

论著

Clinical Study on the Classification of Femoral Intertrochanteric Fractures Based on 3D CT Reconstruction Imaging Based on Computer-Aided System

ZHAO Fei¹, YAO Zhong-jun^{1,*}, ZHANG Mi².

1. Department of External Hand, Ankle, Microorthopaedics, Shiyan Taihe Hospital, Shiyan 442000, Hubei Province, China

2. Department of Dermatological, People's Hospital Affiliated to Hubei Institute of Medicine, Shiyan 442000, Hubei Province, China

ABSTRACT

Objective To explore the clinical research of computer aided system in the classification of femoral intertrochanteric fractures with 3D CT reconstruction imaging. **Methods** A total of 128 patients with intertrochanteric fractures treated in our hospital from January 2016 to December 2018 were selected. The surgical treatment was used as the "gold standard". Three-dimensional CT scans and reconstruction imaging were performed before surgery, and the fractures were analyzed using a computer-assisted system. Typing situation. **Results** The computer-assisted system and physicians jointly diagnosed the femoral intertrochanteric fracture classification rate was 99.22%; The computer-assisted system diagnosed the femoral intertrochanteric fracture classification coincidence rate was 89.06%; The doctor diagnosed the femoral intertrochanteric fracture classification coincidence rate was 97.66% The coincidence rate of independent diagnosis and diagnosis of residents was 97.66%, and the coincidence rate of computer-assisted system diagnosis was 89.06%, the difference was statistically significant ($P<0.05$); The coincidence rate of independent diagnosis and diagnosis of residents was 97.66%, and the combination of computer-aided systems Physician diagnosis coincidence rate was 99.22%, and there was no significant difference between the two ($P>0.05$). **Conclusion** The computer-aided system based on 3D CT reconstruction imaging of femoral intertrochanteric fractures has a good identification effect, and has a high accuracy rate in conjunction with the clinical application of doctors.

Keywords: Intertrochanteric Fracture; Fracture Classification; Computer-Assisted System; Three-Dimensional CT Reconstruction Imaging

骨科疾病中股骨转子间骨折是高发疾病之一，通常骨折线的位置从股骨基底一直到小转子水平之上，常见的发病群体为中老年人^[1-2]。目前临床中关于该患者的治疗以早期手术内固定为首先方式，但由于手术需要按照股骨转子间骨折分型来进一步评估骨折的严重程度并确定内固定物，所以对骨折分型的评估至关重要^[2-3]。X线无法细致评估股骨转子间骨折的损伤细节，不利于手术内固定物的确定，且由于创伤后髋部呈现为肿胀导致X线拍摄受限。三维CT重建成像能够量化评估股骨转子间骨折类型、位置移动方向与严重程度，但对于股骨转子间骨折分型还需结合计算机辅助系统进一步准确评估^[4-5]。计算机辅助系统在骨科疾病中应用广泛，主要是通过图像识别、分析技术让计算机对医学影像展开自主判断与分析，确定影像中病变或异常位置，对骨折分型评估有一定的辅助作用，但对具体骨折分型的研究报道较少。故本研究基于计算机辅助系统对三维CT重建成像的股骨转子间骨折分型展开分析，以期为临床治疗提供参考方向。

1 资料与方法

1.1 一般资料 选取2016年1月至2018年12月我院收治的股骨转子间骨折128例患者。纳入标准：髋部外伤史，伤后髋部肿痛、髋关节活动受限，确定为单纯股骨转子骨折者；年龄≥60岁；采用CT检查同时能够观察到清楚的横断面图像者。排除标准：合并股骨颈或股骨干骨折者；CT检查图像模糊或未进行CT检查者；出现其

基于计算机辅助系统 对三维CT重建成像的 股骨转子间骨折分型 的临床研究

赵 飞¹ 姚忠军^{1,*} 张 弥²1. 十堰市太和医院手外、足踝、显微骨科
(湖北十堰 442000)2. 湖北医药学院附属人民医院皮肤科
(湖北十堰 442000)

【摘要】目的 探讨计算机辅助系统对三维CT重建成像的股骨转子间骨折分型的临床研究。**方法** 选取2016年1月至2018年12月我院收治的股骨转子间骨折128例患者，以手术治疗结果为“金标准”，术前均进行三维CT扫描并重建成像，然后采用计算机辅助系统分析骨折分型情况。**结果** 计算机辅助系统联合医师共同诊断股骨转子间骨折分型符合率为99.22%；计算机辅助系统诊断股骨转子间骨折分型符合率为89.06%；医师诊断股骨转子间骨折分型符合率为97.66%；医师独立诊断，诊断符合率为97.66%，计算机辅助系统诊断符合率为89.06%，两者差异具有统计学意义($P<0.05$)；医师独立诊断，诊断符合率为97.66%，计算机辅助系统联合医师诊断符合率99.22%，两者差异无统计学意义($P>0.05$)。**结论** 基于计算机辅助系统对三维CT重建成像的股骨转子间骨折分型具有良好的鉴别效果，同时配合医生临床应用具有较高的准确率。

【关键词】股骨转子间骨折；骨折分型；计算机辅助系统；三维CT重建成像

【中图分类号】R274.1；R445.3

【文献标识码】A

DOI:10.3969/j.issn.1672-5131.2022.01.057

【第一作者】赵 飞，男，住院医师，主要研究方向：手外、足踝、显微骨科。E-mail: maozoua@163.com

【通讯作者】姚忠军，男，主任医师，主要研究方向：手外、足踝、显微骨科。E-mail: 305422915@qq.com

他位置骨折者；髋关节与下肢有畸形者；病理性骨折者；髋部肿瘤病史者。128例股骨转子间骨折中男78例，女50例；平均年龄(68.18±5.63)岁；致伤原因：摔伤56例，交通伤62例，高处坠落伤10例；就诊时间1~9h，平均时间(4.82±3.28)h；左侧79例，右侧49例；股骨转子部六部分分型：二部分26例、三部分28例、四部分24例、五部分22例、六部分28例。本研究所有入选患者均为自愿参与，且签署知情同意书。本研究经我院伦理委员会批准。

1.2 方法

1.2.1 三维CT重建成像 所有患者采用仰卧位，采用螺旋CT机在骨折区域并扩大2cm位置扫描，把扫描结果上传到工作站，采用薄层重建进行多平面重建(multiplannar reconstruction, MPR)、表面重建图像(surface shadeddisplay shadeddisplay, SSD)得到CT三维重建图像，并根据需要进行多角度图像存储。

1.2.2 计算机辅助系统 采用计算机辅助系统先对三维重建图像处理，应用高斯滤波器算法对图像预处理，减少三维CT重建图像中原有的不良参数。同时应用距离正侧化水平集算法图像中的ROI区域展开良好地划分，然后应用Ccanny边缘检测算法鉴别图像中的股骨轮廓与骨折线，按照股骨转子间骨折的分型通过差异性的视角方向把各自的部分划分开。最后对比损伤图像与正常图像，将计算量与误差率控制到最小。

1.2.3 图像分析 图像质量控制：图像分析为2名高年资医生完成，比较计算机辅助系统对三维CT重建下股骨转子部六部分分型。

股骨转子分为六部分分型^[6]：二部分骨折：(1)骨折线按照转子间线，包括大转子与小转子，但两者并未发生位移骨折的完全性骨折；(2)大转子中见骨折线，但仍未发生骨折块位移的不完全性骨折；(3)小转子中见骨折线，但仍未发生骨折块位移的不完全性骨折。三部分骨折：(1)基于二部分骨折中，大转子见破裂，且合并移位骨折块；(2)基于二部分骨折中，小转子见破裂，且合并位移骨折块。四部分骨折：基于三部分骨折中，大转子与小转子皆合并破裂，且伴位移骨折块。五部分骨折：(1)基于四部分骨折基础中，前外侧壁见破裂，且伴位移骨折；(2)基于四部分骨折中，破裂发生在后外侧壁，且伴位移骨折。六部分骨折：基于四部分骨折基础中，破裂出现在前外侧壁与后外侧壁两个位置中，均见移位骨折块。

1.3 统计学方法 所有数据资料均采用SPSS 20.0软件进行统计分析，计数资料采用[n(%)]的方式表示，计数资料组间比较采用 χ^2 检验。 $P<0.05$ 为差异具有统计学意义。

2 结 果

2.1 计算机辅助系统对三维CT重建成像与医师独立诊断、联合诊断结果分析 计算机辅助系统联合医师共同诊断股骨转子间骨折分型符合率为99.22%，计算机辅助系统诊断股骨转子间骨折分型符合率为89.06%，医生诊断股骨转子间骨折分型符合率为97.66%，见表1。

2.2 计算机辅助系统与医师独立诊断总符合率比较 医师独立诊断诊断符合率为97.66%，计算机辅助系统诊断符合率为

89.06%，两者差异具有统计学意义($P<0.05$)，见表2。

表1 计算机辅助系统对三维CT重建成像与医师独立诊断、联合诊断结果分析[n(%)]

类型	计算机辅助系统	医师	计算机辅助系统联合医师	金标准
二部分	23(17.97)	25(19.53)	26(20.31)	26(20.31)
三部分	22(17.19)	27(21.09)	28(21.88)	28(21.88)
四部分	24(18.75)	23(17.97)	24(18.75)	24(18.75)
五部分	23(17.97)	22(17.19)	22(17.19)	22(17.19)
六部分	22(17.19)	28(21.88)	27(21.09)	28(21.88)
总计	114(89.06)	125(97.66)	127(99.22)	128(100.00)

表2 计算机辅助系统与医师独立诊断总符合率比较(例)

诊断方法	计算机辅助系统		合计	χ^2	P
	+	-			
医师	112	13	125	7.624	0.006
	2	1	3		
合计	114		14	128	

2.3 计算机辅助系统联合医师与医师独立诊断总符合率比较 医师独立诊断诊断符合率为97.66%，计算机辅助系统联合医师诊断符合率99.22%，两者差异无统计学意义($P>0.05$)，见表3。

表3 计算机辅助系统联合医师与医师独立诊断总符合率比较(例)

诊断方法	计算机辅助系统联合医师		合计	χ^2	P
	+	-			
医师	127	0	127	1.004	0.316
	0	1	1		
合计	127		1	128	

2.4 典型病例分析 女性，跌倒致伤，72岁，患者外旋短缩畸形及疼痛，侧位X线片提示股骨转子间骨折(图1A)；三维CT重建图像显示股骨转子间粉碎性骨折，骨折表现为四部分(图1B)；计算机辅助系统分割，各个骨块由具有差异性的颜色标注(图1C)。

3 讨 论

股骨转子间骨折是我国骨科中的高发疾病，中老年人作为骨质疏松高发人群，其转子间骨折发病率较高，针对该类群体，早期手术至关重要^[7-8]。但由于该类患者手术需要采用X线、CT三维重建等影像学手段来进一步辅助进行骨折分类、诊断病情，从而为制定手术方案与确定内固定装置提供有效的参考^[9-10]。CT三维重建是骨科疾病中广泛应用的术前检查，与二维影像差异性显著，三维图像可直观显示骨折位置，股骨转子部骨折六部分骨折分型是在CT三维重建图像基础中充分显示股骨转子部三维结构分为的六个部分骨折分型，与传统骨折分型(如AO、Ecansl型)比较，有明显的优势^[11-12]。

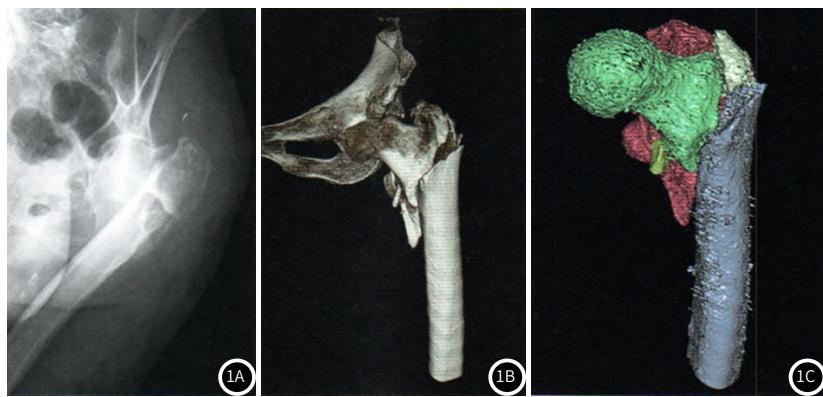


图1 计算机辅助系统对三维CT重建成像

随着目前计算机技术水平的提升，在骨科不同疾病中广泛应用计算机技术，以提高骨科疾病的诊治水平，计算机辅助系统是目前的新兴技术，能够对三维CT重建成像的股骨转子间骨折分型有更好地评估^[13-14]。本研究通过股骨转子间骨折分的三维CT重建成像后，应用计算机辅助系统的图像预处理、图像分割、纹理检测、区域划分及图像分类来经进一步得出骨折分型。图像预处理可降低三维CT图像中的干扰信息，增强推向质量，将当中损伤的特征信息进一步展示，提高特征信息的可检测性，进一步降低运算难度，增强特征抽取、图像分割、匹配及辨别的准确性。在图像预处理阶段，计算机辅助系统中的高斯滤波器可针对图像实现平滑的降噪处理，因为通常三维CT重建图像易由于不同强度的随机信号所影响，一般图像的噪声存在脉冲噪声、高斯噪声等，滤波可减少噪声对图像的影响。图像分割的效果对评估结果有一定的影响，所以本研究在图像分割上采用了Canny边缘检测算法^[15-16]。既往研究报道^[17-18]，Canny边缘测算法是其他边缘检测方法中经典算法之一，且测算的准确度高。图像分类是计算机辅助系统分析三维CT重建成像的最后一步，按照六部分骨折分型方法，在之前图像分割步骤中，取得转子部六个三维结构图像，检测骨折线，与正常股骨上段图像展开对比进一步得出诊断结果^[19-20]。

本研究通过对128例股骨转子间骨折患者采用三维重建图像分型评估发现，计算机辅助系统联合医师共同诊断股骨转子间骨折分型符合率为99.22%，计算机辅助系统诊断股骨转子间骨折分型符合率为89.06%，医生诊断股骨转子间骨折分型符合率为97.66%，提示联合公共诊断股骨转子间骨折分型的准确率较高。单独采用计算机辅助系统诊断骨折分型的诊断率显著低于医师诊断，可能与计算机辅助系统未完全把图像中的骨折线全部评估，可能与计算机辅助系统把股骨子部正常解剖结构在图像中重叠位置判断为骨折线密切相关。

综上所述，基于计算机辅助系统对三维CT重建成像的股骨转子间骨折分型具有良好的鉴别效果，同时配合医生临床应用具有较高的准确率。但由于本研究样本量较小，对不同部分骨折分型识别上未见明显区别，未来还需进一步深入探讨在不同骨折分型的差异性。

参考文献

[1] 吴强, 王欣, 杨旭, 等. 股骨转子间骨折围手术期隐性失血的性别

- 差异研究 [J]. 中华骨科杂志, 2017, 37(1): 31-35.
- [2] Papaioannou I, Baikousis A, Korovessis P. Intertrochanteric fracture associated with undiagnosed ipsilateral incomplete atypical femoral shaft fracture without bisphosphonate use: Unique case report and literature review [J]. J Clin Orthop Trauma, 2018, 9(12): S12-S16.
- [3] 韩大成, 王嘉龙, 龙安华, 等. 定量CT探讨老年转子间骨折髓内固定时头钉的合理位置 [J]. 实用骨科杂志, 2018, 21(7): 21-23.
- [4] Ji F, Liu P Z, Tong D K. Discussion on hot spot of femoral intertrochanteric fracture [J]. Zhongguo Gu Shang, 2017, 30(7): 587-590.
- [5] 张英剑, 吕廷灼, 王文志, 等. 螺旋CT三维重建对老年股骨颈骨折分型的价值 [J]. 中国中西医结合外科杂志, 2015, 7(1): 16-18.
- [6] Chatchanin Mayurasakorn, Vajara Phiphobmongkol, Wasupong Sridermma, et al. Profunda femoris artery injury caused by lesser trochanter fragment in intertrochanteric fracture: A case report [J]. Trauma Case Rep, 2017, 13(C): 14-17.
- [7] 郑颖捷. 基于计算机技术对股骨转子间骨折六部分分型的相关研究 [D]. 遵义: 遵义医学院, 2017.
- [8] 龚立, 孔令超, 王延鹤, 等. CT扫描三维重建联合3D打印辅助内固定治疗原位股骨髁部骨折的疗效 [J]. 中华创伤骨科杂志, 2019, 21(8): 687-692.
- [9] Ju J B, Zhang P X, Jiang B G. Risk factors for functional outcomes of the elderly with intertrochanteric fracture: A retrospective cohort study [J]. Orthop Surg, 2019, 11(4): 643-652.
- [10] 孙涛, 刘文卿, 曲成明. 数字化虚拟技术在股骨粗隆间骨折术前计划中的初步应用 [J]. 中国数字医学, 2015(2): 48-50.
- [11] Nasab S A M, Khorramdin E. The assessment of mortality and quality of life after intertrochanteric fracture of femur in patients older than 60 at Emam Khomeini Hospital of Ahvaz [J]. Pak J Med Sci, 2017, 33(4): 895-898.
- [12] Merckaert S, Hefer S, Akiki A. Unusual complication after intramedullary nailing of an intertrochanteric fracture [J]. J Long Term Eff Med Implants, 2017, 26(4): 337-340.
- [13] 张成宝, 马信龙, 马剑雄, 等. 股骨颈骨折术前空间移位三维重建研究及其临床意义 [J]. 中华创伤杂志, 2016, 32(3): 203-206.
- [14] 廖彩虹, 李青薛, 胡贤铧. 多层螺旋CT三维图像与X线评估老年股骨颈骨折分型的价值比较 [J]. 创伤外科杂志, 2019(6): 473-474.
- [15] Hayer P S, Deane A K, Agrawal A, et al. Effect of zoledronic acid on fracture healing in osteoporotic patients with intertrochanteric fractures [J]. Int J Appl

- Basic Med Res, 2017, 7(1):48-52.
- [16] 黄赞, 李彦林, 胡猛, 等. 基于MRI和CT二维图像重建膝关节三维数字化模型的股骨髁扭转角差异性研究[J]. 中国修复重建外科杂志, 2015(2):167-170.
- [17] Yang H, Lei Q, Cai L, et al. Treatment of unstable pelvic fractures by cannulated screw internal fixation with the assistance of three-dimensional printing insertion template[J]. Zhongguo Xiu Fu Chong Jian Wai Ke Za Zhi, 2018, 32(2):145-151.
- [18] Albogha M H, Mori Y, Takahashi I. Three-dimensional titanium miniplates for fixation of subcondylar mandibular fractures: Comparison of five designs using patient-specific finite element analysis[J]. J Craniomaxillofac Surg, 2018, 46(3):391-397.
- [19] Chen C H, Huang Y H, Hung C, et al. Finite element analysis of tongue type calcaneal fracture with open reduction and internal fixation with locking plate[J]. J Med Biol Eng, 2017, 38(4):1-9.
- [20] Lovy A J, Kim J S, Capua J D, et al. IM nail fixation of atypical femur fractures with bone marrow aspirate concentrate leads to faster union: A case control study[J]. J Orthop Trauma, 2017, 31(7):358-362.

(收稿日期: 2019-12-04)