

第 5 跖骨近端骨折诊断和治疗的研究进展

张振,吕欣,段金辉

(山西医科大学第二医院骨科,山西 太原 030001)

【摘要】 第 5 跖骨近端骨折是足部最常见的骨折之一,其血供特点和独有的解剖结构,使发生于骨干和干骺端交界处的骨折延迟愈合或不愈合风险较高。目前第 5 跖骨近端骨折的分型系统繁多复杂,尚未统一,多推荐采用 Lawrence 和 Botte 分型,该系统将第 5 跖骨近端骨折分为 3 类:结节部撕脱骨折(Zone I)、骨干与干骺端交界处累及第 4、5 跖骨间关节的骨折(Zone II)、骨干近端骨折(Zone III)。基于该分型系统,每一类骨折都有相应的治疗方案及预后评估。第 5 跖骨近端骨折手术方式有多种,对于 Zone II 和 Zone III 骨折,经皮髓内螺钉技术是目前的首选术式。此外,临床工作者也应对该骨折的常见并发症及相关处置方法有深入的了解。

【关键词】 跖骨; 骨折; 诊断; 治疗

中图分类号:R683.42

DOI:10.3969/j.issn.1003-0034.2019.01.020

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



Diagnosis and treatment of proximal fifth metatarsal fracture ZHANG Zhen, LYU Xin, and DUAN Jin-hui. Department of Orthopaedics, the Second Hospital of Shanxi Medical University, Taiyuan 030001, Shanxi, China

ABSTRACT As one of the most common fractures of the foot, the blood supply characteristics and unique anatomy of proximal fifth metatarsal fracture makes a high risk of delayed union or non-union of fractures occurring at the junction of the diaphyseal-metaphyseal. At present, the classification system of proximal fifth metatarsal fracture is complicated and not yet unified, and Lawrence and Botte classification is more recommended. The system divides proximal fifth metatarsal fracture into three types: avulsion fractures of tuberosity (Zone I), fractures at the metaphysis-diaphysis junction, which extend into the fourth-fifth intermetatarsal facet (Zone II) and the proximal diaphyseal fractures (Zone III). Based on the classification system, each type of fracture has a corresponding treatment plan and prognosis. There are a variety of surgical methods for proximal fifth metatarsal fracture. For the fracture of Zone II and Zone III, percutaneous intramedullary screw is the first choice. In addition, clinicians should also have a thorough understanding of common complications of fracture and associated disposal methods.

KEYWORDS Metatarsal bones; Fractures; Diagnosis; Treatment

跖骨骨折是足部最常见的骨折。根据一般人群和运动员的流行病学研究,第 5 跖骨骨折约占跖骨骨折的 70%,其中约 80%为近端骨折^[1],多由摔伤、扭伤等低能量损伤引起。年轻患者中,绝大多数为男性,而在老年患者中,女性骨折发生率高^[2]。本文回顾总结了第 5 跖骨近端骨折的受伤机制、分型和诊断,详细阐述了基于分型的相关治疗方案和预后,并对常见并发症进行了讨论,以期临床工作者提供诊疗的依据与参考。

1 解剖特点

1.1 相关的软组织

第 5 跖骨由跖骨头、跖骨颈、跖骨干、跖骨基底和结节部组成。结节部,也叫茎突或粗隆,是基底部向外侧突出来的骨性突起。第 5 跖骨近端包括跖骨

结节部、跖骨基底和跖骨近端骨干,在其上面主要附着有 3 条肌腱:腓骨短肌腱附着于结节部背外侧面,跖腱膜外侧束附着于结节部尖端,第 3 腓骨肌腱附着于第 5 跖骨干近端背内侧面^[3]。这些肌腱的附着与受伤机制密切相关。在第 5 跖骨近端存在 3 个关节:骰骨与第 5 跖骨关节,骰骨与第 4 跖骨关节,第 4、5 跖骨间关节。这 3 个关节之间由较多的韧带相连,使第 5 跖骨干骺端相对稳定,而干骺端与近端骨干交界处以远缺乏韧带肌腱的加固。这种稳定性的差异,在干骺端与近端骨干交界处受到肌腱牵拉时容易发生骨折,而且骨折后较其他部位更容易发生延迟愈合或不愈合。

1.2 血液供应

基底部和结节部的血运是由多根骨骺和干骺端动脉提供,但骨干处只有 1 根营养动脉从内侧皮质进入骨干的中上 1/3 处为其提供血运,此营养动脉只发出 1 支纵向的髓内分支提供干骺端和骨干交界

通讯作者:吕欣 E-mail:13623634222@126.com

Corresponding Author:LYU Xin E-mail:13623634222@126.com

处的血运,这种血供特点使得干骺端-骨干连接处形成了“分水岭”区域,从而导致第 5 跖骨近端骨折存在较高的不愈合率^[4]。

2 骨折的分型与受伤机制

第 5 跖骨近端骨折指结节部以远骨干的近端 1/3 的骨折,又称为“Jones 骨折”。随后出现了多种不同的分类方法。术语“Jones 骨折”的使用并不统一,有些学者将它定义为干骺端与近端骨干连接处的骨折,而有些作者把其定义为近端骨干处的骨折。因此为进一步指导临床工作,应该推荐使用更合理的分类系统。目前临床常用的分型为 Torg 分型和 Lawrence 和 Botte 分型。

Torg 等^[5]根据骨折的愈合潜力将第 5 跖骨近端骨折分为结节部骨折和结节部远侧 1.5 cm 以内的骨折,其中根据放射学表现又将后者分为 3 类: I 型(急性骨折)指骨折线较狭窄,髓腔不存在硬化的骨折。II 型(延迟愈合)指骨折线广泛,有髓腔硬化。III 型(不愈合)指髓腔被硬化骨填充而闭塞的骨折。

Lawrence 和 Botte^[6]的分型更具有临床指导意义,根据骨折的受伤机制、骨折部位、预后及治疗方案将第 5 跖骨近端骨折分为 3 类: Zone I 骨折是指累及或不累及跖跗关节面的结节部撕脱性骨折。在足跖屈、内翻时肌腱的牵拉是造成结节部撕脱骨折的主要原因。以往认为腓骨短肌腱是其主要致伤肌腱,现在研究发现跖腱膜外侧束在致伤过程中起主要作用,而腓骨短肌腱在促进骨折进一步移位并在骨折部位产生扭转应力方面起一定作用^[7]。Zone II 骨折指干骺端-骨干连接处涉及第 4、5 跖骨间关节面的骨折(Jones 骨折)。其受伤机制是踝关节跖屈、前足内收,身体重心转移至足外侧,使第 5 跖骨干骺端与骨干结合处应力增高导致骨折。Zone III 骨折指近端骨干骨折,骨折线位于第 4、5 跖骨关节面以远。这个区域常受到反复的张应力或慢性过应力,容易引起应力性骨折。另外足趾对地面的抓握力减弱、后足内翻畸形等足部内在的因素也会促进这个区域应力性骨折的发生^[8]。

Zone II 和 Zone III 骨折在解剖位置上紧密相邻,临床上比较难区分这两种骨折。但是临床上可以不区分这 2 个部位的骨折,因为不管采用何种方式治疗,其预后都无明显差异^[9]。

3 诊断

3.1 症状和体征

第 5 跖骨近端急性骨折患者的最常见的表现是受伤后患足出现疼痛,负重后疼痛加重。查体会发现第 5 跖骨近端有瘀斑,局部可触及压痛,但随着前足肿胀加重,压痛的定位略显困难。若骨折移位明显,

可以看到局部畸形,同时骨折端可压迫或损伤足底动脉弓,当足背动脉也有损伤或代偿不足时,可发生前足坏死。

应力性骨折患者早期症状常不明显,仅在活动时感到患足疼痛,休息时疼痛缓解。若患者继续无保护性活动,骨折会进一步加重,表现为疼痛加重,局部压痛及轻度骨性隆起,无反常活动,少数可见局部软组织肿胀^[10]。

3.2 影像学评估

疑似第 5 跖骨骨折的影像学检查包括 3 个标准体位的足部 X 线片:足的正侧位和 45°斜位。一般大部分骨折都可以通过这 3 个体位的 X 线片被确诊。但是在应力性骨折早期,普通 X 线片常不能观察到骨折线,需在首次出现症状后 10~14 d 复查 X 线片,这时 X 线片上可以看到透亮的骨折线影和不同程度的骨膜反应,从而做出明确诊断^[11-12]。MRI 或骨扫描可以对应应力性骨折做出早期诊断,但是由于费用昂贵,临床上并不作为常规的检查方法。在一些复杂的足部骨折中,为排除伴有的 Lisfranc 损伤,必要时可对足部行 CT 检查^[13]。

4 治疗

4.1 Zone I 骨折

对于无移位的 Zone I 骨折,常通过保守治疗即可痊愈,因为这个部位具有非常好的愈合潜力^[14]。保守治疗的方式很多,如短腿石膏、矫形鞋、硬底鞋、Jones 绷带敷料或弹性绷带等,但各种方式之间效果无明显差异^[15]。对于存在旋转移位,移位>2 mm 或累及骰骨-跖骨关节面>30%的骨折,由于骨折畸形愈合的可能性大或复位不良,以及晚期并发创伤性关节炎等原因,患者常不能完全恢复至伤前活动水平,因此现在多主张手术治疗这类骨折。

4.2 Zone II 和 Zone III 骨折

Zone II 和 Zone III 骨折的治疗必须要考虑到患者的需求和期望。对于需求较低的患者,可以采用保守治疗,如非负重下短腿石膏或支具固定 6~8 周。但应告知患者骨折不愈合的风险高达 30%,并且再骨折率达 50%^[16];在需求较高的年轻患者和运动员中,手术治疗是缩短骨折愈合和重返运动时间的最好方式,同时降低不愈合和再骨折的风险^[17]。Zone II 和 Zone III 骨折延迟愈合也是手术治疗的指征,虽然通过延长石膏固定和非负重时间,延迟愈合也可以最终愈合,但是考虑到长时间石膏固定和不负重所带来的危害,建议手术治疗。

另外,Zone II 和 Zone III 骨折在选择治疗方案时,应排除后足内翻。因为后足内翻畸形被证实是发生这些骨折及术后再骨折的易感因素。Raikin 等^[18]

进行的一项研究中,90%的 Zone II 和 Zone III 骨折患者存在后足内翻,而正常人群中后足内翻的发生率约为 24%。因此对于 Zone II 和 Zone III 骨折伴有后足内翻的患者需要矫正内翻以防止手术或非手术治疗后的再骨折。

4.3 手术方式

第 5 跖骨近端骨折的手术方式主要包括经皮髓内螺钉固定、交叉克氏针固定、张力带钢丝、经皮双皮质骨螺钉、切开复位钢板固定等,但目前关于最佳固定方式尚未确定。

有手术适应证的 Zone I 骨折,使用交叉克氏针、张力带钢丝、经皮双皮质骨螺钉固定均能取得良好效果。对于很小的关节外撕脱骨块,无法用其他方法固定,应手术取出游离的骨块,避免以后发生慢性刺激症状^[19]。

经皮髓内螺钉技术是目前需要手术治疗的 Zone II 和 Zone III 骨折的首选治疗方法^[20]。这种方式的主要优点是创伤小,而且能在骨折断端产生很好的加压作用,从而缩短骨折愈合和恢复运动的时间。虽然髓内螺钉固定通常都能达到满意的疗效,但螺钉尺寸选择不当会增加相关并发症的发生率。目前临床上建议使用直径在 4.0 mm 以上的螺钉,直径应尽可能大,但不应超过 5.5 mm,这样既能使螺钉与髓腔之间有足够的把持力,又能减少发生医源性骨干骨折的风险^[21]。螺钉长度不超过第 5 跖骨总长度的 50%~60%,因为第 5 跖骨远端存在外侧弓,过长的螺钉会穿透内侧皮质,并使骨折端进一步移位,最终造成延迟愈合或不愈合^[22]。此外,术前或术中可以通过足部正位 X 线片测量第 5 跖骨髓腔宽度,侧位 X 线片测量第 5 跖骨基底到髓腔狭窄处的长度,进而选择合适的螺钉^[20]。螺钉置入前应对髓腔扩髓,以确保螺钉与骨内膜紧密接触。一般使用半螺纹螺钉,并且所有的螺纹应通过骨折线以实现骨折线加压。临床上空心还是非空心螺钉在生物力学优势上并无差别^[23]。

螺钉固定虽然临床疗效满意,但也存在一些缺点:(1)螺钉本身无法抵抗韧带和肌腱产生的扭转力和张应力。(2)固定很小或粉碎的骨块较困难。(3)存在钉帽突出引起不适、刺激腓肠神经、螺钉松动断裂等手术并发症。为了更好的治疗效果,近年来开始采用尺骨远端锁定加压钩钢板(locking compression plate distal ulna hook plate, LCP-DUHP)治疗第 5 跖骨近端骨折。由于第 5 跖骨与尺骨远端在解剖结构上相似,LCP-DUHP 与第 5 跖骨贴合良好,很少需要塑形,钩尖端牢固的嵌入结节部,即使骨质疏松或骨折块较多,也能起到良好加压作用,同时提供旋转稳

定性。钢板本身较薄,边缘较钝,近端两钩之间是空的,可以避免损伤跖腱膜外侧束,减少软组织刺激。LCP-DUHP 的以上优点允许患者早期负重及康复训练,缩短了愈合时间,在治疗不稳定性、骨质疏松性、粉碎性第 5 跖骨近端骨折方面,相比其他内固定具有较大的优势,且并发症发生率低。

张力带钢丝技术也是临床中常用的手术技术。最新研究改进了张力带钢丝技术,使用 1 个钢丝和 2 个皮质骨螺钉进行固定,其效果与髓内螺钉固定相似,但有较强的抗张力及扭转力作用。与常规张力带技术相比,腓肠神经损伤和神经痛的风险降低^[24]。

5 并发症

5.1 一般并发症

延迟愈合、不愈合和再骨折是第 5 跖骨近端骨折较为常见的并发症。第 5 跖骨近端急性闭合性骨折中延迟愈合和不愈合的发生率为 7%~44%^[16]。对于保守治疗失败的 Zone I 骨折,螺钉固定同时植骨或不植骨和切除关节外撕脱骨片是一种治疗选择。对于 Zone II 和 Zone III 骨折,可以用自体骨移植、骨髓抽出物+脱钙骨基质和髓内螺钉固定治疗不愈合和再骨折,在先前有螺钉固定的情况下,需要更换更大直径的螺钉同时行自体骨移植^[16]。低强度脉冲超声波(low intensity pulsed ultrasound, LIPUS)以其无创、无禁忌等优点,近年来用于治疗延迟愈合和不愈合,其效果与手术治疗相当,而且在骨折后早期使用 LIPUS 治疗能降低不愈合风险^[25]。

5.2 手术相关并发症

第 5 跖骨近端骨折手术治疗后可能出现的并发症包括:切口感染、腓骨短肌腱断裂、腓肠神经刺激症、腓肠神经损伤、螺钉头的撞击、螺钉松动、跖骨医源性骨折和跖痛症等。术中通过仔细的软组织处理,以及螺钉准确的进钉可以避免切口感染和肌腱或神经损伤。通过充分的钻孔,尽量让钉帽埋入骨内,以防止螺钉头撞击,若出现撞击症状,可通过穿宽松的鞋子来治疗^[20]。术中谨慎操作和选择合适大小的植人物可避免医源性骨折和螺钉松动的发生。术后跖痛症的原因可能是手术部位肌腱及软组织与关节处发生粘连及纤维化。关节镜下松解与关节粘连的肌腱及软组织能有效治疗跖痛症^[31]。

6 总结与展望

第 5 跖骨近端骨折是最常见的足部骨折之一。由于第 5 跖骨近端干骺端与骨干连接处血供较差,骨折后易出现延迟愈合或不愈合。其治疗方法包括非负重短腿石膏固定、使用矫形支具、切开复位内固定、低强度脉冲超声波等。由于比较治疗方法的随机对照试验很少,故制订统一的治疗策略尚且是一个

难题。总体来说,年轻患者及运动员等对运动需求较高的患者应采取手术治疗,而低运动需求患者通过保守治疗就能达到较好的骨折愈合及功能恢复。此外,对于延迟愈合或不愈合者,则需手术治疗,常用的方式是更换较大的髓内钉固定,根据术中情况和术者经验,行植骨或不植骨处理。

针对手术治疗方式的选择,未来应开展更多的研究来比较各种方法的优劣,以确定最佳的术式和其相应的术后管理及预后评估。同时,第 5 跖骨近端骨折的生物力学模型和相关理论研究也需提上日程,一方面,它能够进一步的阐明受伤机制和力学原理,以期更进一步建立统一的、有利于指导临床和科研交流的分型系统;另一方面,生物力学研究也能为手术方式选择提供基础理论支持,为其提供参考或启发临床工作者创新原有术式。此外,相关的基础理论研究如动态化模型、三维有限元分析等仍是一片空白,未来还有广阔的研究前景。

参考文献

- [1] Polzer H, Polzer S, Mutschler W, et al. Acute fractures to the proximal fifth metatarsal bone: development of classification and treatment recommendations based on the current evidence[J]. *Injury*, 2012, 43(10): 1626-1632.
- [2] Kane JM, Sandrowski K, Saffel H, et al. The epidemiology of fifth metatarsal fracture[J]. *Foot Ankle Spec*, 2015, 8(5): 354-359.
- [3] Devries JG, Taefi E, Bussewitz BW, et al. The fifth metatarsal base: anatomic evaluation regarding fracture mechanism and treatment algorithms[J]. *J Foot Ankle Surg*, 2014, 54(1): 94-98.
- [4] McKeon KE, Johnson JE, McCormick JJ, et al. The intraosseous and extraosseous vascular supply of the fifth metatarsal implications for fifth metatarsal osteotomy[J]. *Foot Ankle Int*, 2013, 34(1): 117-123.
- [5] Torg JS, Balduini FC, Zelko RR, et al. Fractures of the base of the fifth metatarsal distal to the tuberosity. Classification and guidelines for non-surgical and surgical management[J]. *J Bone Joint Surg Am*, 1984, 66(2): 209-214.
- [6] Lawrence SJ, Botte MJ. Jones' fractures and related fractures of the proximal fifth metatarsal[J]. *Foot Ankle*, 1993, 14(6): 358-365.
- [7] 徐海林, 王天兵, 付中国, 等. 第 5 跖骨基底部撕脱骨折的手术选择[J]. *中华骨与关节外科杂志*, 2012, 5(1): 32-35.
XU HL, WANG TB, FU ZG, et al. Surgical options of avulsion fractures of the fifth metatarsal base[J]. *Zhonghua Gu Yu Guan Jie Wai Ke Za Zhi*, 2012, 5(1): 32-35. Chinese.
- [8] Fujitaka K, Taniguchi A, Isomoto S, et al. Pathogenesis of fifth metatarsal fractures in college soccer players[J]. *Orthop J Sports Med*, 2015, 3(9): 2325967115603654.
- [9] Dean BJ, Kothari A, Uppal H, et al. The Jones fracture classification, management, outcome, and complications: a systematic review[J]. *Foot Ankle Spec*, 2012, 5(4): 256-259.
- [10] Zwitser EW, Breederveld RS. Fractures of the fifth metatarsal; diagnosis and treatment[J]. *Injury*, 2010, 41(6): 555-562.
- [11] Hatch RL, Alsobrook JA, Clugston JR. Diagnosis and management of metatarsal fractures[J]. *Am Fam Physician*, 2007, 76(6): 817-826.
- [12] Rammelt S, Heineck J, Zwipp H. Metatarsal fractures[J]. *Injury*, 2004, 35(2): 77-86.
- [13] 吕冬亮, 金晶, 谷水君, 等. 多层螺旋 CT 足踝部隐匿性骨折的诊断价值[J]. *中国骨伤*, 2011, 24(6): 522-526.
LYU DL, JIN J, GU SJ, et al. Value of spiral CT examination for diagnosis of occult fracture of ankle and foot[J]. *Zhongguo Gu Shang/China J Orthop Trauma*, 2011, 24(6): 522-526. Chinese with abstract in English.
- [14] Schmoz S, Voelcker AL, Burchhardt H, et al. Conservative therapy for metatarsal 5 basis fractures-retrospective and prospective analysis[J]. *Sportverletz Sportschaden*, 2014, 28(4): 211-217.
- [15] Shahid M, Punwar S, Bouland C, et al. A prospective cohort study to investigate functional outcome following avulsion fractures of the base of the fifth metatarsal[J]. *Injury*, 2011, 42(9): 133-134.
- [16] Roche AJ, Calder JD. Treatment and return to sport following a Jones fracture of the fifth metatarsal: a systematic review[J]. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 2013, 21(6): 1307-1315.
- [17] Hunt KJ, Anderson RB. Treatment of Jones fracture nonunions and refractures in the elite athlete: outcomes of intramedullary screw fixation with bone grafting[J]. *Am J Sports Med*, 2011, 39(9): 1948-1954.
- [18] Raikin SM, Slenker N, Ratigan B. The association of a varus hind-foot and fracture of the fifth metatarsal metaphyseal-diaphyseal junction: the Jones fracture[J]. *Am J Sports Med*, 2008, 36(7): 1367-1372.
- [19] Fetzter GB, Wright RW. Metatarsal shaft fractures and fractures of the proximal fifth metatarsal[J]. *Clin Sports Med*, 2006, 25(1): 139-150.
- [20] Varner KE, Harris JD. The proximal fifth metatarsal metadiaphyseal Jones fracture: intramedullary screw versus plantar plate[J]. *Open Tech Sports Med*, 2017, 25(2): 59-66.
- [21] DeSandis B, Murphy C, Rosenbaum A, et al. Multiplanar CT analysis of fifth metatarsal morphology: implications for operative management of zone II fractures[J]. *Foot Ankle Int*, 2016, 37(5): 528-536.
- [22] Scott RT, Hyer CF, Demill SL. Screw fixation diameter for fifth metatarsal Jones fracture: a cadaveric study[J]. *J Foot Ankle Surg*, 2015, 54(2): 227-229.
- [23] Kelly IP, Glisson RR, Fink C, et al. Intramedullary screw fixation of Jones fractures[J]. *Foot Ankle Int*, 2001, 22(7): 585-589.
- [24] Lee KT, Park YU, Young KW, et al. Surgical results of 5th metatarsal stress fracture using modified tension band wiring[J]. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 2011, 19(5): 853-857.
- [25] Zura R, Della Rocca GJ, Mehta S, et al. Treatment of chronic (>1 year) fracture nonunion: heal rate in a cohort of 767 patients treated with low-intensity pulsed ultrasound (LIPUS)[J]. *Injury*, 2015, 46(10): 2036-2041.

(收稿日期: 2018-01-06 本文编辑: 李宜)