

# 跟骨骨折内固定术后深部感染的危险因素及防治进展

张艳林<sup>1</sup> 李志强<sup>2</sup> (通讯作者)

1.承德医学院 河北 承德 067000

2.沧州市人民医院 河北 沧州 061000

**【摘要】**：跟骨骨折常因高能量创伤引起，目前主要通过手术切开、内固定或微创内固定等方法进行治疗，但其术后出现的深部感染往往会导致骨髓炎、内固定暴露、骨折不愈合，甚至需要截肢，从而极大地降低了患者的生活质量和肢体功能。深部感染具有隐蔽性强、病程迁延、易复发等特征，受患者自身、手术方式和围手术期等多方面因素综合影响。因此，本文拟对国内外最新的跟骨骨折手术相关深部感染风险因素、发病机理及防治策略等方面的研究进展进行综述，并深入探讨，以期为进一步减少跟骨手术后深部感染的发生、改善患者预后提供参考。

**【关键词】**：跟骨骨折；内固定术；深部感染；危险因素

DOI:10.12417/2705-098X.26.19.033

## 引言

跟骨是人体最大的跗骨，也是足部重要的承重骨骼，高能量跌落和碾压损伤容易造成跟骨粉碎或关节内骨折，并伴有重度的软组织损伤，其治疗关键在于解剖复位，牢固内固定，早期功能锻炼。近年来随着内固定技术、微创手术和手术机器人等技术的快速发展，跟骨骨折的治疗效果得到了显著提升（需补充具体数据或文献支撑），但由于其自身的解剖结构和病理特征，如血供薄弱、软组织覆盖差、损伤后肿胀严重以及手术创伤刺激等，术后发生深部感染成为严重的临床问题。与浅层伤口感染相比，深部感染累及筋膜、骨膜乃至骨骼，传统的抗生素治疗疗效不佳，容易发展为慢性骨髓炎，需二次手术取出内固定物，影响关节功能。目前国内外学者已在跟骨骨折手术后深部感染高危因素筛选、发病机理分析及围手术期防控措施的优选等方面进行了深入研究，各类新型微创手术方式及围手术期干预手段不断涌现。本文对深部感染风险因素体系、不同手术方式下的感染风险差异、新型防控技术的研发动态进行系统梳理，深入分析目前研究的不足，并对今后的研究进行创新性探索，为跟骨骨折的临床规范化、精准化防治奠定基础。

## 1 跟骨骨折内固定术后深部感染的危险因素研究现状

跟骨骨折术后深部感染是多因素共同作用的结果，与患者基础状况、骨折损伤特点、手术方法、围手术期管理和术后康复等多个方面密切相关。目前，国内外已有研究采用临床回顾性分析、风险模型构建和多因素回归分析等方法，对深部感染发病风险因素进行深入分析，阐明不同风险因素对疾病发生发展的影响及机理，为疾病的早期预测和针对性防治奠定基础。

艾洁等认为<sup>[1]</sup>，患者年龄、基础疾病、骨折严重程度、术后引流不良、换药不当是导致患者术后并发症和深部感染的主

要原因，而患者基础状况差和术后伤口处理不当均会增加深部组织感染的概率，多重因素的叠加作用则会使感染的危险性更大。综述分析认为，机体基础状态和术后伤口处理是预防和控制深部感染的根本，提示在临床工作中应加强对高风险患者的术前筛选和术后精细伤口的管理。

朱晨曦等<sup>[2]</sup>对接骨板内固定术进行了专题研究，发现手术持续时间、软组织损伤及骨折碎片化程度均与深部感染发生率有关，手术创伤越大、术中暴露越多，越易造成组织缺血缺氧及细菌定植，进而导致深部组织炎症侵袭和扩散。综述分析认为，开展微创手术，控制手术时长与病灶损伤，对手术过程进行优化，缩短手术时间，减少软组织二次伤害，具有重要意义。

张爱东等<sup>[3]</sup>研究发现，开放性跟骨骨折患者术后深部伤口感染发生率明显增高，营养不良和免疫功能失调是其发病的重要原因，营养失调使伤口愈合能力和抗菌功能下降，潜伏细菌大量繁殖，最终发展成深部感染。综述分析认为，应从机体的角度出发，从“整体-组织-细胞”三个层次，探索机体对深部感染的调节机制。

因此，目前的研究已经建立了覆盖系统基础、局部损伤、手术操作和术后管理的多维度风险因子系统。但现有研究主要集中于单个危险因素的独立研究，多因素间的相互作用机理研究尚不充分，深部感染的特异性风险模型的有效性研究尚不充分，需要深入整合多个危险因素，建立准确的术前风险预测系统。

## 2 不同手术入路与固定方式对深部感染的影响

不同的术式选择和不同的内固定方式对术后软组织损伤、伤口愈合有重要的影响。常规开放手术创伤大，软组织剥离多，易发生感染；微创机器人辅助手术具有创伤小、血供保护好等

优点,有助于减少术后伤口感染,因此,各种手术方式下的感染危险性比较研究已成为国内外研究的热点。

曾亮平等<sup>[4]</sup>对跗骨窦入路和扩大外侧“L”形入路进行了比较研究,认为常规扩大外侧“L”形入路剥离范围广,对跟骨外侧软组织血供造成较大损伤,导致手术后容易发生皮肤坏死和深部积液,进而导致深部感染。而跗骨窦入路手术是一种创伤小、软组织保护好手术方式,可以有效减少深部组织感染和坏死。综述分析认为,不同外科手术方式造成的损伤程度差异是导致感染的关键因素,证明有效保护局部血液供应,能够实现感染的预防和控制,为优化外科治疗方案奠定基础。

赵晓明等<sup>[5]</sup>在外侧“L”形切口钢板治疗中发现,手术过程中软组织牵拉和张力过高是引起伤口愈合不良和继发深部感染的主要原因,且手术过程中由于切口张力过大,容易引起皮肤边缘局部缺血、坏死,使病菌进入深部,从而产生隐性深部感染。综述分析认为,应深化对开放切口创伤机理的认识,明确切口张力、软组织血供及切口深部张力之间的关系,为开放外科术后软组织保护和切口减张治疗等提供重要的理论依据。

徐亮等<sup>[6]</sup>在研究中证实了跗骨窦入路在治疗跟骨关节内骨折方面的优越性,并提出了一种既能精确治疗骨性损伤,又能最大限度保持周围软组织完整的手术方式,从而达到从根源上减轻深部感染发生的目的。综述分析认为,应着眼于高风险群体,明确其对复杂性骨折的预防和治疗可行性,拓展其临床适应证。

罗鹰等<sup>[7]</sup>认为,与常规接骨板相比,海马接骨板与骨骼的贴合性更好,对组织的刺激更小,剥离范围更小,能显著降低患者的软组织炎症、深部感染和软组织坏死等并发症,更适合大部分闭合性跟骨骨折的微创手术。综述分析认为,应从手术方式和内固定材质的改进两个方面验证“小切口”的可行性,为临床上选择合适的内固定支架提供新的思路。

杨东等<sup>[8]</sup>针对该领域进行了前期研究,首次提出了基于机器人的经皮穿刺置钉技术,该技术定位精确,创伤小,避免了常规方法造成的大范围软组织创伤的缺点,明显减少了术后深部感染的危险性,并且可以通过模型预测,对并发症的发生率进行预测和评估,从而实现术前对感染的预警。综述分析认为,应将智能化手术与医院感染预防和治疗相融合,为实现智能化、精准化的微创治疗奠定基础,具有重要的理论意义和应用价值。

鲍沁蔚等<sup>[9]</sup>研究发现,复杂的跟骨骨折合并距下关节脱位属于损伤严重、软组织结构紊乱的复合骨折,其术后发生深部感染及关节粘连等并发症的可能性更大,需要有针对性地加强围手术期感染的防治,而不能照搬传统治疗方法。综述分析认为,针对特定的、复杂的骨折,识别其高风险的特点,为设计

个性化的预防和治疗方案奠定基础。

手术创伤大小、软组织保护程度、内固定方法及骨折损伤复杂程度等因素均是导致患者术后感染的主要因素,微创、智能化、精确化手术可从源头降低损伤程度,降低感染概率。然而,现有研究主要集中于手术效果和感染发生率的比较,缺少对各种手术方式引起感染的分子机制和组织修复机制的深入研究,同时对于复杂性关节内骨折、骨折脱位及开放性骨折的针对性防治措施的研究存在缺失。

### 3 跟骨骨折术后深部感染的围手术期防治策略研究进展

根据跟骨骨折患者的高危因素和致病特点,目前已经建立起术前危险度筛选、术中精确操作、术后物理干预、药物预防和伤口精细化管理等多个环节的防控体系,各类新的围手术期干预手段不断得到完善,明显提高了深部感染防控的有效性。

郑毓嵩等<sup>[10]</sup>研究发现,围手术期标准化冰敷能显著减少术后软组织肿胀、局部淤血和炎症渗出,减少局部组织坏死和深部感染,并通过物理方法缓解局部炎症,促进微循环恢复,是一种简便、安全、无创的基础防治方法。综述分析认为,应进一步完善围手术期物理防治体系,明确其对慢性炎症进程的影响机制,为其在临床上的推广应用奠定理论和技术基础。

根据已有的研究结果,将目前的防治体系划分为三个层次。第一层次为术前预防,以风险筛查和系统调理为主,对于老年、营养不良、糖尿病、免疫力低下的患者,术前要纠正营养失衡,控制好基础疾病,提高机体的免疫力,将基础疾病的影响降到最低。并根据骨折类型、损伤程度和软组织状况,选择合适的微创治疗方法,从根源上降低手术损伤。第二层次以微创操作、保护软组织、严格无菌操作、控制手术时间、减少多余组织分离为主,选择合适的微创内固定物,做到充分止血,减少积血积液,降低感染发生的风险。第三层次的防治包括:物理干预、伤口管理、抗感染治疗和早期监测。采用冰敷、加压包扎等方法减轻局部红肿,规范换药,保持伤口干燥和引流通畅,加强引流管理,对炎症指数进行动态监测,尽早发现隐匿的深部感染,实现早期干预和治疗的目的。

通过对目前防治相关研究梳理可以看到,目前的防治观念已经从传统的术后被动应对,转变为术前预测、术中损伤控制、术后干预的全过程主动防治。但是,现有的防治方案较为单一,未针对患者危险程度、骨折复杂性和手术方式的差异制定个体化防治策略,也缺少抗菌涂层材料和靶向抗感染研究,防治的精准性和创新性都有待提高。

### 4 创新研究思路与未来展望

通过多中心大样本前瞻性研究,结合免疫、营养、炎症指标,构建基于免疫、营养和炎症因子的术前风险评估模型,实现对患者术前进行准确风险分级。并开展相关的基础研究,探

究介导深部感染和组织炎症损伤的相关分子机理,为针对性的防治措施奠定理论基础。对比常规开放、跗骨窦微创、机器人辅助微创手术及不同内固定方式,明确不同术式对应的骨折分型、人群特点,建立不同程度外伤的外科治疗方案,尽可能减少术后医源性感染的发生。进一步完善复杂性关节内骨折、骨折脱位及开放性骨折的防治措施,弥补疑难病例防治研究的不足。融合术前危险分层、术中手术方式选择和术后康复特点,建立低风险、中风险、高风险三个层次的防治计划。对低风险组给予常规基础护理和物理干预;对中风险组加强营养支持,加强伤口管理,进行短期预防性抗感染治疗;对高危人群开展全程动态监测,靶向抗感染,免疫营养干预,个性化换药,从根本上解决防治方案同质化问题,提高防控的准确性。整合炎症标志物、影像学微观变化、伤口微循环等多个参数,建立深部感染的超早期预警系统,为隐匿感染的早期诊断和治疗提供科学依据。可采用抗菌涂层内固定、负压引流、富血小板血浆

修复等多种先进技术,并与常规物理治疗相结合,建立多学科融合的防控新方法,以降低术后感染发生率。

## 5 结语

跟骨骨折的深部感染是全身、局部、手术和管理等多因素综合作用导致的一种严重的并发症,与患者的基础营养免疫状况、骨折损伤程度、手术入路和固定方法以及围手术期护理等因素有关。目前,临床研究已经识别出其关键致病因子,并证明微创精确手术可从根源上减少其发生,术前筛查—术中损伤控制—术后物理干预—伤口处理一体化的防治体系已经形成,为感染的预防和治疗奠定了扎实的应用基础。建立精确的风险早期预测和分级防治体系,对“微创”和“多学科”的综合防控方法进行创新性的探索,建立覆盖术前、术中、术后的个体化防治策略,以进一步降低跟骨骨折术后深部感染发生率,提高患者的临床疗效和长期生存质量,促进骨科术后感染防治水平的提升。

## 参考文献:

- [1] 艾洁,朱颖,吴曼倩.跟骨骨折内固定术后并发症发生危险因素研究[J].浙江创伤外科,2025,30(7):1216-1218.
- [2] 朱晨曦,赵思瑶,刘铭瑶.跟骨骨折钢板内固定术后并发症危险因素分析[J].浙江创伤外科,2025,30(3):414-416.
- [3] 张爱东,曹雪霞,张卫立.跟骨开放性骨折术后切口感染危险因素及与机体免疫功能和营养状态的关系[J].中华医院感染学杂志,2024,34(22):3442-3446.
- [4] 曾亮平,徐斌武,蒋文锋.骨窦与扩大侧“L”入路治疗跟骨骨折的临床疗效分析[J].检验医学与临床,2023,20(16):2343-2347.
- [5] 赵晓明,吴战坡,黄金秀.外侧L形切口钢板内固定治疗跟骨骨折术后距下关节活动度的影响因素分析[J].中国骨与关节损伤杂志,2023,38(8):826-830.
- [6] 徐亮,崔邦胜,张翔,等.骨窦入路钢板内固定治疗跟骨关节内骨折的临床研究[J].热带医学杂志,2023,23(5):637-641.
- [7] 罗鹰,窦伟誉,吴小杭,等.微创海马钢板内固定治疗跟骨骨折并发症的影响因素[J].中国临床解剖学杂志,2024,42(1):83-88.
- [8] 杨东,王家洪,卿泉,等.机器人辅助下经皮空心螺钉内固定治疗跟骨骨折术后并发症影响因素及模型预测分析[J].机器人外科学杂志(中英文),2024,5(5):777-782.
- [9] 鲍沁蔚,刘亮,穆昕,等.切开复位治疗跟骨骨折伴跟股关节脱位的临床疗效及并发症的预测[J].中国中医骨伤科杂志,2024,32(11):42-47.
- [10] 郑毓嵩,黄森森.跟骨骨折围手术期冰敷预防术后皮肤感染坏死的效果分析[J].黑龙江中医药,2024,53(6):134-136.