著 论

CT扫描成像对后踝关 节内嵌入骨块形态学分 析的价值*

林伟文 刘 刚 刘凌杰 陈水斌*

联勤保障部队第九0九医院(厦门大学附属 东南医院)放射诊断科 (福建 漳州 363000)

【摘要】目的 分析CT扫描成像对后踝关节内嵌入 骨块形态学分析的价值。方法 回顾性分析2018年 1月-2022年12月我院诊断的129例累及后踝的踝关 节骨折患者临床资料。根据CT检查中后踝骨折块是 否存后踝关节内嵌入骨块(intraarticular impacted fragment, IAIF),分为IAIF组和非IAIF组。使用CT 扫描测量后踝骨折块面积、受累胫骨腓切迹长度、 IAIF长度、面积和稳定胫骨骨块面积、稳定胫骨长 度、IAIF距关节移动距离。使用Spearman相关分 析,分析IAIF面积与其他临床参数的相关性。结果 在129例后踝骨折中, IAIF患者有90例(69.76%)。 IAIF组与非IAIF组患者的Haraguchi分型和Mason 分型分布存在差异(P均<0.05), IAIF患者内踝受 累比例更高(P=0.008),胫骨腓切迹受累比例更高 (P=0.011), 后踝骨折块长度更长(P=0.004), 后踝骨 折块面积更大(P=0.010)。59例(65.56%)患者IAIF 分布于胫骨外侧区。使用Spearman相关性分析可 见,AIF面积与后踝骨折块面积存在一定相关性(rs=-0.408, P=0.037)。结论 IAIF最常见的位置在胫骨外 侧区。后踝骨折线延伸至内踝或胫骨腓切迹时,提 示IAIF发生风险较高。

【关键词】CT;骨折;踝关节 【中图分类号】R683.42 【文献标识码】A 【基金项目】漳州市科技拥军项目(ZZ2022KD03) DOI:10.3969/j.issn.1672-5131.2024.04.049

The Value of CT Scanning Imaging in Morphological Analysis of Bone Blocks Embedded in the Posterior Ankle Joint*

LIN Wei-wen, LIU Gang, LIU Ling-jie, CHEN Shui-bin^{*}.

Department of Diagnostic Radiology, The 909th Hospital of Joint Logistics Support Force, Dongnan Hospital of Xiamen University, Zhangzhou 363000, Fujian Province, China

ABSTRACT

Objective To analyze the value of CT scanning imaging in morphological analysis of bone blocks embedded in the posterior ankle joint. Methods The clinical data of 129 patients with ankle fracture involving the posterior malleolus diagnosed in our hospital from January 2018 to December 2022 were retrospectively analyzed. According to whether there is intraarticular impacted fragment (IAIF) in the posterior ankle fracture block during CT examination, it is divided into an IAIF group and a non IAIF group. Use CT scanning to measure the area of the posterior ankle fracture block, the length of the affected tibiofibular notch, the length and area of the IAIF, as well as the area of the stable tibia block, the stable tibia length, and the distance from the IAIF to the joint movement. The location of IAIF was described and involvement of the fibular notch and inner ankle was observed. Spearman correlation analysis were used to analyze the correlation between IAIF area and other clinical parameters. *Results* Among the 129 cases of posterior ankle fractures, 90 patients (69.76%) had IAIF. There were differences in the distribution of Haraguchi and Mason subtypes between IAIF and non IAIF patients (P<0.05). IAIF patients had a higher proportion of medial malleolus involvement (P=0.008), a higher proportion of tibiofibular notch involvement (P=0.011), a longer length of posterior malleolus fracture mass (P=0.004), and a larger area of posterior malleolus fracture mass (P=0.010). 59 patients (65.56%) had IAIF distributed in the lateral tibial region. Using Spearman correlation analysis, it can be seen that there is a certain correlation between the area of AIF and the area of the posterior ankle fracture block (rs=-0.408, P=0.037). Conclusion The most common location of IAIF is in the lateral tibial region. When the posterior malleolus fracture line extends to the medial malleolus or tibiofibular notch, it indicates a higher risk of IAIF. Keywords: CT; Fracture; Ankle Joint

创伤导致的踝关节骨折较为常见,其中超过40%的踝关节骨折会累及至后踝^[1]。临 床中后踝骨折形态多样,尽管对于后踝骨折的分类、手术指征和固定方法研究越来越成 熟^[2-4]。但对后踝的嵌入骨块临床重视程度仍有限,后踝的嵌入骨块不仅对踝关节压力和 应力产生影响,而且对手术决策和预后具有重要意义^[5]。

计算机断层扫描(CT)检查是识别踝关节骨折中后踝关节内嵌入骨块(intraarticular impacted fragment, IAIF)的重要手段^[6]。IAIF是一种由冲击力和压缩力产生的关节面 碎片。最近,Sultan等人将后踝骨折的IAIF分为游离、折叠和压缩三种类型^[7]。也有其 他研究报道了后踝骨折IAIF与患者预后关系^[8-9]。但关于IAIF的位置、形态以及踝关节和 后踝骨折分类的相关性尚未得到详细阐述。基于此,本研究基于CT检查对后踝骨折IAIF 的发生率、位置和形态进行分析,并探讨IAIF与后踝碎片和骨折分类之间的相关因素, 以期为此类患者的救治提供新的参考。

1 资料与方法

1.1 一般资料 回顾性分析2018年1月至2022年12月我院诊断的累及后踝的踝关节骨折 患者临床资料。

纳入标准:累及后踝的OTA/AO 44型骨折;术前接受了CT检查;在我院接受手术治 疗;年龄>18岁。排除标准:既往踝关节手术史;病理性骨折;陈旧骨折;CT图像切片 厚度>1mm。本研究开始前获得我院伦理审查委员会批准。

1.2 临床资料收集及分组 收集患者的年龄、性别、骨折位置(左侧、右侧)、骨折的 Lauge-Hansen分型、AO/OTA 分型、Haraguchi 分型、Mason分型,CT检查结果。 全部患者根据CT检查中后踝骨折块是否存在IAIF,分为IAIF组和非IAIF组。

1.3 图像分析 CT检查使用东芝(THOHIBA)公司的Aquilion-one型320排螺旋CT机进 行。扫描层厚5mm,扫描层距5mm,后用多平面重建技术重建出矢状位和冠状位。将 CT数据导入到Mimics软件中进行数据测量,包括腓骨切迹的长度、IAIF的长度、主要后 踝碎片的长度、后踝碎片距关节面的位移高度,以及IAIF、后踝游离碎片和稳定碎片的 面积。所有CT数据均由我院经验丰富的影像学家进行评估和测量。

在下胫腓联合关节轴向CT图像上测量下列参数(如图1,2):(1)受累胫骨腓切迹长 度: 轴体向测量受累胫骨腓切迹不稳定骨折块最大长度和图像上稳定胫骨腓切迹长度; (2)IAIF长度和面积: IAIF关节面轴向测量为IAIF的最大横截面长度和最大面积; (3)后踝 骨折块面积:轴向位测量后踝骨折游离骨块的横截面积;(4)稳定胫骨骨块面积:后踝骨 折轴向位测量为稳定胫骨骨块横截面积。



图1 白色虚线为稳定胫骨腓切迹长度(上)和受累胫骨腓切迹长度(下)。

图2 白色虚线为IAIF面积,黑色箭头为IAIF长度。

图3 白色虚线为稳定胫骨长度(左)和后踝骨折块长度(右),黑色线为IAIF距关节移动距离。

图4 胫骨后缘中点为界将胫骨为胫骨外侧区和胫骨内侧区。

在下胫腓联合关节的矢状CT图像上测量下列参数(图3):(1) 后踝骨折块长度:后踝游离骨块矢状位的前、后缘距离;(2)稳定 胫骨长度:胫骨关节面前缘至胫骨稳定骨折后缘距离;(3)IAIF距 关节移动距离:为IAIF距关节面位移高度。

计算受累胫骨腓切迹比例=受累胫骨腓切迹长度/(受累胫骨 腓切迹长度+稳定胫骨腓切迹长度)、IAIF面积所占胫骨比例= IAIF面积/(后踝骨折面积+稳定胫骨骨块横截面积+IAIF面积)、 IAIF面积与后踝骨折块面积比例=IAIF面积/后踝骨折块面积、后 踝骨折块所占胫骨比例=后踝骨折块面积/(后踝骨折面积+稳定胫 骨骨块面积+IAIF面积)和后踝骨折块长度百分比=后踝骨折块长 度/(后踝骨折块长度+稳定胫骨长度)。并观察后踝骨折是否累及 腓骨切迹和内踝。为了进一步明确IAIF位置,定义以胫骨后缘中点 为界将胫骨分成两部分,分别为胫骨外侧区和胫骨内侧区(图3)。

1.4 统计分析使用SPSS 22进行统计分析。满足正态分布计量资料使用($x \pm s$)描述,组间差异使用t检验,不满足正态分布的计量资料采用M(Q1,Q3)描述,组间差异使用Mann-Whitney U检验。计数资料用n(%)进行描述,组间差异采用 x^2 检验,当理论频数<5时使用Fisher精确概率法。采用二元Logistic分析影响IAIF产生的因素。使用Spearman相关分析IAIF面积与其他临床参数的相关性。相关系数rs的绝对值为0.8-1.0代表极强相关;0.6-0.8表示强相关;0.4-0.6表示中等程度相关;0.2-0.4表示弱相关。P<0.05为差异有统计学意义。

2 结 果

2.1 患者一般资料情况 最终共纳入患者129例,全部患者年龄 平均49.63±23.54岁(18-89岁)。其中女性88例(68.22%),男性 41例(31.78%)。右侧骨折76例(58.91%)多于左侧53(41.09%)。 患者后踝骨折根据Lauge-Hansen分类系统129例患者分为:9例 (6.98%)旋前外展、18例(13.95%)旋前外旋和102例(79.07%)旋 后外旋。根据AO/OTA分型,共有110例(85.27%)为B型,19例 (14.73%)为C型。而根据Haraguchi分型,共有85例(65.89%)为 1型,30例(23.26%)为2型,14例(10.85%)为3型。根据Mason分 型,14例(10.85%)为1型,85例(65.89%)为2A型,27例(20.93%) 为2B型,3例(2.33%)为3型。

全部患者中IAIF患者有90例(69.76%)。比较IAIF组与非IAIF 组患者的骨折特征可见,两组患者的Haraguchi分型和Mason 分型分布存在差异(P均<0.05),IAIF患者内踝受累比例更高 (P=0.008),胫骨腓切迹受累比例更高(P=0.011),后踝骨折块长度 更长(P=0.004),后踝骨折块面积更大(P=0.010),其他资料差异 均无统计学意义(P均>0.05),详见表1。

2.2 后踝骨折IAIF特征分析

2.2.1 IAIF基本特征 129例中,腓骨切迹受累106例(82.17%)。 受累胫骨腓切迹比例为32.87(11.57-64.78); LMPMF和LIAIF的 平均值分别为8.09(0.79-25.16)mm和6.18(2.11-12.68)mm。 平均HIAIF为2.88(0.68-9.25)mm。后踝骨折块横截面积为 172.58(12.63-524.07)mm², IAIF面积为60.12 (4.92-198.83) mm², 稳定胫骨部分面积为1101.28(676.47-1701.83)mm²。受 累胫骨腓切迹比例、后踝骨折块长度百分比、后踝骨折块所占胫 骨比例、IAIF面积所占胫骨比例、IAIF面积与后踝骨折块面积比 例详见表2。

2.2.2 后踝骨折IAIF数量与位置关系分析 全部90例IAIF患者中, 共59例(65.56%)患者IAIF分布于胫骨外侧区。67例有1块IAIF, 此类患者的IAIF分布于中胫骨外侧区45例(50.00%)、胫骨内侧区 16例(17.78%)、胫骨内侧+外侧区内6例(6.67%)。含2块IAIF者20 例,3块IAIF者3例,具体位置分布见表3。

2.2.3 后踝骨折IAIF面积与其他资料相关性 使用Spearman相关 性分析了IAIF面积与其他资料相关性可见,IAIF面积仅与后踝骨 折块面积存在一定相关性,rs=-0.408,两者存在中等程度相关。 IAIF面积与其他参数相关性不强,详见表4。

表1 IAIF组与非IAIF组患者一般资料比较

	ᅋᆋᆋᆎᅜᄠᆲ	芯泪 放风竹儿	+X	
项目	IAIF组	非IAIF 组	t/Z/ x ²	P值
n	90	39		
年龄(岁)	49.21±17.68	50.06±19.74	0.242	0.809
性别, n(%)			3.594	0.058
男	24(26.67)	17(43.59)		
女	66(73.33)	22(56.41)		
骨折位置, n(%)			0.159	0.690
左侧	38(42.22)	15(38.46)		
右侧	52(57.78)	24(64.10)		
Lauge-Hansen分型, n(%)			-	0.598^{*}
旋前外展损伤	5(5.56)	4(10.26)		
旋前外旋损伤	13(14.44)	5(12.82)		
旋后外旋损伤	72(80.00)	30(76.92)		
AO/OTA 分型, n(%)			0.019	0.890
В	77(85.56)	33(84.62)		
C	13(14.44)	6(15.38)		
Haraguchi 分型, n(%)			7.125	0.028
1	56(62.22)	29(74.36)		
2	26(28.89)	4(10.26)		
3	7(7.78)	7(17.95)		
Mason 分型, n(%)			-	0.034 [*]
1	7(7.78)	7(17.95)		
2A	57(63.33)	28(71.79)		
2B	24(26.67)	3(7.69)		
3	2(2.22)	1(2.56)		
内踝受累, n(%)	26(28.89)	3(7.69)	7.015	0.008
胫骨腓切迹受累, n(%)	79(87.78)	27(69.23)	6.389	0.011
后踝骨折块长度百分比	0.27 ± 0.11	0.22 ± 0.10	2.435	0.016
后踝骨折块长度	7.30(1.89,25.74)	5.4 (0.80,16.10)	2.868	0.004
后踝骨折块面积	147.15	95.60	2.438	0.010
	(12.96,523.71)	(12.52,466.17)		
	. , ,			

注: *为精确概率。

事2 后理昌坵[A]E的相关参数/n-00)

项目	长度(mm)	面积(mm²)	比例(%)					
后踝骨折块	8.09(0.79,25.16)							
IAIF	6.18(2.11,12.68)	60.12(4.92,198.83)						
IAIF距关节面高度	2.88(0.68,9.25)							
后踝骨块块横截面积		172.58(12.63,524.07)						
受累胫骨腓切迹长度	9.52(3.13,20.14)							
受累胫骨腓切迹比例			32.87(11.57,64.78)					
后踝骨折块长度百分比			20.76(3.11,63.65)					
后踝骨折块所占胫骨比例			13.09(0.76,39.81)					
IAIF面积所占胫骨比例			4.68 (0.37,17.79)					
IAIF面积与后踝骨折块面积比			52.55(1.19,234.81)					

表3 后踝骨折患者的IAIF数量与位置关系(n=90)

表4 IAIF面积与其他临床资料的Spearman相关分析

IAIF骨折块数量		IAIF位置		 项目	相关系数rs	P值	
	胫骨外侧区(%)	胫骨内侧区(%)	胫骨内侧+外侧区(%)	后踝骨折块面积	-0.408	0.037	
1	45(50.00)	16(17.78)	6(6.67)	后踝骨折块长度	-0.165	0.159	
2	12(13.33)	8(8.89)	0	受累胫骨腓切迹长度	-0.230	0.061	
3	2(2.22)	1(1.11)	0	 年龄	-0.110	0.349	

3 讨 论

后踝骨折中IAIF发生率较高^[10]。既往报道表明,对于存在 IAIF患者,应更多关注后踝游离骨片的大小及其对踝关节稳定性 和接触应力的影响^[11-12]。而大多数情况下IAIF无法通过X线平片准 确诊断。因此,临床上踝关节CT扫描有助于识别IAIF,以便于医 生更好的进行骨折分型和治疗决策。

本研究通过收集后踝骨折CT资料发现,90例(69.76%)后踝骨 折患者存在IAIF,其中Haraguchi 1型或Mason 2A型骨折患者比 例较高。Haraguchi等人^[13]研究表明Haraguchi 1型骨折为后踝撕 脱骨折,多表现为胫骨远端后外侧斜行骨折块。而Mason等人研 究发现^[14]2A型受伤机制为"外展型"的骨折,距骨旋转撞击后踝 导致后外侧三角形骨折(Volkmann区域)。本研究中发现IAIF的平 均碎片面积大于无IAIF者,且IAIF中单块骨折发生率较高,因此 可以推测造成单块骨折的损伤机制中可能不仅包括撕脱骨折,而 且还存在旋转冲击损伤。后踝碎片越大,旋转冲击在致伤机制中 的占比也越高。

Lauge-Hansen分型对踝关节骨折的损伤机制阐述详尽,但 其对治疗的指导意义并不大。而AO/OTA分型是对Danis-Weber 分型的细化,对患者的治疗方案选择具有一定意义^[15]。但目前 针对后踝骨折的分型,临床常以Haraguchi分型或Mason分型为 主。本研究通过对IAIF数量与骨块位置分析发现IAIF多位于胫骨 内侧区。Mason 2B型的致伤机制主要是距骨在2A型基础上进一 步旋转,形成后外侧骨折和后内侧骨折。Vosoughi等人^[16]研究表 明, Mason 2B型单独的后内侧骨折片与旋后外旋和旋前外旋损 伤中的后外侧骨折片相关。另外也有学者认为外旋和过度前屈是 造成多个骨折块的机制^[17]。存在多个骨折块的IAIF主要位于胫骨 内侧区,而致伤机制与Mason 2B型类似。

需要指出的是在全部Haraguchi 3型骨折中,50%存在IAIF。 Haraguchi 3型骨折为胫骨远端后缘小壳形骨片,而Haraguchi 3 型骨折片相对较小,一般只能在CT扫描上被发现。由于并非所有 踝关节骨折患者均进行CT扫描,真实事件中的Haraguchi3骨折 中存在IAIF比例仍值得进一步探讨。

Haraguchi 2型或Mason 2B型后踝骨折几乎都涉及内踝和胫 骨腓切迹^[14,18]。单因素分析发现, IAIF组中内踝和胫骨腓切迹受 累比例均较高。而胫骨腓切迹对踝关节的稳定性非常重要^[5]。而 IAIF组患者的胫骨腓切迹受累比例也显著高于非IAIF组。这一定 程度上提示了胫骨腓切迹受累程度越高、后踝关节碎片越大,而 IAIF发生率也越高。对后踝骨折相关测量计算显示,IAIF平均面 积占后踝骨折面积比值超过50%时,部分IAIF甚至大于后踝骨折 块。因此,在后踝骨折中IAIF不应被忽视。由于骨折患者的手术 入路选择主要基于后踝骨折块的形态和IAIF的位置,因此CT检查 可能在未来后踝骨折中具有更多应用前景。

本研究具有一定局限性。首先,本研究为单中心研究,本院

患者中军队训练伤人员占比较普通医院更多,可能存在一定患者 选择偏倚;其次,研究患者多为接受手术治疗者,实际中对无移 位的踝关节骨折患者进行CT扫描检查相对较少。最后,对于骨折 块长度和面积的测量来自于手动测定,可能存在一定主观偏倚。 今后仍需要更多的大样本多中心研究进一步分析后踝骨折的特 征,以更好的指导临床治疗。

综上所述,本研究发现后踝骨折患者中IAIF发生率较高。 IAIF最常见的位置在胫骨外侧区。后踝骨折线延伸至内踝或胫骨 腓切迹时,提示IAIF发生风险较高。CT扫描对IAIF发生机制和手 术方案制定方面具有一定意义,CT检查也助于分析和探索后踝骨 折的致伤机制。

参考文献

- [1] Mason LW, Kaye A, Widnall J, et al. Posterior malleolar ankle fractures: an effort at improving outcomes[J]. JB JS Open Access, 2019, 4(2): e0058.
- [2] 陈烽,安忠诚,周芳,等.后踝固定与否对不同Haraguchi分型后踝骨折疗效的影响 [J]. 中国修复重建外科杂志, 2021, 35(6): 722-728.
- [3] Fernández-Rojas E, Herrera-Pérez M, Vilá-Rico J. Posterior malleolar fractures: indications and surgical approaches. Fracturas de maléolo posterior: indicaciones de fijación y vías de abordaje[J]. Rev Esp Cir Ortop Traumatol, 2023, 67 (2): 160-169.
- [4]马炳,詹俊峰,李磊.后内外侧联合入路下3种内固定方式治疗后踝骨折的疗效比较 [J].临床骨科杂志,2021,24(6):876-881. [5]李勇奇,李兵,夏江,等.后踝骨折与固定对踝关节旋转稳定性影响的定量评估[J].
- 中华骨科杂志, 2022, 42(6): 374-381.
- [6]黄秋波, 王帅. 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[J]. 中国CT和MRI杂志, 2022, 20(10): 162-164
- [7]Sultan F, Zheng X, Pan Z, et al. Characteristics of intercalary fragment in posterior malleolus fractures [J]. Foot Ankle Surg, 2020, 26(3): 289-294.
- [8] Mueller E, Kleinertz H, Tessarzyk M, et al. Intercalary fragments in posterior malleolar fractures: incidence, treatment implications, and distribution within CT-based classification systems[J]. Eur J Trauma Emerg Surg, 2023, 49 (2): 851-858.
- [9] 王少峰, 纪亲龙. 手术固定后踝骨折块对踝关节骨折后关节功能恢复的影响[J]. 实 用手外科杂志, 2022, 36 (2): 181-184.
- [10] 廖明新, 王岩, 孙宁, 等. 踝关节骨折中后踝骨折的发生率及手术固定的相关因素分 析[J]. 中华创伤骨科杂志, 2019, 21 (7): 575-580.
- [11] 由孟真, 王磊. 后Pilon骨折及关节面夹层骨块诊疗进展[J]. 生物骨科材料与临床 研究,2022,19(6):88-91.
- [12]朱春晖,周维波,吴昊,等.踝关节骨折手术入路及内固定方法的选择[J].中国骨与 关节损伤杂志, 2021, 36(6): 631-632.
- [13] Haraguchi N, Haruyama H, Toga H, et al. Pathoanatomy of posterior malleolar fractures of the ankle [J]. J Bone Joint Surg Am, 2006, 88(5):1085-1092.
- [14] Mason LW, Marlow WJ, Widnall J, et al. Pathoanatomy and associated injuries of posterior malleolus fracture of the ankle[J]. Foot Ankle Int, 2017, 38 (11): 1229-1235.
- [15] 马超,谢增如.闭合性踝关节骨折的诊治现状与进展[J].创伤外科杂 志,2020,22(12):940-944.
- [16] Vosoughi AR, Jayatilaka MLT, Fischer B, et al. CT analysis of the posteromedial fragment of the posterior malleolar fracture[J]. Foot Ankle Int, 2019, 40(6): 648-655.
- [17] 章成林,刘凤祥,孙月华,等.旋转型踝部损伤内侧延伸型后踝骨折形态学研究[J]. 国际骨科学杂志, 2022, 43(2): 102-107.
- [18] 冯晓冰, 罗轶, 张龙. Haraguchi Ⅱ型后踝骨折两种内固定方式的生物力学研究 [J]. 中国矫形外科杂志, 2017, 25(12): 1129-1133.

(收稿日期: 2023-06-19)

(校对编辑: 孙晓晴)

162 •