

## 胫骨逆行髓内钉在高危人群胫骨远端关节外骨折中的应用研究

熊远飞 刘晖 许遵营 张剑平 郑振华 高建廷 吴进

**【摘要】** 目的 探讨胫骨逆行髓内钉(retrograde tibial intramedullary nail, RTN)治疗高危人群胫骨远端关节外骨折(AO/OTA 43A)的疗效。方法 回顾性分析2019年1月至2022年12月在我院采用RTN治疗的13例高危人群(合并糖尿病、肾功能不全、高龄骨质疏松症、出血性水疱、酗酒、长期吸烟、精神分裂症、开放性骨折等中的一种或几种)胫骨远端关节外骨折的临床资料,男8例,女5例,年龄为(52.6±19.4)岁(16~85岁);记录术前等待时间、手术时间、住院时间等指标;术后定期随访记录并发症、拍摄X线片记录骨折愈合情况;采用美国足踝外科医师协会(American Orthopaedic Foot and Ankle Society, AOFAS)踝与后足功能评分系统评定踝关节功能。结果 13例病人术前等待时间为(7.1±1.7)天(5~10天),手术时间为(61.1±7.1) min(52~75 min),住院时间为(12.6±1.9)天(10~16天)。所有病人均获随访,随访时间为(13.8±2.3)个月(11~18个月)。末次随访时所有病人胫骨骨折愈合良好,骨折愈合时间为(5.0±0.7)个月(4~6个月),未出现内固定失效断裂、无术区持续性疼痛,AOFAS评分为(84.0±7.3)分(69~93分)。除2例病人出现手术切口浅表感染外,无其他相关并发症。结论 RTN是治疗高危人群胫骨远端关节外骨折的有效方式,具有固定牢固、并发症少、创伤和软组织激惹小、临床疗效好等优势。

**【关键词】** 胫骨远端骨折;胫骨逆行髓内钉;高危人群;并发症

胫骨远端骨折是临床中一种常见的骨折,约占所有胫骨骨折的10%<sup>[1]</sup>,成人全身骨折的1.5%<sup>[2]</sup>。胫骨远端周围软组织覆盖较少、皮肤张力较大、骨折部位在解剖上属于缺血区域且骨折位置靠近踝关节,导致骨折复位和固定困难,一直以来都是临床的棘手问题<sup>[3]</sup>。目前,锁定钢板和顺行交锁髓内钉是治疗胫骨远端关节外骨折的常用固定方式,然而这两种方式均存在一定的不足。例如,钢板固定对术区软组织要求较高,不适用于严重的软组织损伤或开放性骨折的病人,且容易出现手术切口愈合不良、感染等问题。交锁髓内钉虽然具有中心固定、切口小、创伤小和软组织激惹小等优点,但骨折对位对线不良及术后膝前疼痛等并发症也限制了其使用<sup>[4]</sup>。胫骨逆行髓内钉(retrograde tibial intramedullary nail, RTN)是一种针对胫骨远端骨折的新型微创内固定器械<sup>[5]</sup>,临床应用结果已取得了良好的疗效<sup>[6]</sup>。本研究旨在评估因伴有各种高危因素而选择RTN治疗的胫骨远端关节外骨折病人的临床疗效。

### 资料与方法

#### 一、纳入与排除标准

纳入标准:①明确诊断为AO/OTA分型43A型胫骨远端骨折,同时伴有各种高危因素,如糖尿病、肾功能不全、高龄骨质疏松症、出血性水疱、酗酒、长期吸烟、精神分裂症、开放

性骨折等中的一种或几种<sup>[7]</sup>;②随访时间不少于11个月;③年龄>16周岁,胫骨远端骨骺发育完全。

排除标准:①AO/OTA分型43B或C型胫骨远端骨折;②病理性骨折;③合并重要神经血管损伤;④术前术后存在下肢深静脉血栓;⑤随访资料不全者;⑥合并同侧胫骨干或胫骨近端骨折;⑦重要脏器损伤病人。

#### 二、一般资料

本研究共纳入13例病人,其中男8例,女5例;年龄为(52.6±19.4)岁(16~85)岁;扭伤3例,重物砸伤2例,高处坠落伤3例,车祸伤5例。所有病人术前均拍摄踝关节和胫腓骨正侧位及CT三维重建检查,评估骨折情况,其中开放性骨折3例,闭合性骨折10例。根据Gustilo分型:Ⅱ型2例,ⅢA型1例;根据AO/OTA分型:43A1型6例,43A2型5例,43A3型2例。身体质量指数(body mass index, BMI)等其余一般资料详见表1。

#### 三、术前准备

10例闭合骨折病人和2例Gustilo Ⅱ型开放性骨折病人(清创缝合术后)均行跟骨结节牵引。1例Gustilo ⅢA型开放性骨折病人入院当天行清创缝合术和外固定架临时固定术。鼓励病人进行踝关节泵运动,促进肢体肿胀消退。术前行彩超检查排除深静脉血栓形成。待病人全身和局部情况稳定后,再行手术治疗。受伤至手术时间为(7.1±1.7)天(5~10)天。

#### 四、手术过程

采用腰硬联合麻醉或全身麻醉。对于伴有腓骨骨折的病人,若腓骨骨折线距离下胫腓前韧带在8 cm之内,则先行腓骨骨折固定后再行胫骨远端骨折固定。如腓骨骨折线距

DOI: 10.3969/j.issn.1674-8573.2024.01.014

作者单位:联勤保障部队第909医院暨厦门大学附属东南医院骨科,福建漳州 363000

通信作者:吴进, E-mail: wujin1983@xmu.edu.cn

表 1 13 例病人一般资料

序号	性别	年龄 (岁)	伤侧	BMI (kg/m <sup>2</sup> )	受伤机制	骨折类型	骨折分型 (Gustilo/AO/OTA)	高危因素	合并损伤
1	男	63	右侧	19	车祸伤	闭合骨折	43A1	高龄骨质疏松、高血压、糖尿病	脑震荡、同侧腓骨骨折
2	女	85	右侧	16	扭伤	闭合骨折	43A2	高龄骨质疏松、糖尿病	-
3	男	43	右侧	22	车祸伤	闭合骨折	43A1	长期吸烟、心梗术后	同侧腓骨骨折
4	男	52	右侧	25	高处坠落伤	闭合骨折	43A2	慢性肾功能不全、糖尿病、高血压	肋骨骨折、血气胸
5	女	55	左侧	18	扭伤	闭合骨折	43A1	血性水疱、缺血性脑卒中	同侧腓骨骨折
6	男	57	右侧	32	高处坠落伤	开放骨折	Gustilo II/43A2	酗酒、长期吸烟、慢性阻塞性肺病	-
7	女	36	右侧	24	车祸伤	闭合骨折	43A1	血性水疱、软组织广泛挫伤	同侧腓骨骨折
8	男	54	左侧	23	重物砸伤	闭合骨折	43A2	尿毒症、中度贫血	对侧跟骨骨折
9	男	58	右侧	25	高处坠落伤	闭合骨折	43A1	精神分裂症、冠心病	同侧腓骨骨折
10	男	16	左侧	26	车祸伤	开放骨折	Gustilo II/43A3	血性水疱、软组织广泛挫伤	同侧股骨、腓骨骨折
11	男	45	右侧	24	重物砸伤	闭合骨折	43A2	酗酒、糖尿病	-
12	女	59	左侧	26	车祸伤	开放骨折	Gustilo III A/43A3	高血压、高胆固醇血症、骨质疏松症	同侧腓骨骨折
13	女	62	左侧	20	扭伤	闭合骨折	43A1	高龄骨质疏松、慢性阻塞性肺病	同侧腓骨骨折

离下胫腓前韧带超过 8 cm, 仅行胫骨远端骨折固定。病人取仰卧位, 使用下肢撑开器在“C”型臂 X 线机透视下先行闭合复位。若闭合复位失败, 则在骨折断端处取一小切口辅助复位。复位满意后采用中钳临时固定。于内踝尖处取一纵行切口约 2~3 cm, 锐性分离软组织, “C”型臂 X 线机透视下确认进针点在正位片上均位于内踝的中点。接下来置入导针, 确保导针的方向在正位片上与内踝关节面平行, 侧位片上处于胫骨解剖轴。开口钻经导针开口, 随后插入空心锥至胫骨干的骨髓腔, 建立骨隧道。选择并安装合适直径和长度的逆行髓内钉(厦门大博公司), 直到末端与内踝皮质齐平。透视下再次确认骨折复位情况与髓内钉的位置。通过瞄准器置入 3 枚远端松质骨横锁钉和 2 枚近端皮质骨横锁钉, 最后拧紧尾帽。

#### 五、术后处理

术后给予消炎、镇痛等对症治疗。指导病人等长收缩和膝、踝屈伸功能锻炼, 预防血栓形成和肌肉萎缩。

#### 六、观察指标

观察术后是否有并发症的发生, 包括内固定物失效或断裂, 术区感染和是否持续疼痛; 定期复查记录骨折愈合时间; 末次随访采用美国足踝外科医师协会(American Orthopaedic Foot and Ankle Society, AOFAS)踝与后足功能评分系统评价踝关节功能, 90~100 分为优, 75~89 分为良, 50~74 分为可, 50 分以下为差。

### 结 果

病人手术时间为(61.1±7.1) min(52~75 min), 住院时间为(12.6±1.9)天(10~16 天)。所有病人都获随访, 随访时间为(13.8±2.3)个月(11~18 个月); 骨折全部愈合, 愈合时间为(5.0±0.7)个月(4~6 个月); 无内固定失效或断裂, 无术区持续疼痛。除 2 例病人出现手术切口浅表感染外, 无其他并发症, 末次随访 AOFAS 评分为(84.0±7.3)分(69~93)分, 优良率

为 84.6%, 见表 2。典型病例见图 1、2。

### 讨 论

胫骨远端干骺端骨折通常为高能量损伤并伴有广泛的软组织损伤, 特别是在合并各种高危因素病人中。因其在受伤前就存在术区皮肤软组织菲薄、骨质疏松、骨折区域血供减少, 骨骼、软组织愈合能力差等情况, 无疑增加了治疗难度和术后并发症的风险<sup>[8-9]</sup>。目前, 胫骨远端干骺端骨折的主流治疗方式为切开复位钢板内固定和顺行髓内钉内固定两种方式。许多研究表明, 两者的总体疗效没有显著差异<sup>[10]</sup>。然而, 钢板固定对软组织条件要求更高。尽管经皮微创钢板固定可以减少软组织剥离, 但软组织并发症的问题依旧居高不下, 尤其是在各种高危病人人群中。近年来, 随着新型顺行髓内钉的发展和引进, 髓内钉的远端允许 2 枚以上锁钉, 增加了骨折固定的稳定性, 其适应证已扩展到胫骨远端骨折并取得了满意的效果。然而, 由于胫骨远端髓腔较大, 容易使髓内钉产生“钟摆效应”, 导致骨折复位不良和缺乏稳定性, 畸形愈合和延迟愈合发生率高于钢板固定<sup>[11]</sup>。因此, 顺行髓内钉治疗胫骨远端骨折通常需要结合阻挡螺钉<sup>[11-12]</sup>等复位技术, 这就增加了复位难度和固定的技术要求, 增加了手术时间和术中透视的次数。此外, 它对膝关节也会造成一些不良影响, 如膝前疼痛、活动受限等<sup>[13]</sup>。

Kuhn 等<sup>[14]</sup>报道了一种针对胫骨远端关节外骨折和部分简单关节内骨折的新型髓内钉——RTN, 它具有远端弯曲似香蕉形的主钉和两端多枚交锁钉, 能够形成多轴向固定, 生物力学和临床应用均取得了满意的结果。在本研究中, 我们纳入 13 例高危人群胫骨远端关节外骨折病人, 均采用 RTN 进行治疗, 也取得了良好的效果, 除 2 例病人出现手术切口浅表感染外, 无其他并发症。

总结既往文献和我们初步的临床应用, 我们认为 RTN 具有一些独特的优势: ①在生物力学方面, 与顺行髓内钉相比,

表2 13例病人住院和随访资料

序号	术前等待时间(天)	手术时间(min)	住院时间(天)	随访时间(月)	骨折愈合时间(月)	AOFAS评分(分)	并发症
1	6	60	11	12	5	83	-
2	5	53	13	13	6	69	浅表感染
3	5	65	12	11	5	86	-
4	6	55	10	15	6	90	-
5	6	70	10	18	5	92	-
6	9	60	12	14	4	88	-
7	9	75	13	12	4	87	-
8	6	58	13	11	6	79	-
9	7	68	11	18	5	85	-
10	9	57	13	13	4	88	浅表感染
11	8	52	14	15	5	93	-
12	10	56	16	14	5	72	-
13	6	66	10	14	5	80	-



图1 病人,女,85岁,扭伤 a-d:术前影像学资料提示右胫骨远端关节外骨折(AO/OTA分型为43A2型),病人高龄、骨质疏松且伴有糖尿病,属于高危人群,故选择RTN内固定;e,f:术后即刻X线片;g,i:术后3个月复查,骨折线模糊;h-l:术后6个月X线片及三维CT复查,骨折已完全愈合

RTN具有更好的抗旋转能力和相似的轴向稳定性;②与胫骨远端内侧钢板相比,RTN具有更好的旋转和轴向稳定性<sup>[15]</sup>。众所周知,良好的生物力学稳定性是骨折愈合的必要条件之一,本组病人均顺利实现骨折愈合,且愈合过程中未出现力线丢失,这也反映了RTN的良好稳定性;③因为RTN具有远端弯曲的香蕉形状,更符合胫骨远端的解剖形态,且使用RTN进行骨折复位固定更简单、更方便。在本研究中,大部分病例只需辅助下肢撑开器就可恢复良好力线,只有少部分

需要辅助巾钳夹复位技术,术后随访X线片亦未出现胫骨远端成角畸形;④RTN以内踝尖端为进针点,避免了膝关节前疼痛。术后AOFAS评分结果显示其对踝关节功能也没有明显的影响。然而,RTN依旧可能存在远期踝关节疼痛和术区感染的风险,尽管本研究尚未出现相关并发症,但这仍需要更大的样本量和长期随访来验证;⑤由于RTN较短,其锁钉对准装置准确率较胫骨顺行髓内钉明显增高。本研究中所有病人锁钉均一次准确放置,明显减少了手术时间和透视

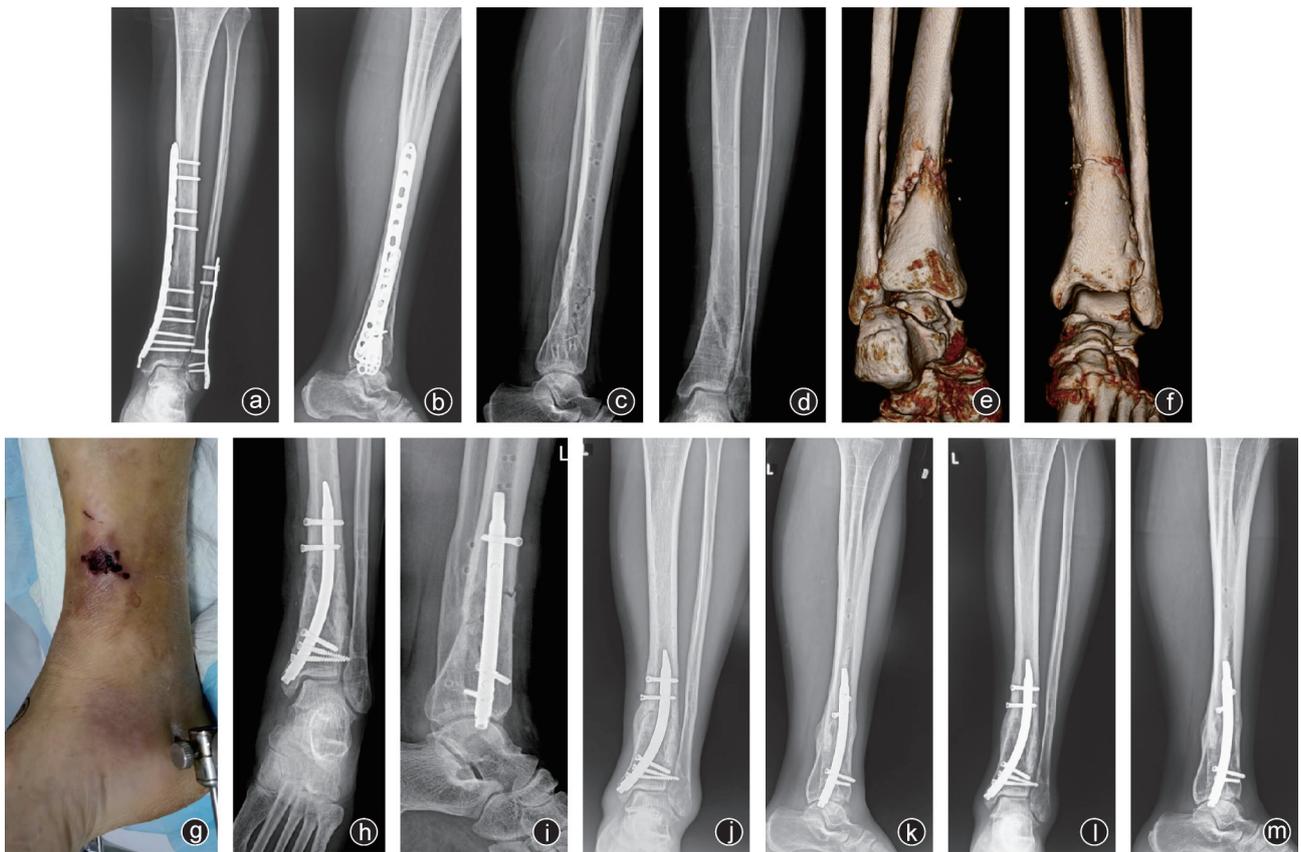


图2 病人,女,55岁 a,b:1年前曾因左胫腓骨远端骨折在外院行骨折切开复位内固定术,术后X线片;c~f:取出内固定后3周再次扭伤导致左胫骨远端关节外骨折(AO/OTA分型为43A1型);g:病人伴有缺血性脑卒中且术区出现血性水疱,属于高危人群,故选择RTN内固定;h,i:术后即刻X线片;j,k:术后3个月复查,骨折线模糊;l,m:术后5个月复查,骨折已完全愈合

次数。此外,较短的髓内钉不穿过胫骨干峡部,对骨髓腔的影响相对较小,这可能降低了脂肪栓塞的风险,特别是在合并肺损伤或多发伤的病人中<sup>[16]</sup>。

综上所述,我们认为对于高危人群胫骨远端关节外骨折,RTN是一种可靠的、安全的固定技术,具有固定牢固、并发症发生率低等优点。而若操作不当可能导致内踝骨折、可能存在远期踝关节疼痛和术区感染风险是其不足之处。此外本研究样本量较小,随访时间较短,需要进一步的大样本随机对照试验,对临床、放射学和功能结果进行长期随访,以确定上述结论。

### 参 考 文 献

[1] Akdemir M, Turan AC, Türken MA, et al. Comparison of open reduction and internal fixation with minimally invasive plating in the treatment of distal tibial fractures: a retrospective study[J]. Cureus, 2022, 14(3): e23144.

[2] 陈安富,唐旭东,黄凯. 髓内钉与钢板内固定治疗成人胫骨干远端骨折的疗效比较[J]. 中华创伤骨科杂志, 2019, 21(8): 706-709.

[3] 周琦,赵金坤,陆贝晨,等. 胫骨远端前外侧锁定加压接骨板治疗胫骨远端骨折[J]. 骨科, 2012, 3(1): 14-15.

[4] Neumann MV, Strohm PC, Reising K, et al. Complications after surgical management of distal lower leg fractures[J]. Scand J Trauma Resusc Emerg Med, 2016, 24(1): 146.

[5] Kuhn S, Appellmann P, Pairon P, et al. The retrograde tibial nail: presentation and biomechanical evaluation of a new concept in the treatment of distal tibia fractures[J]. Injury, 2014, 45 Suppl 1: S81-S86.

[6] 何敏,李正茂,谭文甫,等. 新型逆行胫骨髓内钉治疗胫骨远端骨折的初步疗效分析[J]. 中华创伤骨科杂志, 2022, 24(4): 334-338.

[7] Dabash S, Eisenstein ED, Potter E, et al. Unstable ankle fracture fixation using locked fibular intramedullary nail in high-risk patients[J]. J Foot Ankle Surg, 2019, 58(2): 357-362.

[8] Court-Brown CM, Duckworth AD, Clement ND, et al. Fractures in older adults. a view of the future?[J]. Injury, 2018, 49(12): 2161-2166.

[9] Ekegren C, Edwards E, De Steiger R, et al. Incidence, costs and predictors of non-union, delayed union and mal-union following long bone fracture[J]. Int J Environ Res Public Health, 2018, 15(12): 2845.

[10] Kariya A, Jain P, Patond K, et al. Outcome and complications of distal tibia fractures treated with intramedullary nails versus minimally invasive plate osteosynthesis and the role of fibula fixation[J]. Eur J Orthop Surg Traumatol, 2020, 30(8):1487-1498.

[11] Koller T, Mühlebach J, Livingston A, et al. The poller screw technique: a method of fine-tuning the reduction in locked nailing[J]. J Foot Ankle Surg, 2020, 59(3): 638-640.

[12] Moongilpatti Sengodan M, Vaidyanathan S, Karunanandaganapathy S, et al. Distal tibial metaphyseal fractures: does blocking screw extend the indication of intramedullary nailing?[J]. ISRN

Orthop, 2014, 2014: 542623.

- [13] Leliveld MS, Verhofstad MHJ, Van Bodegraven E, et al. Anterior knee pain and functional outcome following different surgical techniques for tibial nailing: a systematic review [J]. Eur J Trauma Emerg Surg, 2021, 47(3): 763-772.
- [14] Kuhn S, Appelman P, Pairo P, et al. Retrograde tibial nail: anatomical implantation and surgical feasibility study [J]. Acta Chir Orthop Traumatol Cech, 2015, 82(3): 203-208.
- [15] Kuhn S, Appelman P, Mehler D, et al. Retrograde tibial nailing: a minimally invasive and biomechanically superior alternative to angle-stable plate osteosynthesis in distal tibia fractures [J]. J

Orthop Surg Res, 2014, 9: 35.

- [16] Deleanu B, Prejbeanu R, Poenaru D, et al. Reamed versus unreamed intramedullary locked nailing in tibial fractures [J]. Eur J Orthop Surg Traumatol, 2014, 24(8): 1597-1601.

(收稿日期: 2023-10-30)

(本文编辑: 龚哲妮)

#### 引用格式

熊远飞, 刘晖, 许遵营, 等. 胫骨逆行髓内钉在高危人群胫骨远端关节外骨折中的应用研究 [J]. 骨科, 2024, 15(1): 71-75. DOI: 10.3969/j.issn.1674-8573.2024.01.014.