doi:10.11659/jjssx.08E023110

·临床研究·

62排螺旋CT及其后处理技术对胫骨平台骨折及其分型的诊断价值

刘 秀,贾 霜,周志娇,杨 阳,罗 伟,唐鸿杰 (南充市中医医院放射影像科,四川 南充 637000)

[摘 要] **目的** 探究62排螺旋CT及其后处理技术对胫骨平台骨折(TPF)的诊断价值以及对治疗方案选择的影响。**方法** 纳入2021年1月至2022年12月在我院进行诊治的173例TPF患者,以手术病理诊断为金标准,比较X射线及CT扫描检查的诊断准确率、分型诊断准确率及骨折端塌陷程度准确率。**结果** CT及其后处理技术较X射线能够更清晰地显示骨折线的走向、骨折碎片的移位方向及关节面的塌陷程度,171例患者术中所见骨折形态均与CT及其后处理图像一致。X射线对TPF诊断准确率为93.64%,低于CT及其后处理技术对TPF诊断准确率(98.84%),差异有统计学意义(χ^2=6.474,P=0.011)。X射线对骨折端塌陷程度评估总准确率显著低于CT三维重建(65.32% *vs.* 90.75%;χ^2=32.644,P<0.001)。CT及其后处理技术对TPF Schatzker分型总准确率为97.69%,高于X射线对TPF Schatzker分型总准确率(88.44%),差异有统计学意义(χ^2=11.462,P=0.001)。CT不同重建模式对TPF Schatzker分型诊断总准确率差异有统计学意义(χ^2=40.647,P<0.001),其中容积再现诊断准确率最高(96.53%)。**结论** 应用CT检查及其后处理技术可有效评估TPF、关节面塌陷、骨折分型,并为临床决策提供影像学参考。

[关键词] 胫骨平台骨折;Schatzker分型;X射线;62排螺旋CT检查;诊断
[中图分类号] R445 [文献标志码] A [收稿日期] 2023-08-28

Diagnostic value of 62-slice spiral CT and its post-processing techniques for tibial plateau fracture and its classification

LIU Xiu, JIA Shuang, ZHOU Zhi-jiao, YANG Yang, LUO Wei, TANG Hong-jie (1.Department of Radiology and Imaging, Nanchong Hospital of Traditional Chinese Medicine, Nanchong Sichuan 637000, China)

Abstract: Objective To investigate the diagnostic value of 62-slice spiral CT and its post-processing techniques for tibial plateau fracture (TPF) and its influence on treatment regimens selection. **Methods** A total of 173 TPF patients diagnosed and treated in our hospital from January 2021 to December 2022 were included, and the diagnostic accuracy, classification diagostic accuracy and fracture collapse degree accuracy of X-ray and CT scans were compared, with surgical and pathological diagnosis as the gold standard. **Results** CT and its post-processing technique can more clearly show the direction of fracture line, the displacement direction of fracture fragments and the collapse degree of articular surface than X-ray. The fracture morphology of 171 patients seen during the operation was consistent with CT and its post-processing images. The diagnostic accuracy of X-ray for TPF was 93.64%, which was lower than that of CT and its post-processing techniques (98.84%), and the difference was statistically significant (χ^2=6.474, P=0.011). The overall accuracy of X-ray in evaluating the degree of fracture collapse was significantly lower than that of CT 3D reconstruction (65.32% *vs.* 90.75%; χ^2=32.644, P<0.001). The total accuracy of CT and its post-processing techniques for TPF Schatzker classification (97.69%) was higher than that of X-ray (88.44%), and the difference was statistically significant (χ^2=11.462, P=0.001). Different CT reconstruction models had statistically significant difference on the total accuracy of TPF Schatzker classification diagnosis (χ^2=40.647, P<0.001), and the diagnosis accuracy of volume reconstruction was the highest (96.53%). **Conclusion** The application of CT and its post-processing techniques can effectively evaluate TPF, articular surface collapse and fracture classification, and provide imaging reference for clinical decision-making.

Keywords: tibial plateau fracture; Schatzker classification; X-ray; 62-slice spiral CT examination; diagnosis

胫骨平台骨折(tibial plateau fracture,TPF)发生率为10.3例/10万人,占所有骨折的1%~2%[1-2]。对TPF准确分型有助于医生选择手术入路和钢板[3-4]。Schatzker分型是当前一种广泛使用的TPF分类系统。X射线片是Schatzker分型的基础,因其费用低廉,投照范围和辐射剂量都比较小,空间分辨率较高,依然是骨骼系统的首选检查方式,但其存在二维平面的局限性,可能会造成一定的漏诊及误诊[5]。随着计算机断层扫描(computed tomography, CT)检查及其后处理技术的成熟,可对TPF进行三维评估[6],使TPF的诊断和分型更精准。另外,由于胫骨平台解剖结构的复杂性,及时复查有助于医生了解骨折愈合情况及关节功能恢复情况。因此,本研究比较了X射线检查和62排螺旋CT检查及其各处理技术对TPF分型的准确率,以期为

[基金项目] 南充市科技计划项目(21YFZJ0071)

TPF的诊断和治疗提供参考。

1 资料与方法

1.1 临床资料

纳入2021年1月至2022年12月在南充市中医医院收治的173例TPF患者。其中,男102例、女71例;年龄21~78岁,平均(49.31±11.27)岁;骨折原因:交通事故伤66例、高空坠落伤49例、重物砸伤36例、跌落伤22例;胫骨外侧平台骨折120例(69.4%)、胫骨内侧平台骨折25例(14.4%)、内外侧平台骨折28例(16.2%)。纳入标准:①满足TPF Schatzker分型标准[7];②接受TPF手术固定。排除标准:①年龄<16岁;②膝关节假体周围骨折或病理性骨折;③未进行X射线或CT检查,或未进行图像质量评估。173例TPF患者中左侧94例,右侧79例,未纳入双侧TPF的患者;169例TPF患者合并关节积液。本研究经我院医学伦理委员会审核通过(批准号:20230517)。

1.2 影像检查方法

173例患者均接受了X射线及CT扫描检查。CT扫描:患者取仰卧体位,采用西门子62排螺旋CT(SOMATOM go. Fit)检查,扫描参数包括电压120 kV、电流200~240 mA、矩阵512×512、螺距1.5 mm、层厚与层间隔1.0 mm;扫描范围为患者保持胫骨伸直,以膝关节间隙为中心点,从股骨下端到胫骨上端进行扫描,将扫描的数据传入EBW 4.0医学影像后处理工作站,通过软件对扫描图像进行多平面重建、容积再现等处理。X射线检查:对患者膝关节侧位和正位进行X射线检查(西门子R200),其参数为电压56 kV,电流4~5 mA;投照方法为嘱患者取坐位,将骨折部位置于X射线摄影板,膝关节处于垂直状态,然后嘱患者侧卧在摄影床板上,保持膝关节矢状面与摄影板处于平行状态,拍摄从股骨下端到胫骨上端范围的影像。

1.3 观察指标

以手术病理诊断为金标准,比较X射线和CT联合其后处理技术(包括冠状位重建、矢状位重建、多平面重建和容积再现技术)对TPF的诊断准确率、分型诊断准确率以及骨折端塌陷程度,并对比CT不同后处理技术对分型的诊断效能。

骨折端塌陷程度评估标准[8]:①关节面未见塌陷为0级;②关节面塌陷高度<2 mm为Ⅰ级;③关节面塌陷高度2~4 mm为Ⅱ级;④关节面塌陷高度>4 mm为Ⅲ级。

TPF分型评估[8]:根据Schatzker分型标准进行判断,Ⅰ型为外侧髁劈裂骨折,但无关节面塌陷;Ⅱ型为外侧髁劈裂骨折,且有关节面塌陷;Ⅲ型为单纯外侧髁塌陷,无劈裂性骨折,且皮质完整;Ⅳ型为胫骨平台内侧髁骨折;Ⅴ型为外侧髁和内侧髁均骨折;Ⅵ型为外侧髁和内侧髁均骨折,并伴有胫骨干骺端骨折。

1.4 统计学方法

使用SPSS 26.0软件进行统计学分析。符合正态分布的计量资料以均数±标准差($\bar{x}\pm s$)表示。计数资料以频数或率(%)表示,组间比较行χ^2检验,组内两两比较采用χ^2分割法,采用*Boferroni*法进行校正。$P<0.05$为差异具有统计学意义。

2 结果

2.1 2种影像检查特征

X射线检查显示,162例患者均存在骨折线和/或不同程度的骨皮质不连续或骨质压缩,其中5例存在骨折线但骨折断端无明显移位,而11例胫骨平台隐匿性骨折经X射线检查未观察到骨密度异常征象,158例TPF端关节间隙存在不对称性增宽表现,137例出现髌上囊积液。CT通过多方位重建较X射线能够更清晰地显示TPF线的走向、骨折碎片的移位方向及关节面的塌陷程度。171例患者术中所见骨折形态均与CT重建图像一致,165例患者TPF端关节间隙不对称性增宽,168例患者可见髌上囊积液。

2.2 2种影像检查方法诊断准确率比较

X射线对TPF诊断准确率为93.64%(162/173),CT联合其后处理技术对TPF诊断准确率为98.84%(171/173),差异有统计学意义($\chi^2=6.474$,$P=0.011$)。

2.3 2种影像检查方法评估骨折端塌陷程度对比

对于骨折端塌陷程度,手术结果显示,173例患者中0级有48例,Ⅰ级有73例,Ⅱ级有49例,Ⅲ级有3例。X射线对骨折端塌陷程度评估总准确率为65.32%(113/173),CT联合其后处理技术对骨折端塌陷程度评估总准确率为90.75%(157/173),差异有统计学意义($\chi^2=32.644$,$P<0.001$),见表1。

2.4 2种影像检查方法对Schatzker分型准确率对比

对于Schatzker骨折分型,手术结果显示Ⅰ型有47例、Ⅱ型有42例、Ⅲ型有31例、Ⅳ型有25例、Ⅴ型有19例、Ⅵ型有9例。CT联合其后处理技术对TPF Schatzker分型总准确率(97.69%)高于X射线对TPF Schatzker分型总准确率(88.44%),差异有统计学意义($\chi^2=11.462$,$P=0.001$),见表2。

2.5 CT不同重建模式对不同骨折分型的诊断效能

仅Ⅰ型TPF在CT不同重建模式之间诊断准确率差异有统计学意义($\chi^2=26.366$,$P<0.001$),且组内两

两比较显示矢状位重建的诊断准确率低于其他3种重建模式(P<0.05)。CT不同后处理技术对TPF Schatzker分型诊断总准确率差异有统计学意义(χ^2=40.647,P<0.001),其中容积再现诊断准确率最高(96.53%),而矢状位重建诊断准确率最低(76.30%),见表3。

表1 X射线和CT三维重建对骨折端塌陷程度评估对比[例(%)]

检查方法	0级(n=48)	Ⅰ级(n=73)	Ⅱ级(n=49)	Ⅲ级(n=3)	合计(n=173)
X射线	31(64.58)	48(65.75)	34(69.39)	0(0)	113(65.32)
CT联合其后处理技术	43(89.58)	67(91.78)	45(91.84)	2(66.67)	157(90.75)
χ^2	8.491	14.784	7.900	3.000	32.644
P	0.004	<0.001	0.005	0.083	<0.001

表2 2种影像检查方法对胫骨平台Schatzker分型准确率对比[例(%)]

检查方法	Ⅰ型(n=47)	Ⅱ型(n=42)	Ⅲ型(n=31)	Ⅳ型(n=25)	Ⅴ型(n=19)	Ⅵ型(n=9)	合计(n=173)
X射线	42(89.36)	36(85.71)	27(87.10)	24(96.00)	16(84.21)	8(88.89)	153(88.44)
CT联合其后处理技术	46(97.87)	42(100)	29(93.55)	25(100)	18(94.74)	9(100)	169(97.69)
χ^2	2.848	6.462	4.276	1.020	1.118	1.059	11.462
P	0.091	0.011	0.039	0.312	0.290	0.303	0.001

表3 CT不同重建模式对Schatzker分型的诊断效能[例(%)]

CT后处理技术	Ⅰ型(n=47)	Ⅱ型(n=42)	Ⅲ型(n=31)	Ⅵ型(n=25)	Ⅴ型(n=19)	Ⅵ型(n=9)	合计(n=173)
冠状位重建	43(91.49)	40(95.24)	24(77.42)	20(80.00)	15(78.95)	8(88.89)	150(86.71)
矢状位重建	31(65.96)*	38(90.48)	23(74.19)	19(76.00)	13(68.42)	8(88.89)	132(76.30)*
多平面重建	44(93.62)#	41(97.62)	29(93.55)	22(88.00)	17(89.74)	9(100)	162(93.64)*#
容积再现	46(97.87)#	42(100)	27(87.10)	25(100)	18(94.74)	9(100)	167(96.53)*#△
χ^2	26.366	5.217	5.217	6.977	5.475	2.118	40.647
P	<0.001	0.157	0.157	0.073	0.140	0.548	<0.001

*:与冠状位重建比较,P<0.05;#:与矢状位重建比较,P<0.05;△:与多平面重建比较,P<0.05

2.6 TPF患者的治疗方案更改情况及2种影像检查短期复查结果

以CT检查结果为参照,对治疗方案进行适当调整:X射线片诊断为Ⅰ型和Ⅴ型后经CT检查诊断为Ⅱ型的2例患者采取植骨垫高压缩平台并用骨松质螺钉和外侧钢板固定的方案治疗。X射线片诊断为Ⅲ型和Ⅵ型后经CT检查诊断为Ⅴ型的2例患者采取内外侧髁支撑钢板及骨松质螺钉固定的治疗方案。X射线片诊断为Ⅱ型后经CT检查诊断为Ⅰ型的1例患者采取骨松质螺钉固定。其他分型差异对临床治疗方案的选择无影响。

共87例患者在TPF术后进行了X射线及CT复查,中位复查时间30 d(28~33 d),其中2例胫骨平台隐匿性骨折经X射线检查未观察到骨密度异常征象,而在CT图像上显示骨折线及骨痂形成;5例胫骨平台隐匿性骨折因骨痂形成可在X射线显示,但仍未显示骨折线;4例患者术后受金属内固定物伪影影响,骨折线及骨痂在X射线图像上显示不清,而在CT图像上清晰显示;8例患者术后X射线图像上未显示明确移位,而在CT图像上清晰显示了移位方向和距离。

3 讨论

Schatzker TPF分类系统被骨科医生广泛用于评估初始损伤、计划治疗和预测预后。研究发现,在术前进行CT或磁共振成像后,部分基于X射线片结果的手术计划会被修改[9]。本研究显示,X射线对TPF诊断准确率为93.6%,显著低于CT三维重建对TPF诊断准确率(98.8%),这与既往的研究结果类似[10-11]。因此,治疗前仅进行X射线片检查可能是不足够的。CT通过多方位重建较X射线能够清晰显示骨折线的走向、骨折碎片的移位方向及关节面的塌陷程度[12]。本研究结果也显示多数患者术中所见骨折形态均与CT后处理图像一致,CT对于骨折端关节间隙不对称性增宽和关节积液的显示也更加清晰、准确。

本研究发现,CT联合其后处理技术对TPF Schatzker分型总准确率高于X射线片,且对于关节面有塌陷的Ⅱ型和Ⅲ型TPF诊断准确率,CT联合后处理技术也高于X射线片,说明了2种检查对TPF形态显示的差别。Wicky等[13]的研究显示,43%的患者X射线片上显示的TPF形态与CT检查显示结果不一致。另外,本研究显示,X线射对骨折端塌陷程度评估总准确率为65.32%,明显低于CT检查对骨折端塌陷程度评估总准确率(90.75%)。凹陷和移位是影响骨折愈合的重要因素,如果漏诊可能导致冠状面畸形和关节不协调[9]。研究表明,TPF复位后关节面巨大凹陷与活动范围减小密切相关[14]。因此,对于可能存在关节面塌陷

的TPF,需要CT联合其后处理技术仔细评估,选择合适的治疗方案。

CT联合其后处理技术对TPF诊断效能突出的原因在于,其能够弥补X射线片在成像质量、组织分辨率等方面的不足[15]。鉴于TPF解剖结构复杂,部分伴髁间隆突、腓骨小头骨折,当膝关节受到巨大外力冲击后,导致患者关节内出现骨折情况,骨折往往累及关节面,若未及时治疗,易引起膝关节功能障碍,影响患者的生活质量。通过对扫描区域内的骨骼、关节囊、周围软组织及血管等进行三维显示,能够防止在特定体位下局部组织重叠而影响诊断[16]。标准的TPF包括胫骨近端关节面的皮质中断、凹陷或移位,但不伴有膝关节囊或韧带的明显损伤[17]。然而,TPF仍然是关节内骨折,可与膝关节半月板和韧带损伤同时发生。此外,伴或不伴髁间隆突骨折的撕脱性骨折是更典型的骨折移位,骨折移位中韧带损伤的发生率更高[9]。Schatzker分类系统主要针对标准的TPF。然而,较高的Schatzker骨折分型可能代表骨折移位更明显,引起相关软组织损伤,可能会影响治疗方案的选择。在本研究中,经CT检查后有5例患者更改了手术方案,且不包括11例X射线检查漏诊的患者,说明X射线片对TPF评估具有局限性,术前应对TPF患者进行CT扫描[18]。另外,相较于X射线检查,CT联合其后处理技术可更清晰地显示骨折线及骨痂,有助于更精准地判断骨折愈合的进程,并可对骨折术后移位情况、间隙的大小以及多个投影中相邻承重关节进行多维度显示。因此,CT及其后处理技术是评估骨折预后的重要手段,可更详细地评估患者骨折愈合情况。

综上所述,应用CT检查可对TPF进行诊断并对骨折损伤程度进行评估,借助其后处理技术的高组织分辨率、三维成像清晰等优势还可获取TPF部位及邻近软组织的图像,有效评估关节面塌陷、骨折分型,为临床诊断和外科医生选择手术方案提供参考。

[参考文献]

[1] Mthethwa J, Chikate A. A review of the management of tibial plateau fractures [J]. Musculoskelet Surg, 2018, 102 (2): 119-127. doi: 10.1007/s12306-017-0514-8.

[2] Elsoe R, Larsen P, Nielsen NP, et al. Population-based epidemiology of tibial plateau fractures[J]. Orthopedics, 2015, 38(9): e780-e786. doi: 10.3928/01477447-20150902-55.

[3] Kfuri M, Schatzker J. Revisiting the Schatzker classification of tibial plateau fractures[J]. Injury, 2018, 49(12): 2252-2263. doi: 10.1016/j.injury.2018.11.010.

[4] Bryson WN, Fischer EJ, Jennings JW, et al. Three-column classification system for tibial plateau fractures: what the orthopedic surgeon wants to know [J]. Radiographics, 2021, 41 (1): 144-155. doi: 10.1148/rg.2021200106.

[5] Schatzker J, McBroom R, Bruce D. The tibial plateau fracture. The Toronto experience 1968-1975 [J]. Clin Orthop Relat Res, 1979 (138): 94-104.

[6] Yao P, Gong M, Shan L, et al. Tibial plateau fractures: three dimensional fracture mapping and morphologic measurements [J]. Int Orthop, 2022, 46 (9): 2153-2163. doi: 10.1007/s00264-022-05434-w.

[7] 阮 峻, 李炫莹, 袁健祥. DTS与DR技术应用于胫骨平台骨折Schatzker分型的效能比较[J]. 中国骨与关节损伤杂志, 2021, 36(6): 624-625. doi: 10.7531/j.issn.1672-9935.2021.06.022.

[8] 连 涛. 三维CT重建影像技术评估胫骨平台骨折分型的价值及对诊断准确率的影响[J]. 影像研究与医学应用, 2023, 7(2): 101-103. doi: 10.3969/j.issn.2096-3807.2023.02.033.

[9] Markhardt BK, Gross JM, Monu JU. Schatzker classification of tibial plateau fractures: use of CT and MR imaging improves assessment[J]. Radiographics, 2009, 29(2): 585-597. doi: 10.1148/rg.292085078.

[10] 王 立. 胫骨平台骨折患者分型及治疗诊断中CT的应用价值分析[J]. 影像研究与医学应用, 2021, 5(10): 203-204. doi: 10.3969/j.issn.2096-3807.2021.10.099.

[11] 王乾坤, 闫丽梅, 高 锦, 等. X射线与CT检查在胫骨平台骨折分型诊断中的价值[J]. 局解手术学杂志, 2021, 30(9): 766-769. doi: 10.11659/jjssx.04E021052.

[12] Kerschbaum M, Tyczka M, Klute L, et al. The tibial plateau map: fracture line morphology of intra-articular proximal tibial fractures [J]. Biomed Res Int, 2021, 2021: 9920189. doi: 10.1155/2021/9920189.

[13] Wicky S, Blaser PF, Blanc CH, et al. Comparison between standard radiography and spiral CT with 3D reconstruction in the evaluation, classification and management of tibial plateau fractures [J]. Eur Radiol, 2000, 10(8): 1227-1232. doi: 10.1007/s003300000326.

[14] Singleton N, Sahakian V, Muir D. Outcome after tibial plateau fracture: how important is restoration of articular congruity? [J]. J Orthop Trauma, 2017, 31(3): 158-163. doi: 10.1097/BOT.0000000000000762.

[15] 画 伟, 张春旺. 多层螺旋CT评估胫骨平台骨折内固定术后下肢力线及与膝关节功能的关系[J]. 影像科学与光化学, 2022, 40(4): 991-995. doi: 10.7517/issn.1674-0475.220122.

[16] 吴祥玉, 李家学, 方丽亚, 等. MSCT诊断胫骨平台隐匿性骨折的应用价值研究[J]. 浙江创伤外科, 2021, 26(1): 164-165.

[17] Moore TM. Fracture--dislocation of the knee[J]. Clin Orthop Relat Res, 1981(156): 128-140.

[18] Fleming TA, Torrie PAG, Murphy TA, et al. The influence of preoperative computed tomography (CT) on surgical approach and fixation for tibial plateau fractures[J]. J Orthop, 2023, 42: 50-53. doi: 10.1016/j.jor.2023.07.004.

(编辑:刘 艺)