

· 临床论著 ·

开放获取

跗跖关节损伤的CT影像学特征研究的临床调查[△]顾文奇¹, 吴承霖¹, 蒋剑涛², 宋国勋¹, 张解元¹, 薛剑锋¹, 邹剑¹, 苏琰¹, 梅国华¹, 马昕¹, 施忠民^{1*}

(1. 上海交通大学医学院附属第六人民医院国家骨科医学中心, 上海 200233; 2. 浙江绍兴市上虞区中医院, 浙江绍兴 312300)

摘要: [目的] 探讨跗跖关节损伤的CT影像学表现特征。[方法] 选取2017年5月—2018年10月本院门急诊收录的跗跖关节损伤CT影像学资料并进行回顾性分析, 记录性别、年龄、分型及损伤类型、损伤特征、合并损伤等数据, 进行归纳汇总。[结果] 共307例(309足)CT数据纳入本研究, 其中男性200例, 女性107例, 平均年龄(44.7±15.5)岁。损伤最常见于18~30岁人群(66例)。根据三柱分型理论, 三柱损伤者最多, 共154足, 且中间柱受累率最高, 共297足。根据柱内及柱间亚型, 柱内损伤最多见, 而单纯柱间损伤发生率最低。所有患者中, 轻微损伤11足、多发脱位2足、骨折-脱位70足; 合并楔骨骨折239足、跖骨骨折287足、骰骨骨折89足。复合体损伤78足、累及跗横关节者15足。[结论] 跗跖关节损伤以男性中、青年多见, 损伤影像学表现类型多样, 三柱损伤及柱内损伤最常见, 且中间柱受累率高; 跗跖关节损伤合并内侧楔骨骨折发生率高, 临床诊治中应予以重视。

关键词: 跗跖关节损伤, CT, 三柱分型, 临床调查**中图分类号:** R683.42 **文献标志码:** A **文章编号:** 1005-8478 (2025) 08-0673-08

A clinical investigation on CT imaging characteristics of tarsometatarsal injuries // GU Wen-qi¹, WU Cheng-lin¹, JIANG Jian-tao², SONG Guo-xun¹, ZHANG Jie-yuan¹, XUE Jian-feng¹, ZOU Jian¹, SU Yan¹, MEI Guo-hua¹, MA Xin¹, SHI Zhong-min¹. 1. National Orthopedics Center, Sixth People's Hospital of Shanghai City, Shanghai Jiao Tong University School of Medicine, Shanghai 200233, China; 2. Department of Orthopaedic Surgery, Shangyu Traditional Chinese Medicine Hospital of Shaoxing City, Shaoxing 312300, Zhejiang, China

Abstract: [Objective] To explore the CT imaging characteristics of tarsometatarsal injuries by a clinical survey. [Methods] A retrospective study was conducted on CT data of tarsometatarsal injuries taken from May 2017 to October 2018. In addition, the documents regarding gender, age, classification and injury pattern, associated injuries, characteristics of injuries were recorded and summarized. [Results] A total of 307 patients (309 feet) were enrolled into this study, involving 200 males and 107 females. In term of age, the tarsometatarsal injuries most commonly occurred in 18 to 30 years old (66/307 cases). In term of three-column classification system, the majority cases were of three-column injuries (154/309 feet), with the middle column involved most frequently (297/309 feet). In terms of the intra-column and inter-column sub-classification, the intra-column injury was most common, while inter-column injury had the lowest incidence. In all the patients, the subtle injuries were seen in 11 feet, fracture-dislocation in 70 feet, pure dislocation in 2 feet, while combined cuneiform fractures were found in 239 feet, metatarsal fractures in 287 feet, cuboid fracture in 89 feet. Chopart joint involved in 15 feet and tarsometatarsal complex injuries in 78 feet. [Conclusion] Tarsometatarsal injury was most commonly seen in young and male patients. The CT imaging characteristics varies considerably, the three column and intra-column was most common with a highest rate of middle column involved. Furthermore, the tarsometatarsal injuries have a high incidence of associated medial cuneiform fractures, which is necessary to pay a great attention during the diagnosis and treatment.

Key words: tarsometatarsal injuries, CT, three-column classification, clinical investigation

跗跖关节损伤仍是足踝部创伤研究的一大焦点, 尤其是对于高能量损伤, 其治疗难度大, 预后也欠佳^[1-4]。广义的跗跖关节损伤不仅包括跗楔关节和跗

骰关节损伤, 还包括了楔骨间及舟楔关节, 涉及范围更广, 临床诊疗过程中容易被忽视。近年来, 随着对跗跖关节损伤研究的深入, 其整体治疗效果较以往明

DOI:10.20184/j.cnki.Issn1005-8478.110463

△基金项目:上海市“科技创新行动计划”生物医药领域科技支撑项目(编号:22S31900800);上海市“国内科技合作领域和长三角科技联合攻关领域”项目(编号:18495800600);上海市科委国内合作项目(编号:23015820500)

作者简介:顾文奇, 副主任医师, 研究方向:骨科足踝外科, (电话)021-38297771, (电子信箱)brianiano8@163.com

* **通信作者:**施忠民, (电子信箱)18930177323@163.com

显改善，各类临床研究报道都证实了手术治疗跗跖关节损伤可获得较好的效果^[5-9]。但是，对于跗跖关节损伤的基础研究，尤其是影像学特征研究，国内外报道均较少；另外，目前对于跗跖关节损伤的分型系统仍存在一定的争议，Chiodo 和 Myerson^[10]的三柱分型理论是目前临床上较常用的分型系统，其虽然能在一定程度上能指导临床治疗，但该分型系统主要基于解剖学结构，未联合具体损伤能量及类型，且忽视了柱内及柱间的相互关系，亦未涉及整个中足复合体。因此，近年来有学者有意对分型系统进行改良，以完善中足损伤的分型类型^[11, 12]。既往对于跗跖关节损伤的治疗重点集中于恢复其“拱顶石”结构的稳定性，即恢复第 2 跗楔关节的稳定性，但在实际临床工作中笔者发现，楔骨间关节的稳定性及内侧柱稳定性对于最终疗效的意义同样至关重要，这是因为楔骨间关系是整个跗跖关节复位的基础及模板，若模板存在不稳或位线不良，则会影响整个跗跖关节的复位。而内侧柱是足内侧纵弓的主要组成部分，若复位不良，更可能导致足弓形态异常、远期创伤后平足或高弓足畸形。鉴于此，本研究旨在通过对 2017 年 5 月—2018 年 10 月本院门急诊收录的跗跖关节损伤 CT 影像学资料进行回顾性分析，探究跗跖关节损伤的 CT 影像学特征，为未来分型改良及指导治疗提供理论依据。

1 资料与方法

1.1 资料获取

搜索 2017 年 5 月—2018 年 10 月本院放射科 CT 扫描数据库，选取所有影像学诊断为“Lisfranc 损伤”、“跗跖关节损伤”、“Lisfranc 骨折”、“跗跖关节骨折”、“Lisfranc 关节骨折脱位”及“跗跖关节骨折脱位”的 CT 数据。排除：(1) 陈旧性骨折或陈旧性损伤；(2) 骨肿瘤、骨发育障碍、代谢性骨病、Charcot 足等原因造成的病理性骨折患者；(3) 复查患者；(4) CT 影像信息不完整者。

本研究通过上海交通大学医学院附属第六人民医院伦理委员会批准[批准号:2022-kY-019(K)]。

1.2 质量控制

选取 1 名足踝外科主治医师和 1 名副主任医师参与本研究，同时设立 2 名足踝外科主任医师担任质量监控，评判存在异议的读片。2 名研究人员分 2 次读片，间隔时间 1 个月，由质控人员收集 2 次读片结果资料，选取 2 次间或 2 人间结果不同的影像学资料，由参与者及质控人员进行探讨，决定最终读片结果。

1.3 研究方法

收集入组患者的性别及年龄段，并采用 Chiodo-Myerson 三柱分型系统对入组患者进行分型(图 1)，收集跗跖关节组成部分受累情况及合并损伤情况。本研究创新性提出柱内损伤、柱间损伤及柱内合并柱间损伤三大亚型。柱内损伤定义为单纯跗楔关节或跗骰关节损伤；柱间损伤定义为三柱之间损伤而跗楔关节及跗骰关节无损伤表现；柱内合并柱间损伤定义为三柱之间损伤合并对应跗楔关节或跗骰关节损伤，将所有患者根据以上亚型进行细分，并记录相关结果。

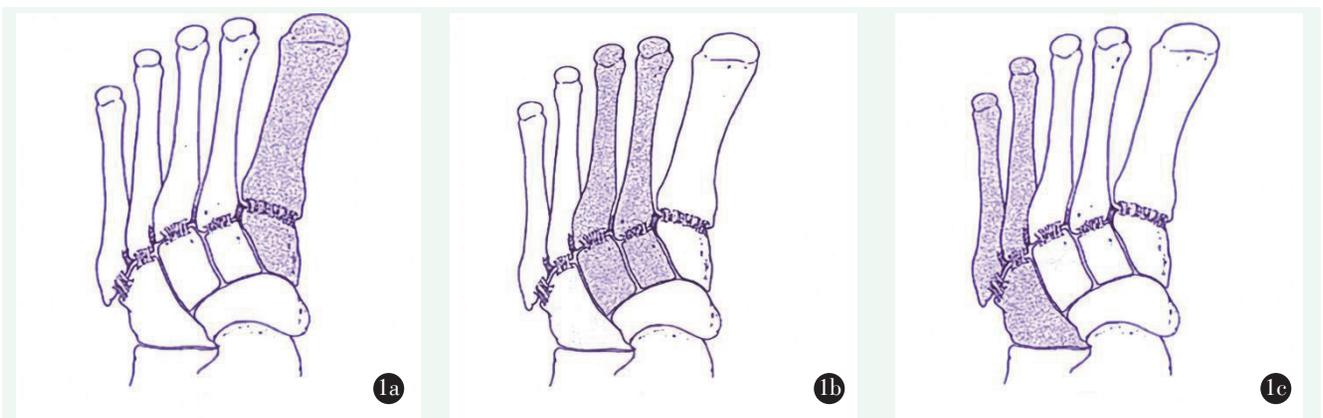


图 1. Chiodo 及 Myerson 的三柱分型；1a: 内侧柱；1b: 中间柱；1c: 外侧柱。(摘自 Chiodo CP, Myerson MS. Developments and advances in the diagnosis and treatment of injuries to the tarsometatarsal joint [J]. Orthop Clin North Am, 2001, 32 (1): 11-20.)
Figure 1. Chiodo-Myerson Three-column classification. 1a: Medial column; 1b: Middle column; 1c: Lateral column. (From Chiodo CP, Myerson MS. Developments and advances in the diagnosis and treatment of injuries to the tarsometatarsal joint [J]. Orthop Clin North Am, 2001, 32 (1): 11-20.)

2 结果

2.1 年龄、性别及侧别分布

根据纳入及排除标准，本研究共纳入 307 组 CT

数据(共309足),其中男性患者200例(65.1%),女性患者107例(34.9%);年龄18岁以下8例(2.6%),18~30岁66例(21.5%),31~40岁57例(18.6%),41~50岁62例(20.2%),51~60岁56例(18.2%),60岁以上58例(18.9%)(图2a)。左侧受累173足,右侧受累136足。

2.2 分型及损伤类型分布

根据Chiodo-Myerson三柱分型理论,单柱损伤共40足(40/309,12.9%),其中单纯内侧柱损伤8足(8/309,2.6%),单纯中间柱损伤29足(29/309,9.4%),单纯外侧柱损伤3足(3/309,1.0%);双柱损

伤115足(115/309,37.2%),其中内侧合并中间双柱损伤56足(56/309,18.1%),内侧合并外侧柱损伤1足(1/309,0.3%),中间合并外侧双柱损伤58足(58/309,18.8%),三柱损伤所占比例最高,共154足(154/309,49.8%)。三柱中,中间柱损伤所占比例最高(297/309,96.1%),内侧柱损伤其次(219/309,70.9%),外侧柱损伤率略低于内侧柱(216/309,69.9%)。而根据损伤类型,跖跗关节轻微损伤11足(11/309,3.6%),多发脱位2足(2/309,0.6%)、骨折-脱位70足(70/309,22.7%)(图2b,图3)。

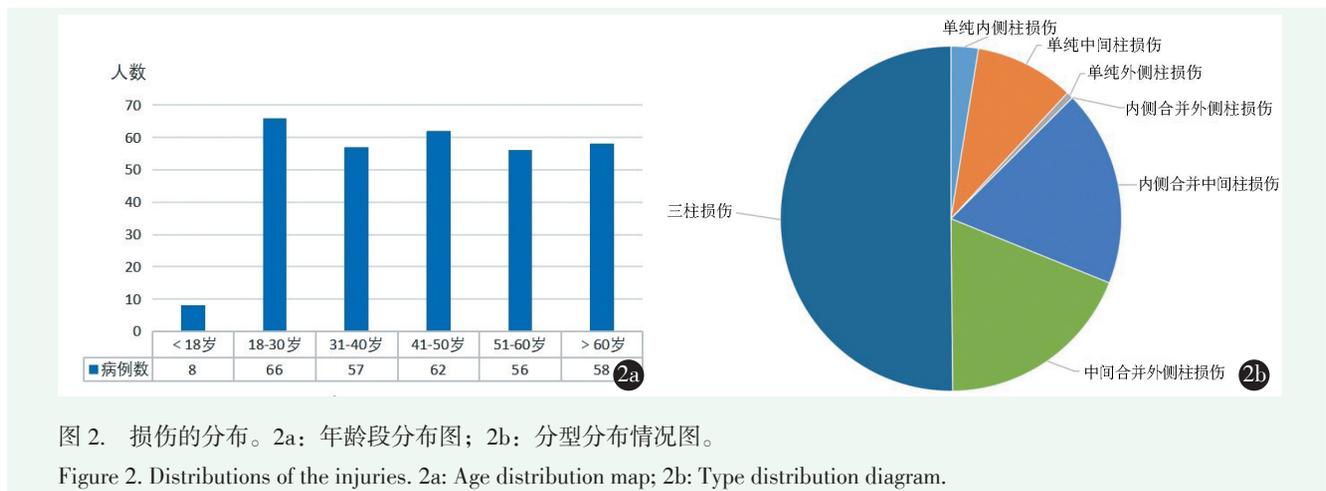


图2. 损伤的分布。2a: 年龄段分布图; 2b: 分型分布情况图。

Figure 2. Distributions of the injuries. 2a: Age distribution map; 2b: Type distribution diagram.

2.3 骨折分布

所有患者中,累及跖跗关节复合体,即楔骨间关节或(和)舟楔关节者共78足(78/309,25.2%),累及跗横关节者15足(15/309,4.9%)。所有跗骨骨折中,跖骨骨折发生率最高,共287足(287/309,92.9%),而在所有跖骨骨折中,受累率最高的为第2跖骨,共260足(260/287,90.6%),也是发生率最高的跗骨骨折(260/309,84.1%),其余跖骨骨折发病率为:第1跖骨86足(86/287,30.0%)、第3跖骨165足(165/287,57.5%)、第4跖骨161足(161/287,56.1%),而第5跖骨骨折受累率最低,共29足(29/287,10.1%)。楔骨是第二大受累跗骨,共239足(239/309,77.3%),其中内侧楔骨受累率最高,共计162足(162/239,67.8%),其次为外侧楔骨,共134足(134/239,56.1%),而中间楔骨受累率最低,共79足(79/239,33.1%)。根据楔骨骨折类型,撕脱骨折是其最常见的骨折类型,共计134足(134/239,56.1%),楔骨简单骨折(大块骨折)共111足(111/239,46.4%),最常见于内侧楔骨,共87足,粉碎骨折最少,共8足。合并外侧柱损伤中,骰骨骨折共

89足(89/216,41.2%),而跟骨前外侧骨折者仅为3足(3/216,1.4%)。

合并其他下肢骨折情况:合并多发趾骨骨折2足(2/309,0.6%);合并跟骨关节内骨折2足(2/309,0.6%)、跟骨结节骨折2足(2/309,0.6%)、跟骨体部及载距突骨折1足(1/309,0.3%);合并踝关节骨折21足(21/309,6.8%);合并Pilon骨折4足(4/309,1.3%);合并胫骨干骨折4足(4/309,1.3%);合并足舟骨骨折19足(19/309,6.1%)。

2.4 亚型分布

本组患者中,柱内损伤共153足(153/309,49.5%),其中单柱柱内损伤25足(25/153,16.3%),双柱柱内损伤68足(68/153,44.4%),三柱柱内损伤60足(60/153,39.2%);柱间损伤6足(6/309,1.9%),柱内合并柱间损伤150足(150/309,48.5%),其中单柱柱内合并柱间损伤9足(9/150,6%),双柱柱内合并柱间损伤47足(47/150,31.3%),三柱柱内合并柱间损伤94足(94/150,62.7%)(表1)。



图 3. Lisfranc 损伤的影像学表现。3a: 内侧柱单柱损伤, CT 可见第 1 跖楔关节半脱位, 合并第 1 跖骨基骨折, 为柱内损伤; 3b: 内侧柱及中间柱双柱损伤, CT 可见第 1 跖楔关节及内侧楔骨骨折脱位及第 2 跖楔关节半脱位, 为柱内合并柱间损伤; 3c: 三柱损伤, CT 可见第 1~5 跖跗关节脱位合并多发跖骨基骨折。为柱内合并柱间损伤。

Figure 3. Imaging findings of Lisfranc injury. 3a: An isolated medial column injury presented the subluxation of the 1st cuneometatarsal joint, combined with fracture of the 1st metatarsal base on the CT, indicating an intra-column injury; 3b: A two-column injury of medial and middle columns revealed fractures and dislocations of the 1st cuneometatarsal joint and medial cuneiform, subluxation of the 2nd metatarsal-cuneiform joint on CT, indicating an intra- and inter-column injury; 3c: A three-column injury presented the dislocation of the 1st-5th tarsometatarsal joint with multiple fractures of the metatarsal base on CT, meaning an intra- and inter-column injury.

表 1. 各亚型分布情况

Table 1. The distribution of subtypes.

指标	柱内损伤	柱间损伤	柱内合并柱间损伤
单纯内侧柱损伤	3	4	1
单纯中间柱损伤	19	2	8
单纯外侧柱损伤	3		
内侧合并中间柱损伤	25		31
内侧合并外侧柱损伤	1		
中间合并外侧柱损伤	42		16
三柱损伤	60		94

3 讨论

跖跗关节损伤一直以来都是足踝创伤领域的一大热点, 其早期漏诊及误诊率相对较高, 既往报道跖跗关节损伤的漏诊率可能高达 24%^[13], 尤其是低能量或轻微损伤, 其所占比例并不低^[14, 15], 但一旦早期延误诊治, 可能会造成跖跗关节不稳, 导致远期创伤

性关节炎, 严重影响最终治疗效果。因此, 早期准确诊断对于最终治疗及预后至关重要。最近研究发现, 普通影像学检查对于跖跗关节损伤的诊断灵敏度和特异性分别为 81.8% 及 90%, 最易识别明显移位的损伤或三柱损伤^[16], 但是, 对于移位不明显或隐匿性损伤, 较易漏诊, 因此, 现在越来越多学者提倡早期即进行负重位或应力位摄片^[17-19]。负重 CT 的应用对于跖跗关节损伤的诊断同样具有重要的意义^[20-22], 但是该技术尚未在国内得到广泛普及, 因此, 普通三维 CT 仍在跖跗关节损伤的诊断中扮演重要角色, 尤其是对于普通影像学检查无明显异常, 但高度怀疑跖跗关节损伤的患者^[16]。此外, 三柱分型是目前临床上最常用的分型系统, 然而该分型无法涵盖所有的跖跗关节损伤类型, 尤其是未涵盖跖跗关节复合体及中足复合体, 对于指导治疗及提示预后的作用也相对有限。虽然之后有学者创新或改良相关分型, 但均存在一定的局限性。因此, 本研究旨在通过对 307 例 (309 侧足) 跖跗关节损伤的 CT 影像学资料进行回顾性分析研究, 探究此类损伤的特点, 为未来提出新分型系统及指导临床工作提供理论依据。

从本研究基本数据中看, 笔者认为跖跗关节损伤分布具有一定的性别及年龄分布特征。在本组研究中, 男性跖跗关节损伤患者比例接近 2/3, 发病率高于女性, 与既往报道结果相似^[14, 23], 且年龄段亦主要集中于中青年, 其中 18~30 岁发病率最高, 达 21.5%, 其次为 41~50 岁, 占 20.2%。笔者认为可能因为中青年及男性更倾向于接触高强度体育运动及重体力劳动, 损伤风险更高; 而女性患者损伤易感性可能与其跖跗关节韧带的宽度及厚度相关^[24, 25], 因此女性跖跗关节“卯榫”结构深度相比于男性更浅, 且第 2 跖骨基底高度更低, 可能导致其跖跗关节稳定性略弱于男性。

本研究主要根据三柱分型系统对损伤进行分类, 其中单柱损伤发生率较低 (40/309, 12.9%), 尤其是单纯外侧柱损伤, 其发生率极低, 笔者认为虽然临床中存在单纯外侧柱损伤可能, 但仍应需排除是否合并内侧及中间柱损伤, 因为可能存在内侧柱和中间柱损伤后自动复位, 且常规 CT 扫描无法发现潜在不稳, 从而导致漏诊。此外, 本研究中尚见 1 例内侧柱合并外侧柱损伤者, 笔者认为, “跳跃式”损伤的发生率可能性低, 同样需要注意是否合并隐匿性中柱损伤可能, 以免漏诊。本研究发现, 三柱损伤的发生率最高, 共 154 足 (49.8%), 提示中、高能量损伤率仍相对更高, 从而导致中足三柱结构均受累。而从损伤

类型看, 本组资料中所有患者均存在不同程度的骨折, 然而对于骨折患者, 其中亦包括了相当一部分撕脱性骨折, 其本质上仍为韧带损伤所致。而对于无明显移位的撕脱性骨折, 亦并不代表其为稳定性损伤, 临床中应重视随访, 条件允许时可采用负重影像学检查, 若明确为不稳定性损伤, 应建议手术治疗。此外, 本组患者中有2足表现为经典韧带型损伤所致的多发跗跗关节脱位, 但就影像学表现看, 该2例患者同时合并跗骨基底或楔骨撕脱骨折, 但鉴于其撕脱骨折的本质仍为韧带及关节囊撕裂所致, 因此未将其归于骨折-脱位型损伤。

在本研究中, 作者发现三柱分型系统可能无法涵盖所有的损伤类型, 例如, 对于跗跗关节轻微损伤所造成的内侧楔骨或第2跗骨基撕脱骨折, 看似为内侧柱或中间柱损伤, 实质上为内侧柱及中间柱之间的损伤。若合并第2跗骨向背侧移位, 则同时合并柱内及柱间损伤, 这是三柱分型系统难以准确涵盖或阐述的。其次, 三柱分型亦很难准确地对损伤强度进行定性, 同样为三柱损伤, 可以表现为跗骨基或楔骨的撕脱骨折, 影像学上常无明显移位, 但亦可能表现为多发骨折及脱位, 不仅为柱内的损伤, 同时三柱间的稳定结构也遭到了破坏。因此, 本研究创新性地将三柱损伤进一步细分为柱内损伤、柱间损伤及柱内合并柱间损伤。笔者认为, 单纯的柱间损伤相对少见(6/309, 1.9%), 主要见于跗跗关节轻微损伤而无第2跗列的矢状位损伤, 可以根据第1、2跗骨间分离情况决定治疗方案, 若分离明显需要手术, 一般采用Lisfranc螺钉固定即可。若存在跗列的矢状位损伤或不稳, 则为单柱柱内合并柱间损伤, 其稳定性可能更差, 则具有较明确的手术指征, 需要同时固定对应的跗楔关节。柱内联合柱间损伤多提示不稳, 一般均具有手术指征, 因此笔者认为, 三柱分型系统的进一步细分, 对于损伤的涵盖可能更广, 且对于指导治疗亦具有一定的意义, 笔者将在未来的研究中对分型进行系统化整理归纳, 以对三柱分型进行全面改良。

一般认为, 第2跗骨基是中足卵榫结构的关键组成, 对于维持中足横弓及其稳定性尤为重要, 一旦受到破坏, 即可能导致中足失稳, 常可表现为第2跗骨基骨折、背侧脱位以及向外侧脱位导致内侧间隙增宽。本研究发现, 单纯轻微损伤的发生率相对较低, 而第2跗骨骨折发生率最高, 笔者认为这可能与第2跗骨基及其形成的跗楔关节作为“拱门”结构的顶点, 在受到跗屈暴力或直接暴力时, 其可能为暴力的直接作用点有关。虽然本研究中中间柱的累及率最高

(297足), 但内侧柱的受累率同样较高(219足)。笔者既往报道了关于陈旧性跗跗关节损伤的治疗效果, 在此研究中, 内侧柱损伤率最高^[26]。而在另一项关于隐匿性跗跗关节损伤的研究中发现, 隐匿性损伤不仅表现为第2跗列向外侧移位, 内侧柱损伤率同样较高^[12]。在该研究中, 25%的患者合并第1跗楔关节损伤, 另有13%的患者存在第1舟楔关节损伤。因此笔者认为, 从某种意义上而言, 内侧柱的稳定性可能比第2跗骨基更为重要。首先, 内侧柱参与构成“拱门”结构的内侧支柱, 一旦内侧柱失稳, 即会影响整个“拱门”结构的稳定性; 其次, 内侧柱是手术中复位及固定的起始点, 若内侧柱未得到解剖重建及坚强固定, 必然会影响到中间及外侧柱的复位及固定效果, 从而导致整个中足复位不良及不稳, 可能导致畸形愈合及远期创伤性关节炎^[27]。因此, 目前有学者支持一期即对内侧柱进行融合^[28, 29], 以确保其稳定性, 除非存在较大的关节面骨块, 或有完整韧带连接的骨块^[30]。然而, 目前国内对于一期内侧柱融合在接受率仍然较低, 切开复位内固定仍是首选治疗方案, 因此建议内侧柱内固定长期留置, 以避免取出后出现继发不稳; 最后, 内侧柱是足内侧纵弓的主要骨性组成部分, 若处理不当, 最终可能导致足弓畸形。既往关于陈旧性跗跗关节损伤的临床研究中, 多数内侧柱损伤患者存在不同程度的足弓畸形, 从而增加了治疗的难度^[26]。因此, 笔者建议, 在处理内侧柱损伤时, 除了解剖重建内侧柱关节匹配外, 还应重视足弓的重建, 以避免出现继发性扁平或高弓足。

楔骨同样是跗跗关节中具有重要意义的骨性结构。楔骨承接了跗跗关节及跗横关节, 为整个中足复合体提供重要支点, 而且楔骨是整个跗跗关节复合体、足纵弓及横弓的重要组成部分。既往报道楔骨损伤发生率约占中足损伤的6%^[31], 单纯楔骨骨折少见, 多合并跗跗关节损伤, 而单纯楔骨骨折多以简单骨折(大块骨折)为主^[32, 33]。而本组研究中, 合并楔骨骨折的发生率高达77.3%, 其中内侧楔骨最常受累, 且超过一半的内侧楔骨骨折为简单骨折(大块骨折), 笔者认为这可能因为内侧楔骨作为内侧纵弓的顶点, 在跗屈或外展暴力下, 其常为暴力直接作用点, 从而造成直接暴力损伤。而中间楔骨骨折发生率最低, 这可能与中间楔骨和第2跗骨基形成的卵榫结构相关, 由于该结构的存在, 可能使中间楔骨更为稳定; 此外, 在所有楔骨骨折中, 最常见的类型为撕脱骨折, 笔者认为这可能与跗跗关节损伤机制有关, 由于中足扭伤是主要损伤类型, 造成跗跗关节各跗骨间

韧带及关节囊不同程度损伤,从而导致附着点骨块撕脱,而大块骨折或粉碎性骨折可能多见于直接暴力损伤。从临床角度而言,楔骨是跗跖关节复位的模板,因此,楔骨骨折或脱位的处理尤为重要。术中首先需要探查舟楔关节及楔骨间关节,对于不稳者,应首先予以复位及固定。对于较大块的简单楔骨骨折,尤其是内侧楔骨骨折,可采用空心钉或微型钢板系统固定;若为粉碎性骨折,术中应予以解锁骨块,以避免其嵌塞影响楔骨间关节及跗楔关节的复位,复位后采用跨关节桥接固定;若为关节囊或韧带撕裂所致的撕脱骨折,术中探查不稳者同样可予以跨关节桥接钢板固定,对于损伤的关节囊或韧带,可根据情况予以修补缝合。

需要强调的是,在诊断和处理跗跖关节损伤时,需要重视“中足复合体”这一概念,链式损伤机制可能同时累及跗横关节,从而造成整个中足复合体损伤,在本研究中,共15足(4.9%)累及跗横关节。在外展型损伤中,骰骨压缩性骨折(“胡桃夹”骨折)是较典型的损伤类型^[34],然而累及跟骨前外侧则相对少见,但同样可导致跟骨的跟骰关节面压缩。笔者既往报道了采用切开复位微型接骨板排钉内固定技术治疗此类损伤,获得了较好的治疗效果^[35]。虽然跟骨前外侧压缩性骨折发生率低,本组数据中仅3足合并跟骨前外侧骨折(1.0%),但极易漏诊,主要原因在于:(1)骨块较小,常规摄片中有时很难显示。因此必须重视体格检查,对于跟骰关节处压痛的患者应高度怀疑跟骨前外侧骨折;此外,对于中足损伤患者,笔者建议常规CT扫描,有助于发现X线片无法显示的损伤;(2)临床医生在处理中足损伤时将注意力过于集中于跗跖关节,而忽视了中足其他关节。因此,在临床工作中,对于高能量中足损伤,必须强调中足复合体这一概念,将跗跖关节和跗横关节作为整体进行评估及诊治,避免遗漏。此外,本研究中,合并踝关节骨折21例, Pilon骨折4例、跟骨关节内骨折2例,胫骨骨折4例,因此,同样需要重视整个小腿及踝关节的评估,尤其是对于多发伤的患者,常因踝关节、跟骨或胫骨骨折处症状较重,而忽视了可能存在的跗跖关节损伤,应予以重视。

本研究的局限性:(1)本研究回顾的影像学资料样本时间跨度较短,样本量仍相对较少,且没有进行观察者内及观察者间的分析,可能存在一定的偏倚,欲明确跗跖关节损伤的影像学及流行病学特征,必须在以后的工作中进一步扩大样本量;(2)本研究为回顾性研究,因此,对于患者的损伤机制无法追溯,很

难归纳总结损伤机制与影像学表现的相关性;(3)本研究主要对跗跖关节损伤的影像流行病学特征作了描述及分析,但缺乏相应的统计学分析;(4)对于柱内和柱间亚型分型的探索仍处于初级阶段,需要大量影像学数据支持;(5)本研究结果中仅罗列了最常见的骨折及其类型,对于其他骨折及类型未作进一步细分。在以后的工作中笔者将进一步收集及分析数据,阐述其内在联系,并结合最新的计算机软件分析系统,改良或建立新的跗跖关节损伤分型系统。

利益冲突声明 所有作者声明无利益冲突

作者贡献声明 顾文奇:实施研究、获取研究经费、起草文章;吴承霖:采集数据、统计分析;蒋剑涛:酝酿和设计实验、起草文章;宋国勋:分析及解释数据;张解元:实施研究;薛剑锋:指导;邹剑:采集数据;苏琰:分析及解释数据;梅国华:指导;马昕:文章审阅;施忠民:酝酿和设计实验、文章审阅、指导、获取研究经费

参考文献

- [1] 施忠民,顾文奇,张长青,等.跗跖关节复合体损伤的手术治疗[J].中华外科杂志,2010,48(9):651-654. DOI:10.3760/cma.j.issn.0529-5815.2010.09.003.
Shi ZM, Gu WQ, Zhang CQ, et al. Surgical treatment of tarsometatarsal joint complex injury [J]. Chinese Journal of Surgery, 2010, 48 (9): 651-654. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0529-5815.2010.09.003.
- [2] Dubois-Ferrière V, Lübbecke A, Chowdhary A, et al. Clinical outcomes and development of symptomatic osteoarthritis 2 to 24 years after surgical treatment of tarsometatarsal joint complex injuries [J]. J Bone Joint Surg Am, 2016, 98 (9): 713-720. DOI: 10.2106/JBJS.15.00623.
- [3] Dong W, Sroka O, Campbell M, et al. Recovery curves for Lisfranc ORIF using PROMIS physical function and pain interference [J]. J Orthop Trauma, 2024, 38 (5): e175-e181. DOI: 10.1097/BOT.0000000000002787.
- [4] Sinkler MA, Benedick A, Kavanagh M, et al. Functional outcomes after high-energy Lisfranc injuries [J]. Foot Ankle Int, 2023, 44 (10): 960-967. DOI: 10.1177/10711007231181121.
- [5] Davey MS, O'Sullivan D, McCabe FJ, et al. The use of dorsal bridge plate fixation in the operative management of Lisfranc injuries - a retrospective cohort study at medium term follow-up [J]. Foot (Edinb), 2023, 58: 102061. DOI: 10.1016/j.foot.2023.102061.
- [6] Urdahl TH, Dock CC, Stone McGaver R, et al. Outcomes of surgically treated purely ligamentous stage II Lisfranc injuries [J]. Foot Ankle Int, 2023, 44 (11): 1120-1127. DOI: 10.1177/10711007231194044.
- [7] Walley KC, Semaan DJ, Shah R, et al. Long-term follow-up of Lisfranc injuries treated with open reduction internal fixation patient-reported outcomes [J]. Foot Ankle Orthop, 2021, 6 (3): 24730114211039496. DOI: 10.1177/24730114211039496.

- [8] 李立, 李一凡, 符东林, 等. 螺钉与钢板固定 Lisfranc 损伤的比较 [J]. 中国矫形外科杂志, 2021, 29 (6) : 556-559. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2021.06.18.
Li L, Li YF, Fu DL, et al. Comparison of screws versus plate for internal fixation of Lisfranc injury [J]. Orthopedic Journal of China, 2021, 29 (6) : 556-559. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2021.06.18.
- [9] 于斌, 李卫兵, 孙金川, 等. 空心钉与 Tight Rope 内固定 Lisfranc 损伤的比较 [J]. 中国矫形外科杂志, 2020, 28 (12) : 1072-1076. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2020.12.04.
Yu B, Li WB, Sun JC, et al. Tight Rope versus cannulated screws for internal fixation of Lisfranc injuries [J]. Orthopedic Journal of China, 2020, 28 (12) : 1072-1076. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2020.12.04.
- [10] Chiodo CP, Myerson MS. Developments and advances in the diagnosis and treatment of injuries to the tarsometatarsal joint [J]. Orthop Clin North Am, 2001, 32 (1) : 11-20. DOI: 10.1016/s0030-5898(05)70190-5.
- [11] Lau SC, Guest C, Hall M, et al. Do columns or sagittal displacement matter in the assessment and management of Lisfranc fracture dislocation? An alternate approach to classification of the Lisfranc injury [J]. Injury, 2017, 48 (7) : 1689-1695. DOI: 10.1016/j.injury.2017.03.046.
- [12] Haraguchi N, Ota K, Ozeki T, et al. Anatomical pathology of subtle Lisfranc injury [J]. Sci Rep, 2019, 9 (1) : 14831. DOI: 10.1038/s41598-019-51358-8.
- [13] Haapamaki VV, Kiuru MJ, Koskinen SK. Ankle and foot injuries: analysis of MDCT findings [J]. AJR Am J Roentgenol, 2004, 183 (3) : 615-622. DOI: 10.2214/ajr.183.3.1830615.
- [14] Ponkilainen VT, Laine HJ. Incidence and characteristics of mid-foot injuries [J]. Foot Ankle Int, 2019, 40 (1) : 105-112. DOI: 10.1177/1071100718799741.
- [15] Stødle AH, Hvaal KH, Enger M, et al. Lisfranc injuries: incidence, mechanisms of injury and predictors of instability [J]. Foot Ankle Surg, 2020, 26 (5) : 535-540. DOI: 10.1016/j.fas.2019.06.002.
- [16] Chen C, Jiang J, Wang C, et al. Is the diagnostic validity of conventional radiography for Lisfranc injury acceptable [J]. J Foot Ankle Res, 2023, 16 (1) : 9. DOI: 10.1186/s13047-023-00608-0.
- [17] Kennelly H, Klaassen K, Heitman D, et al. Utility of weight-bearing radiographs compared to computed tomography scan for the diagnosis of subtle Lisfranc injuries in the emergency setting [J]. Emerg Med Australas, 2019, 31 (5) : 741-744. DOI: 10.1111/1742-6723.13237.
- [18] De Bruijn J, Hagemeijer NC, Rikken QGH, et al. Lisfranc injury: Refined diagnostic methodology using weightbearing and non-weightbearing radiographs [J]. Injury, 2022, 53 (6) : 2318-2325. DOI: 10.1016/j.injury.2022.02.040.
- [19] Joannas G, Filippi J. How to identify unstable Lisfranc injuries? Review of diagnostic strategies and algorithm proposal [J]. Foot Ankle Clin, 2020, 25 (4) : 697-710. DOI: 10.1016/j.fcl.2020.08.011.
- [20] Sripanich Y, Weinberg MW, Krähenbühl N, et al. Reliability of measurements assessing the Lisfranc joint using weightbearing computed tomography imaging [J]. Arch Orthop Trauma Surg, 2021, 141 (5) : 775-781. DOI: 10.1007/s00402-020-03477-5.
- [21] Sripanich Y, Steadman J, Krähenbühl N, et al. Asymmetric lambda sign of the second tarsometatarsal joint on axial weight-bearing cone-beam CT scans of the foot: Preliminary investigation for diagnosis of subtle ligamentous Lisfranc injuries in a cadaveric model [J]. Skeletal Radiol, 2020, 49 (10) : 1615-1621. DOI: 10.1007/s00256-020-03445-5.
- [22] Bhimani R, Sornsakrin P, Ashkani-Esfahani S, et al. Using area and volume measurement via weightbearing CT to detect Lisfranc instability [J]. J Orthop Res, 2021, 39 (11) : 2497-2505. DOI: 10.1002/jor.24970.
- [23] Desmond EA, Chou LB. Current concepts review: Lisfranc injuries [J]. Foot Ankle Int, 2006, 27 (8) : 653-660. DOI: 10.1177/107110070602700819.
- [24] Peicha G, Labovitz J, Seibert FJ, et al. The anatomy of the joint as a risk factor for Lisfranc dislocation and fracture-dislocation. An anatomical and radiological case control study [J]. J Bone Joint Surg Br, 2002, 84 (7) : 981-985. DOI: 10.1302/0301-620x.84b7.12587.
- [25] Yu-kai Y, Shiu-bii L. Anatomic parameters of the Lisfranc joint complex in a radiographic and cadaveric comparison [J]. J Foot Ankle Surg, 2015, 54 (5) : 883-887. DOI: 10.1053/j.jfas.2015.02.021.
- [26] 王晓康, 顾文奇, 蒋剑涛, 等. 选择性跖跗关节融合术治疗陈旧性 Lisfranc 损伤 [J]. 中华医学杂志, 2019, 99 (21) : 1626-1630. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0376-2491.2019.21.007.
Wang XK, Gu WQ, Jiang JT, et al. Selective metatarsophalangeal joint fusion for the treatment of old Lisfranc injury [J]. National Medical Journal of China, 2019, 99 (21) : 1626-1630. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0376-2491.2019.21.007.
- [27] 顾文奇, 施忠民. 急性 Lisfranc 损伤的诊治: 我们还能做些什么 [J]. 中华骨与关节外科杂志, 2023, 16 (7) : 577-581. DOI: 10.3969/j.issn.2095-9958.2023.07.01.
Gu WQ, Shi ZM. Acute Lisfranc injury: What else can we do [J]. Chinese Journal of Bone and Joint Surgery, 2023, 16 (7) : 577-581. DOI: 10.3969/j.issn.2095-9958.2023.07.01.
- [28] Boffeli TJ, Collier RC, Schnell KR. Combined medial column arthrodesis with open reduction internal fixation of central column for treatment of Lisfranc fracture-dislocation: A review of consecutive cases [J]. J Foot Ankle Surg, 2018, 57 (6) : 1059-1066. DOI: 10.1053/j.jfas.2018.03.026.
- [29] 鹿亮, 张雨, 尚希福, 等. 一期内侧柱融合治疗高能量 Lisfranc 损伤的疗效分析 [J]. 中华骨与关节外科杂志, 2020, 13 (7) : 543-547. DOI: 10.3969/j.issn.2095-9958.2020.07.04.
Lu L, Zhang Y, Shang XF, et al. Analysis of the therapeutic effect of one-stage medial column fusion therapy on high-energy Lisfranc injury [J]. Chinese Journal of Bone and Joint Surgery, 2020, 13 (7) : 543-547. DOI: 10.3969/j.issn.2095-9958.2020.07.04.

- [30] Yan A, Chen SR, Ma X, et al. Updates on Lisfranc complex injuries [J]. *Foot Ankle Orthop*, 2021, 6 (1): 2473011420982275. DOI: 10.1177/2473011420982275.
- [31] Court-Brown CM, Zinna S, Ekrol I. Classification and epidemiology of mid-foot fractures [J]. *Foot*, 2006, 16 (3): 138-141.
- [32] 金霖, 郭家良, 常恒瑞, 等. 2010年至2011年中国东部地区与西部地区成人单发楔骨骨折的流行病学对比分析 [J]. *中华创伤骨科杂志*, 2018, 20 (2): 152-156. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1671-7600.2018.02.011.
- Jin L, Guo JL, Chang HR, et al. Epidemiological comparative analysis of single wedge-shaped bone fractures in adults in eastern and western China from 2010 to 2011 [J]. *Chinese Journal of Orthopaedic Trauma*, 2018, 20 (2): 152-156. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1671-7600.2018.02.011.
- [33] 王海立, 孙涛, 朱燕宾, 等. 2003年至2012年河北医科大学第三医院成人楔骨骨折的流行病学分析 [J]. *中华创伤骨科杂志*, 2015, 17 (6): 522-525. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1671-7600.2015.06.014.
- Wang HL, Sun T, Zhu YB, et al. Epidemiological analysis of adult wedge-shaped bone fractures in the Third Hospital of Hebei Medical University from 2003 to 2012 [J]. *Chinese Journal of Orthopaedic Trauma*, 2015, 17 (6): 522-525. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1671-7600.2015.06.014.
- [34] 顾文奇, 徐宏威, 施忠民, 等. 合并骰骨压缩性骨折的 Lisfranc 损伤的手术治疗 [J]. *中华创伤骨科杂志*, 2018, 20 (6): 476-481. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1671-7600.2018.06.004.
- Gu WQ, Xu HW, Shi ZM, et al. Surgical treatment of Lisfranc injury combined with compressive fracture of the Sic bone [J]. *Chinese Journal of Orthopaedic Trauma*, 2018, 20 (6): 476-481. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1671-7600.2018.06.004.
- [35] Gu W, Zhang R, Liu W, et al. Management of Lisfranc injury with anterolateral calcaneal compression fracture [J]. *Chin Med J (Engl)*, 2022, 135 (6): 727-729. DOI: 10.1097/CM9.0000000000001924.

(收稿:2024-06-25 修回:2025-03-21)

(同行评议专家:刘华,杨云峰,张晖)

(本文编辑:郭秀婷)

读者·作者·编者

《中国矫形外科杂志》关于变更收款单位名称及账号的通知

《中国矫形外科杂志》是由中国医师协会、中国残疾人康复协会主办的学术期刊,出版单位为《中国医学人文》杂志社有限公司。为了进一步落实期刊管理相关规定,自2025年4月10日起,编辑部所有收入款项(包括版面费及审稿费)均需直接打入《中国医学人文》杂志社有限公司账户。现将《中国医学人文》杂志社有限公司账户信息通知如下。

收款单位:《中国医学人文》杂志社有限公司

开户行:招商银行股份有限公司北京丽泽商务区支行

账号:110943779910701

地址:北京市丰台区广安路9号院5号楼10层1020

联系电话:0538-6213228-8010

转账附言中请一定注明为《中国矫形外科杂志》版面费或审稿费及作者姓名、稿件编号。转账后请将银行电子回单截图及开具发票的确切信息发送至电子邮箱(jiaoxingwaikecaiwu@163.com),以便编辑部财务人员及时了解转账信息,尽快进行稿件的后续处理。感谢广大作者的大力支持!

《中国矫形外科杂志》编辑部

2025年4月2日