# 微创 MIPO 技术治疗胫骨远端骨折软组织损伤分析

陈盛

（仙桃市第一人民医院　湖北仙桃　433000）

【摘　要】胫骨远端骨折多由高能量暴力损伤所致，骨折位置表浅、皮下软组织覆盖薄弱，极易伴随皮肤挫伤、筋膜损伤、微循环破坏及软组织继发坏死，是临床骨折治疗中软组织并发症最高、预后最不稳定的骨折类型之一。微创经皮钢板内固定（MIPO）技术遵循生物学固定理念，以保护软组织血运、减少二次损伤为核心，通过间接复位、经皮通道置入内固定物，最大程度保留骨折周围软组织完整性。本文从胫骨远端解剖特点、骨折软组织损伤机制、MIPO 微创理念优势、软组织保护机制及临床应用价值等方面展开理论分析，探讨 MIPO 技术在胫骨远端骨折治疗中对软组织损伤的改善作用，为临床微创治疗提供理论依据。

【关键词】胫骨远端骨折；MIPO 技术；微创；软组织损伤；生物学固定

Analysis of Minimally Invasive MIPO Technique in the Treatment of Soft Tissue Injuries Associated with Distal Tibial Fractures

Chen Sheng

（Xiantao First People's Hospital, Xiantao, Hubei Province　433000）

[Abstract] Distal tibial fractures are often caused by high-energy trauma; due to their superficial location and thin subcutaneous soft tissue coverage, these fractures are highly susceptible to accompanying skin contusions, fascial injuries, microcirculatory disturbances, and secondary soft tissue necrosis. They represent one of the fracture types with the highest incidence of soft tissue complications and the most unstable prognosis in clinical fracture management. The Minimally Invasive Percutaneous Plate Internal Fixation (MIPO) technique adheres to the principle of biological fixation, with the core objectives of preserving soft tissue blood supply and minimizing secondary injury. By employing indirect reduction and percutaneous insertion of internal fixation devices, this technique maximizes the preservation of the integrity of the soft tissues surrounding the fracture site. This study conducts a theoretical analysis encompassing the anatomical characteristics of the distal tibia, the mechanisms of soft tissue injury in fractures, the advantages of the MIPO minimally invasive approach, the soft tissue protection mechanism, and the clinical application value, aiming to explore the role of MIPO technique in mitigating soft tissue injuries in the treatment of distal tibial fractures and to provide a theoretical basis for clinical minimally invasive interventions.

[Key words] distal tibial fracture; MIPO technique; minimally invasive; soft tissue injury; biological fixation

胫骨远端解剖结构特殊，前内侧缺乏肌肉覆盖，骨皮质紧贴皮下，软组织缓冲空间狭小，外力损伤后极易造成皮肤、皮下筋膜、骨膜及微血管网的广泛性损伤。高能量损伤所致胫骨远端骨折常合并闭合性软组织挤压伤、筋膜水肿、局部微循环障碍，若术中再次进行大范围切开、剥离，会严重破坏残余血运，导致软组织代偿能力进一步下降，引发术后皮肤坏死、切口裂开、感染、骨折延迟愈合等一系列并发症。随着骨科微创理念不断更新，以保护生物学环境为核心的 MIPO 技术逐渐成为胫骨远端骨折主流治疗方式，该技术摒弃传统直视下骨折暴露模式，依靠间接复位、桥接固定及经皮微创置入钢板，最大限度降低手术操作对软组织的二次创伤，契合胫骨远端骨折 “软组织优先保护” 的治疗原则。本文基于解剖学、生物力学及创伤修复机制，系统分析 MIPO 技术对胫骨远端骨折软组织损伤的保护优势与理论价值。

## 1 胫骨远端骨折软组织损伤解剖与病理机制

### 1.1 解剖薄弱性

胫骨远端作为胫骨干移行至踝关节的关键解剖区域，骨质由致密皮质骨逐渐向疏松干骺端骨过渡，力学结构相对薄弱，对外界剪切暴力、压缩暴力耐受度较低。相较于胫骨干中上段丰富的肌性覆盖，胫骨远端前内侧区域完全处于皮下潜行位置，无肌群、深筋膜缓冲结构保护，皮下脂肪层薄、皮肤张力高，局部血供体系单一且代偿能力极差。

该区域血供主要依赖骨膜纵向微血管链、皮下浅血管网及少量肌皮穿支血管，血管走行表浅、分支稀疏，一旦遭受外力挤压、剪切损伤，极易出现血管网广泛断裂、微循环灌注中断。同时，胫骨远端软组织间隙狭小，筋膜室顺应性低，创伤后轻微水肿即可造成间隙压力急剧升高，形成解剖层面

的损伤易感基础，这也是该部位骨折软组织并发症远高于其他下肢骨折的核心解剖诱因。

1.2 创伤后软组织病理改变

胫骨远端骨折多由坠落伤、交通暴力等高能量损伤引发，除骨性连续性中断外，常伴随闭合性“皮肤—筋膜—骨膜”多层次隐匿损伤。创伤瞬间的暴力传导会造成软组织钝性挫伤、筋膜纤维撕裂、微血管内皮损伤，即刻引发局部血管痉挛、通透性异常增高，大量炎性渗出液积聚于组织间隙，导致进行性肿胀、组织淤血及细胞缺氧。

创伤后局部会启动急性炎症级联反应，中性粒细胞、巨噬细胞大量浸润，释放氧自由基、炎症介质，进一步加重微血管痉挛与组织水肿，形成创伤水肿—缺血缺氧—炎症加重的恶性循环。若未得到有效保护，局部软组织会由可逆性水肿损伤进展为不可逆性细胞坏死，出现皮缘血运差、皮肤发黑、皮下组织液化等病理改变，严重破坏骨折修复的生物学微环境。

1.3 传统术式的软组织损伤缺陷

传统切开复位钢板内固定遵循 “解剖复位、绝对坚强固定” 的力学固定理念，需通过长段纵行切口大范围游离皮瓣，彻底剥离骨折端周围骨膜及软组织，充分暴露骨折断端以实现直视下复位。该操作模式虽可获得精准的骨性复位效果，但会直接破坏胫骨远端本就脆弱的微血管网络与骨膜血供系统，彻底中断骨折区域生理性血运供给。

大范围皮瓣剥离会造成皮下穿支血管广泛离断，导致术后皮肤、皮下组织处于缺血状态，叠加术前创伤所致的软组织损伤，形成原发创伤+手术二次创伤的双重损伤效应。同时，传统手术切口张力大、组织牵拉严重，术后筋膜室压力无法有效释放，进一步加重局部缺血缺氧，大幅提升切口感染、皮瓣坏死、瘢痕粘连、骨折延迟愈合等并发症发生率。

## 2 MIPO 微创技术的生物学固定理论基础

MIPO 技术核心为生物学固定理念，区别于传统机械性固定模式，该技术摒弃了绝对解剖复位的硬性要求，将保护骨折局部软组织完整性、维持微循环稳定、保留骨骼自然修复能力作为治疗核心，是现代创伤骨科精准微创理念的典型体现。其核心理论依托骨骼生物愈合规律与软组织损伤修复机制，具备完善的解剖与生物力学支撑。

骨折愈合的本质是软组织血运滋养下的骨痂重塑过程，骨膜、筋膜及周围软组织不仅是包裹结构，更是骨折修复的血运载体与力学稳定载体。MIPO 技术彻底改变传统手术“重骨骼、轻软组织”的治疗误区，依托间接复位原理，利用软组织自身的弹性张力、筋膜牵拉作用矫正骨折移位、成角及短缩畸形，无需暴露骨折断端、无需剥离骨膜结构，完整保留骨折区域的生物学稳态。

MIPO 桥接钢板固定模式可实现弹性稳定固定，钢板跨越骨折断端固定远近端骨干，无需对骨折端进行加压固定，既能够维持下肢力线连续性、规避剪切位移，又可为骨痂生长、软组织修复提供稳定且适度微动的生物环境，从理论根源上规避手术二次软组织损伤。

## 3 MIPO 技术对胫骨远端软组织的保护优势

3.1 保全皮肤及皮下软组织连续性

MIPO 技术采用远端小切口隧道式操作，仅在骨折远近端做有限微创切口，无需游离大面积皮瓣、无需剥离皮下筋膜，可完整保留皮肤浅血管网、皮下淋巴管及筋膜纤维的连续性。该操作最大程度降低皮肤张力损伤，避免大范围皮下淤血与缺血坏死，有效改善术后皮肤血运状态，降低切口不愈合、皮缘坏死、瘢痕增生等软组织并发症。微创切口位置可灵活避开挫伤严重的皮肤区域，能够优先保留受损区域残存的皮肤血运，避免在已经存在软组织挫伤的部位实施切开操作，进一步降低皮肤坏死风险。相较于传统手术的大范围组织破坏，微创隧道式操作对软组织的牵拉、挤压损伤极小，术后局部炎性反应轻微，水肿消退速度显著加快，可快速恢复皮肤软组织的屏障功能与生理活性。

3.2 完整保留骨膜血运与微循环体系

骨膜是胫骨远端骨折修复最核心的血运结构与成骨结构，传统手术的骨膜剥离操作会直接摧毁成骨细胞与血运通道，是导致软组织修复不良、骨折愈合延迟的关键诱因。MIPO 技术全程经皮隧道置入钢板，零骨膜剥离、零骨折端暴露，完整保留纵向骨膜血管链与局部微循环网络，持续为骨折区域提供血液灌注、营养供给及成骨因子，同时为软组织损伤修复提供充足血运支持，打破创伤后缺血缺氧的恶性循环。骨膜血管除参与骨痂生成外，还向表层皮下组织分支供血，保留骨膜完整性能够维持骨与软组织之间的血运互通，防止出现骨组织外露、创面经久不愈等棘手并发症。完整的骨膜血运不仅能够加速骨性愈合，更可维持软组织细胞活性，促进挫伤筋膜、皮下组织的修复再生，从根本上改善局部损伤预后。

3.3 降低筋膜室高压，阻断继发性软组织损伤

胫骨远端骨折术后筋膜室高压是诱发继发性软组织坏死的重要危险因素。传统手术创伤大、组织渗出多，术后筋膜间隙淤血、水肿严重，间隙压力持续升高，压迫微血管导致灌注障碍，造成进行性软组织缺血损伤。MIPO 微创手术组织损伤轻微，术中出血少、术后炎性渗出量低，软组织水

肿程度显著减轻，可有效维持筋膜室正常压力水平，避免高压压迫所致的微血管闭塞与组织坏死。较低的组织水肿水平能够减少筋膜室内代谢废物蓄积，减轻炎症介质持续释放，阻断组织缺血再灌注损伤进程，防止出现筋膜间室综合征等危重并发症。通过阻断水肿—高压—缺血坏死的继发性损伤通路，最大程度保护残余正常软组织，维持局部生理稳态。

3.4 减轻软组织粘连，保障远期关节功能

软组织广泛粘连、筋膜挛缩是胫骨远端骨折术后踝关节僵硬、活动受限的主要原因。传统手术大范围切开剥离会造成筋膜、肌腱、皮下组织广泛瘢痕化，纤维粘连严重，限制踝关节屈伸活动。MIPO 微创操作保留了软组织正常解剖层次与滑动结构，无大范围瘢痕组织生成，可最大程度规避筋膜粘连、软组织挛缩。局限的手术创面形成的瘢痕组织范围更小，很少与下方肌腱、骨皮质发生致密粘连，减少机械性卡压对踝关节活动度的限制。术后患者可早期开展无痛性功能锻炼，通过适度关节活动维持软组织弹性与滑动度，实现软组织修复与关节功能恢复的同步推进，大幅改善远期踝关节功能预后。

## 4 MIPO 技术治疗胫骨远端骨折的临床应用价值分析

4.1 胫骨远端骨折治疗的核心矛盾

胫骨远端骨折的治疗核心难点并非单纯骨性复位固定，而是创伤后复杂软组织损伤的修复与保护。胫骨远端特殊的解剖属性决定了其软组织耐受损伤阈值极低，任何过度的手术创伤都会打破局部修复平衡，导致软组织并发症高发，即使骨折实现解剖愈合，仍可遗留皮肤缺损、慢性疼痛、关节僵硬、创伤性关节炎等后遗症。传统手术以力学固定为核心，忽视生物学修复规律，无法适配胫骨远端软组织薄弱的损伤特点，临床应用存在明显局限性。多数高能量胫骨远端骨折入院时已存在隐性软组织损伤，等待软组织条件改善后延期手术会延长治疗周期，而早期传统切开手术极易诱发软组织坏死，使临床医师陷入治疗选择困境。

4.2 MIPO 技术在损伤平衡中的调节作用

MIPO 技术依托生物学固定理念，构建了 “软组织保护优先、骨性稳定为辅” 的科学治疗体系，通过微创入路、间接复位、桥接固定、保血运的综合优势，精准规避传统手术的各类软组织损伤缺陷，实现骨折稳定与软组织修复的双向兼顾。该技术放宽了手术时机的限制，在软组织肿胀高峰期，只要无绝对手术禁忌，便可开展微创手术，减少长时间制动带来的肌肉萎缩、血栓风险。同时间接复位模式不苛求完美解剖复位，重点维持下肢力线，契合现代创伤骨科“功能优先”的治疗目标，避免为追求局部骨块解剖对位而牺牲软组织血运。

4.3 卫生经济学与长期预后价值

从临床预后角度分析，MIPO 技术可有效降低各类软组织相关并发症发生率，缩短术后肿胀消退时间、创面愈合时间及整体康复周期，减少长期换药、创面修复、二期植皮等后续治疗成本。对于基层医疗机构而言，软组织并发症减少意味着降低创面护理、多次住院带来的医疗负担。同时，良好的软组织修复质量可为早期康复训练提供基础，有效规避废用性肌萎缩、关节僵硬等远期并发症，显著提升患者肢体功能恢复质量与生活自理能力，在高能量、粉碎性、合并重度软组织挫伤的复杂胫骨远端骨折中，具备不可替代的临床应用优势与推广价值。

## 5 结论

胫骨远端特殊的解剖结构决定了该部位骨折软组织脆弱、损伤复杂、术后并发症高发的临床特点。MIPO 微创经皮钢板内固定技术依托生物学固定理念，通过保护皮肤、筋膜、骨膜及微循环结构，显著降低手术对软组织的二次损伤，改善局部修复环境，减少术后软组织相关并发症，是目前治疗胫骨远端骨折最符合解剖生理、最适配损伤机制的微创术式。

未来随着微创器械升级、影像导航技术普及与加速康复理念的完善，MIPO 技术将在胫骨远端复杂骨折、粉碎性骨折及合并重度软组织损伤骨折中获得更广泛应用，进一步提升骨折与软组织的双重修复质量。

**参考文献：**

[1]王满医师，张伟.胫骨远端骨折软组织损伤机制及微创治疗进展 [J]. 骨科临床与研究杂志，2022,7 (4):278–282.
[2]刘建峰，李明.MIPO 技术治疗胫骨远端骨折的软组织保护机制研究 [J]. 中国骨与关节杂志，2023,12 (2):135–139.
[3]陈强，杨凯.生物学固定理念在胫骨远端骨折微创治疗中的应用价值 [J]. 创伤外科杂志，2022,24 (6):456–460.
[4]周明，胡亮.胫骨远端骨折软组织并发症危险因素分析 [J]. 中国矫形外科杂志，2023,31 (8):721–725.
[5]赵伟，徐涛.微创经皮钢板内固定对下肢骨折软组织损伤的改善效果 [J]. 临床外科杂志，2024,32 (1):98–101.
[6]黄俊，林晨.高能量胫骨远端骨折软组织损伤特点及治疗策略 [J]. 中华创伤骨科杂志，2021,23 (11):978–982.