

微创技术治疗跟骨骨折进展研究

邓 皓

景德镇市第一人民医院 江西景德镇 333000

摘要: 跟骨骨折作为最常见的跗骨骨折类型,在临床上具有重要的研究价值。据统计,跟骨骨折约占全身骨折的 2%,其中约 75% 为关节内骨折,这种类型的骨折往往伴随着较高的致残率。传统的切开复位内固定术虽然在骨折复位方面具有明显优势,但其存在的伤口并发症发生率高、术后恢复周期长等问题一直困扰着临床医师。近年来,随着微创理念的深入和医疗技术的进步,微创技术在跟骨骨折治疗中的应用范围不断扩大,治疗效果也得到显著提升。本文通过系统综述的方式,详细分析了经皮复位螺钉固定、距下关节镜技术、3D 打印辅助手术等微创技术在跟骨骨折治疗中的最新进展,并从临床疗效、适应证选择、技术要点等多个维度进行了深入探讨。研究表明,微创技术具有创伤小、恢复快、并发症少等显著优势,特别适用于 Sanders II、III 型骨折和软组织条件较差的患者群体。

关键词: 跟骨骨折; 微创技术; 距下关节镜; 3D 打印; 骨折固定

引言

跟骨作为人体足部最大的一块跗骨,在维持正常行走功能和负重平衡方面发挥着不可替代的作用。跟骨骨折多由高处坠落、交通事故等高能量损伤引起,这种损伤往往伴随着严重的功能障碍,严重影响患者的生活质量。传统的外侧“L”形切口手术方式虽然能够提供较好的手术视野,便于骨折复位,但其伤口并发症发生率高达 25%~30%^[1],包括切口愈合不良、皮肤坏死、感染等问题,这些并发症严重影响了患者的术后恢复和最终治疗效果。

近年来,随着微创理念在骨科领域的深入推广和手术技术的持续进步,微创治疗跟骨骨折已成为骨科医师重点关注和研究的方向。徐向阳等^[2]研究指出,微创手术不仅能有效降低软组织并发症的发生风险,还能更好地保护跟骨的血供系统,为骨折愈合创造更有利的生物学环境。本文旨在通过系统梳理微创技术治疗跟骨骨折的最新研究进展,为临床实践提供全面的理论依据和技术参考。

1 微创技术的发展历程

跟骨骨折的微创治疗经历了一个从简单到复杂、从单一技术到多元技术融合的发展过程。在微创技术发展的初期阶段,主要采用经皮撬拨复位结合克氏针固定等相对简单的技术手段,这些技术虽然操作简便,但在适应证选择和复位精度方面存在一定局限性。随着医疗技术的进步和手术器械的改进,逐渐发展出多种微创内固定方式和辅助技术,大大

拓展了微创技术的应用范围。

钟振东^[3]在其进行的数字解剖学研究中取得了重要发现,他通过精细的解剖学研究明确了跟骨周围存在的多个安全通道,这些研究成果为微创手术入路的选择提供了重要的解剖学依据。这些基础解剖学研究的深入进行,为微创技术的发展奠定了坚实的理论基础。特别值得一提的是,随着距下关节镜技术和 3D 打印技术等新型技术的引入和应用,微创治疗跟骨骨折的精准度和安全性得到了显著提升,推动了微创技术向更精细化、个性化的方向发展。

2 主要微创技术及其应用

2.1 经皮复位螺钉内固定术

经皮复位螺钉内固定术是目前治疗跟骨骨折最基础、最常用的微创技术,主要适用于 Sanders II 型及部分移位不明显的 III 型骨折。该技术通过数个微小切口置入螺钉,既能有效固定骨折块,又能最大限度地保护软组织完整性,符合生物学固定的基本原则。

王威等^[4]的临床研究显示,采用经皮复位螺钉内固定术治疗创伤性跟骨骨折,可以显著缩短手术时间,减少术中出血量,加速患者术后恢复进程。该研究共纳入 45 例患者,通过系统的随访评估发现,治疗优良率达到 88.9%,且未出现严重的术后并发症。值得注意的是,该技术对手术医师的操作技巧要求较高,需要具备丰富的经验和精准的操作能力。

2.2 距下关节镜辅助技术

距下关节镜技术在跟骨骨折治疗中的应用代表了近年来微创技术发展的重要进展。元宝华等^[5]通过系统综述研究,详细分析了距下关节镜在跟骨骨折治疗中的多重优势,主要包括:首先,能够直接可视化观察关节面复位情况,确保关节面的平整度;其次,可以准确评估骨折移位程度,为复位提供精确参考;最后,还能同时处理关节内的伴随损伤,实现一举多得的手术效果。

多项研究表明,距下关节镜辅助下的跟骨骨折手术能够实现关节面的精准复位,其复位质量明显优于传统依靠透视进行的复位操作。此外,该技术还具备一个独特优势,即能够在术中动态评估关节活动度,这为确保术后功能恢复提供了重要保障。需要注意的是,距下关节镜技术的学习曲线相对较陡峭,需要医师经过系统培训才能熟练掌握。

2.3 3D 打印技术辅助手术

3D 打印技术的引入使跟骨骨折的微创治疗进入了个性化、精准化的新阶段。姜楠等的研究表明,通过 3D 打印技术制备跟骨骨折模型,可以在术前进行精确的手术模拟操作,规划最佳手术路径,这显著提高了手术的精准度和安全性。

在其进行的临床研究中,采用 3D 打印技术辅助微创复位螺钉内固定治疗老年 Sanders II ~ III 型跟骨骨折,取得了令人鼓舞的结果。研究数据显示,手术时间平均缩短约 30%,复位优良率达到 94.4%,明显高于传统手术组。特别对于伴有骨质疏松的老年患者,3D 打印技术能够帮助术者选择最佳的螺钉通道,有效增强固定稳定性,这为解决老年患者骨折治疗难题提供了新的技术路径。

2.4 其他微创技术

除了上述主要技术外,近年来还有多种微创技术在临床中得到应用和推广。小切口钢板内固定术巧妙结合了传统钢板固定的稳定性和微创技术的优势,在保证固定效果的同时减小了手术创伤。球囊成形术则主要适用于部分压缩性骨折,通过球囊扩张恢复跟骨高度,具有独特的应用价值。此外,导航系统辅助手术通过提高置钉准确性,进一步提升了手术的安全性和可靠性。这些技术的综合应用,为不同情况的跟骨骨折患者提供了更多的治疗选择。

3 微创技术的临床疗效评估

3.1 手术效果比较

钟振东进行了一项针对性研究,专门比较了微创技术与传统手术治疗 Sanders II、III 型跟骨骨折的疗效差异。研究结果显示,微创治疗组在多个指标上均表现出明显优势,包括手术时间、术中出血量、住院时间等方面均优于传统手术组,统计学分析显示这些差异具有显著性 ($P < 0.05$)。特别值得注意的是,术后 12 个月随访时,微创组患者的 Maryland 足功能评分优良率达到 90.0%,显著高于对照组的 76.7%,这充分证明了微创技术在功能恢复方面的优越性。

3.2 并发症分析

在并发症预防方面,微创技术展现出明显优势。根据多项研究的汇总数据分析,微创治疗组在伤口并发症发生率方面仅为 2.5%~5.0%,而传统手术组高达 15.0%~25.0%;在感染发生率方面,微创组控制在 0%~2% 之间,传统组则为 5%~8%;神经损伤的发生率在微创组为 1%~2%,传统组达到 5%~7%。这些数据充分说明微创技术在降低手术并发症方面具有显著优势,这对于改善患者预后具有重要意义。

3.3 功能恢复评估

在功能恢复方面,微创技术显示出独特优势。徐向阳等^[2]研究指出,微创手术通过更好地保护跟骨周围软组织完整性,使得患者能够更早开始功能锻炼,这有助于促进功能恢复。临床观察发现,术后 3 个月时,接受微创治疗的患者在踝关节活动范围和行走能力方面明显优于传统手术组患者。此外,微创手术患者恢复正常活动的时间也显著缩短,这大大提高了患者的生活质量和治疗满意度。

4 适应证与禁忌证

4.1 适应证

根据最新的研究证据和临床实践经验,微创技术主要适用于以下情况: Sanders I、II 型及部分移位不明显的 III 型关节内骨折;软组织条件较差的患者,如伴有严重软组织肿胀或皮肤状况不佳者;老年患者及伴有多种基础疾病者,这些患者往往无法耐受传统大开手术;开放性骨折 Gustilo I、II 型,在彻底清创的基础上可考虑微创治疗;此外,对于骨折块较大、移位明显的舌型骨折,在技术条件允许的情况下也可采用微创技术。

4.2 禁忌证

微创技术虽然具有诸多优势,但也存在一定的局限性,

其相对禁忌症包括：Sanders IV 型严重粉碎性骨折，这类骨折往往难以通过微创方式达到满意复位；骨折明显移位无法通过经皮方式复位者；局部感染未得到有效控制者；严重骨质疏松影响内固定效果者。对于这些情况，临床医师需要谨慎评估，选择最适合的治疗方案，必要时仍应考虑传统手术方式。

5 技术要点与注意事项

5.1 手术时机选择

微创手术时机的选择对治疗效果具有重要影响。通常建议在伤后 7-14 天进行手术，这个时期软组织水肿已基本消退，出血趋势得到控制，既能有效降低手术风险，又能保证骨折复位质量。对于软组织损伤严重的患者，可以适当延长等待时间，待软组织条件改善后再行手术。

5.2 复位技巧

精准复位是确保手术成功的关键环节。张太元^[1] 研究建议采用“由内而外、由后向前”的系统复位顺序，即先重建关节面结构，再恢复跟骨外形轮廓。在复位过程中，应充分利用距下关节镜或 C 型臂 X 线机等辅助设备实时监测复位质量，确保关节面台阶控制在 1mm 以内，Böhler 角恢复至正常范围。

5.3 固定要点

内固定物的选择需要根据骨折类型进行个性化设计。元宝华等^[5] 特别强调，螺钉的置入路径必须避开距下关节面和跟骨内侧的神经血管束等重要结构，严格遵循“安全通道”原则。对于骨质疏松患者，可以考虑使用锁定螺钉或骨水泥增强等技术来提高固定稳定性。

6 特殊人群的微创治疗

6.1 老年患者

老年跟骨骨折患者往往伴有不同程度的骨质疏松，这给治疗带来了额外挑战。姜楠等的研究表明，采用 3D 打印技术辅助的微创手术，可以通过精确规划螺钉轨迹，有效避开骨质疏松严重的区域，显著提高固定稳定性。同时，微创手术对老年患者生理状态干扰较小，有利于术后恢复，降低并发症风险。在治疗老年患者时，还需要特别注意围手术期管理，包括骨质疏松药物治疗和跌倒预防等措施。

6.2 复杂骨折患者

对于部分 Sanders III 型复杂骨折，通过联合应用距下关节镜和经皮固定技术，也能取得满意的治疗效果。钟振东建

议，在处理这类复杂骨折时，应当严格掌握适应证，做好充分的手术预案。术中如果发现通过微创技术难以达到满意复位，应及时中转开放手术，避免因过度追求微创而影响治疗效果。这种灵活的手术策略有助于在微创优势和治疗效果之间取得最佳平衡。

7 康复方案

微创手术后的康复方案与传统手术存在明显差异，需要根据微创手术的特点制定个性化的康复计划。在早期康复阶段（术后 0-2 周），以主动活动为主，重点进行足踝关节的主动屈伸训练，但要严格避免负重。进入中期康复阶段（术后 2-6 周），可以开始部分负重训练，负重重量要循序渐进，根据骨折愈合情况逐步增加。到了后期康复阶段（术后 6 周以后），需要根据影像学显示的骨折愈合情况，逐步过渡到完全负重。

王威等特别强调，康复方案的制定必须个体化，要综合考虑骨折类型、内固定稳定性和患者的具体情况等因素。一个科学合理的康复计划不仅能够促进功能恢复，还能有效防止并发症的发生。在整个康复过程中，要定期进行评估，根据恢复情况及时调整康复方案。

8 结语

随着科技的进步，微创技术的发展将更加注重多种技术的融合创新。距下关节镜与导航技术、机器人技术的深度结合，将进一步提升手术的精准度和安全性。智能手术导航系统能够为术者提供实时的三维解剖信息，而手术机器人则可以实现超越人手极限的精准操作，这些技术的融合将开创跟骨骨折微创治疗的新纪元。基于 3D 打印的个性化治疗将成为重要发展方向，通过 3D 打印技术定制个性化手术导板和内植物，可以实现真正意义上的个体化精准治疗。未来还可以结合计算机模拟技术，在术前虚拟测试不同治疗方案的效果，为每位患者量身定制最佳治疗策略。这种个性化治疗模式有望显著提高治疗效果，减少手术并发症。新型可降解内固定材料的研发，可能解决内植物取出的二次手术问题。此外，生物可降解材料的研究已取得重要进展，这些材料在完成固定功能后可以在体内安全降解，避免了二次手术取出内植物的痛苦，因而，材料学的进步将为跟骨骨折的微创治疗带来革命性的变化。

参考文献：

[1] 张太元. 微创技术治疗跟骨骨折的临床及数字解剖

学研究 [D]. 山东大学, 2019.

[2] 徐向阳, 胡牧. 跟骨骨折的治疗现状与微创趋势 [J]. 中国骨伤, 2019, 32 (11): 979-981.

[3] 钟振东. 微创技术治疗 Sanders II、III 型跟骨骨折对足部功能的影响及安全性分析 [J]. 实用手外科杂志, 2022, 36 (01): 116-118.

[4] 王威, 吴政庚. 微创技术治疗创伤跟骨骨折的临床疗效 [J]. 现代养生, 2023, 23 (19): 1452-1454.

[5] 元宝华, 姚兴璋, 李兴勇, 等. 距下关节镜微创技术在跟骨骨折治疗中的应用进展 [J]. 科技导报, 2023, 41 (23): 79-87.