CT 三维重建技术应用于复杂性四肢创伤性骨折患者临床诊断中的有效性分析

鲁继林

（联勤保障部队第九八八医院　河南郑州　450007）

【摘　要】目的　探究CT三维重建技术应用在复杂性四肢创伤性骨折患者中的临床诊断价值。方法　将80例前来就诊的疑似复杂性四肢创伤性骨折患者作为研究对象，将手术病理结果作为金标准。同时，对所有患者实施DR检查及CT检查，对两种检查方式的诊断价值进行分析对比。具体的观察指标包括诊断结果、诊断效能、骨折类型检出情况，以及骨折复位与内固定质量评估情况。结果　CT检查结果与金标准的一致性高于DR检查结果；CT检查方式的准确率、敏感度、特异度均高于DR检查；而在不同骨折类型上的检出结果中两种检查方式差异无统计学意义（P＞0.05）；对内固定质量的评估效果上两种检查方式比较差异无统计学意义（P＞0.05），但在骨折解剖复位上，CT三维重建技术的复位率高于DR，差异有统计学意义（P＜0.05）。结论　针对疑似复杂性四肢创伤性骨折患者实施CT三维重建技术进行检查能够大大提升结果准确率，同时可有效评估骨折复位质量及内固定质量，可推广应用。

【关键词】复杂性四肢创伤性骨折；CT三维重建技术；DR检查；准确率

Analysis of the Efficacy of CT Three-Dimensional Reconstruction Technology in Clinical Diagnosis of Patients with Complex Traumatic Limb Fractures

Lu Jilin

（Joint Logistics Support Force 988 Hospital, Zhengzhou, Henan　450007）

[Abstract] Objective: To investigate the clinical diagnostic value of CT three-dimensional reconstruction technology in patients with complex traumatic limb fractures. Methods: A total of 80 patients suspected of having complex traumatic limb fractures were enrolled as study subjects, with surgical pathological results serving as the gold standard. All patients underwent DR imaging and CT scanning, and the diagnostic values of both modalities were compared. Key evaluation criteria included diagnostic accuracy, diagnostic efficacy, detection rates of fracture types, and assessments of fracture reduction and internal fixation quality. Results: The consistency between CT findings and the gold standard was higher than that of DR imaging; CT demonstrated superior accuracy, sensitivity, and specificity compared to DR. However, no statistically significant differences were observed between the two methods for different fracture types (P> 0.05). For internal fixation quality assessment, no significant difference was found between the two methods (P> 0.05); however, CT three-dimensional reconstruction showed a significantly higher reduction rate than DR (P <0.05) in terms of anatomical fracture reduction. Conclusion: Application of CT three-dimensional reconstruction technology in patients with suspected complex traumatic limb fractures significantly improves diagnostic accuracy and effectively evaluates fracture reduction quality and internal fixation outcomes, making it worthy of widespread adoption.

[Key words] Complex traumatic fractures of the extremities; CT three-dimensional reconstruction technology; DR examination; accuracy rate

复杂性四肢创伤性骨折是一类常见的骨科创伤疾病，若诊疗不及时容易发生漏诊，加重肢体损伤，阻碍肢体功能康复。因此，选择精准的影像学检查方式并明确患者的骨折类型，便于制定出有效的治疗方案，对改善患者预后十分关键。以往临床上针对四肢骨折采用 DR 摄影，能够定位到骨折的大体位置，但分辨率不高且容易受到周围组织影像重叠的干扰，对于一些复杂性骨折及隐匿性骨折难以识别出来，误诊率及漏诊率极高。随着影像学技术的发展升级，螺旋 CT 联合三维重建技术在骨科创伤疾病诊断中得到了广泛的应用。该检查方式具有扫描速度快、图像分辨率高的优势，能够重建骨骼与关节的三维解剖结构，不会出现组织影像重叠情况，精准地检出复杂性骨折情况[1]。同时，与后处理软件结合使用，能够在手术前清晰地显示出骨折移位状况及碎骨片的分布情况，显著提升骨折病灶检出率、降低漏误诊率[2]。另外，术后借助 CT 三维重建技术可客观地评估骨折复位效果及内固定质量，整体的诊疗价值远高于传统的 DR[3]。本研究以 80 例疑似复杂性四肢创伤性骨折患者为分析对象，对比 CT 检查与 DR 检查的具体诊断价值。

1 对象与方法

1.1 研究对象

选取来本院就诊的 80 例疑似复杂性四肢创伤性骨折患者，患者年龄分布在 22–74 岁，平均年龄（45.23 ± 2.45）岁。所有研究对象中包括车祸伤 43 例、高处坠落伤 27 例、斗殴致伤 10 例。纳入标准：入院后进行评估判断为疑似复杂性

四肢创伤性骨折；后续接受手术治疗；患处有明显的疼痛感、伴有局部肿胀发红及肢体受限情况。排除标准：意识状态不清晰；凝血功能异常；合并恶性肿瘤；存在病理性骨折。

1.2 方法

DR 检查：在检查前，告知受检者将受照区域的外层衣物脱去，并摘除全身的金属类饰物，防止出现伪影对最终的成像质量造成干扰。根据受检者的骨折病灶实际解剖位置，引导其摆放合适的投照体位，精准调适设备的各项曝光参数，其中管电压设置为 60kV、管电流调整至 250mA。在实际操作中通过设备的定位装置对人体受检区域进行校准，确保目标组织能够完整地处于 X 射线照射的范围内，完成参数校准后开启曝光采集影像。所有成像数据采集完成后，由影像专业医师阅片分析，综合图像细节客观评估骨折损伤程度与病变状况。

CT 检查：采用 GE Revolution ES 128 排 256 层 CT 扫描仪完成影像学扫描与三维重建检查，将管电压设置为 120kV，管电流调节为 250–480mA，层厚为 0.625mm，螺距为 0.984。在扫描检查前告知患者摘掉所有金属饰品，将患肢保持静止制动状态。将骨折损伤区作为中心扫描区域，并适当地扩大扫描上下边界，以完全覆盖骨折端、邻近关节及全部碎骨片。横断面薄层原始图像扫描完成后，将所有数据传输到配套影像后处软件上，采用多平面重建、容积再现重建、表面遮盖重建三维重建技术对所得扫描图像进行后处理。从多角度、多方面进行旋转、切割及透明化处理，重建骨骼三维模型，清晰地显示出骨折线走向、骨块移位方向、游离碎骨片数量及分布等。重建完成后由 2 名具备 5 年以上骨科影像诊断资质的医师进行独立双盲阅片，对骨折损伤类型、移位程度、隐匿性骨折病灶做好记录。在手术前借助三维重建图像规划手术入路、预估复位难度及选择适配的内固定材料。术后再次进行同参数薄层 CT 扫描重建，评估骨折解剖复位情况及内固定质量。2 名医师诊断结果存在分歧时共同复核商讨得出统一结论。

1.3 观察指标

（1）诊断效果：以术后病理确诊结果为判定金标准，并将 DR 与 CT 的检查结果与其对比。分别汇总 DR 与 CT 两种检查手段阳性检出病例数。（2）诊断效能：依靠真阳例数、真阴例数、假阳例数与假阴例数计算诊断准确率、敏感度及特异度。（3）不同骨折类型检出情况：统计两种检查方式对腕关节、胫腓骨、桡骨远端、髌骨等各类骨折病灶的检出情况。（4）骨折复位状态及内固定效果：骨折复位状态从解剖复位及非解剖复位方面进行评估，内固定效果则分为适宜与不适宜。从以上四个层面综合对比两种影像学检查的临床应用价值。

1.4 统计学方法

所产生的数据以 SPSS 29.0 软件进行统计学分析，计数资料采取（%）表示，行 x^2 检验，差异有统计学意义表示为 $P < 0.05$。

2 结果

2.1 两种检查方式诊断效果比较

80 例疑似病例经过术后病理诊断得出共 76 例确诊为复杂性四肢创伤性骨折。其中 DR 检查结果显示有 60 例阳性，CT 检查结果有 74 例阳性。具体诊断结果见表 1。

2.2 两种检查方式诊断效能比较

CT 检查方式的准确率、敏感度、特异度、阴性预测值均高于 DR 检查，具体数据见表 2。

2.3 两种检查方式不同骨折类型检出情况比较

两种检查方式在腕关节、胫腓骨、桡骨远端、髌骨骨折上的检出情况差异无统计学意义（$P > 0.05$），具体见表 3。

2.4 两种检查方式骨折复位状态及内固定效果比较

对内固定质量的评估效果上两种检查方式比较差异无统计学意义（$P > 0.05$），但在骨折解剖复位上，CT 三维重建技术的复位率高于 DR，差异有统计学意义（$P < 0.05$）。见表 4。

表 1　两种检查方式诊断效果比较

病理诊断结果	DR 检查		CT 检查		合计
	阳性	阴性	阳性	阴性	
阳性	60	16	74	2	76
阴性	1	3	3	1	4
合计	61	19	77	3	80

表 2　两种检查方式诊断效能比较

诊断方式	准确率	敏感度	特异度	阳性预测值	阴性预测值
DR 检查	78.75%（63/80）	78.95%（60/76）	25.00%（1/4）	98.36%（60/61）	15.79%（3/19）
CT 检查	93.75%（75/80）	97.37%（74/76）	75.00%（3/4）	96.10%（74/77）	33.33%（1/3）
x^2	7.589	12.352	2.000	0.616	0.536
P	0.006	0.000	0.157	0.433	0.464

表 3　两种检查方式不同骨折类型检出情况比较[n（%）]

诊断方式	腕关节骨折（n=26）	胫腓骨骨折（n=20）	髌骨骨折（n=19）	桡骨远端骨折（n=11）
DR 检查	25（96.15）	20（100.00）	19（100.00）	10（90.91）
CT 检查	24（92.31）	18（90.00）	18（94.74）	9（81.82）

x^2	0.039	0.200	0.053	0.091
P	0.845	0.655	0.819	0.762

表 4　两种检查方式骨折复位状态及内固定效果比较[n（%）]

诊断方式	骨折复位状态		内固定效果	
	解剖复位	非解剖复位	适宜	不适宜
DR 检查（n=76）	62（81.58）	14（18.42）	70（92.11）	6（7.89）
CT 检查（n=76）	75（98.68）	1（1.32）	72（94.74）	4（5.26）
x^2	12.500		0.428	
P	0.000		0.513	

3 讨论

复发性四肢创伤性骨折多数情况下是由于受到高能量外力损伤导致的，骨折具有形态不规则、碎骨片数量多、骨折端发生移位情况复杂的特点，同时，还会伴发关节面损伤、隐匿性骨折。临床上对该类骨折的漏诊及误诊风险较高，术前准确诊断、精准分型、明确骨折移位程度、术后对复位及内固定评估效果，是确保手术疗效、降低并发症风险的关键。DR 检查是四肢骨折常用的影像学检查手段，检查所用时间短、费用低、辐射小且操作起来简便，对骨折能够做出初步筛查。但该检查方式属于二维平片成像技术，容易受到骨骼前后组织重叠及软组织遮挡的影响，对骨折解剖情况无法完整立体地呈现出来，尤其对于多发碎骨片、隐匿性骨折情况难以分辨识别。本次研究结果显示，DR 检查的准确率为 78.75%、特异度为 25.00%，提示该检查方式在复发性四肢创伤性骨折诊断中确实存在一定的弊端。

从得出的数据可知，CT 三维重建技术的诊断准确率、敏感度均显著优于 DR 检查手段，与病理检查结果具有较高的一致性。分析原因，CT 检查通过多层扫描能够获得连续且完整的横断面原始影像数据，借助容积再现、多平面重建及表面遮盖重建三重后处理技术，剥离软组织干扰，从多个角度立体还原四肢骨骼的整体解剖结构[4-5]，将骨折走向、碎骨片分布及骨折端移位等情况清晰地呈现出来，弥补了 DR 二维成像的视野短板[6]。同时术前医师可依托三维重建图像直观完成骨折分型，精准规划手术切口、复位路径与内固定植入方案，规避术中盲目探查造成的软组织二次损伤，提升手术精准度[7]。

从研究结果还可看出，两种检查方式在不同类型骨折病灶检出率及术后内固定质量评估上差异均无统计学意义。原因是针对胫腓骨、髌骨等骨质粗大、骨折位置表浅、无复杂解剖重叠的骨折，采用 DR 检查手段可更加清晰地捕捉到骨折大体位置及移位情况，与 CT 检查基本一致。内固定植入后金属植入物会产生伪影，一定程度抵消 CT 三维重建的成像优势，再加上临床内固定放置位置需要遵循手术规范，两种检查手段均能有效判断内固定情况。但从骨折解剖复位上看，CT 三维重建技术则表现出更加突出的优势[8-9]，能够立体地观察关节面的平整度及骨折端对位对线细节，精准判断是否达到解剖复位，为术后康复方案调整提供客观依据[10]。

综上所述，对于四肢创伤骨折采用 DR 能够做出初步筛查，但对于一些复杂性骨折则有短板。CT 三维重建技术能够全方位做好术前诊断分型，为手术方案进行规划，同时还能实施术后复位评估，临床应用价值更全面。本研究也存在一定的局限性，为单中心回顾性研究，样本量有限，实际未发生骨折的例数较少，后续可扩大样本量、开展多中心对照研究，同时探究低剂量 CT 三维重建方案，在保障成像质量的同时进一步降低患者辐射暴露量。

参考文献：

[1]汪朝廷.CT 三维重建技术诊断复杂性四肢创伤性骨折的效果观察及准确率评价[J].世界最新医学信息文摘（连续型电子期刊）,2021,21(14):266-267.
[2]李胜才,李胜超.CT 三维重建技术诊断复杂性四肢创伤性骨折的效果[J].中国社区医师,2023,39(23):89-91.
[3]姚昌华,刘祥云.CT 三维重建技术诊断复杂性四肢创伤性骨折的效果研究[J].科技与健康,2025,4(15):41-44.
[4]梅继全,陈明,黄银山,等.探讨 CT 三维重建技术诊断复杂性四肢创伤性骨折的临床应用价值[C]//关爱生命大讲堂——生命关怀与智慧康养系列学术研讨会论文集.2024:1-4.
[5]史俊永,赵晓敏,刘涛,等.CT 三维重建在股骨粗隆间骨折诊断与治疗中的应用价值[J].医学影像学杂志,2025,35(4):166-168.
[6]马超,杨瑞,韩晓军,等.研究 64 排螺旋 CT 三维重建技术在老年股骨粗隆间骨折中的应用价值[J].现代医用影像学,2021,30(4):710-711,723.
[7]周文才,王世奎,宣拓.DR 片与多层螺旋 CT 三维重建技术在肋骨隐匿性骨折诊断中的应用[J].中国 CT 和 MRI 杂志,2023,21(8):94-96.
[8]张方乐,郭永杰,陈冲,等.DR 片与多层螺旋 CT 三维重建技术在肋骨隐匿性骨折诊断中的应用价值比较[J].临床医学,2024,44(11):92-94.
[9]王士维,江开明,朱斌.脊柱骨折应用 DR 检查与多层螺旋 CT 诊断对比研究[J].浙江创伤外科,2023,28(1):183-185.
[10]谢新卿.对比分析脊柱骨折应用 DR 检查与多层螺旋 CT 诊断价值[J].饮食保健,2024(3):101-104.