

微创经皮钢板内固定技术治疗 Pilon 骨折的研究进展

徐 强

(四川省骨科医院, 四川 成都 610041)

摘 要 微创经皮钢板内固定(minimally invasive percutaneous plate osteosynthesis, MIPPO)技术近年来越来越多地应用于 Pilon 骨折的治疗。为进一步认识 MIPPO 技术在 Pilon 骨折治疗中的应用情况,提高手术操作的规范性,本文从手术入路、胫骨骨折的处理、腓骨骨折的处理 3 个方面对 MIPPO 技术治疗 Pilon 骨折的研究进展进行了综述。

关键词 胫骨骨折;踝损伤;骨折固定术,内;最小侵入性外科手术;综述

切开复位内固定手术治疗 Pilon 骨折,术后发生切口坏死、感染及骨折不愈合等并发症的风险较高。为减少这些并发症的发生,近年来越来越多的临床医生将微创经皮钢板内固定(minimally invasive percutaneous plate osteosynthesis, MIPPO)技术应用于 Pilon 骨折的治疗^[1-4]。然而,不同术者对 MIPPO 技术细节的把握存在较大的差异,手术操作流程的不确定性亦较大。为进一步认识 MIPPO 技术在 Pilon 骨折治疗中的应用情况,提高手术操作的规范性,本文从手术入路的选择、胫骨骨折的处理及腓骨骨折的处理 3 个方面对 MIPPO 技术治疗 Pilon 骨折的研究进展综述如下。

1 手术入路的选择

1.1 入路选择 因为踝部主要神经、血管、肌腱等均由近及远平行分布,结构并不复杂,所以胫腓骨远端骨折手术入路的选择相对自由,并无绝对的解剖禁区,可根据骨折复位、内固定等操作的需求进行选择。MIPPO 技术治疗 Pilon 骨折手术入路的选择原则如下:①就近显露。尽可能直接显露骨折区,减轻拉钩对软组织的牵拉或压迫。一般通过内侧入路显露胫骨内侧,前侧、前外、前内入路显露胫骨前侧,后外、内后入路显露胫骨后侧,外侧、外后入路显露腓骨远端,联合入路显露下胫腓联合区域(图 1)。②重点显露。需根据骨折损伤机制对关键骨折区域而非所有骨折块进行显露。徐希斌等^[5]建议除了部分后柱骨折可以通过前侧入路完成闭合复位内固定外,其他区域的骨折块可根据“四柱理论”选择对应的手术入路(表 1)。Zhao 等^[6]认为,可根据 CT 片所示的踝关节面近端 1 cm 处的骨折线和骨折移位情况来决定 Pilon 骨折的手术入路,如内踝骨块波及踝管、die - punch

骨块位置偏外时选择内后入路联合前外入路,内踝骨块未波及踝管、die - punch 骨块位置偏内时选择外后入路联合前外入路。Sukur 等^[7]则认为,后踝骨折的复位、固定对维持 Pilon 骨折患者术后踝关节的稳定较为重要,建议采用后内或后外入路以对后踝骨折直接进行复位和坚强内固定。③选择性显露。Pilon 骨折采用不同手术入路出现切口皮肤坏死等并发症的概率各异,尤其是内侧入路,此类入路虽利于手术操作,但比其他入路更易出现切口皮肤坏死,尽量不用,确需用时应进行微创操作。Carbonell - escobar 等^[8-9]认为由于踝关节前外侧软组织覆盖较内侧厚, Pilon 骨折采用前外侧入路,发生切口皮肤坏死的概率较内侧入路低,安全性较内侧入路高。Hu 等^[10]认为,对于 Gustilo I、II 型开放性 Pilon 骨折宜采用前外侧入路治疗。李建鹏等^[11]也建议采用前外侧联合内侧微创入路治疗 AO - C 型 Pilon 骨折。这些研究均从不同角度展现了骨科医师对采用内侧入路治疗 Pilon 骨折的慎重态度。

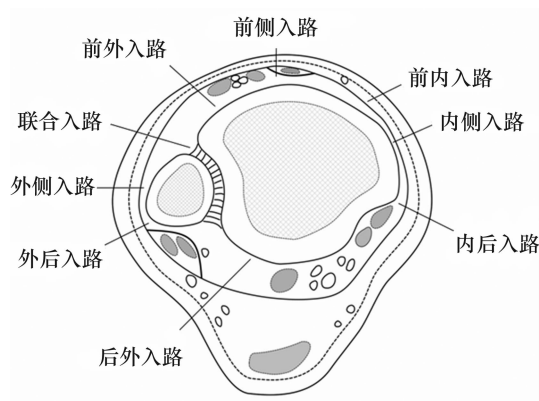


图 1 微创经皮钢板内固定技术治疗 Pilon 骨折手术入路(踝上横断面)示意图

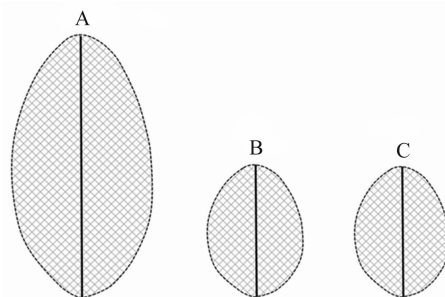
表 1 根据“四柱理论”选择的 Pilon 骨折手术入路

骨折区域	前柱	后柱	内柱	外柱	多柱
手术入路	前侧入路	前侧、后内入路	内侧、前内入路	前外、后外入路	多个入路联合

1.2 切口类型 MIPPO 技术治疗 Pilon 骨折的手术切口可分为经皮切口和有限切口两类。①经皮切口。主要限于内、外侧入路的骨干区域,也是经关节逆行插入钢板接骨技术在胫腓骨骨干区的经皮切口。随着经皮置入锁定螺钉、经皮徒手置入皮质骨螺钉等内固定操作技术的不断完善,每个经皮切口的长度 < 1 cm,即可满足置入的螺钉对钢板的支撑、固定。此类切口出现皮肤坏死的概率极低。②有限切口。主要位于踝关节周围,用以满足对关节骨折的微创复位、钢板插入与固定等操作的需要^[11-12]。谢希惠等^[13]报道采用胫骨远端前侧 4~5 cm 长的微弧形小切口作为 MIPPO 治疗 Pilon 骨折的手术入路,较为安全。杨小海等^[14]采用胫骨远端约 3 cm 长的纵形切口治疗高能量损伤 Pilon 骨折患者 21 例,3 例患者术后出现切口皮肤坏死,需要行带蒂皮瓣移植术进行修复。这些研究结果提醒骨科医师:①高能量损伤 Pilon 骨折术后极易并发切口皮肤坏死;②即使 MIPPO 技术的核心是对骨折的闭合复位,其切口的长度也需要满足术中对骨折的显露、复位及固定,因此术中应减少对切口的牵拉、压迫等钝性损伤,否则即使是小切口也易并发切口皮肤坏死。

1.3 切口数量及间距 ①切口数量。在踝部的周径内,MIPPO 治疗 Pilon 骨折的切口数量可多至 4 个,但前提是每个切口的长度要短。因为理论上一定长度切口的数量越多,术后并发切口相关并发症的可能性就越大;但长切口本身也容易导致皮肤坏死^[15]。②切口间距。踝部切口的“安全”间距通常被认为应 ≥ 7 cm,但临床上发现踝部切口“安全”间距与切口长度呈正相关。在控制切口长度、减少分层剥离、轻柔牵拉等保证“皮桥”血供的前提下,邻近切口的间距并不受 ≥ 7 cm 的限制。Bear 等^[16]认为术中操作得当,Pilon 骨折的手术切口间距 < 7 cm,也并不增加切口皮肤坏死的风险。③长度-间距比。长度-间距比即切口长度与其邻近切口间距的比值,根据桥形皮瓣的设计原理,2 个平行切口的长度-间距比是预测 MIPPO 术后切口皮肤坏死概率的独立因素。该比值越小,切口皮肤坏死的概率越小。其原因可能为单一切口的软组织剥离面积远大于多个小切口(总长度与

单一切口相同)的软组织剥离面积之和(图 2),因而后者切口皮肤坏死的风险反而更低。



A 为单一切口软组织剥离面积;B、C 为相加总长等于 A 中切口长度的 2 个小切口的剥离面积。

图 2 单一切口与 2 个小切口剥离面积比较示意图

2 胫骨骨折的处理

2.1 骨折复位方法 大多数干骺部骨折在轴向牵引下,无需显露骨折端即可获得良好的复位,但对于胫骨远端关节部的骨折,微创复位则比较困难。对于 Pilon 骨折患者,胫骨远端骨折的微创复位方法有以下几种:①经皮撬拨复位。在 C 形臂 X 线机透视下用 Kapandji 技术、Joystick 技术可经皮撬拨复位向近端塌陷的关节面骨块,其复位模板是通过牵引恢复到正常解剖位置的距骨体。②术中牵引复位。当无 die-punch 骨块、关节面折叠压缩骨块时,采用徒手牵引、跟骨牵引或牵引架牵引等纵向牵引,配合对踝关节进行逆受伤机制的内外翻、跖屈背伸及旋转等,Pilon 骨折的胫骨远端骨折一般可获得复位。Webb 等^[17]采用消毒后的踝关节牵引器,连接到桌边的牵引装置对 Pilon 骨折患者进行术中持续的非侵袭性牵引复位。对于 Pilon 骨折,外固定支架外固定可治疗一些较简单的 Pilon 骨折^[18-19],更多的是作为 Pilon 骨折的术前临时处理措施,也常用于 Pilon 骨折的分期手术。王存等^[20]报道采用分期手术的方法治疗 Pilon 骨折,即一期急诊行胫骨骨折超踝铰链式外固定支架外固定术及腓骨切开复位内固定术,待皮肤条件允许后二期拆除外固定支架行胫骨骨折钢板螺钉内固定术。该方法的优点是可以在二期手术前进行一定的踝部功能锻炼,但对 Pilon 骨折患者来说,采用外固定支架进行牵引、固定以复位胫骨远端骨折,增加了患者的麻醉风险、手术损伤及经济负担,且术后易出现踝关节粘连,不建议广泛应用。③关节外有限切开复位。对 Pilon 骨折的胫骨远端骨折,可通过在关节外有限切开、间接闭合复位较大的纵形关节面骨

块以恢复胫骨长度。④踝关节镜下复位。陈刚等^[21]报道采用踝关节镜辅助下闭合复位内固定治疗简单 Pilon 骨折,手术获得了成功。但由于踝关节腔狭小、弯曲,踝关节镜下操作不如膝关节镜方便。孙彦等^[22]认为,踝关节镜辅助下直接处理后踝处骨折线比较困难,且关节灌注液外渗可增加术后并发筋膜间室综合征、切口皮肤坏死的风险。另外,当 Pilon 骨折合并 die-punch 骨块、关节面折叠压缩骨块^[23]时,应优先处理压缩骨折,只有先纠正胫骨远端纵向的“长度”,才能通过牵引、撬拨等恢复胫骨远端横向的“宽度”。支撑钢板对骨皮质的挤压及螺钉对骨块的拉力对 Pilon 骨折的复位也有一定作用。对压缩后较薄的软骨下骨块,将大骨块复位后进行局部植骨填充,可支撑起塌陷的关节面,起到辅助复位的作用。

2.2 骨折内固定方法 Pilon 骨折的内固定可归纳为“将一个 C 型骨折转化为 A 型骨折”或“逐步将多柱骨折转化为单柱骨折”。MIPPO 治疗 Pilon 骨折胫骨内固定要注意以下几点:①钢板应选择贴服性好且切迹较低者,以利于减少钢板对软组织的刺激,也可对干骺部移位的骨块起到一定的间接复位作用。Bear 等^[16]认为,除了合并严重骨质疏松或干骺端粉碎明显的 Pilon 骨折,没有证据证明 MIPPO 治疗 Pilon 骨折采用锁定钢板的疗效优于解剖钢板,且解剖钢板的切迹较低,术后并发切口感染的风险较低。②采用锁定螺钉,以利于在大小有限的骨块上产生最有效的把持力,减少置入螺钉的数量。③MIPPO 治疗 Pilon 骨折是以满足术后功能锻炼为目的、根据受伤机制进行有效而有限的内固定,而非直接、坚强地内固定所有受累的区域,术中逆受伤机制的操作可减少内固定物的使用量,减小手术创伤,实现微创内固定的目的。Busel 等^[24]通过在新鲜冷冻标本上进行生物力学测试证实,根据是否合并腓骨骨折及腓骨骨折的形态来分析 Pilon 骨折受伤机制,对外翻暴力导致的合并腓骨粉碎性骨折的 Pilon 骨折而言,钢板放置在胫骨外侧,内固定的稳定性更好;而对内翻暴力导致的合并腓骨横形骨折的 Pilon 骨折而言,钢板放置在胫骨内侧进行固定的稳定性更好。因此,对合并腓骨骨折的 Pilon 骨折,一般建议胫骨钢板放置在损伤的压力侧,这样不仅可对抗胫骨骨折的移位,对维持腓骨骨折的复位也有所帮助。

3 腓骨骨折的处理

对于合并腓骨下段骨折的 Pilon 骨折,腓骨骨折

的处理具有一定的灵活性。Sommer 等^[25]认为外踝长度是判断 Pilon 骨折复位效果的可靠指标,也是影响手术疗效的重要因素之一,因此主张对腓骨骨折进行复位固定。但 Jacob 等^[26]认为,对严重的 Pilon 骨折,由于胫骨的短缩,不处理腓骨骨折有利于增加胫骨骨块的接触、减小骨缺损面积,从而降低骨折延迟愈合或不愈合的风险。Bear 等^[16]认为,腓骨骨折处理与否不影响 Pilon 骨折患者下肢力线,只有当存在下胫腓联合损伤时,才有必要对腓骨骨折进行固定。而如需复位内固定腓骨骨折,则要先处理腓骨骨折再处理胫骨骨折^[20]。但对部分 Pilon 骨折患者而言,例如合并腓骨严重粉碎性骨折的患者,如果胫骨长度的恢复较容易、较精确,则建议先复位内固定胫骨骨折,以胫骨长度为参考,继而实现对腓骨骨折的微创复位内固定。MIPPO 技术治疗 Pilon 骨折的决策流程见图 3。

对于腓骨骨折的复位固定,在手术时间、手术技术允许的范围内,应尽可能进行微创操作。巫宗德等^[27]采用自外踝尖向上纵行切—1.5~2 cm 长的切口,通过牵引、钢板螺钉支撑等技术成功闭合复位腓骨中下段骨折。肖进飞等^[28]报道在 C 形臂 X 线机透视下,借助牵引应用 Acumed 腓骨髓内钉内固定治疗了 25 例腓骨远端骨折患者。赵宛民等^[29]报道对 Pilon 骨折的外踝骨折经皮进行了钢板内固定。许新忠等^[30]报道在 C 形臂 X 线机透视下采用腓骨尖入路,置入直径 2.5~3.0 mm 的弹性髓内钉对腓骨骨折进行了微创内固定。

4 小 结

随着高处坠落伤、交通事故伤的增加,Pilon 骨折逐渐成为一类常见的关节周围骨折。由于踝关节置换术远不如髋、膝关节置换术成熟,而踝关节融合术明显影响下肢功能,因此对于 Pilon 骨折,在控制手术并发症的前提下为提高手术疗效而进行的努力显得尤其重要。应用 MIPPO 技术治疗 Pilon 骨折虽然可减少术后并发症的发生,但仍需要注意:①选择距离骨折部位近、长度-间距比小的切口,以降低切口感染的风险;②在 X 线透视下或肩关节镜下,逆受伤机制复位骨折,可提高关节面复位的质量;③对胫骨骨折选择“有效-有限”而非“坚强”的内固定方式;④处理腓骨骨折应合理应用微创技术。

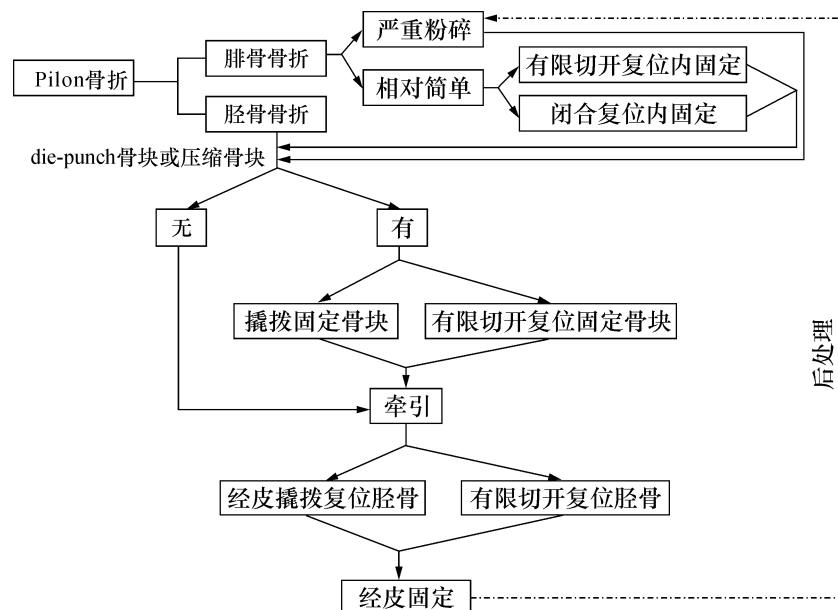


图 3 微创经皮钢板内固定技术治疗 Pilon 骨折的决策流程图

参考文献

- [1] 王智祥,魏世隼,蔡贤华. 胫骨 Pilon 骨折分型现状[J]. 中国矫形外科杂志, 2018, 26(6): 533 - 537.
- [2] SAAD B N, YINGLING J M, LIPORACE F A, et al. Pilon fractures: challenges and solutions [J]. Orthop Res Rev, 2019, 11: 149 - 157.
- [3] MENG Y C, ZHOU X H. External fixation versus open reduction and internal fixation for tibial pilon fractures: a meta-analysis based on observational studies [J]. Chin J Traumatol, 2016, 19(5): 278 - 282.
- [4] ZHANG S B, ZHANG Y B, WANG S H, et al. Clinical efficacy and safety of limited internal fixation combined with external fixation for Pilon fracture: a systematic review and meta-analysis [J]. Chin J Traumatol, 2017, 20(2): 94 - 98.
- [5] 徐希斌, 储辉, 俞航, 等. 应用四柱理论和微创经皮锁定钢板治疗 Pilon 骨折的疗效分析[J]. 中国骨与关节损伤杂志, 2014, 29(6): 556 - 558.
- [6] ZHAO Y, WU J, WEI S, et al. Surgical approach strategies for open reduction internal fixation of closed complex tibial Pilon fractures based on axial CT scans [J]. J Orthop Surg Res, 2020, 15(1): 283.
- [7] SUKUR E, AKMAN Y E, GOKCEN H B, et al. Open reduction in pilon variant posterior malleolar fractures: radiological and clinical evaluation [J]. Orthop Traumatol Surg Res, 2017, 103(5): 703 - 707.
- [8] CARBONELL - ESCOBAR R, RUBIO - SUAREZ J C, IBARZABAL - GIL A, et al. Analysis of the variables affecting outcome in fractures of the tibial pilon treated by open reduction and internal fixation [J]. J Clin Orthop Trauma, 2017, 8(4): 332 - 338.
- [9] DEIVARAJU C, VLASAK R, SADASIVAN K. Staged treatment of pilon fractures [J]. 2015, 12(Suppl 1): S1 - S6.
- [10] HU C, ZHU W, CHAHAL K, et al. Open reduction and internal fixation of Gustilo type - I and type - II open pilon fractures using a lateral approach [J]. J Orthop Surg (Hong Kong), 2019, 27(3): 23094.
- [11] 李建鹏, 高翔, 陈玉宏, 等. 前外侧联合内侧微创入路治疗 AO - C 型 Pilon 骨折 [J]. 中国矫形外科杂志, 2019, 27(6): 486 - 490.
- [12] 赵航, 陈戈, 陈仲, 等. 距骨定位法微创治疗复杂 Pilon 骨折 43 例报告 [J]. 中国骨与关节杂志, 2020, 9(2): 119 - 124.
- [13] 谢希惠, 黄洪. 微创经皮内固定治疗 Pilon 骨折的疗效观察 [J]. 中国骨与关节损伤杂志, 2017, 32(10): 1097 - 1098.
- [14] 杨小海, 吕建元, 张征石, 等. 分期手术微创锁定加压钢板治疗高能量 Pilon 骨折 [J]. 中国修复重建外科杂志, 2011, 25(11): 1402 - 1404.
- [15] 康锦, 王继猛, 郑铁钢, 等. 微创单一锁定钢板结合多平面螺钉内固定治疗 pilon 骨折 [J]. 中华创伤杂志, 2019, 35(8): 736 - 741.
- [16] BEAR J, ROLLICK N, HELFET D. Evolution in management of tibial pilon fractures [J]. Curr Rev Musculoskelet Med, 2018, 11(4): 537 - 545.
- [17] WEBB M S L, BANSAL P. Closed reduction of Pilon fractures using an ankle distractor to allow for minimally invasive fixation [J]. Ann R Coll Surg Engl, 2012, 94(8): 606.

(下转第 45 页)