

Pilon 骨折中胫骨与腓骨骨折的相关性

徐石庄, 陈洪全, 侯建文, 孙克富

<https://doi.org/10.12307/2024.084>

投稿日期: 2023-04-21

采用日期: 2023-06-15

修回日期: 2023-07-23

在线日期: 2023-07-31

中图分类号:

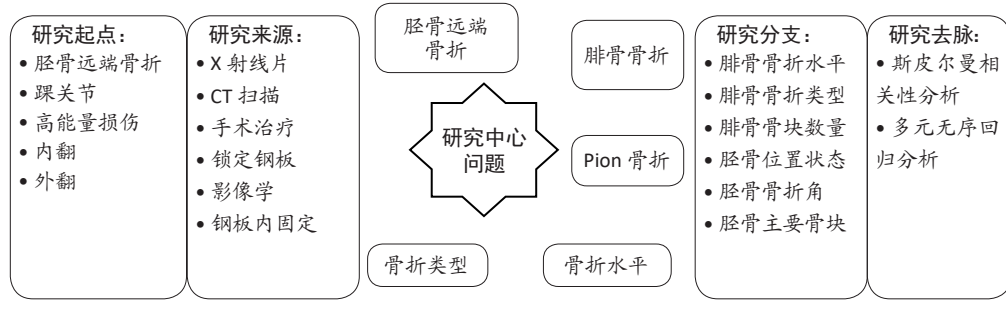
R459.9; R318; R641

文章编号:

2095-4344(2024)21-03355-06

文献标识码: B

文章快速阅读: Pilon 骨折中胫骨与腓骨骨折参数的相关性分析



文题释义:

Pilon骨折: 是指累及距关节面的胫骨远端骨折, 骨折块多粉碎, 常伴有骨丢失和软组织损伤, 1911年由法国放射医生ETIENNE DESTOT首次提出并命名。法国医生BONIN 1950年使用“plafond”报道胫骨远端关节面骨折, 并根据胫骨远端关节面形状像穹窿状的天花板, 所以又将 Pilon 骨折称为天花板骨折或者穹窿骨折。

相关性: 是一个统计指标, 用来表示2个变量的线性相关程度, 即2个变量以固定的比率一起变化的程度。相关性是一个用于描述简单关系而没有陈述因果关系的常用工具, 可分为正相关、负相关、不相关3种关系。

摘要

背景: Pilon 骨折的骨折线走行复杂, 骨折块多粉碎, 常伴有骨丢失和软组织损伤, 是临床最难治疗的骨折之一。

目的: 分析Pilon骨折中胫骨骨折和腓骨骨折的相关性。

方法: 回顾性分析连云港市第二人民医院创伤骨科2014年1月至2022年1月收治的188例Pilon骨折患者的病历资料, 采集患者影像学数据, 包括腓骨骨折水平、腓骨骨折类型、腓骨骨折块数、胫骨位置状态、胫骨主要骨折块、胫骨内侧骨折块大小、胫骨骨折角、Topliss分型(矢状面)、Topliss分型(冠状面), 将信息汇总为数据库, 运用SPSS 25.0先采用斯皮尔曼相关性分析法分析Pilon骨折中胫骨与腓骨的相关数据, 在相关性的基础上运用多元无序Logistic回归分析法进一步分析其相关性。

结果与结论: ①采用斯皮尔曼相关性分析时发现: 胫骨骨折角与腓骨骨折类型、腓骨骨折水平和腓骨骨折块数呈正相关; 胫骨位置状态与胫骨骨折角和Topliss分型(冠状面)呈正相关, 与胫骨主要骨折块和Topliss分型(矢状面)呈负相关; 腓骨骨折水平与腓骨骨折类型和腓骨骨折块数呈正相关; 胫骨主要骨折块与Topliss分型(冠状面)呈正相关, 与Topliss分型(矢状面)呈负相关; ②采用多元无序Logistic回归分析时发现: 腓骨骨折水平与腓骨骨折类型有相关性($P < 0.05$), 腓骨骨折块数与胫骨主要骨折块有相关性($P < 0.05$); ③提示当踝关节越倾向于外翻状态时, 越容易导致腓骨骨折, 且腓骨骨折水平越高, 腓骨的骨折程度越严重, 腓骨骨折类型越复杂, 胫骨骨折角越大, 胫骨越呈现Topliss分型(冠状面)骨折; ④当踝关节越倾向于处于内翻或者内翻+背伸状态时, 腓骨常常不骨折或出现简单骨折, 且骨折水平越低, 胫骨骨折角越小, 胫骨越呈现Topliss分型(矢状面), 胫骨主要骨折块越多, 内侧骨折块越大; 当踝关节处于背伸状态时, 常导致腓骨简单骨折, 且伴有胫骨后外侧骨折。

关键词: Pilon骨折; 胫骨骨折; 腓骨骨折; 骨折分型; 相关性

Correlation of tibial and fibular fractures in Pilon fractures

Xu Shizhuang, Chen Hongquan, Hou Jianwen, Sun Kefu

The Second People's Hospital of Lianyungang City, Lianyungang 222000, Jiangsu Province, China

Xu Shizhuang, Master, Attending physician, The Second People's Hospital of Lianyungang City, Lianyungang 222000, Jiangsu Province, China

Corresponding author: Chen Hongquan, The Second People's Hospital of Lianyungang City, Lianyungang 222000, Jiangsu Province, China

Abstract

BACKGROUND: The Pilon fracture has a complex fracture line and a comminuted fracture fragment. It is often associated with bone loss and soft tissue damage and is one of the most difficult fractures to treat clinically.

OBJECTIVE: To analyze the correlation between tibial and fibular fractures in Pilon fractures.

连云港市第二人民医院, 江苏省连云港市 222000

第一作者: 徐石庄, 男, 1986年生, 江苏省连云港市人, 汉族, 2020年徐州医科大学毕业, 硕士, 主治医师, 主要从事骨关节创伤方面的研究。

通讯作者: 陈洪全, 连云港市第二人民医院, 江苏省连云港市 222000

<https://orcid.org/0000-0002-1257-965X>(徐石庄)

引用本文: 徐石庄, 陈洪全, 侯建文, 孙克富. Pilon 骨折中胫骨与腓骨骨折的相关性 [J]. 中国组织工程研究, 2024, 28(21): 3355-3360.



METHODS: A retrospective analysis was conducted on 188 patients with Pilon fracture in the Department of Trauma Orthopedics, The Second People's Hospital of Lianyungang City from January 2014 to January 2022. Imaging data of these patients were collected. Fibular fracture level, fibular fracture type, number of fibular fracture blocks, tibial position status, main fracture blocks of the tibia, size of medial fracture blocks of the tibia, tibial fracture angle, Topliss classification (sagittal plane) and Topliss classification (coronal plane) were summarized into a database. SPSS 25.0 was used to analyze the data of tibia and fibula in Pilon fractures by Spearman correlation analysis. On the basis of the correlation, multiple disordered Logistic regression was used to further analyze the correlation.

RESULTS AND CONCLUSION: (1) Spearman correlation analysis showed that tibial fracture angle was positively correlated with fibular fracture type, fibular fracture level and fibular fracture number. Tibial position status was positively correlated with tibial fracture angle and Topliss classification (coronal plane), but negatively correlated with major tibial fracture blocks and Topliss classification (sagittal plane). The level of fibular fracture was positively correlated with the type of fibular fracture and the number of fibular fractures. The main fracture blocks of the tibia were positively correlated with Topliss classification (coronal plane) and negatively correlated with Topliss classification (sagittal plane). (2) Multiple Logistic regression analysis showed that: the level of fibular fracture was correlated with the type of fibular fracture ($P < 0.05$); the number of fibular fractures was correlated with the main fracture block of tibia ($P < 0.05$). (3) It is indicated that the more inclined the ankle joint was to the valgus, the more likely it was to lead to fibular fracture, and the higher the fibular fracture level, the more serious the fibular fracture degree, the more complex the fibular fracture type, the larger the tibial fracture angle, the more the tibia presented Topliss classification (coronal plane) fracture. (4) When the ankle joint was more inclined to be in varus or varus + dorsiflexion, the fibula often did not fracture or simple fracture occurred, and the lower the fracture level, the smaller the tibial fracture angle, the more Topliss classification of the tibia (sagittal plane), the more main fracture blocks of the tibia, the larger the medial fracture block. When the ankle joint is in the dorsiflexion, it often results in a simple fibular fracture with a posterolateral tibial fracture.

Key words: Pilon fracture; tibial fracture; fibular fracture; fracture classification; correlation

How to cite this article: XU SZ, CHEN HQ, HOU JW, SUN KF. Correlation of tibial and fibular fractures in Pilon fractures. Zhongguo Zuzhi Gongcheng Yanjiu. 2024;28(21):3355-3360.

0 引言 Introduction

Pilon 骨折又称“Tibial Plafond”骨折：指由高能量垂直暴力损伤导致胫骨远端骨折并累及关节面，常常伴有腓骨骨折^[1]。1911年由法国放射医生 ETIENNE DESTOT 首次提出并命名^[2]，1950年，法国医生 BONIN 使用“plafond”报道胫骨远端关节面的骨折，根据胫骨远端关节面形状像穹窿状的天花板，所以又将 Pilon 骨折称为天花板骨折或者穹隆骨折^[3]。Pilon 骨折在临床中并不少见，占下肢骨折的 1%，占胫骨骨折的 5%–10%^[4]。Pilon 骨折的损伤机制十分复杂，常常导致严重的软组织损伤，分阶段治疗是目前主流的治疗方案^[5–7]，而其复杂的损伤机制使其分型类型也多种多样，目前采用最多的仍是 Ruedi-Allgower 和 OA/ATO 分型系统^[8–9]。但是既往 Pilon 骨折的研究重心多围绕胫骨展开，腓骨骨折与胫骨远端骨折的相关性关注较少。BAREI 等^[10]研究发现，90%的 Pilon 骨折合并腓骨骨折，合并腓骨骨折的患者比腓骨完整的损伤严重，且腓骨完整时胫骨常常处于内翻或者中立状态。MAUFFERY 等^[11]通过研究发现，Pilon 骨折中腓骨骨折时与腓骨完整时损伤机制及胫腓骨的形态学表现有所不同，且胫骨的损伤程度于腓骨骨折与否密切相关。在临床上也常发现 Pilon 骨折中胫骨骨折与腓骨骨折之间存在着紧密的联系，此次试验通过分析 Pilon 骨折中胫骨和腓骨的骨折特点探讨二者的相关性。

1 对象和方法 Subjects and methods

1.1 设计 回顾性病例分析，采用斯皮尔曼相关性分析法分析胫骨位置状态、腓骨骨折水平、腓骨骨折类型、腓骨骨折块数与胫骨骨折胫骨主要骨折块、内侧骨折块大小、胫骨骨折角、Topliss 分型（矢状面）、Topliss 分型（冠状面）的相关性，再在相关性的基础上运用多元无序 Logistic 回归分析法进一步分析其因果关系。

1.2 时间及地点 试验于 2014–01–01/2022–01–01 在连云港市第二人民医院骨科完成。

1.3 材料 植入材料介绍见表 1。

表 1 | 植入物的材料学特征

Table 1 | Material characteristics of implants

指标	胫骨远端前外侧锁定钢板	胫骨远端内侧锁定钢板
生产厂家	山东威高	山东威高
型号	WGC12Z03	WGC12Z03
批准号	20173130054	20173130054
性能结构	硬度 260HV10	硬度 260HV10
材质	钛合金 TC4	钛合金 TC4
适应证	骨折的固定、增强	骨折的固定、增强
生物相容性	良好	良好
产品标注的不良反应	弯曲、断裂、腐蚀、过敏	弯曲、断裂、腐蚀、过敏

1.4 对象 共收录 2014 年 1 月至 2022 年 1 月在连云港市第二人民医院住院的 Pilon 骨折患者 188 例，男 155 例，女 33 例；年龄 18–71 岁，平均 43.4 岁；交通伤 37 例，高处坠落伤 99 例，日常生活跌倒 42 例，重物砸伤 10 例；受伤到手术时间 5–12 d。术前均常规行胫腓骨 X 射线正侧位片及 CT 扫描检查。此次研究经连云港市第二医院医学伦理委员会批准，所有患者均知情同意并自愿参与此次研究。

1.4.1 纳入标准 ①体征及影像学资料符合 Pilon 骨折的诊断标准；②影像学资料完整（术前完整的胫腓骨 X 射线正侧位片和 CT 扫描检查）。

1.4.2 排除标准 ①低能量旋转暴力导致的踝关节骨折；②既往踝关节畸形的患者；③病理性骨折的患者；④已经手法复位的患者。

1.5 方法

1.5.1 影像数据采集 由经过专业培训的 2 位医师分别认真查阅患者影像学资料，2 人核对无误后方可采用，若 2 人存在分歧则由上级医师决定，分别采集影像学数据。

腓骨：①腓骨骨折水平：无、骨折在胫腓联合以下、骨折在胫腓联合水平、骨折在胫腓联合以上；②腓骨骨折类型：无、撕脱、横行、斜行、螺旋形、楔形（完整）、楔形（粉碎）、粉碎（完整）、粉碎（多段）；③腓骨骨折块数：0 骨折块、2 骨折块、3 骨折块、大于 3 骨折块。

胫骨：①骨折后胫骨位置状态：内翻位、中立位、外翻位、跖屈、背伸；②胫骨主要骨折块（图 1）：无、前外侧

(Tillaux-Chaput)、后外侧 (Volkman)、Die-punch、内侧、前外侧 +Die-punch、后外侧 +Die-punch、前外侧 + 后外侧、内侧 + 前外、内侧 + 后外、内侧 +Die-punch、内侧 + 前外 + 后外、内侧 + 前外 +Die-punch、前外 + 后外 +Die-punch、内侧 + 后外侧 +Die-punch、前外 + 后外 + 内侧 +Die-punch); ③ 胫骨内侧骨块大小: 无、撕脱骨折、骨折累及穹隆水平、骨折累及穹隆上); ④ 胫骨骨折角 (图 2): $< 90^{\circ}$ 、 $> 90^{\circ}$ 、 $= 90^{\circ}$; ⑤ Topliss 分型 (矢状面): 无、T 型骨折、单纯矢状劈裂骨折、倒 V 型骨折; ⑥ Topliss 分型 (冠状面): 无、V 型骨折、Y 型骨折、前方劈裂骨折、后方劈裂骨折、单纯冠状骨折。

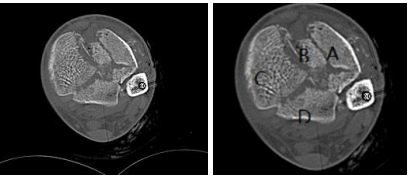
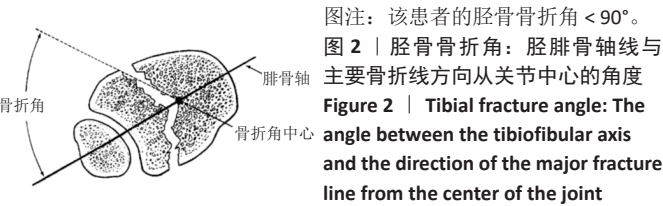


图 1 | 胫骨主要骨块
Figure 1 | Major tibial bone blocks



图注: 该患者的胫骨骨折角 $< 90^{\circ}$ 。
图 2 | 胫骨骨折角: 胫腓骨轴线与主要骨折线方向从关节中心的角度
Figure 2 | Tibial fracture angle: The angle between the tibiofibular axis and the direction of the major fracture line from the center of the joint

1.5.2 建立数据库 将收集的 188 例 Pilon 骨折患者胫腓骨的影像学资料在 SPSS 上建立数据库, 将收集的相关数据从 0 开始赋值, 建立数据库。

1.6 主要观察指标 运用斯皮尔曼相关性分析方法分析胫骨与腓骨骨折的相关性; 再采用多元无序 Logistic 回归分析胫骨位置状态、腓骨骨折水平、腓骨骨折类型、腓骨骨折块数与胫骨骨折胫骨主要骨折块、内侧骨块大小、胫骨骨折角、Topliss 分型 (矢状面)、Topliss 分型 (冠状面) 的相关性。

1.7 统计学分析 采用统计软件 SPSS 25.0 先对数据进行斯皮尔曼相关性分析, 分析胫骨位置状态、腓骨骨折水平、腓骨骨折类型、腓骨骨折块数与胫骨骨折胫骨主要骨折块、内侧骨块大小、胫骨骨折角、Topliss 分型 (矢状面)、Topliss 分型 (冠状面) 的相关性, $P < 0.05$ 为有统计学意义。再在相关性的基础上运用多元无序 Logistic 回归分析法进一步分析其因果关系, $P < 0.05$ 为有统计学意义。文章统计学方法已经徐州医科大学统计学专家审核。

2 结果 Results

2.1 参与者数量分析 188 例 Pilon 骨折患者纳入研究, 其中 60 例无腓骨骨折, 128 例有腓骨骨折。采用斯皮尔曼相关性分析方法分析 128 例有腓骨骨折患者胫骨位置状态、腓骨骨折水平、腓骨骨折类型、腓骨骨折块数与胫骨骨折胫骨主要骨折块、内侧骨块大小、胫骨骨折角、Topliss 分型 (矢状面)、Topliss 分型 (冠状面) 的相关性。

2.2 试验流程图 见图 3。

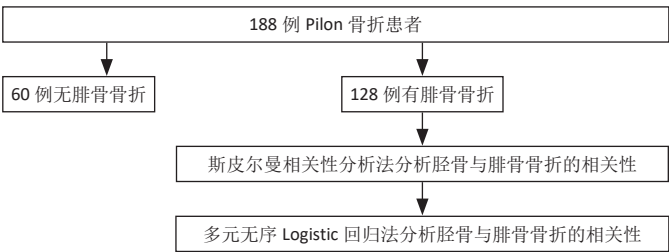


图 3 | 试验流程图
Figure 3 | Trial flow chart

2.3 斯皮尔曼相关性分析 采用斯皮尔曼相关性分析方法分析胫骨位置状态、腓骨骨折水平、腓骨骨折类型、腓骨骨折块数与胫骨骨折胫骨主要骨折块、内侧骨块大小、胫骨骨折角、Topliss 分型 (矢状面)、Topliss 分型 (冠状面) 的相关性: ①骨折后胫骨位置状态与胫骨骨折角和 Topliss 分型 (冠状面) 呈弱正相关, 与胫骨主要骨折块和 Topliss 分型 (矢状面) 呈弱负相关; ②胫骨主要骨折块与内侧骨折块大小呈弱正相关, 与 Topliss 分型 (冠状面) 呈弱负相关; ③胫骨骨折角与 Topliss 分型 (冠状面) 呈弱正相关, 与 Topliss 分型 (矢状面) 呈弱负相关; ④ Topliss 分型 (冠状面) 与 Topliss 分型 (矢状面) 呈中负相关; ⑤腓骨骨折水平与腓骨骨折类型、腓骨骨折块数呈强正相关, 与胫骨骨折角呈弱正相关; ⑥腓骨骨折类型与腓骨骨折块数呈强正相关, 与胫骨骨折角呈弱正相关; ⑦腓骨骨折块数与胫骨主要骨折块、胫骨骨折角呈弱正相关。其余参数之间均 $P > 0.05$, 无统计学意义。见表 2。

表 2 | 胫骨与腓骨骨折的斯皮尔曼相关性分析 (r 值)
Table 2 | Spearman correlation analysis of tibial and fibular fractures

参数	主要骨块	内侧骨块大小	胫骨骨折角	Topliss 分型 (矢状面)	Topliss 分型 (冠状面)	骨折后胫骨位置状态	腓骨骨折块数	腓骨骨折水平	腓骨骨折类型
主要骨块	1.000								
内侧骨块大小	0.371 ^b	1.000							
小									
胫骨骨折角	-0.112	-0.128	1.000						
Topliss 分型 (矢状面)	-0.071	-0.106	-0.394 ^b	1.000					
Topliss 分型 (冠状面)	-0.382 ^b	-0.451 ^b	0.244 ^b	-0.643 ^b	1.000				
骨折后胫骨位置状态	-0.190 ^b	-0.110	0.179 ^a	-0.205 ^a	0.284 ^b	1.000			
腓骨骨折块数	0.172 ^a	-0.013	0.248 ^b	0.055	-0.003	-0.087	1.000		
腓骨骨折水平	0.106	-0.032	0.248 ^b	-0.021	-0.010	-0.003	0.754 ^b	1.000	
腓骨骨折类型	0.119	-0.032	0.218 ^b	0.049	0.049	-0.043	0.919 ^b	0.701 ^b	1.000

表注: ^a $P < 0.05$, ^b $P < 0.01$ 。

2.4 多元无序 Logistic 回归分析 再在相关性的基础上采用多元无序 Logistic 回归分析: ①骨折后胫骨位置状态与胫骨主要骨折块、Topliss 分型 (矢状面)、胫骨骨折角和 Topliss 分型 (冠状面) 的相关性; ②胫骨主要块与内侧骨折块大小、Topliss 分型 (冠状面) 的相关性; ③胫骨骨折角与 Topliss 分型 (矢状面)、Topliss 分型 (冠状面) 的相关性; ④ Topliss 分型 (冠状面) 与 Topliss 分型 (矢状面) 的相关性; ⑤腓骨骨折水平与腓骨骨折水平腓骨骨折块数和胫骨骨折角的相关性; ⑥腓骨

骨折类型与腓骨骨折块数和胫骨骨折角的相关性；⑦腓骨骨折块数与胫骨主要骨折块和胫骨骨折角的相关性。

2.4.1 腓骨骨折水平与骨折类型的相关性 采用多元无序 logistic 回归分析腓骨骨折水平与腓骨骨折类型、腓骨骨折块数和胫骨骨折角的相关性，结果发现，腓骨骨折水平与腓骨骨折类型具有相关性 ($P < 0.05$)。提示和腓骨撕脱型骨折相比，腓骨横行、斜行、螺旋形、楔形 (完整)、楔形 (粉碎)、粉碎 (完整)、粉碎 (多段) 更倾向出现在胫腓联合之上。见表 3。

表 3 | 腓骨骨折水平与腓骨骨折类型、腓骨骨折块数和胫骨骨折角的相关性
Table 3 | Correlation of fibular fracture level with fibular fracture type, number of fibular fracture blocks and tibial fracture angle

参数估算值: 腓骨骨折水 平 a	B	标准错 误	瓦尔德 统计量	自显 著 度	Exp(B)
无	截距	-2.115	4.112	0.265	1 0.607
	[腓骨骨折类型 =0]	1.669	1.899	0.772	1 0.380 5.307
	[腓骨骨折类型 =1]	-1.201	1.814	0.438	1 0.508 0.301
	[腓骨骨折类型 =2]	-0.927	1.917	0.234	1 0.629 0.396
	[腓骨骨折类型 =3]	-0.817	2.564	0.102	1 0.750 0.442
	[腓骨骨折类型 =4]	-0.817	3.260	0.063	1 0.802 0.442
	[腓骨骨折类型 =5]	-1.222	1.190	1.056	1 0.304 0.294
	[腓骨骨折类型 =6]	-0.670	1.076	0.388	1 0.533 0.511
	[腓骨骨折类型 =7]	-0.569	0	1	0.566
	[腓骨骨折类型 =8]	0 ^b		0	
	[腓骨骨折块数 =0]	2.215	1.756	1.590	1 0.207 9.160
	[腓骨骨折块数 =1]	0.765	1.561	0.240	1 0.624 2.148
	[腓骨骨折块数 =2]	0.272	1.326	0.042	1 0.837 1.313
	[腓骨骨折块数 =3]	0 ^b		0	
	[胫骨骨折角 =1]	0.956	4.029	0.056	1 0.812 2.602
	[胫骨骨折角 =2]	0.925	4.024	0.053	1 0.818 2.522
	[胫骨骨折角 =3]	0 ^b		0	
骨折在下胫 腓联合以下	截距	45.234	15.296	8.745	1 0.003
	[腓骨骨折类型 =0]	-49.455	6.515	57.618	1 0 3.326×10 ⁻²²
	[腓骨骨折类型 =1]	-48.285	4.197	132.361	1 0 1.071×10 ⁻²¹
	[腓骨骨折类型 =2]	-47.420	4.341	119.338	1 0 2.546×10 ⁻²¹
	[腓骨骨折类型 =3]	-50.426	6.092	68.508	1 0 1.260×10 ⁻²²
	[腓骨骨折类型 =4]	-50.426	7.817	41.612	1 0 1.260×10 ⁻²²
	[腓骨骨折类型 =5]	-52.256	4.608	128.628	1 0 2.021×10 ⁻²³
	[腓骨骨折类型 =6]	-50.229	3.777	176.870	1 0 1.533×10 ⁻²²
	[腓骨骨折类型 =7]	-51.834	0	1	3.081×10 ⁻²³
	[腓骨骨折类型 =8]	0 ^b		0	
	[腓骨骨折块数 =0]	-0.796	6.001	0.018	1 0.895 0.451
	[腓骨骨折块数 =1]	-2.208	2.442	0.817	1 0.366 0.110
	[腓骨骨折块数 =2]	0.472	2.148	0.048	1 0.826 1.604
	[腓骨骨折块数 =3]	0 ^b		0	
	[胫骨骨折角 =1]	1.872	14.872	0.016	1 0.900 6.501
	[胫骨骨折角 =2]	1.887	14.876	0.016	1 0.899 6.597
	[胫骨骨折角 =3]	0 ^b		0	
骨折在下胫 腓联合水平	截距	-4.240	4.937	0.738	1 0.390
	[腓骨骨折类型 =0]	-0.591	3.041	0.038	1 0.846 0.554
	[腓骨骨折类型 =1]	0.872	1.665	0.274	1 0.600 2.393
	[腓骨骨折类型 =2]	1.800	1.718	1.099	1 0.295 6.052
	[腓骨骨折类型 =3]	2.163	1.932	1.254	1 0.263 8.693
	[腓骨骨折类型 =4]	2.163	2.208	0.959	1 0.327 8.693
	[腓骨骨折类型 =5]	-0.719	1.138	0.399	1 0.528 0.487
	[腓骨骨折类型 =6]	0.783	0.927	0.714	1 0.398 2.189
	[腓骨骨折类型 =7]	-0.135	0	1	0.874
	[腓骨骨折类型 =8]	0 ^b		0	
	[腓骨骨折块数 =0]	1.119	3.080	0.132	1 0.716 3.061
	[腓骨骨折块数 =1]	0.385	1.454	0.070	1 0.791 1.470
	[腓骨骨折块数 =2]	-0.699	1.352	0.267	1 0.605 0.497
	[腓骨骨折块数 =3]	0 ^b		0	
	[胫骨骨折角 =1]	3.030	4.871	0.387	1 0.534 20.693
	[胫骨骨折角 =2]	2.555	4.871	0.275	1 0.600 12.868
	[胫骨骨折角 =3]	0 ^b		0	

表注：^a 参考类别为 ^1；^b 此参数冗余，因此设置为零。

2.4.2 腓骨骨折与胫骨主要骨折块的相关性 采用多元无序 logistic 回归分析腓骨骨折块数与胫骨主要骨折块和胫骨骨折角的相关性，可以发现腓骨骨折块数与胫骨主要骨折块具有相关性， $P < 0.05$ 。提示与胫骨内侧 + 后外侧 +Die-punch 骨折相比，当胫骨出现内侧 + 前外侧骨折块及内侧 + 前外 + Die-punch 骨折块时腓骨更倾向于不发生骨折；与胫骨内侧 + 后外侧 +Die-punch 骨折相比，当胫骨出现内侧 +Die-punch 骨折块时腓骨更倾向于出现两部分骨折。见表 4。

3 讨论 Discussion

3.1 体会与总结 胫腓骨远端通过复杂的韧带结构相连接，遭受外力产生 Pilon 骨折时二者常同时受累。BAREI 等^[10] 发现 90% 的 Pilon 骨折伴有腓骨骨折，腓骨骨折的患者往往比腓骨完整的患者损伤要重，但未深入探讨胫骨骨折和腓骨骨折的相关性。伴有腓骨骨折的 Pilon 骨折多属 Rüedi-Allgower II、III 型骨折，是复杂的 Pilon 骨折。软组织往往损伤严重，术后易出现切口愈合不良、骨延迟愈合、骨不连，是具有挑战性的骨折，临床上治疗历来争议较多。Pilon 骨折合并腓骨骨折时，临床上的经典做法是首先复位固定腓骨，恢复肢体的长度，再复位胫骨^[12-13]。一些学者认为对于合并腓骨骨折的 Pilon 骨折患者，先固定腓骨可以提供稳定性和减少下胫腓韧带的损伤^[14-15]。然而，BASTIAS 等^[16] 认为对于一些腓骨粉碎性骨折的患者很难实现解剖复位，在肢体长度、旋转、轴线等方面会影响第二步复位的胫骨。MAIR 等^[17] 研究显示，韧带对胫骨远端的影响大于对腓骨远端的影响，通过牵引和调整外固定架可实现胫骨的复位；加之，先行腓骨固定再行胫骨固定会加重软组织损伤，因此，TOULLOUPAKIS 等^[18] 建议当 Pilon 骨折合并腓骨骨折时应该从骨折粉碎程度轻的骨折开始。EGOL 等^[19] 和 BEAR 等^[20] 学者认为复杂 Pilon 骨折先固定胫骨是安全和有效的，PARK 等^[21]、JUNG 等^[22] 认为先固定胫骨后再采用 MIPPO 技术恢复腓骨的长度、力线和旋转是容易的。一些学者甚至建议在复杂的 Pilon 骨折中不对腓骨骨折进行处理^[17, 23-24]。虽然前内或者前外侧入路都可以为胫骨远端和关节碎骨提供良好的解剖暴露，但是仍建议根据术前 CT 检查显示的胫骨骨块选择正确的手术入路^[25-28]。BUSEL 等^[29] 和 LUK 等^[30] 研究表明根据腓骨骨折类型选择胫骨钢板的位置可降低骨折畸形愈合和骨不连等机械并发症的发生率。有别于以往的以胫骨骨折为核心的其他研究，此次研究探讨 Pilon 骨折中胫骨骨折与腓骨骨折的相关性。

此次试验通过分析发现，当踝关节越倾向于外翻状态时，腓骨骨折水平越高，腓骨骨折及粉碎的程度也越严重，胫骨骨折角越小。当胫骨越倾向于内翻状态时，腓骨不骨折或呈现简单低水平骨折，同时胫骨骨折角越大，胫骨主要骨折线越倾向于冠状分布。当然踝关节处于外翻状态时胫骨和腓骨的骨折情况及软组织损伤程度往往越重，这往往提示高能量损伤，然而当踝关节处于中立或内翻状态时，损伤常常较轻，往往提示中低能量损伤。KELLAM 等^[31] 根据损伤机制和预后



表 4 | 腓骨骨折块数与胫骨主要骨折块和胫骨骨折角的相关性

Table 4 | Correlation of the number of fibular fracture fragments with major tibial fracture fragments and tibial fracture angles

参数估计值: 腓骨骨折块数 a	B	标准错误	瓦尔德	自由度	显著性	Exp(B)
0 骨折块, 无骨折						
截距	-2.914	31.703	0.008	1	0.927	
[胫骨骨折角 =1]	1.281	31.686	0.002	1	0.968	3.602
[胫骨骨折角 =2]	-0.292	31.683	0.000	1	0.993	0.747
[胫骨骨折角 =3]	0 ^b			0		
[主要骨块 =0]	2.800	1.452	3.720	1	0.054	16.451
[主要骨块 =1]	2.708	1.839	2.167	1	0.141	14.993
[主要骨块 =2]	3.092	738.250	0.000	1	0.997	22.020
[主要骨块 =3]	2.775	1.672	2.752	1	0.097	16.031
[主要骨块 =4]	2.421	1.429	2.868	1	0.090	11.253
[主要骨块 =5]	1.012	1.596	0.402	1	0.526	2.750
[主要骨块 =6]	7.364	8.164	0.814	1	0.367	1577.684
[主要骨块 =7]	-13.453	9 608.093	0.000	1	0.999	0
[主要骨块 =8]	3.639	1.619	5.050	1	0.025	38.036
[主要骨块 =9]	6.590	4.884	1.820	1	0.177	727.684
[主要骨块 =10]	3.809	1.363	7.810	1	0.005	45.127
[主要骨块 =11]	7.471	7.290	1.050	1	0.305	1 755.897
[主要骨块 =12]	2.734	1.152	5.631	1	0.018	15.394
[主要骨块 =13]	1.317	1.380	0.911	1	0.340	3.732
[主要骨块 =14]	1.933	1.138	2.883	1	0.090	6.909
[主要骨块 =15]	0 ^b			0		
2 骨折块						
截距	9.530	22.602	0.178	1	0.673	
[胫骨骨折角 =1]	-9.901	22.596	0.192	1	0.661	0
[胫骨骨折角 =2]	-10.836	22.592	0.230	1	0.631	0
[胫骨骨折角 =3]	0 ^b			0		
[主要骨块 =0]	-3.375	6.077	0.309	1	0.579	0.034
[主要骨块 =1]	-3.797	11.503	0.109	1	0.741	0.022
[主要骨块 =2]	1.064	764.554	0.000	1	0.999	2.897
[主要骨块 =3]	0.696	1.568	0.197	1	0.657	2.005
[主要骨块 =4]	1.344	1.080	1.548	1	0.213	3.833
[主要骨块 =5]	-4.315	6.850	0.397	1	0.529	0.013
[主要骨块 =6]	6.158	8.084	0.580	1	0.446	472.252
[主要骨块 =7]	-15.482	0.000		1		1.890×10 ⁻⁷
[主要骨块 =8]	1.675	1.397	1.439	1	0.230	5.339
[主要骨块 =9]	5.825	4.770	1.491	1	0.222	338.553
[主要骨块 =10]	2.495	1.019	5.995	1	0.014	12.124
[主要骨块 =11]	5.074	7.265	0.488	1	0.485	159.792
[主要骨块 =12]	0.571	0.775	0.544	1	0.461	1.771
[主要骨块 =13]	0.285	0.972	0.086	1	0.769	1.330
[主要骨块 =14]	0.067	0.742	0.008	1	0.928	1.069
[主要骨块 =15]	0 ^b			0		
3 骨折块						
截距	-3.610	47.785	0.006	1	0.940	
[胫骨骨折角 =1]	1.846	47.776	0.001	1	0.969	6.332
[胫骨骨折角 =2]	0.936	47.771	0.000	1	0.984	2.549
[胫骨骨折角 =3]	0 ^b			0		
[主要骨块 =0]	2.268	1.492	2.312	1	0.128	9.665
[主要骨块 =1]	2.452	1.814	1.826	1	0.177	11.609
[主要骨块 =2]	15.131	506.951	0.001	1	0.976	3 725 627.573
[主要骨块 =3]	-2.674	10.898	0.060	1	0.806	0.069
[主要骨块 =4]	-2.594	7.288	0.127	1	0.722	0.075
[主要骨块 =5]	-4.035	11.856	0.116	1	0.734	0.018
[主要骨块 =6]	1.333	17.66	0.006	1	0.940	3.792
[主要骨块 =7]	4.951	2.704	3.352	1	0.067	141.284
[主要骨块 =8]	-2.021	9.075	0.050	1	0.824	0.133
[主要骨块 =9]	6.688	4.869	1.887	1	0.170	803.000
[主要骨块 =10]	2.775	1.428	3.778	1	0.052	16.043
[主要骨块 =11]	1.078	16.411	0.004	1	0.948	2.939
[主要骨块 =12]	-0.245	1.501	0.027	1	0.870	0.783
[主要骨块 =13]	1.264	1.366	0.856	1	0.355	3.539
[主要骨块 =14]	-0.162	1.311	0.015	1	0.902	0.850
[主要骨块 =15]	0 ^b			0		

表注: ^a 参考类别为 ^1; ^b 此参数冗余, 因此设置为零。

提出了旋转型和压缩型这 2 种分型, 其中旋转型骨折常常造成胫骨前段皮质轻度粉碎, 并伴有腓骨短斜形或横行等简单

骨折。此次试验发现, 当踝关节处于背伸状态时, 也常常导致腓骨骨折并伴有胫骨后外侧骨折, 提示踝关节处于旋后外旋或旋后外展状态, 这可能是由于胫骨后外侧骨块与腓骨通过胫腓后韧带相连导致的, 这也提示 Volkman 骨块与腓骨联系密切。

2005 年 KEILER 等^[8] 将 108 例 Pilon 骨折患者术前平片和 CT 扫描深入研究后, 将 Pilon 骨折分为矢状和冠状两大类。矢状面骨折多处于内翻状态, 且多在年轻患者中发生并伴有较高的能量损伤; 冠状面骨折多处于为外翻状态, 且多在老年患者中发生并伴有低能量损伤。TORNETTA 等^[32] 根据 CT 扫描中各骨折块的解剖关系, 认为在 Pilon 骨折中当骨折角 (骨折线与内外踝轴线的夹角) > 90° 时, 骨折线多呈冠状面走行, 压缩骨块偏内侧; 当骨折角 < 90° 时, 骨折线多呈矢状面走行, 压缩骨块偏向外侧。由此可以发现 Pilon 骨折中胫骨骨折的基本骨块主要由前外侧骨块、内侧骨块和后外侧骨块组成, 同时还包含 Die-punch 骨折块, 而骨折线的形态主要分为矢状家族和冠状家族两大类。2010 年黄彬^[33] 根据 Pilon 骨折患者受伤时踝关节所处的位置提出了胫骨 Pilon 骨折的综合分型, 将 Pilon 骨折分为内翻型、外翻型、背伸型、跖屈型和中立位型 5 种类型, 指出当踝关节处于内翻状态时内侧压缩明显; 当踝关节处于外翻状态时, 胫骨外侧压缩明显; 当踝关节处于背伸状态时, 胫骨前面压缩明显; 当踝关节处于跖屈状态时, 胫骨后面压缩明显, 明显提示了损伤时踝关节的位置状态与胫骨的损伤特点。此次试验在采集患者受伤时踝关节的位置状态的数据时, 部分患者对当时受伤情况描述不清, 入院后排除影像检查前已经复位固定的患者, 根据未复位患者踝关节的位置、X 射线片和 CT 影像学结果综合分析患者受伤时踝关节的位置状态。尤其是三维重建等影像学技术的应用, 可以更直观地观察患者的骨折特点及受伤状态^[10, 34]。

此次试验通过采集患者腓骨骨折水平、腓骨骨折类型、腓骨骨折块数、胫骨位置状态、胫骨主要骨折块、胫骨内侧骨折块大小、胫骨骨折角、Topliss 分型 (矢状面)、Topliss 分型 (冠状面) 的数据来研究 Pilon 骨折中胫骨与腓骨的相关性, 试验人员通过培训统一了采集标准以确保试验数据的准确性。此次试验数据都为无序非等级变量, 分析其相关性需要采用斯皮尔曼相关性研究和多元无序 Logistic 回归进行研究。

综上所述发现: ①当踝关节越倾向于外翻状态时, 越容易导致腓骨骨折, 腓骨骨折水平越高, 腓骨的骨折程度越严重, 腓骨骨折类型越复杂, 胫骨骨折角越大, 胫骨越呈现 Topliss 分型 (冠状面) 骨折; ②当踝关节越倾向于处于内翻或者内翻 + 背伸状态时, 腓骨常常不骨折或出现简单骨折并且骨折水平越低, 胫骨骨折角越小, 胫骨越呈现 Topliss 分型 (矢状面), 胫骨主要骨折块越多, 内侧骨折块越大; ③当踝关节处于背伸状态时, 常导致腓骨简单骨折, 并伴有胫骨后外侧骨折。

3.2 局限性 ①此次试验没有对胫腓骨的解剖结构进行过多研究, 无法说明解剖结构对胫骨和腓骨骨折之间的影响; ②

此次试验为回顾性研究，其中部分患者对受伤时踝关节的位置状态描述不清，需要在调查时注重询问技巧和方式，并结合患者入院时踝关节的位置状态及影像学反映出患者的骨折特点综合分析；③此次试验的患者均来自连云港市第二人民医院一家医院，容易产生选择偏倚，可以综合多家医院的患者信息。

3.3 展望 通过对 Pilon 骨折中胫骨与腓骨骨折相关性的研究中发现，Pilon 骨折的损伤程度是基于创伤的机制，而创伤机制又与腓骨的骨折情况密不可分，这可为今后的治疗方案提供新的选择。同样腓骨的损伤情况与预后密切相关，这样今后可以建立一个全新的以腓骨骨折为中心的分型系统。

致谢：感谢连云港市第二人民医院影像科在 CT 拍摄及数据测量中给予的帮助。

作者贡献：第一作者、通讯作者构思并设计文章，分析并解析数据，所有作者共同起草，第一作者审核。

利益冲突：文章的全部作者声明，在课题研究和文章撰写过程中不存在利益冲突。

开放获取声明：这是一篇开放获取文章，根据《知识共享许可协议》“署名-非商业性使用-相同方式共享 4.0”条款，在合理引用的情况下，允许他人以非商业性目的的基于原文内容编辑、调整和扩展，同时允许任何用户阅读、下载、拷贝、传递、打印、检索、超级链接该文献，并为之建立索引，用作软件的输入数据或其它任何合法用途。

版权转让：文章出版前全体作者与编辑部签署了文章版权转让协议。

出版规范：该文章撰写遵守了《观察性临床研究报告指南》(STROBE 指南)。文章出版前已经过专业反剽窃文献检测系统进行 3 次文字和图表查重，文章经小同行外审专家双盲审稿，同行评议认为文章符合期刊发稿宗旨。

4 参考文献 References

- [1] 王智祥, 魏世隽, 蔡贤华. 胫骨 Pilon 骨折分型现状 [J]. 中国矫形外科杂志, 2018, 26(6): 533-557.
- [2] HEIM U. Morphological Features for Evaluation and Classification of Pilon Tibial Fractures. Major Fractures of the Pilon, the Talus, and the Calcaneus, 1993.
- [3] CHEN DW, LI B, AUBEELUCK A, et al. Open reduction and internal fixation of posterior pilon fractures with buttress plate. Acta Ortopedica Brasileira. 2014; 22(1): 48.
- [4] ZELLE BA, DANG KH, ORNELL SS. High-energy tibial pilon fractures: an instructional review. Int Orthop. 2019; 43(8): 1939-1950.
- [5] SHU W, HU X, YANG X. Comparison Between the Modified External Fixation and Calcaneal Traction in Ruedi-Allgower Type II/III Pilon Fractures. Med Sci Monit. 2021; 27: e933385.
- [6] HADEED MM, EVANS CL, WERNER BC, et al. Does external fixator pin site distance from definitive implant affect infection rate in pilon fractures? Injury. 2019; 50(2): 503-507.
- [7] JIANG GQ, JIAO FD, YING WC, et al. [Staged operation for complex closed Pilon fracture]. Zhongguo Gu Shang. 2022; 35(9): 878-882.
- [8] KEILER A, RIECHELMANN F, THÖNI M, et al. Three-dimensional computed tomography reconstruction improves the reliability of tibial pilon fracture classification and preoperative surgical planning. Arch Orthop Trauma Surg. 2020; 140(2): 187-195.
- [9] LUO T D, PILSON H. Pilon Fracture. StatPearls. Treasure Island (FL); StatPearls Publishing Copyright © 2023, StatPearls Publishing LLC. 2023.
- [10] BAREI DP, NORK SE, BELLABARBA C, et al. Is the absence of an ipsilateral fibular fracture predictive of increased radiographic tibial pilon fracture severity? J Orthop Trauma. 2006; 20(1): 6-10.
- [11] MAUFFREY C, VASARIO G, BATTISTON B, et al. Tibial pilon fractures: a review of incidence, diagnosis, treatment, and complications. Acta Orthop Belg. 2011; 77(4): 432-440.
- [12] RUEDI TP, ALLGOWER M. The operative treatment of intra-articular fractures of the lower end of the tibia. Clin Orthop Relat Res. 1979; (138): 105-110.
- [13] LEE YS, CHEN SW, CHEN SH, et al. Stabilisation of the fractured fibula plays an important role in the treatment of pilon fractures: a retrospective comparison of fibular fixation methods. Int Orthop. 2009; 33(3): 695-699.
- [14] TORINO D, MEHTA S. Fibular Fixation in Distal Tibia Fractures: Reduction Aid or Nonunion Generator? J Orthop Trauma. 2016; 30 Suppl 4: S22-S25.
- [15] HALLER JM, GITHENS M, ROTHBERG D, et al. Syndesmosis and Syndesmotic Equivalent Injuries in Tibial Plafond Fractures. J Orthop Trauma. 2019; 3: e74-e78.
- [16] BASTIAS C, LAGOS L. New Principles in Pilon Fracture Management: Revisiting Rüedi and Allgöwer Concepts. Foot Ankle Clin. 2020; 25(4): 505-521.
- [17] MAIR O, PFLUGER P, HOFFELD K, et al. Management of Pilon Fractures-Current Concepts. Front Surg. 2021; 8: 764232.
- [18] TOULOUPAKIS G, MESSORI M, GILLI A, et al. Distal Tibia Fractures: is the Tibia First Technique a Rational Approach? Malays Orthop J. 2023; 1: 172-179.
- [19] EGOL KA, WEISZ R, HIEBERT R, et al. Does fibular plating improve alignment after intramedullary nailing of distal metaphyseal tibia fractures? J Orthop Trauma. 2006; 20(2): 94-103.
- [20] BEAR J, ROLLIK N, HELFET D. Evolution in Management of Tibial Pilon Fractures. Curr Rev Musculoskelet Med. 2018; 11(4): 537-545.
- [21] PARK YU, KIM SJ, KIM HN. Minimally invasive plate osteosynthesis using the oblong hole of a locking plate for comminuted distal fibular fractures. J Orthop Surg Res. 2021; 16(1): 281.
- [22] JUNG GH, CHUNG H, BAEK SH, et al. Percutaneous bridge plating of extra-articular distal fibular fracture for the management of distal tibia type III open fracture. Asian J Surg. 2021; 44(1): 363-368.
- [23] KURYLO JC, DATTA N, ISKANDER KN, et al. Does the Fibula Need to be Fixed in Complex Pilon Fractures? J Orthop Trauma. 2015; 29(9): 424-427.
- [24] TORINO D, MEHTA S. Fibular Fixation in Distal Tibia Fractures: Reduction Aid or Nonunion Generator? J Orthop Trauma. 2016; 4: S22-S25.
- [25] HOHENBERGER GM, SCHWARZ AM, GRECHENIG C, et al. Dorsal minimally invasive plate osteosynthesis of the distal tibia with regard to adjacent anatomical characteristics. Injury. 2021; 5: S11-S16.
- [26] VIDOVIC D, MATEJCIC A, IVICA M, et al. Minimally-invasive plate osteosynthesis in distal tibial fractures: Results and complications. Injury. 2015; 6: S96-S99.
- [27] HENDRYCH J, PESL T, HAVRANEK P. [Triplane Fractures of the Distal Tibial Epiphysis- Contributions of CT Scans to Indication and Planning of Osteosynthesis. Acta Chir Orthop Traumatol Cech. 2018; 85(5): 336-342.
- [28] WANG C, CHEN C, ZHOU Y, et al. Morphological study of CT image of posterior pilon variant fracture and its possible clinical significance. Arch Orthop Trauma Surg. 2023; 3: 1203-1215.
- [29] BUSEL GA, WATSON JT, ISRAEL H. Evaluation of Fibular Fracture Type vs Location of Tibial Fixation of Pilon Fractures. Foot Ankle Int. 2017; 6: 650-655.
- [30] LUK PC, CHARLTON TP, LEE J, et al. Ipsilateral intact fibula as a predictor of tibial plafond fracture pattern and severity. Foot Ankle Int. 2013; 10: 1421-1426.
- [31] KELLAM JF, WADDELL JP. Fractures of the distal tibial metaphysis with intra-articular extension--the distal tibial explosion fracture. J Trauma. 1979; 19(8): 593-601.
- [32] TORNETTA P 3RD, GORUP J. Axial computed tomography of pilon fractures. Clin Orthop Relat Res. 1996; 323: 273-276.
- [33] 黄彬. 移位 Pilon 骨折的分型与手术治疗 [D]. 武汉: 湖北中医药大学, 2010.
- [34] LABRONICI P, JUNIOR AFM, DA SILVA AAM, et al. CT mapping for complex tibial pilon fractures: Understanding the injury pattern and its relation to the approach choice. Injury. 2021; 52 Suppl 3: s70-s76.

(责任编辑: LY, GD, ZN, QY)