

# 锁定接骨板治疗胫骨中下段关节外骨折术后延迟愈合的危险因素分析

何炜, 许兆光, 林蔚莘, 何发胜, 张建新, 周毅强  
(厦门市中医院骨科, 福建 厦门 361009)

**【摘要】** 目的:探讨锁定接骨板治疗胫骨中下段关节外骨折术后延迟愈合的危险因素。方法:回顾性分析 2013 年 1 月至 2018 年 12 月手术并获得随访的 135 例胫骨中下段关节外骨折病例,男 85 例,女 50 例;年龄 19~80 岁;所有病例使用锁定接骨板进行治疗。根据骨折愈合情况分为正常愈合组、延迟愈合组。对 14 项可能影响骨折愈合的因素逐一进行单因素分析,再将单因素分析结果有显著性的因素进行二元 Logistic 回归分析,从而明确骨折延迟愈合的危险因素。**结果:**135 例患者中共发生骨折延迟愈合 13 例。单因素分析显示骨折延迟愈合与年龄、是否吸烟、复位方式、是否贫血、术前准备时间相关。回归分析显示年龄 [ $OR=0.849, 95\%CI(0.755, 0.954), P=0.006$ ]、是否吸烟 [ $OR=0.020, 95\%CI(0.002, 0.193), P=0.001$ ]、复位方式 [ $OR=23.924, 95\%CI(2.210, 258.943), P=0.009$ ]、是否贫血 [ $OR=0.016, 95\%CI(0.001, 0.289), P=0.005$ ]是骨折延迟愈合的影像因素。**结论:**低龄、吸烟、闭合复位、贫血是锁定接骨板治疗胫骨中下段关节外骨折术后延迟愈合的危险因素。

**【关键词】** 胫骨骨折; 骨折; 内固定; 骨折愈合; 危险因素

中图分类号:R683.42

DOI:10.12200/j.issn.1003-0034.20220481

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



## Analysis of the risk factors for delayed union of extra-articular fractures of the middle and lower third of the tibia treated by locking plate

HE Wei, XU Zhao-guang, LIN Wei-shen, HE Fa-sheng, ZHANG Jian-xin, ZHOU Yi-qiang (Department of Orthopaedics, Xiamen Hospital of Traditional Chinese Medicine, Xiamen 361009, Fujian, China)

**ABSTRACT Objective** To investigate the risk factors for delayed union of extra-articular fractures of the middle and lower third of the tibia treated by locking plate. **Methods** Total of 135 patients of extra-articular fractures of the middle and lower third of the tibia from January 2013 to December 2018 were retrospectively analyzed, including 85 males and 50 females, ranged from 19 to 80 years old. All cases were treated with locking plates. The patients were divided into union group and delayed union group according to the condition of fracture union. The risk factors of delayed healing were determined by univariate analysis of 14 factors that might affect fracture healing first, then the factors with significance were analyzed by binary Logistic regression. **Results** There were 13 patients of delayed union, and the rate of delayed union was 9.63%. Univariate analysis showed that delayed union was associated with age, smoking, reduction method, anemia and time of preoperative preparation. Regression analysis showed that age [ $OR=0.849, 95\%CI(0.755, 0.954), P=0.006$ ], smoking [ $OR=0.020, 95\%CI(0.002, 0.193), P=0.001$ ], reduction method [ $OR=23.924, 95\%CI(2.210, 258.943), P=0.009$ ], anemia [ $OR=0.016, 95\%CI(0.001, 0.289), P=0.005$ ] were the contributory factors for delayed union. **Conclusion** Young age, smoking, closed reduction and anemia are the risk factors for delayed union of extra-articular fractures of the middle and lower third of the tibia treated by locking plate.

**KEYWORDS** Tibial fractures; Fractures; Internal fixation; Fracture healing; Risk factors

胫骨中下段关节外骨折临床较常见,目前对于该类型胫骨骨折常选用接骨板螺钉系统、髓内钉系统或外固定架进行治疗<sup>[1-3]</sup>。由于胫骨中下段位于皮下,缺乏肌肉组织覆盖、血供较差<sup>[4]</sup>,故其骨折术后易发生延迟愈合、不愈合<sup>[5]</sup>。据文献报道,髓内钉固定术后延迟愈合率高于接骨板<sup>[2,6]</sup>,因此首选锁定接

骨板治疗胫骨中下段关节外骨折。尽管如此,该类型骨折术后延迟愈合仍不可避免。回顾性分析 2013 年 1 月至 2018 年 12 月收治因胫骨中下段关节外骨折行锁定接骨板螺钉内固定,且获得完整随访资料的患者共 135 例,探讨其中 13 例术后骨折延迟愈合病例的危险因素,报道如下。

## 1 资料与方法

### 1.1 病例选择

纳入标准:胫骨中下段闭合性或开放性骨折患

通讯作者:周毅强 E-mail:2452037229@qq.com

Corresponding author:ZHOU Yi-qiang E-mail:2452037229@qq.com

者;年龄>18 周岁。排除标准:Pilon 骨折(即关节内骨折);全身多发骨折或合并其他系统损伤,可能影响研究结果的患者;使用髓内钉系统或外固定架治疗的;术后失访患者予以剔除。

## 1.2 一般资料

2013 年 1 月至 2018 年 12 月共收治 337 例胫骨中下段骨折,排除或剔除 202 例(包括 Pilon 骨折 62 例,全身多发骨折或合并其他系统损伤 18 例,髓内钉或外固定架治疗 71 例,术后失访 51 例),最终入组 135 例,男 85 例,女 50 例;年龄 19~80 岁;左侧 68 例,右侧 67 例;AO 分型<sup>[7]</sup>,42A 型 81 例,42B 型 31 例,42C 型 4 例,43A 型 19 例;低能量损伤 44 例,高能量损伤 91 例;有吸烟史 21 例,无吸烟史 114 例;闭合骨折 112 例,开放骨折 23 例;闭合复位 43 例,断端有限切开复位 92 例;合并腓骨骨折 114 例,单纯胫骨骨折 21 例;贫血 15 例,无贫血 120 例;糖尿病 8 例,无糖尿病 127 例;无骨质疏松 122 例,骨质疏松 13 例;术前准备时间 0~22 d;住院天数 3~75 d。

## 1.3 治疗方法

**1.3.1 术前处理** 除急诊手术外所有患者入院后常规跟骨牵引,并常规予止痛、冰敷、抬高患肢等处理,待肿胀消退、软组织情况允许后择期手术治疗。

**1.3.2 手术方法** 所有患者采用腰硬联合麻醉。合并腓骨下段或外踝骨折者先做小腿外侧纵行切口,显露骨折端后,清除嵌入断端的骨膜、软组织、血肿后复位,使用锁定接骨板、螺钉进行固定,冲洗后逐层缝合关闭切口。

闭合复位组患者先施行胫骨骨折手法复位,C 形臂 X 线透视见骨折复位基本满意后,点状复位钳钳夹维持复位,从内踝向近端纵行切开约 3 cm,保护好大隐静脉,沿此切口向近端插入接骨板,沿螺钉孔位置做 1~2 处小切口,骨折远、近端各 3~5 枚锁定螺钉固定,C 形臂 X 线透视确定接骨板位置、螺钉长度合适后冲洗切口,逐层缝合关闭切口。

有限切开复位组患者以胫骨断端为中心切开皮肤约 3 cm,显露骨折端后,清除嵌入断端的骨膜、软组织、血肿后复位,使用 1~2 枚皮质骨螺钉垂直骨折线作为拉力螺钉固定断端,C 形臂 X 线透视见骨折解剖复位后插入接骨板,沿螺钉孔位置做 1~2 处小切口,骨折远、近端各 3~5 枚锁定螺钉固定,C 形臂 X 线透视确定接骨板位置、螺钉长度合适后冲洗切口,逐层缝合关闭切口。

**1.3.3 术后处理** 所有患者术后麻醉恢复后即刻开始行踝泵功能锻炼。术后 1~2 d 换药并复查 X 线片,术后约 1 周肿胀消退后嘱患者扶拐患肢不负重行走。所有患者常规口服非甾体抗炎药(nonsteroidal

antiinflammatory drugs,NSAIDs)消炎止痛,指导患者进行循序渐进的膝关节、踝关节功能锻炼。

## 1.4 观察项目与方法

出院时嘱患者术后 1、3、6、12 个月规律门诊复诊,视骨折愈合情况决定患肢去拐负重时间。以术后 6 个月作为时间界限,判断是否为骨折延迟愈合<sup>[6,8]</sup>。

## 1.5 统计学处理

使用 SPSS 20.0 软件进行统计分析。首先进行单因素分析:定性资料使用 $\chi^2$  检验或 Fisher 确切检验,定量资料根据是否符合正态分布使用方差分析或独立样本秩和检验;再将单因素分析结果有显著性的因素作为协变量进行多元 Logistic 回归分析,从而明确骨折延迟愈合的危险因素。以  $P<0.05$  为差异有统计学意义。

## 2 结果

### 2.1 单因素分析结果

本组 135 例患者中骨折如期愈合 122 例,延迟愈合 13 例,总体骨折延迟愈合率 9.63%。骨折延迟愈合的 $\chi^2$  检验与单因素方差分析结果见表 1,其中年龄、是否吸烟、复位方式、是否贫血、术前准备时间与骨折延迟愈合有关。

### 2.2 多因素分析结果

进一步将上述  $P<0.05$  的 5 个因素作为协变量进行二元 Logistic 回归分析,结果见表 2、表 3。可知年龄( $P=0.006, OR=0.849$ )、是否吸烟( $P=0.001, OR=0.020$ )、复位方式( $P=0.009, OR=23.924$ )、是否贫血( $P=0.005, OR=0.016$ )是骨折延迟愈合的独立影响因素。

13 例骨折延迟愈合病例,年龄 20~53 岁。统计不同年龄段中骨折延迟愈合发生率并绘制成柱状图见图 1,可见随年龄递增骨折延迟愈合发生率逐渐下降。

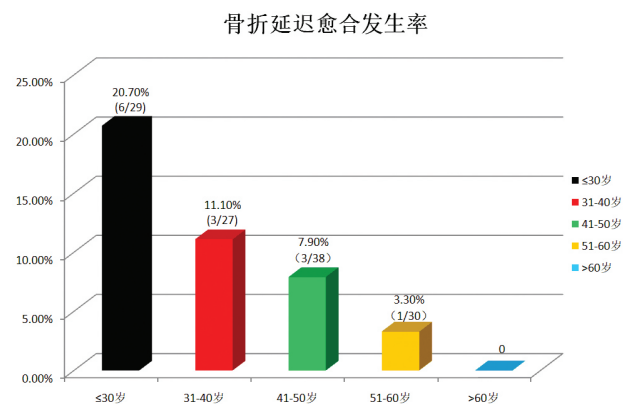


图 1 不同年龄段患者骨折延迟愈合发生率示意图

Fig.1 Incidence of delayed union in patients of different ages

表 1 骨折延迟愈合单因素分析结果  
Tab.1 Results of univariate analysis of delayed union

因素	正常愈合组 (例数=122 例)	延迟愈合组 (例数=13 例)	检验值	P 值	因素	正常愈合组 (例数=122 例)	延迟愈合组 (例数=13 例)	检验值	P 值
性别/例			$\chi^2=0.036$	0.849	是否开放骨折/例			$\chi^2=0.308$	0.579
男	76	9			否	100	12		
女	46	4			是	22	1		
年龄/岁	45.00(22.00)*	34.23±9.58**	Z=-2.668	0.008	复位方式/例			$\chi^2=4.425$	0.035
伤侧/例			$\chi^2=0.718$	0.397	闭合复位	35	8		
左侧	60	8			有限切开复位	87	5		
右侧	62	5			是否合并腓骨骨折/例			$\chi^2=0.000$	1.000
AO 分型/例			$\chi^2=4.377$	0.181	否	19	2		
42A	76	5			是	103	11		
42B	25	6			是否贫血/例			$\chi^2=14.175$	<0.001
42C	4	0			否	113	7		
43A	17	2			是	9	6		1.000***
损伤机制/例			$\chi^2=2.902$	0.088	是否糖尿病/例				
低能量损伤	43	1			否	114	13		
高能量损伤	79	12			是	8	0		
是否吸烟/例			$\chi^2=27.191$	<0.001	是否骨质疏松/例			$\chi^2=0.553$	0.457
否	110	4			否	109	13		
是	12	9			是	13	0		
					术前准备时间(x±s)/d	7.38±3.71	8.23±4.25	t=-2.054	0.042
					住院天数/d	22.54±4.20**	20.00(15.00)*	Z=-0.291	0.771

注: \*为中位数 M(QR), \*\*为均数±标准差(x±s), \*\*\*为 Fisher 确切检验

表 2 回归分析中分类变量编码  
Tab.2 Classification variable coding in regression analysis

变量	赋值	频数	参数编码
是否贫血	否	120	1
	是	15	0
复位方式	闭合复位	43	1
	有限切开复位	92	0
是否吸烟	否	114	1
	是	21	0

### 3 讨论

骨折愈合是一个复杂的过程, 需要多种细胞和

分子因素的协同作用, 才能达到骨性愈合<sup>[9]</sup>。近来文献报道锁定接骨板治疗胫骨中下段骨折术后延迟愈合率为 8.3%~36.0%<sup>[1,5-6]</sup>, 但上述研究并未对骨折延迟愈合的发病危险因素进行详细阐述。

目前, 公认的影响骨折愈合的因素包括糖尿病<sup>[9-10]</sup>、吸烟<sup>[11]</sup>、使用 NSAIDs 类药物<sup>[12]</sup>、贫血<sup>[13]</sup>、高能量损伤<sup>[14]</sup>等。其中吸烟、贫血 2 项危险因素本研究已再次证实。由于本组病例中所有患者围手术期使用 NSAIDs 类药物消炎镇痛治疗, 故未将其列为可能的危险因素进行讨论; 而糖尿病经单因素检验  $P>0.05$ , 提示糖尿病不是骨折延迟愈合危险因素, 这可能与本组病例以中、青年患者为主, 糖尿病发病率较

表 3 骨折延迟愈合多元 Logistic 回归分析结果  
Tab.3 Results of binary Logistic regression analysis

变量	偏回归系数	标准误	Walds $\chi^2$ 值	P 值	OR 值	95%CI	
						下限	上限
年龄	-0.164	0.060	7.544	0.006	0.849	0.755	0.954
是否吸烟	-3.901	1.151	11.477	0.001	0.020	0.002	0.193
复位方式	3.175	1.215	6.826	0.009	23.924	2.210	258.943
是否贫血	-4.136	1.477	7.845	0.005	0.016	0.001	0.289
术前准备时间	0.024	0.119	0.042	0.838	1.025	0.811	1.294

低有关。

### 3.1 年龄与骨折延迟愈合

关于年龄与骨折愈合的关系目前文献报道存在较多争议。多数临床及基础研究均认为高龄患者易发生骨折延迟愈合、不愈合<sup>[15-18]</sup>。但有研究表明,年龄对成年人骨折临床愈合时间并没有影响<sup>[19]</sup>。但又有研究<sup>[20-22]</sup>得出相反的结论。MILLS 等<sup>[20]</sup>对 2005 年至 2010 年期间在苏格兰住院接受骨不连治疗的 4 895 例住院患者进行分析,结果显示按年龄划分总体发病率高峰在 30~40 岁。他们的另一项前瞻性研究则发现老年人骨折不愈合发生率最低<sup>[21]</sup>。LEOW 等<sup>[22]</sup>报道了 217 例髓内钉治疗胫骨骨折的病例,共有 30 例患者(14%)骨折延迟愈合,16 例患者(7%)发生骨不连,其中 25~55 岁年龄段骨不连风险最高。

本研究中回归分析显示年龄  $P=0.006$ ,  $OR=0.849$ ,即在校正吸烟、骨折复位方式、贫血等 3 项混杂因素后,低龄仍是骨折延迟愈合的危险因素,图 1 显示  $\leq 30$  岁患者术后骨折延迟愈合发病率高达 20.70%。鉴于年龄是不可控因素,当收治低龄胫骨中下段骨折患者时,术前有必要详细告知患方该项危险因素,可能在一定程度上降低医疗纠纷风险。

### 3.2 复位方式与骨折延迟愈合

文献报道间接复位经皮微创接骨板系统(minimally invasive percutaneous plate osteosynthesis, MIPPO)治疗胫骨远端关节外骨折疗效确切,术中软组织损伤小、切口并发症少<sup>[23]</sup>,且术后骨不连发生率低于切开复位内固定<sup>[24]</sup>。但本研究却得出了相反的结果:本研究回归分析显示采用闭合复位内固定治疗时,闭合复位是骨折延迟愈合的危险因素。在 ABBOUD 等<sup>[5]</sup>的研究中:16 例接受切开复位和接骨板治疗的患者术后延迟愈合发生率为 12.5%,而 25 例接受闭合复位桥接接骨板治疗的患者术后延迟愈合发生率高达 36.0%。笔者推测这可能是由于胫骨中下段关节外骨折多为螺旋形,MIPPO 术中并未对嵌入断端内的筋膜、骨膜等软组织进行清理,无法有效纠正断端分离、旋转移位<sup>[25]</sup>,骨折断端间隙较大,故术后骨折愈合速度较慢。

WENGER 等<sup>[26]</sup>报道了 57 例胫骨中下段骨折病例,其中 40 例使用拉力螺钉联合中和接骨板(lag screw and neutralisation plate, LSN)内固定,另外 17 例使用闭合复位桥接接骨板(bridge plate, BP)内固定。LSN 组骨折愈合中位时间 19 周,而 BP 组骨折愈合中位时间 27 周,差异有统计学意义,这一结果与本研究结果类似,笔者认为小切口复位并置入拉力螺钉联合中和接骨板治疗胫骨中下段骨折可显著加快骨折愈合速度。

综上所述,低龄、吸烟、闭合复位、贫血是锁定接骨板治疗胫骨中下段关节外骨折术后延迟愈合的危险因素。因此,对于胫骨中下段骨折患者,医生术前应详细告知患方相关危险因素,入院后尽快纠正贫血并告知患者应即刻戒烟;同时应该采用有限切开复位法行内固定手术,以期降低术后骨折延迟愈合发生率。

### 参考文献

- [1] MALHOTRA R, GOH A Q Y, GARDNER A W. Posterolateral plating of distal Tibia fractures: extending the use of a familiar approach [J]. Indian J Orthop, 2021, 55(Suppl 2): 426-435.
- [2] BLEEKER N J, VAN VEELEN N, VAN DE WALL B, et al. MIPO vs. nail for extra-articular distal tibia fractures and the effect of intra-operative alignment control [J]. Br J Surg, 2021, 108(Supplement\_4): znanb202.057.
- [3] RAINA G S, GUPTA S, AZHARUDDIN M, et al. Functional results of compound extra articular tibial pilon fractures managed with hybrid external fixator [J]. Int J Res Orthop, 2021, 7(3): 472.
- [4] QASEM F H, AHMED K E, ISLAM M S, et al. Management of fractures of the distal third of Tibia by distal tibial locking plate by MIPO technique [J]. Mymensingh Med J, 2021, 30(1): 148-153.
- [5] ABBOUD A, MASROUHA K, HANNA T, et al. Union following biological and rigid fixations of distal Tibia extra-articular fractures [J]. Arch Bone Jt Surg, 2020, 8(2): 162-167.
- [6] TAHIR M M, KHAN D N, CHAUDHRY M E A, et al. RETRACTED: a multicentre randomized controlled trial comparing plating with intramedullary nailing for extra-articular distal tibial fractures [J]. Injury, 2021, 52(1): 19-25.
- [7] BUCKLEY R E, MORAN C G, APIVATTHAKAKUL T, eds. AO Principles of Fracture Management [M]. Stuttgart: Georg Thieme Verlag, 2018.
- [8] WESTGEEST J, WEBER D, DULAI S K, et al. Factors associated with development of nonunion or delayed healing after an open long bone fracture: a prospective cohort study of 736 subjects [J]. J Orthop Trauma, 2016, 30(3): 149-155.
- [9] TANNER M, VLACHOPOULOS W, FINDEISEN S, et al. Does age influence the outcome of lower limb non-union treatment? A matched pair analysis [J]. J Clin Med, 2019, 8(9): 1276.
- [10] FALFUSHYNSKA H I, HORYN O I, POZNANSKY D V, et al. Oxidative stress and thiols depletion impair tibia fracture healing in young men with type 2 diabetes [J]. UkrBiochemJ, 2019, 91(6): 67-78.
- [11] SARDESAI N R, GASKI G E, GUNDERSON Z J, et al. Base Deficit  $\geq 6$  within 24 h of Injury is a risk factor for fracture nonunion in the polytraumatized patient [J]. Injury, 2021, 52(11): 3271-3276.
- [12] GEORGE M D, BAKER J F, LEONARD C E, et al. Risk of nonunion with nonselective NSAIDs, COX-2 inhibitors, and opioids [J]. J Bone Joint Surg Am, 2020, 102(14): 1230-1238.
- [13] LICHTHE P, KOBBE P, PFEIFER R, et al. Impaired fracture healing after hemorrhagic shock [J]. Mediators Inflamm, 2015, 2015: 132451.
- [14] ROY D, RAMSKI D, MALIGE A, et al. Injury patterns and outcomes associated with fractures of the native distal femur in adults [J]. Eur J Trauma Emerg Surg, 2021, 47(4): 1123-1128.

- [15] FOULKE B A, KENDAL A R, MURRAY D W, et al. Fracture healing in the elderly: a review[J]. *Maturitas*, 2016, 92:49–55.
- [16] CLARK D, NAKAMURA M, MICLAU T, et al. Effects of aging on fracture healing[J]. *Curr Osteoporos Rep*, 2017, 15(6):601–608.
- [17] CLARK D, BRAZINA S, YANG F, et al. Age-related changes to macrophages are detrimental to fracture healing in mice[J]. *Aging Cell*, 2020, 19(3):e13112.
- [18] KETATA H, KHARRAT M, DAMMAK M. Modeling age-related changes in the mechanical behavior of the fracture-fixed human tibia bone during healing[J]. *Med Eng Phys*, 2020, 81:77–85.
- [19] WOLLSTEIN R, TROUW A, CARLSON L, et al. The effect of age on fracture healing time in metacarpal fractures[J]. *Hand*, 2020, 15(4):542–546.
- [20] MILLS L A, SIMPSON A H. The relative incidence of fracture non-union in the Scottish population (5.17 million): a 5-year epidemiological study[J]. *BMJ Open*, 2013, 3(2):e002276.
- [21] MILLS L A, AITKEN S A. The risk of non-union per fracture: current myths and revised figures from a population of over 4 million adults[J]. *Acta Orthop*, 2017, 88(4):434–439.
- [22] LEOW J M, CLEMENT N D, SIMPSON A H W R. Application of the Radiographic Union Scale for Tibial fractures (RUST): assessment of healing rate and time of tibial fractures managed with intramedullary nailing[J]. *Orthop Traumatol Surg Res*, 2020, 106(1):89–93.
- [23] KHALIFA A, ABDEL-DAYM T A, TAMMAM H, et al. Conventional open reduction and internal fixation (ORIF) compared to minimally invasive plate osteosynthesis (MIPO) for treatment of extra-articular distal Tibia fractures—a prospective randomized trial[J]. *Orthop Rheum Open Access J*, 2019, 13(4):82–87.
- [24] TIAN R F, ZHENG F, ZHAO W, et al. Prevalence and influencing factors of nonunion in patients with tibial fracture: systematic review and meta-analysis[J]. *J Orthop Surg Res*, 2020, 15(1):377.
- [25] CEPNI S, YAMAN F, VEIZI E, et al. Does malrotation after minimally invasive plate osteosynthesis treatment of distal Tibia metaphyseal fractures effect the functional results of the ankle and knee joints[J]. *J Orthop Trauma*, 2021, 35(9):492–498.
- [26] WENGER R, OEHME F, WINKLER J, et al. Absolute or relative stability in minimal invasive plate osteosynthesis of simple distal meta or diaphyseal tibia fractures[J]. *Injury*, 2017, 48(6):1217–1223.

(收稿日期:2022-11-08 本文编辑:王玉蔓)