

论 著

CT三维重建技术对踝关节骨折分型诊断及术后疗效的评估价值

黄秋波^{1,*} 王 帅²1.江苏省人民医院溧阳分院骨科
(江苏 溧阳 213300)2.江苏省人民医院溧阳分院影像科
(江苏 溧阳 213300)

【摘要】目的 探讨CT三维重建技术对踝关节骨折分型诊断及术后疗效的评估价值。方法 选取2019年1月至2019年12月于我院接受治疗的76例经手术证实的踝关节骨折患者作为研究对象,收集患者的术前及术后1d的X线、CT检查报告和临床资料。分析X线和CT三维重建技术诊断患者术前的踝关节Lange-Hansen骨折分型情况、术后1d的解剖复位及内固定适宜情况,均以手术探查结果为金标准,比较两种检查方法对踝关节骨折患者的骨折分型诊断及术后疗效评估的准确率。结果 经手术后证实,76例踝关节骨折患者中,属于PAB型骨折18例(23.68%),PER型骨折15例(19.74%),SAB型骨折20例(26.32%),SER型骨折23例(30.26%);术前经CT检查诊断患者Lange-Hansen分型的准确率96.05%明显高于经X线检查的准确率86.84%($P<0.05$)。76例患者均顺利完成手术,实现骨折解剖复位和内固定满意;术后经CT三维重建检查出解剖复位和内固定适宜的患者例数均明显高于X线检查结果($P<0.05$)。结论 相比常规术前X线检查,CT三维重建技术诊断踝关节骨折分型和评估术后复位质量、内固定质量的准确率较高,该检查方法对于踝关节骨折分型诊断及术后疗效的评估具有良好的应用价值。

【关键词】三维重建技术; 踝关节骨折; 骨折分型; 复位质量; 内固定质量

【中图分类号】R274.1

【文献标识码】A

DOI:10.3969/j.issn.1672-5131.2022.10.062

Value of CT Three-dimensional Reconstruction Technology in The Diagnosis of Ankle Fracture Classification and Evaluation of Postoperative Curative Effect

HUANG Qiu-bo^{1,*}, WANG Shuai².

1.Department of Orthopedics, Liyang Branch, Jiangsu Provincial People's Hospital, Liyang 213300, Jiangsu Province, China

2.Department of Imaging, Liyang Branch, Jiangsu Provincial People's Hospital, Liyang 213300, Jiangsu Province, China

ABSTRACT

Objective To explore the value of CT three-dimensional reconstruction technology in the diagnosis of ankle fracture classification and evaluation of postoperative curative effect. **Methods** A total of 76 patients with surgically confirmed ankle fractures who were treated in our hospital from January 2019 to December 2019 were selected as the research subjects, and the preoperative and postoperative X-ray, CT examination reports and clinical data of the patients were collected. The diagnosis of ankle fracture Lange-Hansen classification before surgery by X-rays and CT three-dimensional reconstruction technology, anatomical reduction and internal fixation suitability at 1d after surgery were analyzed. Taking the results of surgical exploration as the golden standard, accuracy rates of the two methods for diagnosis of fracture classification and evaluation of postoperative curative effect in patients with ankle fractures were compared. **Results** It was confirmed by surgery that among 76 patients with ankle fractures, there were 18 cases (23.68%) with PAB fracture, 15 cases (19.74%) with PER fracture, 20 cases (26.32%) with SAB fracture and 23 cases (30.26%) with SER fracture. The accuracy rate of CT for diagnosis of Lange-Hansen classification was significantly higher than that of X-rays (96.05% vs 86.84%) ($P<0.05$). All the 76 patients successfully completed the surgery, who were satisfied with anatomical reduction and internal fixation of fractures. The number of cases with anatomical reduction and internal fixation suitability detected by CT three-dimensional reconstruction was significantly more than that by X-rays ($P<0.05$). **Conclusion** Compared with preoperative routine X-ray examination, accuracy rates of CT three-dimensional reconstruction technology are higher in diagnosing ankle fracture classification and evaluating the quality of postoperative reduction and internal fixation, which is of good application value in diagnosis of ankle fracture classification and evaluation of postoperative curative effect.

Keywords: 3D Reconstruction Technique; Ankle Fracture; Fracture Classification; Reduction Quality; Internal Fixation Quality

踝关节骨折是常见的骨折类型,多由运动、交通事故、坠落等原因导致,在近年来呈现逐年上升的趋势^[1]。踝关节骨折具有骨折分型较多、表现多样的特点,常伴有足部骨损伤、踝关节脱位等,若术前不能得到准确诊断,可影响手术方式的选择,进一步影响患者的踝关节功能恢复及预后,不利于患者的身体健康^[2]。X线片是临床上诊断踝关节骨折比较传统和基础的影像学检测方法,虽具有一定的诊断价值,但对于骨折和移位程度难以全面、客观地显示出来,容易导致漏诊的情况^[3]。常规CT平扫诊断踝关节骨折虽能提高图像分辨率、避免影像重叠,但仍缺乏空间立体感,不能准确显示骨折的整体情况,对踝关节骨折的术前分型和术后疗效评估价值不高^[4]。CT的三维重建技术是一种重要的图像分析处理手段,可清晰、全面且立体地显示骨折部位、移位和隐匿损伤等情况,有助于指导骨折分型与术后疗效评估^[5]。基于此,本研究将CT三维重建技术用于踝关节骨折患者,探讨其对骨折分型和术后疗效评估价值,以期对踝关节骨折的临床诊断和有效治疗提供一些理论参考,现报告如下。

1 资料与方法

1.1 临床资料 选取2019年1月至2019年12月于我院收治的76例经手术证实的踝关节骨折患者作为研究对象,对患者的临床资料进行回顾性分析。

纳入标准: 患者均符合踝关节骨折的相关诊断标准^[6]; 年龄18~70岁,均进行手术治疗者; 所有患者术前均行X线正侧位摄片和CT重建检查,且影像学资料完整; 均为新鲜骨折及闭合性骨折; 临床资料完整者。排除标准: 踝关节骨折史和手术史者; 存在严重肝肾、心脑血管疾病者; 合并精神异常、恶性肿瘤者; 存在X线、CT和手术禁忌证者。本研究纳入的76例患者中男性46例,女性30例; 年龄22~65岁,平均年龄(43.28±10.53)岁; 均未见病理性骨折,骨折位于左侧39例,右侧37例; 骨折原因为运动扭伤29例,交通事故24例,高空坠落15例,重物砸伤8例。此次研究在医学伦理委员

【第一作者】黄秋波,男,副主任医师,主要研究方向:骨科创伤方面。E-mail: taotaomei22@163.com

【通讯作者】黄秋波

会批准通过情况下开始实施, 研究设计内容符合《世界赫尔辛基宣言》。

1.2 方法

1.2.1 检查方法 X线检查方法: 采用德国西门子DR摄片机, 指导患者端坐并保持静止, 患侧骨折位置置于摄影床板后, 将双腿垂直, 双脚伸直, 进行常规X线扫描检查。若患者需要接受侧位摄片, 则指导患者取侧位, 使得患者踝关节平行于摄影床板面。

CT检查方法: 患者取仰卧位, 采用德国西门子公司生产的Definition型64排螺旋CT机对患者踝关节骨折部位进行扫描, 扫描范围: 胫骨下端约三分之一处至足部轴位(包括骨折线上、下2cm), 从足部的远端向近端逐渐扩大。扫描参数设置: 管电流100~150mA, 管电压120kV, 层厚3~5mm, 层距5mm。螺距1mm, 重建间距1mm; 重建算法为标准重建算法。扫描后上将二维图像上传至西门子图像工作站, 行表面遮盖成像、多平面重建、容积再现三维成像等三维重建技术进行图像后处理。均由2名影像学医师完成图像后处理操作并采用双盲法进行阅片, 意见不一致时协商一致解决。所有入组患者均于术前及术后1d接受影像学检查, 包含X线和CT检查, 收集其影像学资料, 由2名影像学医师依据骨折的部位、骨折线走向、关节塌陷等情况, 经协商得出坏骨折分型诊断结果, 并根据术后影像学结果评估术后判断其复位质量及内固定质量。

1.2.2 分型方法 参照Lauge-Hansen分型^[7]标准, 将踝关节骨折类型分为: (1)旋前外展型(PAB): 受伤时足处于旋前位, 距骨受到强力外展或外翻用力, 踝关节内侧结构受到强力牵拉, 外踝受到挤压应力; (2)旋前外旋型(PER): 受伤时足处于旋前位, 距骨受到外旋应力, 以外侧为轴向向外方旋转, 踝关节内侧结构受到牵拉破坏; (3)旋后内收型(SAB): 受伤时足处于旋后位, 距骨在踝穴内受到内收应力, 踝关节外侧结构受到牵拉, 内踝受到距骨的挤压应力所致; (4)旋后外旋型(SER): 受伤时足处于旋后位, 距骨在踝穴内受到外旋应力或足部固定而小腿内旋距骨受到相对外旋的应力, 距骨在踝穴内以内侧为轴向向外后方旋转, 迫使外踝向后移位; 以及垂直压缩型(pilon骨折)。

1.2.3 手术方法 所有患者均经硬膜外麻醉或全麻后俯卧于骨科透视手术床, 选择切开复位内固定方式。术中常规对患者骨折情况进行探查, 同时明确并记录骨折Lauge-Hansen分型情况。随后对骨折部位实施复位处理, 经C型臂X线机透视关节面平整后, 予以固定。术后拔除引流管后, 并开始早期功能训练和负重练习。

1.3 观察指标

1.3.1 骨折分型诊断 分别依据患者的X线和CT三维重建图像对踝关节骨折患者进行Lange-Hansen分型, 记录PAB型、PER型、SAB型和SER型例数, 并以手术探查结果为“金标准”, 比较两种检查方法与“金标准”对踝关节骨折分型的诊断结果, 评估X线和CT三维重建诊断踝关节骨折类型的灵敏度、特异度、准确率和Kappa值。

1.3.2 术后疗效 术后1d, 比较各患者复查的X线和CT三维重建图像, 分析并评价患者的骨折复位及内固定质量。复位质量: 解剖复位指骨折部位基本恢复至正常机体解剖结构, 关节面和移位台阶<2mm, 对线和对位均完全良好; 非解剖复位为影像中测量关节面台阶在2mm以上。内固定质量: 以内固定钢板位置不佳、螺钉穿透关节面并进入关节腔或外露约1/3长度为定义为内固定不适宜; 否则为内固定适宜^[8]。

1.4 统计学处理 采用SPSS 22.0软件统计和分析实验数据, 计数指标用率表示, 采用 χ^2 检验; 计量指标采用“ $\bar{x} \pm s$ ”表示, 采用两独立样本t检验, 以 $P < 0.05$ 提示为差异有统计学意义。两种检查方法一致性评价采用Kappa一致性检验进行一致性检验分析。

2 结果

2.1 两种检查方法对术前踝关节骨折分型的诊断结果比较 经手术后证实, 76例踝关节骨折患者中, 属于PAB型骨折18例(23.68%), PER型骨折15例(19.74%), SAB型骨折20例(26.32%), SER型骨折23例(30.26%)。

经X线诊断出PAB型15例, PER型18例, SAB型19例, SER型24例; 诊断分型准确率86.84%(66/76); 经CT三维重建诊断出PAB型17例, PER型16例, SAB型19例, SER型24例, 诊断分型准确率96.05%(73/76), 术前经CT检查诊断患者Lauge-Hansen分型的准确率明显高于经X线检查的准确率($P < 0.05$); 且两种检查方法诊断骨折Lauge-Hansen分型的结果在PAB型、PER型、SAB型和SER型方面比较均无明显差异($P > 0.05$), 见表1、表2和图1~图4。

2.2 两种检查方法对手术治疗后疗效的评估结果比较 76例患者均顺利完成手术, 均实现骨折解剖复位和内固定满意, 手术时间90~165min, 平均(121.35 $\pm$ 14.27)min。

经术后1d影像学检查, CT三维重建检查出解剖复位患者74例, 内固定适宜患者73例; X线检查出解剖复位患者67例, 内固定适宜患者66例; CT三维重建检查出解剖复位和内固定适宜的患者例数均明显高于X线检查结果($P < 0.05$), 见表3。

表1 两种检查方法与金标准对踝关节骨折分型的诊断结果比较 (例)

手术“金标准”	例数	CT三维重建				X线			
		PAB	PER	SAB	SER	PAB	PER	SAB	SER
PAB	18	17	1	0	0	13	4	0	0
PER	15	0	15	0	0	2	14	0	0
SAB	20	0	0	18	1	0	0	16	1
SER	23	0	0	1	23	0	0	3	23
合计	76	17	16	19	24	15	18	19	24

表2 两种术前检查方法对AGH分型的检出情况比较 (n=76, 例/%)

方法	手术探查诊断结果“金标准”				准确率(%)
	PAB(18例)	PER(15例)	SAB(20例)	SER(23例)	
CT三维重建	17(22.37)	15(19.74)	18(23.68)	23(30.26)	96.05(73/76)
X线	13(17.11)	14(19.74)	16(21.05)	23(30.26)	86.84(66/76)
χ^2	1.800	0.196	4.121		
P	>0.05	>0.05	>0.05	>0.05	<0.05

表3 两种检查方法对踝关节骨折分型的诊断效能比较 (n=76, 例/%)

检查方法	复位质量		内固定质量	
	解剖复位	非解剖复位	内固定适宜	内固定不适宜
CT三维重建	74(97.37)	2(2.63)	73(96.05)	3(3.95)
X线	67(88.16)	9(11.84)	66(86.84)	10(13.16)
χ^2	4.802		4.123	
P	<0.05		<0.05	



图1~图4 踝关节骨折患者, 男性, 63岁, 运动致骨折。图1和图2为术前X线检查诊断骨折分型为PAB-III型; 图3和图4为术前CT检查, 经三维重建后显示下胫腓前韧带附着处撕脱骨折。

3 讨论

踝关节是人体重要的负重关节之一, 主要由内踝、外踝、胫骨下端关节面和距骨构成, 一旦受到高能外力作用可出现复杂多样的骨折类型^[9]。临床常采用手术对踝关节骨折患者进行治疗, 可对骨折部位进行较好的复位和内固定, 但不同类型的踝关节骨折其手术方式不尽相同, 正确评估手术后治疗效果对于及早干预和预后的改善具有积极意义。因此, 术前对踝关节骨折的分型进行诊断尤为重要。既往临床上多采用X线进行术前检查, 但难以准确、全面的显示骨折部位, 影响骨折的分型和手术治疗效果的准确评估^[10]。而CT三维重建技术具有较高的空间分辨率, 已被研究证实^[11]在肩胛骨、胫骨和脊柱等部位的骨折诊疗中具有较好的应用价值。

Lauge-Hansen分型是临床上踝关节骨折较为常用的分型系统, 注重创伤病理的所处阶段, 可反映出骨折部位及韧带损伤情况^[12]。本研究分析CT三维重建技术在踝关节骨折Lauge-Hansen分型及术后疗效评估中的应用价值, 结果显示, 术前经CT三维重建技术诊断患者踝关节骨折Lauge-Hansen分型的准确率96.05%明显高于经X线检查的准确率86.84%, 与王自立等^[13]的研究结果较为类似, 可见CT三维重建技术对Lauge-Hansen分型较高的诊断准确率。X线检查是临床诊断踝关节骨折的常用影像学方法, 但不少研究表明X线摄片存在同平面影像重叠、分辨率较低等不足之处, 不能对踝关节骨折的关节面塌陷、关节移位和韧带损伤等情况不能准确、全面地识别, 导致分型诊断准确率不高^[14]。CT三维重建技术诊断相比于X线摄片诊断Lauge-Hansen骨折分型的准确率较高, 分析其优势主要在于: (1)多层螺旋CT的三维重建技术具有较高的空间分辨率, 可通过多平面重建等技术从多个角度及平面清晰显示关节面、骨碎片、脱位等创伤解剖情况, 观察胫腓骨的关系和损伤撕裂情况, 有助于进行骨折分型; (2)能够消除伪影的影响, 通过X、Y、Z轴进行任意方向的旋转, 观察踝关节骨折线走向, 发现微小骨折及隐匿性损伤情况, 帮助判断暴力损伤机制^[15]; (3)属于一种无创的检查, 对人体的放射性低于X线片检查, 且三维图像随时可以重建而不受人体体位限制。因而, CT三维重建技术用于踝关节骨折分型诊断具有较高准确性, 有助于指导医师选择有效的手术方式及入路, 避免手术中盲目性。

本研究76例患者均顺利完成手术, 回顾性分析76例患者的术后影像学报告发现, CT三维重建检查出解剖复位和内固定适宜的患者例数均明显高于X线检查结果, 表明CT三维重建技术对患者术后解剖复位和内固定适宜的检出率较高, 可用于术后疗效评估。采用手术治疗踝关节骨折的目的在于实现骨折面的解剖复位、重建周围韧带和合理的内固定以强化关节稳定性, 进一步达到理想的关节功能恢复和康复效果^[16]。术后以CT三维重建技术评估患者的复位和内固定质量, 可在三维立体图像中更为清楚的显

示骨折复位效果是否合理, 螺钉置入位置与角度是否利于后期关节功能恢复, 对于改善患者预后有明显的积极作用。同时相比于X线摄片检查, CT三维重建技术还能减少内固定金属造成的伪影干扰, 清晰显示骨折复位及内固定情况, 帮助判断术后疗效。

综上所述, 相比常规术前X线检查, CT三维重建技术诊断踝关节骨折分型和评估术后复位质量、内固定质量的准确率高, 该检查方法对于踝关节骨折分型诊断及术后疗效的评估具有良好的应用价值。

参考文献

- [1] Lukas KJ, Boguslaw S, Sebastian S, et al. Results of arthroscopic ankle arthrodesis with fixation using two parallel headless compression screws in a heterogenic group of patients[J]. Open Orthopaedics Journal, 2017, 11 (1): 37-44.
- [2] 陈红育, 陈德平, 罗森通. 多排螺旋CT三维重建技术在踝关节骨折中的诊断价值[J]. 临床合理用药杂志, 2020, 13 (10): 138-139.
- [3] 邵华平. 踝关节骨折行X线与螺旋CT三维重建技术诊断的临床价值对比研究[J]. 浙江创伤外科, 2020, 25 (1): 158-160.
- [4] 王贵章. CT三维重建在踝关节骨折诊断中的应用[J]. 影像研究与医学应用, 2020, 4 (1): 108-109.
- [5] 刘小斌, 曾敏, 欧阳军平, 等. 多层螺旋CT三维重建技术在胫骨平台骨折诊断和分型中的应用[J]. 临床医药实践, 2020, 29 (6): 442-444.
- [6] 陈孝平, 汪建平. 外科学(第8版)[M]. 人民卫生出版社, 2013: 256-257.
- [7] 杜江东. X线与螺旋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): 142-144.
- [8] 许惠萍. 踝关节骨折术前分型和术后评估中采用螺旋CT三维重建技术的临床价值[J]. 中国继续医学教育, 2017, 9 (14): 95-96.
- [9] 李亚星, 任毅, 唐霞, 等. 特殊命名的踝关节骨折及其诊疗要点[J]. 中华骨科杂志, 2019 (21): 1344-1356.
- [10] Schepers T, Vries M R D, Lieshout E M M V, et al. The timing of ankle fracture surgery and the effect on infectious complications; A case series and systematic review of the literature[J]. International Orthopaedics, 2013, 37 (3): 489-494.
- [11] 张关西, 王利平. 螺旋CT三维重建技术与X线在肩胛骨骨折术前评估中的应用对比研究[J]. 河南医学研究, 2017, 26 (4): 689-690.
- [12] 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): 14-15.
- [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): 150-152.
- [14] Psatha M, Wu Z, Gammie F M, et al. A longitudinal MRI study of muscle atrophy during lower leg immobilization following ankle fracture[J]. Journal of Magnetic Resonance Imaging Jmri, 2012, 35 (3): 686-695.
- [15] 邹景川. CT三维重建技术在踝关节骨折术后评估中的意义分析[J]. 影像研究与医学应用, 2019, 3 (6): 124-125.
- [16] 黄润先. 分析多层螺旋CT多平面、三维重建技术对踝关节、足部骨折的诊断效果[J]. 影像研究与医学应用, 2018, 2 (5): 86-87.

(收稿日期: 2020-07-17)

(校对编辑: 姚丽娜)