

论 著

拟X线，MRI及MSCT 3D技术联合诊断在踝关节骨折Lauge-Hansen分型中的临床应用价值*

刘超 成永忠* 张伟
韩雪 于洋 吴龙
宋彦涛 闫威
中国中医科学院望京医院放射科
(北京 100102)

【摘要】目的 探讨X线，MRI及MSCT 3D技术联合诊断在踝关节骨折Lauge-Hansen分型中的临床应用价值。**方法** 筛选2019年2月~2021年8月在我院收治的踝关节骨折的患者纳入本次研究，选取其中100例作为目标患者，分析单独X线、MSCT 3D技术以及MRI检测与联合检测的检出率，分析踝关节骨折患者Lauge-Hansen分型及分度情况，分析单独X线、MSCT 3D技术以及MRI检测与联合检测Lauge-Hansen分型的符合率，分析Lauge-Hansen分型评估与MRI检测韧带损伤的诊断结果，分析三者联合检测踝关节骨折的诊断价值。**结果** (1)100例手术判定为踝关节骨折的患者，三者联合对踝关节骨折检测检出率最高为100%，X线检出率最低为85%，MSCT 3D技术检出率为94.00%，MRI检出率为93.00%。(2)踝关节骨折患者Lauge-Hansen分型中，旋后外旋型有25例，旋前外旋型有15例，旋后内收型有18例，旋前外展型有32例，旋前背屈型有10例。(3)对踝关节骨折Lauge-Hansen分型判断最为准确的是三者联合检测，其符合率为99%，X线检测的符合率最低为80%，MSCT 3D技术检测的符合率为94.00%，MRI检测的符合率为93%。(4)经分析，MRI对Lauge-Hansen分型评估的灵敏度为98.90%(90/91)，特异度为77.78%(7/9)，准确度为97.00%。(5)通过分析可得，三者联合检测的灵敏度为98.99%(98/99)，特异度为100%(1/1)，准确度为99.00%。**结论** X线，MRI及MSCT 3D技术联合诊断在踝关节骨折Lauge-Hansen分型中的临床应用价值较高，作为诊断踝关节骨折的有效方式，三者联合，对骨折类型及损伤程度进行准确判断，为临床提供参考价值。

【关键词】 X线；MRI；MSCT 3D技术；诊断；踝关节骨折Lauge-Hansen分型；应用价值；

【中图分类号】 R445

【文献标识码】 A

【基金项目】 北京市自然科学基金资助项目 (7172243)

DOI:10.3969/j.issn.1672-5131.2023.08.047

Clinical Application Value of Combined X-ray, MRI and MSCT 3D Technology in Lauge-Hansen Classification of Ankle Fractures*

LIU Chao, CHENG Yong-zhong*, ZHANG Wei, HAN Xue, YU Yang, WU Long, SONG Yan-tao, YAN Wei.
Department of Radiology, Wangjing Hospital, Chinese Academy of Traditional Chinese Medicine,
Beijing 100102, China

ABSTRACT

Objective To investigate the clinical value of X-ray, MRI and MSCT 3D combined diagnosis in Lauge-Hansen classification of ankle fractures. **Methods** The patients with ankle fractures who were treated in our hospital from February 2019 to August 2021 were screened for inclusion in this study, and 100 of them were selected as the target patients. To analyze the Lauge-Hansen classification and grading in patients with ankle fractures, analyze the coincidence rate of Lauge-Hansen classification by X-ray alone, MSCT 3D technology and MRI detection and combined detection, analyze Lauge-Hansen classification evaluation and MRI The diagnostic results of ligament injury were detected, and the diagnostic value of the three combined in detecting ankle fractures was analyzed. **Results** (1) In 100 patients who were determined to be ankle fractures by surgery, the detection rate of ankle fractures by the combination of the three was the highest, 100%, the lowest X-ray detection rate was 85%, and the detection rate of MSCT 3D technology was 94.00%. , MRI detection rate was 93.00%. (2) In the Lauge-Hansen classification of ankle fractures, there were 25 cases of supination and external rotation, 15 cases of pronation and external rotation, 18 cases of supination and adduct, and 32 cases of pronation and abduction. There were 10 cases of pronation and dorsiflexion. (3) The most accurate judgment of Lauge-Hansen classification of ankle fractures is the combined detection of the three, with a coincidence rate of 99%, the lowest coincidence rate of X-ray detection is 80%, and the coincidence rate of MSCT 3D technology detection is 94.00%, the coincidence rate of MRI detection was 93%. (4) After analysis, the sensitivity of MRI for Lauge-Hansen classification was 98.90% (90/91), the specificity was 77.78% (7/9), and the accuracy was 97.00%. (5) According to the analysis, the sensitivity of the three combined detection was 98.99% (98/99), the specificity was 100% (1/1), and the accuracy was 99.00%. **Conclusion** The combined diagnosis of X-ray, MRI and MSCT 3D technology has high clinical application value in Lauge-Hansen classification of ankle fractures. , to provide clinical reference value.

Keywords: X-ray; MRI; MSCT 3D technology; Lauge-Hansen Classification of ankle fractures; Diagnosis; Application Value

踝关节是由胫腓骨下端的关节面及距骨滑车构成，关节囊两侧厚前后薄，中有韧带加强，是人体的骨骼系统中较易受伤的部位之一，也是骨科常见的损伤，踝关节解剖结构及力学结构较为复杂，骨折类型多，骨折后的要求需要达到解剖复位标准，使踝关节功能得到恢复^[1-2]。治疗中采用Lauge-Hansen分型对踝关节的损伤情况进行评估，为踝关节骨折的诊断与治疗提供参考，根据患者损伤时足的位置、外力方向、及韧带损伤情况对踝关节骨折损伤进行分型，可分为旋前-外旋型、旋前-外展型、旋后-外旋型、旋后-内收型^[3-4]。当前Lauge-Hansen分型一般建立在影像辅助检查的基础上，踝关节早期的正确诊断治疗，对患者治疗及预后具有重要影响^[5]，借助影像检查，对骨折的位置、移位显示等进行辨别。随着影像技术的发展，踝关节骨折的诊断有较大进展。常规X线检查对骨折部位摄取平面图像，但单纯的X线检查获取的影像可见重叠^[6]，多层螺旋CT可多方位多角度的检测骨折的走向及位置，CT 3D重建技术可任方向旋转，消除重叠，更加清晰的显示细微骨折，显示关节面及关节分离的情况，可更好的判断骨折隐匿损伤的情况，临床往往偏向踝关节骨折的复位固定。韧带损伤往往易忽视，MRI是踝关节早期韧带损伤诊断的重要手段^[7]。本研究主要探讨X线，MRI及MSCT 3D技术联合诊断在踝关节骨折Lauge-Hansen分型中的临床应用价值，旨在为临床提供参考。

1 资料与方法

1.1 一般资料 筛选2019年2月至2021年8月我院收治的踝关节骨折的患者纳入本次研究，选取其中100例作为目标患者，其中男60例，女40例，年龄范围约为25~70岁，平均年龄(48.34±5.77)岁，体重范围在45kg~85kg之间，平均体重(55.07±6.80)kg。受检者的一般资料进行比较，差异较小，无统计学意义(P>0.05)。

纳入标准^[8]：患者通过临床症状、手术确认、影像学检查等方式，确诊为踝关节骨折的患者。为踝关节新鲜闭合性骨折的患者。均可耐受手术治疗的患者。接受检查前未接受过手法复位等治疗的患者。对本研究知情，并同意签订知情同意书的患者。排除标准^[9]：为踝关节先天性畸形的患者。为非外伤病理性或者多发性骨折的患者。存在凝血功能障碍或者恶性肿瘤对手术不耐受等的患者。合并严重心、肝等重大器质性器官疾病的患者。具有踝关节骨折病史或者踝关节手术史的患者。患有精神疾病不能正常沟通或不能按照医生医嘱配合治疗的患者。

【第一作者】刘超，男，主治医师，主要研究方向：体部影像诊断。E-mail: 1805159962@qq.com

【通讯作者】成永忠，男，主任医师，主要研究方向：从事踝关节骨折外固定研究工作。E-mail: bless518@139.com

1.2 方法 常规X线检查：使用Philips宙斯(DigitalDiagnost 4.1)型DR。采用电离室自动曝光控制(AEC)技术，曝光条件设置为60KV、4.2mAs。摄取患者踝关节正、侧位片。根据患者患处影像显示测定下胫腓间隙(IFCS)、下胫腓重叠影(IFO)以及距骨内踝间隙(MCS)/距骨胫骨间隙(ICS)等影像参数，X线诊断标准：距骨内踝间隙大于4mm，下胫腓重叠影小于6mm，下胫腓间隙大于6mm，距骨内踝间隙/距骨胫骨间隙比值大于1。根据踝关节骨折的Denis-Weber分型标准，并结合X线影像显示判定分型，根据踝关节骨折的Lauge-Hansen分型标准，并结合X线影像显示推断患者受伤机制判定分型。

MSCT 3D技术检查：使用Siemens SOMATOM Definition Edge同源双光谱64排螺旋CT机(德国西门子公司)，患者采取仰卧位，电压设定为120kv，扫描层厚设定为1-1.5mm，螺距为1，重建距设定为1-1.5mm，电流设定为100-150mA，患者先行平扫，扫描完成，对影像图像进行容积重建及多平面重建，消除距骨、胫骨等对图像造成影响的影像，薄层图像数据上传至工作站，转动X、Y、Z轴的调整，获取完整立体图像。

MRI检查：使用Siemens MAGNETOM Skyra(西门子公司)超导MR扫描仪，采用支具对踝关节进行固定，使用踝关节专属线圈，T₁WI、T₂WI以及质子加权系列的矢状位、冠状位和轴位扫描，多影像显示图像进行分析，并观察患者韧带损伤情况。MRI的诊断标准：0级：患者韧带和下胫腓联合影像显示正常，不存在撕脱性骨折；1级：患者韧带和下胫腓联合影像显示增厚，但不存在撕脱性骨折；2级：患者韧带及下胫腓联合部分损伤或出现断裂情况，但不存在撕脱性骨折；3级：患者下胫腓联合影像显示完全损伤，韧带完整伴有撕脱性骨折，或韧带断裂但无撕脱性骨折。

所有患者均行手术治疗，以术中探查结果为标准，观察患者踝关节骨折的程度、病理分型等。

表1 不同检查方法对患者踝关节骨折损伤检出率的比较[n(%)]

检查方法	检出(例)	检出率(%)
手术结果判定(n=100)	100	
X线(n=100)	85	85.00
MSCT 3D技术(n=100)	94	94.00
MRI(n=100)	93	93.00
三者联合检测(n=100)	100	100.00
χ^2		7.684
P		<0.05

1.3 指标 (1)分析单独X线、MSCT 3D技术以及MRI检测与联合检测的检出率，检出率=检测方法检出人数/总人数*100%。(2)分析踝关节骨折患者Lauge-Hansen分型及分度情况，对患者骨折分型分度进行分析记录，以手术诊断作为标准。(3)分析单独X线、MSCT 3D技术以及MRI检测与联合检测Lauge-Hansen分型的符合率。(4)分析Lauge-Hansen分型评估与MRI韧带损伤的诊断结果，分析对其灵敏度、特异度及准确率。(5)分析三者联合检测踝关节骨折的诊断价值，分析对其灵敏度、特异度及准确率。

1.4 统计学分析 采用SPSS 26.0统计学软件进行数据分析，计量资料用($\bar{x} \pm s$)表示，采用 χ^2 检验不同检查方法对患者踝关节骨折损伤检出率，及对踝关节骨折Lauge-Hansen分型的对比，以P<0.05为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 不同检查方法对患者踝关节骨折损伤检出率的比较 100例手术判定为踝关节骨折的患者，三者联合对踝关节骨折检测检出率最高为100%，X线检出率最低为85%，MSCT 3D技术检出率为94.00%，MRI检出率为93.00%，与X线检出率比较，联合检测检出率显著更高($\chi^2=16.216$ P<0.05)；与MSCT 3D技术检出率比较，联合检测检出率明显提高($\chi^2=6.186$ P<0.05)；与MRI检出率比较，联合检测检出率明显提高($\chi^2=7.254$ P<0.05)；踝关节骨折损伤检出率见表1。

2.2 踝关节骨折患者的Lauge-Hansen分型以及分度情况 踝关节骨折患者Lauge-Hansen 分型中，旋后外旋型有25例，旋前外旋型有15例，旋后内收型有18例，旋前外展型有32例，旋前背屈型有10例。踝关节骨折患者分型分度情况见表2。

2.3 不同检测方法对踝关节骨折Lauge-Hansen 分型的对比 对踝关节骨折Lauge-Hansen 分型判断最为准确的是三者联合检测符合率为99%，X线检测的符合率最低为80%，MSCT 3D技术检测的符合率为94.00%，MRI检测的符合率为93%。与X线符合率比较，联合检测符合率显著更高($\chi^2=19.207$ P<0.05)；与MSCT 3D技术符合率比较无统计学差异($\chi^2=3.701$ P>0.05)，但联合检测符合率数值更高；与MRI检测符合率比较，联合检测符合率显著更高($\chi^2=4.688$ P<0.05)；踝关节损伤骨折的检出率见表3。

2.4 Lauge-Hansen分型评估与MRI韧带损伤的诊断结果分析 经分析，MRI对Lauge-Hansen分型评估的灵敏度为98.90%(90/91)，特异度为77.78%(7/9)，准确率为97.00%。韧带损伤诊断结果见表4。

表2 踝关节骨折患者的Lauge-Hansen分型以及分度情况(例)

	旋后外旋型	旋前外旋型	旋后内收型	旋前外展型	旋前背屈型	合计
I 度	3	2	10	12	3	30
II 度	10	6	8	10	2	36
III度	8	5	0	10	2	25
IV度	4	2	0	0	3	9
合计	25	15	18	32	10	100

表3 不同检测方法对踝关节骨折Lauge-Hansen分型的对比[n(%)]

检查方法	旋后外旋型	旋后内收型	旋前外旋型	旋前外展型	旋前背屈型	无法分型	符合率
手术结果判定(n=100)	25	18	15	32	10	0	
X线(n=100)	20(40.00)	12(20.00)	13(21.66)	25(25.00)	15(15.00)	15(15.00)	80(80.00)
MSCT 3D技术(n=100)	24(24.00)	16(16.00)	14(14.00)	30(30.00)	14(12.00)	4(4.00)	94(94.00)
MRI(n=100)	22(22.00)	16(16.00)	15(15.00)	30(30.00)	13(13.00)	4(4.00)	93(93.00)
三者联合(n=100)检测	25(25.00)	17(17.00)	15(15.00)	32(32.00)	10(10.00)	1(1.00)	99(99.00)#
χ^2							8.942
P							<0.05

表4 Lauge-Hansen分型评估与MRI检测韧带损伤的诊断结果分析

Lauge-Hansen分型	MRI		合计
	韧带损伤	未损伤	
阳性	90	2	92
阴性	1	7	8
合计	91	9	100

表5 三者联合检测踝关节骨折的诊断价值

Lauge-Hansen分型	三者联合检测		合计
	正确	错误	
正确	98	0	98
错误	11	2	13
合计	99	2	101

2.5 三者联合检测踝关节骨折的诊断价值 通过分析可得,三者联合检测的灵敏度为98.99%(98/99), 特异度为100%(1/1), 准确率为99.00%。三者联合检测踝关节骨折的诊断价值见表5。图1为X线片,提示右内外踝远端骨质密度欠均匀,周围软组织肿胀,提示骨折存在可能。图2-4为急诊骨科外固定之后,行MSCT复

诊,明确为内踝及外踝远端撕脱骨折。图5-11为后续的MRI检查除了进一步证实内外踝远端骨折的存在以外,还发现了距骨骨折挫伤所致的骨髓水肿,距腓前、后韧带损伤,内侧三角韧带损伤。进一步解释了踝关节周围软组织肿胀的原因。



图1-11 X线、MSCT 3D技术以及MRI检测图

3 讨论

踝关节是人体重要的关节组织,在受到间接暴力等外力作用下,极易发生踝关节扭伤进而导致踝关节脱位骨折^[10],可能出现下胫腓联合损伤^[11]。Lauge-Hansen分型将骨折分型与损伤机制相结合,可更好的作用于临床诊断和治疗,借助影像学检查对骨折分型进行判断进一步提升诊断正确率,直观了解骨折复位和评估骨折与韧带损伤的情况^[12],踝关节的解剖结构复杂,可出现多骨重叠的部分,常规X线检查,对于骨骼明显分离合并骨折的患者诊断较为容易,但对于所摄取影像重叠部分显示不清^[13],无法显示踝关节分型。MSCT三维重建技术,可更加直观立体的显示骨折位置及形态,多方位检测骨折线位置走向,弥补常规X线的不足,避免重叠及伪影干扰^[14-15],X线、CT在踝关节骨折中为主要检查方法,MRI对踝关节周围韧带及肌腱损伤判断效果好,单独MRI检测易对骨折漏诊,对于踝关节骨折的准确分型^[16],有利于医生制定合理的治疗方案,高效治疗。

本研究结果显示,X线对踝关节骨折的检出率最低为87%,三者联合检测检出率为100%,提示单一X线检测存在局限性,检出率最低,三者联合可全方位检测踝关节骨折的分型,对骨折及韧带损伤情况检出率高,这与杜江东^[17]等的研究结果相似,X线主要摄取平面图像,部分影响相互重叠,无法全面准确的判断踝关节骨折的分型,提示可能存在骨折。MRI和MSCT 3D技术作为骨折患者的主要辅助方式,其中MRI对软组织、轻微骨折挫伤以及韧带损伤检查效果明显,多排螺旋CT三维重建技术可获得骨折处立体影像,多平面重建可清晰显示细微的解剖结构,薄层重建可对骨皮质连续性进行判断,可以明确骨折类型,也可对软组织的肿胀出血情况作出判断^[18]。本研究分析X线、MSCT 3D技术、MRI及三者联合检测在踝关节骨折Lauge-Hansen分型的诊断效能以及对MRI检测韧带断裂的诊断价值,相较于单独检测,三者联合检测的灵敏度、特异度和准确度最高,MRI检测韧带断裂的敏感度和特异度较高,除能进一步证实踝关节骨折存在以外,还能发现踝关节周围软组织肿胀的原因。黄世均^[19]等研究表明,MSCT三维重建可对对方为多角度的对患者踝关节骨折患者进行扫描,三维图像可根据需要进行重建,对不必要组织产生的伪影进行消除,更直观显示所需观察部位的影像,尽量减少骨质疏松等因素造成的漏诊,刘明炯^[20]等的研究显示,X线对骨折块的大小及移位情况显示较模糊,易出现漏诊情况,CT三维成像对疾病认知更加全面,MRI可对患者韧带损伤情况进行判别,对韧带损伤敏感度较高,特别是对于下胫腓联合损伤,MRI影像中,韧带断裂下胫腓信号会出现持续性中断,断裂部位呈高信号,多韧带断

裂联合下胫腓损伤的诊断准确率较高,也可显示细微骨折,Lauge-Hansen分型注重踝关节骨折病理分析及韧带损伤程度,在影像辅助检查下,各类型病理类型的典型特点均可显现,本研究在手术判断标准上各个影像检查对Lauge-Hansen分型进行判断,三者联合诊断的准确率较高,三者联合检测有助于对骨折的全方位分析。

X线,MRI及MSCT 3D技术联合诊断在踝关节骨折Lauge-Hansen分型中的临床应用价值较高,是临床上诊治骨折的关键,优势互补,为临床提供参考价值。

参考文献

- [1] 朱祥萍, 吉辉, 雷德会. 舒筋活血汤联合功能锻炼用于踝关节骨折术后功能恢复的临床疗效[J]. 中华中医药学刊, 2018, 36 (7): 1704-1706.
- [2] Chun D I, Cho J H, Min T H, et al. Diagnostic accuracy of radiologic methods for ankle syndesmosis injury: a systematic review and meta-analysis[J]. J Clin Med, 2019, 8 (7): 968.
- [3] 林国钦, 杨建惠, 陈壮雄. Lauge-Hansen分型在指导踝关节骨折诊断与治疗中的应用[J]. 临床医学, 2017, 37 (3): 18-19.
- [4] Blom R P, Meijer D T, de Muinck Keizer R O, et al. Posterior malleolar fracture morphology determines outcome in rotational type ankle fractures[J]. Injury, 2019, 50 (7): 1392-1397.
- [5] 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.
- [6] 王若阔. 足踝部骨折的诊断和治疗进展[J]. 现代诊断与治疗, 2019, 30 (2): 198-200.
- [7] 余冬平, 魏国文. MRI在踝关节骨折伴发韧带损伤诊断中的应用价值[J]. 实用临床医学, 2019, 20 (3): 59-62.
- [8] 张琛, 张丽霞, 李杰. 多层螺旋CT对老年复杂踝关节骨折的显像效果及分型诊断研究[J]. 中国CT和MRI杂志, 2017, 15 (2): 146-148.
- [9] 王勇, 史亮, 曹磊, 等. 2196例成人踝关节骨折X线分析[J]. 中国临床医学影像杂志, 2017, 28 (5): 354-358.
- [10] 朱祥萍, 吉辉, 雷德会. 舒筋活血汤联合功能锻炼用于踝关节骨折术后功能恢复的临床疗效[J]. 中华中医药学刊, 2018, 36 (7): 1704-1706.
- [11] 余磊, 赵斌, 王伟, 等. 急诊手术与择期手术治疗踝关节骨折脱位的对照研究[J]. 中国骨与关节损伤杂志, 2017, 32 (4): 411-413.
- [12] 孙永刚, 李文, 徐剑, 等. CT三维重建对踝关节骨折分型及手术效果评估价值分析[J]. 中国CT和MRI杂志, 2020, 18 (10): 157-159.
- [13] 王自力, 常刚, 万青红. 螺旋CT重建在踝关节骨折诊断及治疗中的应用[J]. 中国CT和MRI杂志, 2018, 16 (7): 150-153.
- [14] 肖格林, 张海涛, 黄鸣宇. MSCT 3D技术在踝关节骨折Lauge-Hansen分型中的应用[J]. 中国CT和MRI杂志, 2018, 16 (7): 147-149.
- [15] Lampridis V, NGougoulis N, Sakellariou A. Stability in ankle fractures: Diagnosis and treatment[J]. EFORT Open Rev, 2018, 3 (5): 294-303.
- [16] 刘明, 赵丹丹, 匡永才. CT图像后处理技术结合磁共振成像在老年踝关节骨折分型诊断和预后评估中的应用[J]. 中国老年学杂志, 2017, 37 (1): 154-156.
- [17] 杜江东. X线及螺旋CT三维重建技术在踝关节骨折Lauge-Hansen分型诊断中的应用价值[J]. 中国CT和MRI杂志, 2018, 16 (8): 142-145.
- [18] 范磊, 茹靖涛, 李晓彬, 等. MSCT 三维重建在踝关节骨折诊断中的应用[J]. 中国CT和MRI杂志, 2019, 17 (3): 135-138.
- [19] 黄世均, 曹志军. MSCT三维重建对踝关节骨折的诊断价值[J]. 中国CT和MRI杂志, 2020, 18 (7): 168-171.
- [20] 刘明炯, 那蓉, 邱芬芬, 等. CT图像后处理技术结合磁共振成像对踝关节骨折分型及术后并发症的评估价值[J]. 中国全科医学, 2014, 17 (12): 1441-1444.

(收稿日期: 2022-11-02)

(校对编辑: 姚丽娜)