准确度的组间比较均采用卡方检验;3 种检测方法特异度的两两比较均采用 Fisher 确切概率法;采用 Bonferroni 法校正  $\alpha$ ,校正后  $\alpha' = 0.017$ 。

### 3 结果

共纳入 90 例患者。男 48 例,女 42 例。年龄 20 ~ 70 岁,中位数 39 岁。受伤至影像学检查时间为  $(3.27 \pm 1.21)$  d。经手术确诊,踝关节骨折患者 83 例。多层螺旋 CT 诊断隐匿性踝关节骨折的灵敏度为 87.95% (73/83)、特异度为 14.29% (1/7)、准确度为 82.22% (74/90);MRI 诊断隐匿性踝关节骨折的灵敏度为 92.77% (77/83)、特异度为 42.86% (3/7)、准确度为 88.89% (80/90);多层螺旋 CT 联合 MRI 诊

断隐匿性踝关节骨折的灵敏度为 98.80% (82/83)、特异度为 85.71% (6/7)、准确度为 97.78% (88/90)。见表 1。3 种方法诊断隐匿性踝关节骨折的灵敏度、特异度、准确度比较,组间差异均有统计学意义( $\chi^2 = 7.702, P = 0.021$ ;  $\chi^2 = 7.255, P = 0.027$ ;  $\chi^2 = 10.432, P = 0.001$ );多层螺旋 CT 联合 MRI 诊断隐匿性踝关节骨折的灵敏度、特异度、准确度均高于多层螺旋 CT ( $\chi^2 = 6.231, P = 0.013$ ;  $P = 0.008$ ;  $\chi^2 = 10.432, P = 0.001$ ),多层螺旋 CT 联合 MRI 诊断隐匿性踝关节骨折的灵敏度、特异度、准确度和 MRI 比较,组间差异均无统计学意义( $\chi^2 = 2.386, P = 0.122$ ;  $P = 0.266$ ;  $\chi^2 = 4.375, P = 0.036$ ),多层螺旋 CT 诊断隐匿性踝关节骨折的灵敏度、特异度、准确度和 MRI 比较,组间差异均无统计学意义( $\chi^2 = 1.107, P = 0.431$ ;  $P = 0.559$ ;  $\chi^2 = 1.618, P = 0.203$ )。典型病例图片见图 1。

表 1 不同方法诊断隐匿性踝关节骨折的结果 单位:例

手术	多层螺旋 CT		MRI		多层螺旋 CT 联合 MRI	
	阳性	阴性	阳性	阴性	阳性	阴性
阳性	73	10	77	6	82	1
阴性	6	1	4	3	1	6

### 4 讨论

踝关节骨折是骨科临床常见骨折,由于踝关节结构复杂、骨骼不规则,对于骨折断裂不明显的细微骨折,临床诊断易发生漏诊或误诊。踝关节是人体重要的负重关节,骨折漏诊或误诊会影响治疗方案的制定,导致踝关节疼痛和功能障碍,严重影响患者生活<sup>[7]</sup>。临床诊断踝关节骨折的影像学检查主要有 X 线、CT 和 MRI。对于隐匿性踝关节骨折,骨皮质和骨小梁均为微断裂,而踝关节解剖结构复杂、骨骼不规则,加之软组织损伤、血肿、血块的干扰,X 线检查基本无法检出,极易发生漏诊或误诊<sup>[8-9]</sup>。多层螺旋 CT 具有扫描速度快、空间分辨率高、图像清晰等特点,且能够进行多角度、多方位立体扫描,经过后期三维成像处理,可以对骨折部位进行全面观察,在一定程度上能够提高诊断隐匿性踝关节骨折的准确度<sup>[10]</sup>。然而,多层螺旋 CT 对于软组织损伤的辨识效果一般,不能通过软组织损伤诊断微骨折。因此,多层螺旋 CT 诊断隐匿性骨折存在一定的漏诊率<sup>[11-12]</sup>。MRI 对于骨髓腔内出血和水肿异常敏感,骨折端充血、出血以及周围水肿在 T1WI 上呈低信号,在 T2WI 上呈高信号<sup>[13-14]</sup>。临床上可以根据局部血液和组织



图 1 踝关节隐匿性骨折影像图片

注:患者,男,30岁;(1)(2)踝关节未见明显骨折征象;(3)(4)踝关节呈现斑片状高信号,提示踝关节骨折。

液改变引起的MRI异常信号诊断微骨折<sup>[15-16]</sup>。多层螺旋CT和MRI的成像原理不同,检查的重点亦有差异,二者联合使用能够相互补充,更加全面地反映患者病情,进而提高诊断隐匿性踝关节骨折的灵敏性和准确性<sup>[17-18]</sup>。但本研究结果显示,应用多层螺旋CT联合MRI诊断隐匿性踝关节骨折的灵敏度、特异度及准确度均高于多层螺旋CT,但与MRI相当。本研究结论尚需开展大样本多中心临床试验进一步验证。

### 参考文献

- [1] 马许宁,王玲娟,李源,等. MSCT及MRI检查对踝关节隐匿性骨折的临床应用价值分析[J]. 中国CT和MRI杂志, 2021, 19(7): 149-151.
- [2] 王琪,郭磊,白平,等. 益气续骨合剂加虫类通络方在踝关节骨折术后康复治疗中的应用[J]. 中医正骨, 2021, 33(7): 17-22.
- [3] 陈利军,田野,刘文刚,等. 非典型膝关节外伤后胫骨近端隐匿性骨折的影像诊断[J]. 中医正骨, 2015, 27(6): 26-28.
- [4] 谢瑛,苏平昌,岳孟超. 高场强MRI与多层螺旋CT诊断膝关节隐匿性骨折灵敏度、特异度比较[J]. 中国CT和

MRI杂志, 2021, 19(7): 155-157.

- [5] 方金平,刘飞斌,李冬冬,等. CT改良骨窗在急性隐匿性骨质疏松性椎体压缩骨折诊断中的应用价值[J]. 中医正骨, 2021, 33(10): 52-55.
- [6] 丘武应,姚文虹,钟丽珍,等. MSCT三维重建与MRI在膝关节隐匿性骨折中的诊断价值[J]. 海南医学, 2020, 31(8): 1021-1024.
- [7] 黄尹星,张欣,段旭洲,等. 急性踝关节损伤患者隐匿性骨折的临床与影像学特点[J]. 中华创伤杂志, 2021, 37(4): 347-351.
- [8] 陈玉权,吴勇江. 多层螺旋CT与MRI对膝关节隐匿性骨折的诊断价值比较[J]. 实用医院临床杂志, 2017, 14(6): 252-254.
- [9] 赵培龙. 多层螺旋CT后处理技术诊断隐匿性骨折的应用价值[J]. 中国药物与临床, 2019, 19(17): 2938-2940.
- [10] FENG P, LIANG L, YAO J, et al. Comparative analysis of the role of X-ray and CT three-dimensional reconstruction imaging technology in fracture classification and stability evaluation[J]. J Med Imag Health In, 2021, 11(9): 2367-2371.

(下转第53页)

- 31(13):1654-1658.
- [28] JOSET A, DODD D A, HALEGOUA S, et al. Pincher-generated Nogo-A endosomes mediate growth cone collapse and retrograde signaling [J]. J Cell Biol, 2010, 188 (2): 271-285.
- [29] LIU S, SANDNER B, SCHACKEL T, et al. Regulated viral BDNF delivery in combination with Schwann cells promotes axonal regeneration through capillary alginate hydrogels after spinal cord injury [J]. Acta Biomater, 2017, 60:167-180.
- [30] 裴俐锋. 联合应用游泳训练和补阳还五汤对大鼠全横断脊髓损伤后 Nogo-A、BDNF 及 VEGF 表达的影响 [D]. 锦州:锦州医科大学, 2018.
- [31] 刘建春, 张红珍, 郭文娟, 等. 补阳还五汤对自身免疫性脑脊髓炎模型小鼠神经保护作用的机制探讨 [J]. 中国实验方剂学杂志, 2019, 25(14): 55-61.
- [32] 范瑜洁, 聂颖, 陈安, 等. 补阳还五汤对脊髓损伤大鼠红核神经元 L-型钙通道的影响 [J]. 中医药导报, 2018, 24(20): 26-29.
- [33] 林晓敏, 潘伟滨, 吴玉琼, 等. 补阳还五汤对脊髓损伤后 I 型胶原蛋白和 IV 型胶原蛋白表达的影响 [J]. 中国组织工程研究, 2019, 23(31): 4986-4991.
- [34] 李俊杰, 林斌, 彭奇, 等. 补阳还五汤对大鼠脊髓损伤后 BMPRI a, II 表达的影响 [J]. 中国中医骨伤科杂志, 2016, 24(4): 7-11.
- [35] 邹礼梁, 王奎, 满夏楠, 等. 补阳还五汤对大鼠脊髓损伤修复与运动功能康复的作用研究 [J]. 云南中医学院学报, 2016, 39(4): 1-5.
- [36] 赵鹏, 饶耀剑, 崔泽升, 等. 补阳还五汤对 BMP2/4 介导轴突再髓鞘化的影响 [J]. 中国中医药现代远程教育, 2015, 13(3): 144-145.
- [37] 罗金鑫, 黄勇. 补阳还五汤含药血清对少突胶质前体细胞分化的影响 [J]. 广州中医药大学学报, 2018, 35(6): 1073-1078.
- [38] 巫芳华, 刘玉莲, 高宇容, 等. 补阳还五汤通过甲酰胺受体 2 减轻大鼠脑缺血再灌注后氧化应激损伤 [J]. 中国实验方剂学杂志, 2021, 27(18): 9-15.
- [39] 范婷婷, 万彩云, 卢青青, 等. 补阳还五汤改善脊髓损伤的抗氧化功能及作用机制 [J]. 世界中医药, 2021, 16(12): 1818-1823.
- [40] 邵阳, 杨俊锋, 马勇, 等. 中药复方脊髓康促进脊髓损伤大鼠神经功能恢复的实验研究 [J]. 环球中医药, 2020, 13(9): 1479-1483.
- [41] 汪今朝, 张俐. 活血通督汤抑制脊髓损伤后炎症反应的实验研究 [J]. 中国中医骨伤科杂志, 2019, 27(7): 1-5.
- [42] 刘杨, 高玉亭, 苗宇船. 丹参注射液对大鼠脊髓损伤后源性神经营养因子及胰岛素样生长因子-1 表达的影响 [J]. 上海交通大学学报 (医学版), 2018, 38(3): 272-275.
- [43] 魏桂财, 吴伟芳, 郑忠, 等. 姜黄素对小鼠急性创伤性脊髓损伤后神经功能影响研究 [J]. 海峡药学, 2020, 32(12): 16-19.

(收稿日期: 2021-09-14 本文编辑: 时红磊)

(上接第 48 页)

- [11] GUO J, XU L, ZHANG H, et al. Clinical analysis of magnetic nanoparticle contrast agent in the diagnosis of occult fracture by multislice spiral CT and MRI [J]. J Nanosci Nanotechnol, 2020, 20(10): 6568-6576.
- [12] 蔡金玉, 钟海燕, 杨璐丹, 等. 多层螺旋 CT 三维重建技术在隐匿性微小骨折诊断中的应用 [J]. 蚌埠医学院学报, 2018, 43(11): 1493-1495.
- [13] YAVUZ İ A, YILDIRIM A O, OKEN O F, et al. Is It an overlooked injury? Magnetic resonance imaging examination of occult talus lesions concomitant to tibial shaft fracture [J]. J Foot Ankle Surg, 2019, 58(3): 447-452.
- [14] SHARMA U K, DHUNGEL K, POKHREL D, et al. Magnetic resonance imaging evaluation of musculoskeletal diseases of ankle and foot [J]. Kathmandu Univ Med J, 2018, 16(61): 28-34.
- [15] 朱亚敏, 殷向辉, 朱昕怡, 等. CT 与 MRI 扫描三维重建在四肢骨关节隐匿性骨折诊断中的应用 [J]. 现代生物医学进展, 2020, 20(22): 4344-4347.
- [16] 陈雅倩, 张卫国, 何博. MRI 在膝关节隐匿性骨折诊断中的应用 [J]. 中国 CT 和 MRI 杂志, 2021, 19(5): 154-156.
- [17] 何绪成, 宁春芳, 周广金, 等. 多层螺旋 CT 联合磁共振成像在踝关节处隐匿性骨折中的诊断价值 [J]. 医学影像学杂志, 2021, 31(4): 680-683.
- [18] 吴发财, 杨东辉, 陈琦, 等. 不同影像学方法诊断踝关节隐匿性骨折的准确率比较 [J]. 中国 CT 和 MRI 杂志, 2019, 17(2): 140-142.

(收稿日期: 2022-04-29 本文编辑: 吕宁)