

· 临床研究 ·

跟骨结节内侧突骨折与跟骨舌形骨折的关系[△]

赵晶晶, 方真华, 黄若昆, 郝 铖, 谢 鸣

(华中科技大学同济医学院附属普爱医院骨科, 湖北武汉 430033)

摘要: [目的] 采用图像测量并分析跟骨舌形骨折与跟骨结节内侧突骨折之间的关系。[方法] 回顾分析本院 2016 年 1 月—2020 年 1 月期间诊治的 157 例跟骨骨折患者影像资料, 根据 X 线片判断跟骨骨折的 Essex-Lopresti 分型, CT 重建图像评判跟骨结节内侧突骨折的发生及测量移位距离。[结果] 157 例中, 舌形骨折型 73 例 (46.50%), 关节压缩型 48 例 (30.57%), 另外 36 例为不可分类型 (22.93%)。舌形骨折型合并跟骨结节内侧突骨折 34 例 (46.58%), 关节压缩型合并跟骨结节内侧突骨折 11 例 (22.92%), 不可分类型中合并跟骨结节内侧突骨折 17 例 (47.22%) ($P<0.05$)。舌形骨折型合并的跟骨结节内侧突骨折移位平均 (5.12±0.71) mm, 关节压缩型合并的跟骨结节内侧突骨折移位平均 (4.83±0.33) mm, 不同骨折类型间跟骨结节内侧突骨折移位差异无统计学意义 ($P>0.05$)。[结论] 舌形骨折中发生跟骨结节内侧突骨折概率高于关节压缩型, 且舌形骨折移位越大, 越易合并跟骨结节内侧突骨折。

关键词: 跟骨骨折, 内侧突骨折, 舌形骨折, 关节压缩型骨折

中图分类号: R683.42 **文献标志码:** A **文章编号:** 1005-8478 (2022) 14-1331-04

Relationship between fracture of the medial process of the calcaneal tuberosity and tongue-type calcaneus fractures // ZHAO Jing-jing, FANG Zhen-hua, HUANG Ruo-kun, HAO Cheng, XIE Ming. Department of Orthopaedics, Pu'ai Hospital, Tongji Medical College, Huazhong University of Science and Technology, Wuhan 430033, China

Abstract: [Objective] To explore the relationship between fracture of the medial process of the calcaneal tuberosity (plantar medial avulsion, PMA fracture) and tongue-type fractures by radiographic measurement. [Methods] A retrospective study was conducted on imaging data of 157 patients who underwent treatment for calcaneal fractures in our hospital from January 2016 to January 2020. Radiographs and CT images were reviewed to determine the Essex-Lopresti classification and measure the fracture displacement. [Results] Of the 157 patients, tongue-type fracture (TT) was found in 73 cases, accounted for 46.50%; joint depression (JD) fracture was in 48 cases, accounted for 30.57%; while the fractures not classified by the Essex-Lopresti classification was seen in 36 cases, accounted for 22.93%. Among them, PMA fracture was noted in 34 patients of the TT group (46.58%), 11 cases of JD group (22.92%), whereas 17 cases of unclassified fracture group (47.22%), which was statistically significant ($P<0.05$). The displacement of PMA fragment was of (5.12±0.71) mm in TT group, whereas (4.83±0.33) mm in the JD group, which was not statistically significant ($P>0.05$). [Conclusions] The tongue-type fracture has considerably higher chance to accompany with PMA fracture than the joint depression fracture. The more displacement of tongue fragment, the more possibility of combined PMA fracture.

Key words: calcaneus fracture, plantar medial avulsion, tongue-type calcaneus fracture, joint depression calcaneus fracture

跟骨结节内侧突较外侧突大, 是跟骨的最低点。在足跟负重时是应力集中区域, 跟骨结节内侧突的完整对足跟部负重功能至关重要^[1]。同时跟骨结节内侧突是跖腱膜中央束、踇展肌的起点, 跖筋膜是足部绞盘机制组成部分, 绞盘机制对维持足纵弓有重要作用^[2]。跟骨结节内侧突骨折移位使跖筋膜失去附着, 可能导致足纵弓降低, 引发平足畸形^[3]。跟骨结节内侧突骨折在何种类型的跟骨骨折中更易发生尚未被研

究过。本研究通过三维 CT 重建图像, 测量并分析跟骨结节内侧突撕脱性骨折的发生原因及与跟骨舌形骨折之间的关系。

1 临床资料

1.1 一般资料

2016 年 1 月—2020 年 1 月在本院骨科诊治的跟

骨骨折 157 例纳入本研究。男 105 例，女 52 例，平均年龄 (52.21 ± 10.74) 岁。所有患者均行跟骨三维螺旋 CT 扫描。本研究经医院医学伦理委员会批准，并与患者签署知情同意书。

1.2 影像检查方法

跟骨 CT 检查：使用东芝 Aquilion 64 排螺旋 CT。体位：仰卧位，患侧足置于硅胶固定架上，踝关节中立位，脚尖垂直向上。CT 扫描参数：视野为 200.00 mm，电压为 120kV，层厚为 0.625 mm。将上述 CT 图像以 DICOM 格式导入 Mimics 17.0 中，根据骨骼灰度值进行区域识别，重建骨骼的三维模型，随后导入逆向工程软件 Geomagic Studio 10.0 中，以距骨关节面中线为矢状面轴线、跟骨长轴为横断面轴线，重建两平面图像，以便对骨折移位进行测量。

1.3 骨折分类标准与测量方法

根据 X 线片跟骨侧位片判断 Essex-Lopresti 分型，将纳入的病例分为三类：舌形骨折型、关节压缩型和不可分类型。舌形骨折型为至少一条骨折线突破跟骨后结节，跟骨后关节面一部分与结节相连；如跟

骨后关节面与跟骨结节骨折分离则为关节压缩型；不适合上述两类的骨折的归为不可分类型。根据 X 线片跟骨轴位片和 CT 判断是否合并跟骨结节内侧突骨折。

委托影像科一名不知晓研究目的的高年资阅片医生测量以下三个指标：(1) 跟骨结节内侧突骨折的分离移位距离，定义为跟骨轴位重建图像上测量跟骨结节内侧突骨折块边缘与原解剖位置之间的距离；(2) 舌形骨折块分离移位距离，定义为跟骨矢状面重建图像上测量舌形骨折尾端远侧缘与原解剖位置之间的距离（图 1）；(3) 关节压缩型骨折移位距离，跟骨矢状面重建图像上测量关节压缩型骨折后关节面骨折块后缘与原解剖位置之间的距离（图 2）。

1.4 统计学方法

采用 IBM SPSS 19.0 软件进行统计分析。计量数据以 $\bar{x} \pm s$ 表示，资料呈正态分布时，两组间比较采用独立样本 *t* 检验；资料呈非正态分布时，采用 Mann-whitney *U* 检验。计数资料采用 χ^2 检验或 Fisher 精确检验。以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

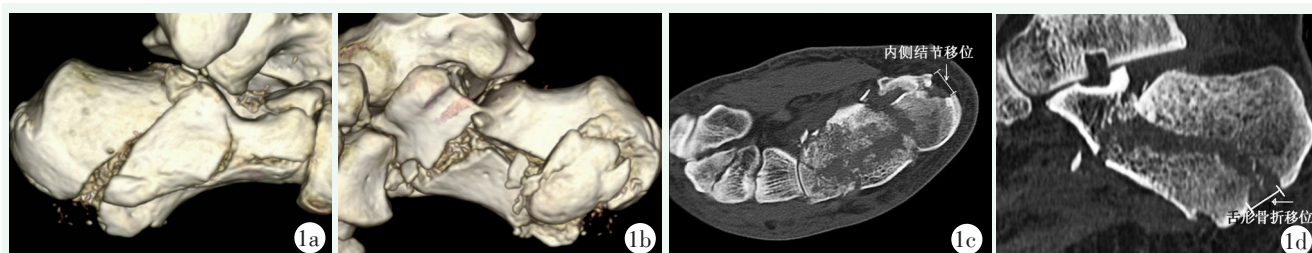


图 1 患者，女，52 岁，右足跟骨骨折 1a: CT 三维重建外侧面观显示舌形骨折 1b: CT 三维重建内侧面观显示跟骨结节内侧突骨折 1c: 轴位重建图像测量跟骨结节内侧突骨折移位距离 5.02 mm 1d: 矢状面重建图像显示舌形骨折移位距离 5.21 mm



图 2 患者，男，45 岁，左足跟骨骨折 2a: CT 三维重建外侧面显示关节压缩型骨折 2b: CT 三维重建内侧面显示跟骨结节内侧突骨折 2c: 轴位重建图像测量跟骨结节内侧突骨折移位距离 3.12 mm 2d: 矢状面重建图像显示后关节面移位距离 4.07 mm

2 结果

2.1 按骨折类型资料比较

根据 X 线片跟骨侧位片判断 Essex-Lopresti 分型，其中舌形骨折型 73 例（46.50%），关节压缩型

48 例（30.57%），不可分类型 36 例（22.93%），不同骨折类型之间患者年龄、性别、体重指数和内侧突移位差异无统计学意义 ($P > 0.05$)（表 1）。但是三组间内侧突骨折发生率依次为未分类型组（47.22%）>舌形骨折型组（46.58%）>关节压缩型组（22.92%），差异具有统计学意义 ($P < 0.05$)。

表1 两组患者术前一般资料与比较

指标	舌形骨折型 (n=73)	关节压缩型 (n=48)	未分类型 (n=36)	P 值
年龄 (岁, $\bar{x} \pm s$)	50.62±9.13	45.54±7.73	54.21±8.26	0.104
性别 (例, 男/女)	48/25	35/13	22/14	0.503
BMI (kg/m^2 , $\bar{x} \pm s$)	24.21±1.80	22.16±2.32	20.64±3.27	0.203
结节内侧突骨折 [例 (%)]	34 (46.58)	11 (22.92)	17 (47.22)	0.019
内侧突移位 (mm, $\bar{x} \pm s$)	5.12±0.71	4.83±0.33	4.14±0.52	0.246

2.2 是否内侧突骨折及形态测量比较

舌形骨折型发生跟骨结节内侧突骨折比例高于关节压缩型和不可分类型, 差异有统计学意义 ($P < 0.05$)。是否内侧突骨折的舌形与关节压缩型骨折比较见表2。内侧突骨折组的舌形骨折占比显著高于无内侧突骨折组 ($P < 0.05$)。内侧突骨折组中舌形骨折分离移位显著大于无内侧突骨折组中舌形骨折的移位 ($P < 0.05$)。内侧突骨折组中关节压缩型后关节面骨折移位与无内侧突骨折组中后关节面骨折移位之间的差异无统计学意义 ($P > 0.05$)。

表2 舌形与关节压缩型是否内侧突骨折的结果 ($\bar{x} \pm s$) 与比较

指标	内侧突骨折组 (n=45)	无内侧突骨折组 (n=76)	P 值
构成 (例 舌形/压缩)	34/11	39/37	0.023
舌形骨折移位 (mm)	3.93±1.41	2.21±1.05	<0.001
关节压缩移位 (mm)	3.52±0.62	2.61±0.94	0.112

3 讨论

随着跟骨骨折诊疗技术的进步, 合并结节内侧突撕脱性骨折的跟骨骨折作为一种特殊类型, 近几年受到越来越多的关注, 但已发表的文献没有报道跟骨结节内侧突骨折与跟骨骨折类型之间的关系^[4, 5]。本研究发现舌形骨折型跟骨骨折合并发生跟骨结节内侧突骨折发生率显著高于关节压缩型和其他不能分类型跟骨骨折。跟骨骨折类型与所受暴力、足部内在肌肉之间有关。可能与舌形骨折型发生过程中前足先着地, 足底筋膜和跟腱同时紧张, 足底筋膜主要附着区域分布于跟骨结节内侧有关。轴向应力导致跟骨骨折, 足部旋前的同时, 导致外侧柱短缩, 前足外展, 造成矢状面上足弓下降, 这种损伤造成跖筋膜紧张, 引起内侧结节跖筋膜附着区撕脱骨折。与舌形骨折型跟骨骨折相比, 关节压缩型跟骨骨折发生过程中引起足纵弓下降幅度小, 足底筋膜的张力小, 不易合并结节内侧突骨折。

跟骨结节内侧突撕脱性骨折的发生与舌形骨折的移位程度有密切关系, 舌形骨折的移位程度越大越可能合并发生跟骨结节内侧突撕脱性骨折。已有生物力学研究表明跟腱张力与跖筋膜张力之间密切相关, 小腿三头肌的牵拉造成跟腱附着的舌形骨折块与结节余下骨块之间分离移位, 跖筋膜的紧张则造成结节内侧突撕脱性骨折分离移位, 而两者移位的距离均与损伤能量的大小有关^[6]。在关节压缩型骨折发生过程中, 塌陷的后关节面与跟骨结节连续性中断, 相当于造成一定程度的跟骨短缩, 跖筋膜的紧张被缓冲^[7]。这解释了关节压缩型跟骨骨折更少发生结节内侧突撕脱性骨折, 且跟骨结节内侧突撕脱性骨折的发生与关节压缩型跟骨骨折后关节面塌陷程度不直接相关。

跟骨结节内侧突撕脱分离导致跖筋膜连续性中断, 影响正常足站立和步态推进过程中, 跖筋膜卷扬机效应的发挥^[8]。诸多解剖和生物力学研究或有限元模型分析已发现跖筋膜的松解导致足跖底长韧带的张力过大, 足纵弓高度降低^[7, 8]。跖筋膜完全切断或切除将导致纵弓高度降低 2.5 mm, 足纵弓承受的压应力加倍。大的骨折块移位也可能造成足跟脂肪垫的破坏, 导致后期步态中足跟着地疼痛^[9]。传统观念认为跟骨结节骨折不累及距下关节, 移位小的大多可保守治疗^[10]。李兵等^[11]将单纯跟骨结节内侧突骨折移位超过 1 cm 作为手术指征, 但其他文献中跟骨结节内侧突骨折手术指征目前尚没有明确的定论。

本研究揭示了舌形骨折型跟骨骨折更易合并发生跟骨结节内侧突骨折, 尽管跟骨结节内侧突骨折可发生于所有不同类型的跟骨骨折, 且舌形骨折块的移位越大, 越易合并发生跟骨结节内侧突骨折。本研究病例数较少, 后期应进行多中心研究, 进一步长期随访, 探索跟骨结节内侧突骨折的发生规律和预后。

参考文献

- [1] Carr JB, Hamilton JJ, Bear LS. Experimental intra-articular calcaneal fractures: anatomic basis for a new classification [J]. Foot Ankle, 2016, 10 (2): 81-87.

- [2] Kitaoka HB, Luo ZP, An KN. Mechanical behavior of the foot and ankle after plantar fascia release in the unstable foot [J]. *Foot Ankle Int*, 2016, 18 (1): 8-15.
- [3] Cottom JM, Douthett SM, McConnell KK. Intraoperative reduction techniques for surgical management of displaced intra-articular calcaneal fractures [J]. *Clin Podiatr Med Surg*, 2019, 36 (2): 269-277.
- [4] Patel A, DiGiovanni B. Association between plantar fasciitis and isolated contracture of the gastrocnemius [J]. *Foot Ankle Int*, 2011, 32 (1): 5-8.
- [5] Sanders R. Displaced intra-articular fractures of the calcaneus [J]. *J Bone Joint Surg Am*, 2000, 82 (2): 225-250.
- [6] Li B, Wu G, Yang Y. Conservative versus surgical treatment for displaced fracture of the medial process of the calcaneal tuberosity [J]. *J Orthop Surg (Hong Kong)*, 2016, 24 (2): 163-166.
- [7] Hordyk PJ, Fuerbringer BA, Roukis TS. Clinical management of acute, closed displaced intra-articular calcaneal fractures [J]. *Clin Podiatr Med Surg*, 2019, 36 (2): 163-171.
- [8] Liu GT, Vanpelt MD, Lalli T, et al. Surgical management of displaced intra-articular calcaneal fractures: What matters most [J]. *Clin Podiatr Med Surg*, 2019, 36 (2): 173-184.
- [9] Hsu AR, Anderson RB, Cohen BE. Advances in surgical management of intra-articular calcaneus fractures [J]. *J Am Acad Orthop Surg*, 2015, 23 (7): 399-407.
- [10] Scott AT, Pacholke DA, Hamid KS. Radiographic and CT assessment of reduction of calcaneus fractures using a limited sinus tarsi incision [J]. *Foot Ankle Int*, 2016, 37 (9): 950-957.
- [11] 李兵, 杨云峰, 陈大伟, 等. 跟骨结节内侧突骨折的手术治疗 [J]. *中华创伤骨科杂志*, 2014, 16 (9): 741-743.
- (收稿:2021-03-01 修回:2021-05-24)
(本文编辑: 郭秀婷)

(上接 1330 页)

- [7] Herlyn A, Brakelmann A, Herlyn PK, et al. Calcaneal fracture fixation using a new interlocking nail reduces complications compared to standard locking plates preliminary results after 1.6 years [J]. *Injury*, 2019, 50 (Suppl 3): 63-68.
- [8] Labbe JL, Peres O, Leclair O, et al. Minimally invasive treatment of displaced intra-articular calcaneal fractures using the balloon kyphoplasty technique: preliminary study [J]. *Orthop Traumatol Surg Res*, 2013, 99 (7): 829-836.
- [9] Wilkinson BG, Marsh JL. Minimally invasive treatment of displaced intra-articular calcaneal fractures [J]. *Orthop Clin North Am*, 2020, 51 (3): 325-338.
- [10] Kiewiet NJ, Sangeorzan BJ. Calcaneal fracture management: extensile lateral approach versus small incision technique [J]. *Foot Ankle Clin*, 2017, 22 (1): 77-91.
- [11] 王宝鹏, 常西海, 李光磊, 等. 两种切口内固定治疗 Sanders II、III型跟骨骨折的比较 [J]. *中国矫形外科杂志*, 2020, 28 (10): 897-901.
- [12] Jandova S, Pazour J, Janura M. Comparison of plantar pressure distribution during walking after two different surgical treatments for calcaneal fracture [J]. *J Foot Ankle Surg*, 2019, 58 (2): 260-265.
- (收稿:2021-03-01 修回:2021-05-24)
(本文编辑: 闫承杰)