

· 论著 ·

三维CT重建技术术前评估粉碎性跟骨骨折的效果研究*

陈文敏* 曾佑兰 肖路平

上犹县中医院放射科 (江西 上犹 341200)

【摘要】目的 探讨基于三维CT重建术前评估术前评估粉碎性跟骨骨折的实际临床效果。**方法** 选取2020年4月至2022年3月期间我院诊治的疑似粉碎性跟骨骨折患者371例,随机数法进行人员编排,随机分为三维CT重建组(3D-CT组, n=185例)、X线组(X-Rale组, n=186例),针对骨折部位,两组分别给予三维重建扫描检测及X线照射检测,依据跟骨骨折Stephens-Sanders分型分为3个亚组,即Stephens-Sanders I亚组、Stephens-Sanders II亚组、Stephens-Sanders III亚组。记录3D-CT组、X线组及其亚组,手术前后Maryland足部评分变化;观察两组关节面塌陷骨折、负重区骨质缺损、载距突骨折的阳性检出率。ROC曲线对两组术前评估粉碎性跟骨骨折诊断效能,ACU>0.70视为具备术前评估能力。**结果** 治疗后,与X-Rale组相比,3D-CT组Maryland足部功能评分具备明显统计学差异($t=12.555, P=0.025<0.05$),同样,在各亚组横向比较中,同样具备统计学差异($P<0.05$,其中: P I 组=0.020; P II 组=0.004; P III 组=0.001)。三维CT组的阳性检出率为76.60%,远高于X-Rale组的38.64%,在塌陷骨折中,两组未见明显差异性($t=0.354, P=0.707>0.05$);在负重骨缺损及载距突骨折检出率比较中,两组则具备明显差异性($P=0.009, P<0.001$),3D-CT扫描,其AUC=0.722,特异度68.42%,准确性92.39%,具备检测效能。**结论** 基于三维CT重建术前评估跟骨骨折安全有效,有望成为治疗手术跟骨粉碎性骨折的理想检测方式,值得临床推广。

【关键词】 粉碎性骨折; 跟骨骨折; 三维CT重建; 术前评估

【中图分类号】 R683

【文献标识码】 A

【基金项目】 江西省赣州市指导性科技计划项目(GZ2021ZSF440)

DOI:10.3969/j.issn.1009-3257.2022.08.039

Comminuted Calcaneal Fractures with Three-Dimensional CT Reconstruction Before Surgery Evaluation*

CHEN Wen-min*, ZENG You-lan, XIAO Lu-ping.

Department of Radiology, Shangyou County Hospital of Traditional Chinese Medicine, Shangyou 341200, Jiangxi Province, China

Abstract: Objective Investigate the clinical effect of preoperative evaluation of comminuted calcaneal fractures based on THREE-DIMENSIONAL CT reconstruction. **Methods** A total of 371 patients with suspected comminuted calcaneal fractures in our Hospital from April 2020 to March 2022 were selected and randomly divided into 3D-dimensional CT reconstruction group (3D-CT group, n=185cases) and X-ray group (X-RALE group, n=186cases). The two groups were given 3D reconstruction scanning and X-ray radiation detection respectively. According to the classification of calcaneal fracture, they were divided into 3 subgroups, namely, Stephens-Sanders I subgroup, Stephens-Sanders II subgroup and Stephens-Sanders III subgroup. Maryland foot score before and after operation was recorded in 3D-CT group, X-ray group and subgroup. The positive detection rates of articular surface collapse fracture, bone defect in weight-bearing area and talus process fracture were observed. ROC curve was used to evaluate the diagnostic efficacy of comminution calcaneal fracture in the two groups before operation, and ACU>0.70 was considered as having the ability of preoperative evaluation. **Results** After treatment, compared with the X-RALE group, the Maryland foot function score in the 3D-CT group had significant statistical difference ($t=12.555, P=0.025<0.05$), and also had statistical difference in the cross-sectional comparison among the subgroups (all $P<0.05$, P I group=0.020; P II group=0.004; P III group=0.001). The positive detection rate of 3D CT group was 76.60%, much higher than that of X-RALE group (38.64%). There was no significant difference in collapse fracture between the two groups ($t=0.354, P=0.707>0.05$). In the comparison of the detection rate of weight-bearing bone defect and talar process fracture, there was significant difference between the two groups ($P=0.009, P<0.001$). The AUC of 3D CT scan was 0.722, with specificity of 68.42% and accuracy of 92.39%, showing detection efficiency. **Conclusion** Preoperative evaluation of calcaneal fracture based on THREE-DIMENSIONAL CT reconstruction is safe and effective, which is expected to be an ideal detection method for the treatment of surgical calcaneal fracture, and worthy of clinical promotion.

Keywords: Comminuted Fracture; Heel Fracture; Three-dimensional CT Reconstruction; Preoperative Evaluation

临床中跟骨骨折发生比例相对较高,是跗骨骨折中最为常见的骨创伤之一,约占全部跗骨骨折患者的60%以上,跟骨骨折一般多为粉碎性,尽早对粉碎性跟骨骨折患者进行治疗,是保障患者临床疗效的重要组成部分,否则极易造成患者发生终生性根骨疼痛^[1-2]。跟骨骨折如果不正确地进行保守和外科治疗,往往会造成跟骨骨折的异常修复^[3]。跟骨的形状是不规则的,修复后会引引起距下、跟腱、关节力线和作用机理的变化,增加了外科手术的难度和复杂程度,特别是术式

的选用^[4]。三维CT成像重建技术能够把各种复杂的变形进行立体扫描,从而为克服以上难题奠定了基础^[5]。为了保证术中的精确和精确,必须通过CT的3D成像指导,对患者进行个体化的跟骨手术方式,以达到精确的治疗,增加手术的准确率和成功率^[6-7]。本文以371例可疑粉碎性跟骨骨折病人为研究对象,目的在于了解CT三维重建技术在粉碎性跟骨骨折病人中术前的应用价值。对此,本研究就粉碎性跟骨骨折3D-CT诊断方式进行分析,讨论三维CT重建技术检查的应用价值。

【第一作者】 陈文敏,男,主治医师,研究方向:CT诊断。E-mail: cje520421@126.com

【通讯作者】 陈文敏

1 资料与方法

1.1 一般资料 选取2020年4月至2022年3月期间我院诊治的疑似粉碎性跟骨骨折患者371例,纳入实验资料,全部病例均有典型临床表现,诊断分型符合“粉碎性跟骨骨折”临床分型标准^[8]。共纳入371例手术病例,入组患者进行完整病例资料搜集,采用随机数法进行人员编排,随机分为三维CT重建组(3D-CT组, n=185例)、X线组(X-Rale组, n=186例),依据跟骨骨折Stephens-Sanders分型分为3个亚组,即Stephens-Sanders I亚组、Stephens-Sanders II亚组、Stephens-Sanders III亚组。基线资料异质性较低,不需进行敏感性分析。

纳入标准:病人有明显的创伤历史;病人有充分的X射线及CT检查;病人有与跟骨骨折或跟骨骨联合合并脊椎骨折的病例。排除标准:有病理学的病人;有陈旧性的骨折;心肺功能不完整的病人;对诊断不正确或不完整的病人。本研究经患者家属同意,并经H医院伦理委员会批准。

1.2 方法 所有可疑的跟骨粉碎病人均采用X线和三维CT重建检查,X线检查:检查侧位和轴位线,并选择清楚的影像学检查。三维CT成像技术:设定:厚度1.25mm,螺距0.938:1,电压120kV,电流200mAs,层间距3mm,重构层间距为1mm,重构层厚度为0.5mm,日本东芝Activion16TSX-0.31A。经

检测后,将资料传送到工作站进行3D影像学分析,能完整地显示病人的跟骨损伤部位。2组患者均由某副主任医师行统一手术治疗术式。

1.3 观察指标 (1)记录3D-CT组、X线组,手术前后Maryland足部评分变化;(2)观察两组关节面塌陷骨折、负重区骨质缺损、载距突骨折的阳性检出率;检出率=阳性检出例数/亚组总人数×100%。

1.4 统计学分析 利用SPSS 26.0软件对测量数据进行了统计,并对其进行了组间t检验,使其符合组间对比性。用数值[n(%)]的形式表达计数资料,用重复测量×²检验的方法对数据进行检验, P<0.05是显著性差别。ROC曲线对两组术前评估粉碎性跟骨骨折诊断效能, ACU>0.70提示具备术前评估能力。

2 结果

2.1 临床基线资料对比 在371例跟骨骨折的入组病例资料中,3D-CT组与X-Rale组的比较中,性别、例数、病程、BMI等指标无明显差异,结果具备统计学效力(P>0.05)。在各亚组临床基线的组间对比中,临床基线资料类别均具备可比性(P年龄=0.823、P性别=0.925, P病程=0.775, PBMI=0.823),见表1。

表1 临床基线指标

组别	亚组	例数	性别比	年龄	病程(天)	BMI(kg·m ²)
3D-CT	I亚组	50(13.48)	26/24	36.24±5.56	6.35±1.35	22.15±2.24
	II亚组	72(19.41)	36/36	38.45±6.20 ^a	8.64±2.52 ^a	22.33±2.75 ^a
	III亚组	63(16.98)	31/32	37.25±6.42 ^{a,b}	14.62±4.35 ^{a,b}	22.26±2.86 ^{a,b}
X-Rale组	I亚组	53(14.29)	26/27	35.99±5.35	6.45±1.88	22.14±2.14
	II亚组	73(19.68)	36/37	38.63±5.55 ^a	8.88±2.35 ^a	22.93±3.00 ^a
	III亚组	60(16.17)	29/31	40.23±6.03 ^{a,b}	15.66±4.24 ^{a,b}	22.91±2.48 ^{a,b}
χ ² /H		1.001	-	0.654	16.254	1.002
P		0.865	-	0.856	0.005	0.765

注:与I亚组比,^aP>0.05,视为不具有统计学意义;与II亚组比,^bP>0.05,视为不具有统计学意义。

2.2 治疗前后Maryland足部功能评分变化 治疗前,与X-Rale组相比,3D-CT组Maryland足部功能评分无明显统计学差异(t=0.562,P=0.863),各亚组横向比较中,同样不具备统计学效力(P均>0.05;其中:t I组=1.024;P I组=0.654;t II组=0.651;P II组=0.994;t III组=0.645;P III组=0.273)。治疗后,与X-Rale组相比,3D-CT组Maryland足部功能评分具备明显统计学差异(t=12.555;P=0.025<0.05),同样,在各亚组横向比较中,同样具备统计学差异(P均<0.05;其中:P I组=0.020;P II组=0.004;P III组=0.001),见表2。

表2 治疗前后Maryland足部功能评分变化

组别	亚组	例数	治疗前Maryland ^a	治疗后Maryland ^b
3D-CT	I亚组	50(13.48)	85.12±7.25 ^a	77.15±8.25 ^a
	II亚组	72(19.41)	72.14±6.27 ^b	82.16±5.99 ^b
	III亚组	63(16.98)	66.23±5.94 ^c	72.65±7.77 ^c
t value	-	-	0.562	12.555
P value	-	-	0.863	0.025

注:与X线I亚组相比,^aP<0.05,视为具有统计学意义;与X线II亚组相比,^bP<0.05,视为具有统计学意义;与X线III亚组相比,^cP<0.05,视为具有统计学意义。

2.2.3 D重建技术X线检测在术前评估骨折特征阳性检出率对比 在371例跟骨骨折病例中,共有关节面塌陷骨折、负重区骨质缺损、载距突骨折182(49.06%)例,三维CT组的阳性检出率为76.60%,远高于X-Rale组的38.64%,差异具备统计学效力(P<0.01);而在塌陷骨折中,两组未见明显差异性(t=0.354,P=0.707>0.05);在负重骨缺损及载距突骨折检出率比较中,两组则具备明显差异性(P=0.009,P<0.001),见表3。

表3 3D重建技术X线检测在术前评估骨折特征阳性检出率对比

组别	例数	塌陷骨折	负重骨缺损	载距突骨折
3D-CT	72/94(76.60)	18/22(81.81)	19/24(79.17)	35/48(72.92)
X-Rale组	34/88(38.64)	17/19(89.47)	6/23(26.09)	11/46(23.91)
χ ² value	16.245	0.354	8.652	165.135
P value	<0.01	0.707	0.009	<0.001

2.4 ROC检验两组检验跟骨骨折评估价值 ROC曲线结果对X线与3D-CT扫描对疑似骨折的诊断正确性进行了评估。对可疑的跟骨骨折进行3D-CT扫描,其敏感性72.24%,特异度68.42%,准确性92.39%,与传统X射线组相比有显著性差别($P<0.05$),见表4。

表4 ROC检验两组检验跟骨骨折评估价值

组别/ROC指标	AUC	敏感度	特异度
3D-CT	0.722	0.684	0.924
X-Rale组	0.665	0.755	0.652
χ^2/R value	21.351	-	-
P value	0.010	-	-

3 讨论

跟骨骨折是最常见的一种骨折类型,约占全部股骨头骨折的60%左右,在临床上,跟骨畸形的修复是因为不正确的外科手术和不适当的外科手术造成的,因此,病人常常需要更好地改善患足疼痛,纠正畸形,使患足的功能得到恢复^[9-10]。跟骨骨折以粉碎性骨折为主,早期的治疗可以确保患者的临床疗效,否则会造成终生的骨痛^[11]。目前,跟骨骨折分型的方法有很多,各有利弊,目前学术界普遍认为,根据CT影像学来进行骨折分型是一种综合的方法^[12-13]。三维CT立体成像技术具有高分辨率和清晰图像的优点,它是一层一层地对不同组织进行扫描,改变情况,以防止图像重叠,从而确定跟骨前段骨折和骨折的位置,便于立体、清晰、多个方面显示病人的关节结构和病变特征,特别是结构复杂、重叠较多的关节骨折^[14]。本文对粉碎性跟骨骨折进行了三维CT重建,临床上可以通过X线或CT来评估粉碎性跟骨骨折的情况,虽然X线片是最常见的方法,它可以对粉碎性跟骨骨折进行侧位和轴位扫描,以确定患者有没有骨缺损、畸形、错位等问题^[15]。然而并无法对所有的跟骨皮质部进行有效评估,局部骨质、骨髓质图片反馈质量较差。

本研究结果显示:3D-CT组Maryland足部功能评分在治疗后明显高于传统X线组,这可能由于3D-CT在扫描结构复杂、重叠较多的骨折结构中的天然优势,这与马晓梅^[16]的研究结果一致。同时,我们对182例关节面塌陷骨折、负重区骨质缺损、载距突骨折等粉碎性跟骨骨折的诊治进行了讨论,发现塌陷骨折中3D-CT组并未建立优势,这可能是由于塌陷骨折影像学参数具备明显特征性,双侧跟骨骨折的位置、位移、粉碎和骨缺损的反馈结果并不理想。在负重骨缺损及载距突骨折检出率比较中,两组则具备明显差异性,这提示我们在应对在负重骨缺损及载距突骨折时,应着重考虑3D-CT重建技术。

本文应用三维CT技术对踝关节微小骨折进行CT扫描,可以显示双侧跟骨骨折的位置、位移、粉碎和骨缺损,特别是对于细小骨折的诊断具有很高的准确率,ROC曲线结

果对X线与3D-CT扫描对疑似骨折的诊断正确性进行了评估(AUC=0.722),该项结果进一步显示了三维重建技术在粉碎性跟骨骨折中的先天优势。此外,三维重建技术可以全面了解病人的骨骼损伤状况,可以从任何角度观察病人的骨骼,并在不同的层次上显示出病人的骨骼结构。3D-CT三维成像能够明确患者的具体位置,并能针对患者的具体情况,制定合适的手术方案,从而达到改善术后疗效,防止长期的跟骨疼痛。

综上所述,采用3D-CT重建技术有助于根据跟骨骨折畸形愈合的具体情况相应的骨结构判断,减少手术的盲目性,提高手术的准确性,制定更加精确、可靠、合理的个体化治疗方案,从而获得更好的预后效果。

参考文献

- [1] 谢坤南,毕若杰,马姗姗,等.基于三维CT解剖重建距下关节撑开植骨融合术治疗陈旧性跟骨骨折畸形愈合临床观察[J].山东医药,2020,60(34):38-43.
- [2] 张洪军.应用三维CT重建技术术前评估粉碎性跟骨骨折的效果观察[J].影像研究与医学应用,2021,5(6):19-20.
- [3] 王培,梁杰峰.跟骨关节内移位骨折诊断中CT检查的应用[J].影像研究与医学应用,2021,5(2):205-206.
- [4] 谢坤南,毕若杰,马姗姗,等.基于三维CT解剖重建距下关节原位融合术治疗陈旧性跟骨骨折伴单纯性距下关节创伤性关节炎临床效果[J].临床军医杂志,2020,48(12):1440-1441.
- [5] 李兴吾.CT三维重建技术在复杂性四肢创伤性骨折诊断中的应用价值研究[J].现代医用影像学,2019(5):1039-1040.
- [6] Yi L H, Li R, Zhu Z Y, et al. Anatomical study based on 3D-CT image reconstruction of the hip rotation center and femoral offset in a Chinese population: Preoperative implications in total hip arthroplasty[J]. Surg Radiol Anat: 2019, 41(1): 117-124.
- [7] Konda S R, Goch A M, Haglin J, et al. Ultralow-Dose CT (REDUCTION Protocol) for extremity fracture evaluation is as safe and effective as conventional CT: An Evaluation of Quality Outcomes[J]. J Orthop Trauma, 2018, 32(5): 216-222.
- [8] 中华医学会骨科学分会青年骨质疏松学组,中国老年学和老年医学学会老年病分会骨科专家委员会,中国医师协会急救复苏专业委员会创伤骨科与多发伤学组,等.中国骨质疏松性骨折修复策略专家共识(2019)[J].中华创伤杂志,2019,35(9):769-775.
- [9] 曹广超,石荣剑,李亮,等.保留距下关节的跟骨截骨丘部重建术治疗跟骨骨折畸形愈合[J].中国矫形外科杂志,2020,28(8):758-761.
- [10] 温明韬,梁学振,李嘉程,等.两种方式固定Sanders II型跟骨骨折后的力学稳定性[J].中国组织工程研究,2022,26(6):838-842.
- [11] 潘功茂,钱晓凌,刘光彦.螺旋CT三维重建在跟骨骨折中的应用[J].中国医学影像学杂志,2001,9(3):237-238.
- [12] 孙广江,姚啸生,杨鹤祥.三维CT与X线片检查跟骨骨折中的应用价值分析[J].CT理论与应用研究.2019,(3):371-376.
- [13] 杨礼跃,樊新甫,金孝艺,等.术前CT扫描指导跟骨骨折闭合复位内固定的临床疗效观察[J].安徽医药,2015(8):1515-1518.
- [14] 易林权.多层螺旋CT及后重建技术在胫骨平台粉碎性骨折诊断中的应用价值分析[J].影像研究与医学应用,2019,3(3):83.
- [15] 刘治桓,吴浩华,王忻,等.CT薄层扫描数据辅助3D打印技术在闭合性跟骨骨折临床治疗中的应用价值探讨[J].中国CT和MRI杂志,2019,17(11):150-152.
- [16] 马晓梅,王玲娟,李源等.X线平片及MSCT三维重组技术对跟骨骨折的临床应用价值分析[J].中国CT和MRI杂志,2021,19(3):171-173.

(收稿日期:2022-05-10)