

doi:10.3969/j.issn.1005-3697.2022.07.013

❖ 临床研究 ❖

# MIPPO 联合 LCP 对胫骨 Pilon 骨折患者损伤关节面复位及踝关节功能恢复情况的影响分析

周宇<sup>1</sup>, 陈凯<sup>1</sup>, 季展弘<sup>2</sup>, 李明<sup>1</sup>

(1. 柳州市人民医院创伤骨科, 广西 柳州 545006; 2. 宁夏西吉县新营乡卫生院骨科, 宁夏 西吉 756299)

**【摘要】目的:** 分析微创经皮接骨板内固定(MIPPO)联合锁定加压钢板(LCP)对胫骨 Pilon 骨折患者损伤关节面复位及踝关节功能恢复情况的影响。**方法:** 选取 102 例胫骨 Pilon 骨折患者为研究对象, 根据治疗方式不同分为 A 组( $n=52$ )和 B 组( $n=50$ )。A 组患者行 MIPPO 联合 LCP 内固定术治疗; B 组患者行传统切开复位内固定(ORIF)治疗。比较两组患者手术和术后恢复情况、术后 6 个月踝关节恢复和术后并发症发生情况及手术前、术后两个月血清骨性标志物血清骨钙素(BGP)、I 型前胶原羧基端肽(PICP)和骨特异性碱性磷酸酶(BAP)水平。**结果:** A 组患者术中失血量较 B 组少; 手术切口长度较 B 组短; 住院时间和骨折愈合时间较 B 组短, 差异均有统计学意义( $P < 0.05$ )。术后, A 组患者踝关节优良率高于 B 组( $P < 0.05$ )。术前, 两组患者 BGP、PICP 和 BAP 水平比较, 差异无统计学意义( $P > 0.05$ ); 术后, 两组患者 BGP、PICP 和 BAP 水平均高于手术前( $P < 0.05$ ), 且 A 组高于 B 组( $P < 0.05$ )。A 组患者感染率、钢板松动率、骨折不愈合率低于 B 组, 但差异无统计学意义( $P > 0.05$ )。**结论:** MIPPO 联合 LCP 较 ORIF 创伤性小, 可更好促进胫骨 Pilon 骨折患者踝关节复位和功能恢复, 改善骨代谢状态, 缩短骨折愈合时间, 值得临床推广。

**【关键词】** 胫骨 Pilon 骨折; 微创经皮接骨板内固定; 锁定加压钢板; 骨钙素; I 型前胶原羧基端肽; 骨特异性碱性磷酸酶

**【中图分类号】** R687.3 **【文献标志码】** A

## Effect of MIPPO combined with LCP on reduction of injured articular surface and recovery of ankle joint function in patients with tibial Pilon fracture

ZHOU Yu<sup>1</sup>, CHEN Kai<sup>1</sup>, JI Zhan-hong<sup>2</sup>, LI Ming<sup>1</sup>

(1. Department of Trauma and Orthopedics, Liuzhou People's Hospital, Liuzhou 545006, Guangxi; 2. Department of Orthopedics, Xinying Township Health Center, Xiji County, Ningxia, Hui Autonomous region, Xiji 756299, Ningxia, China)

**【Abstract】Objective:** To analyze the effects of minimally invasive percutaneous bone plate internal fixation (MIPPO) combined with locking compression plate (LCP) on articular surface reduction and ankle functional recovery in patients with tibial Pilon fracture. **Methods:** 102 patients with tibial Pilon fracture were selected as the study subjects. Patients treated with MIPPO combined with LCP internal fixation were included in group A ( $n=52$ ), and patients treated with traditional open reduction and internal fixation (ORIF) were included in group B ( $n=50$ ). Operation and postoperative recovery, postoperative ankle joint recovery 6 m after operation, postoperative complications, the levels of serum bone markers serum osteocalcin (BGP), type I procollagen carboxy-terminal peptide (PICP) and bone-specific alkaline phosphatase (BAP) before and 2 m after operation were compared between the two groups. **Results:** Compared with group B, group A had less intraoperative blood loss, shorter incision length, shorter hospital stay and shorter fracture healing time ( $P < 0.05$ ). After operation, the excellent and good rate of ankle joint in group A was higher than that in group B ( $P < 0.05$ ). There was no statistical significance in the levels of BGP, PICP and BAP between the two groups before surgery ( $P > 0.05$ ). After operation, the levels of BGP, PICP and BAP in both groups were higher than before, and the levels of BGP, PICP and BAP in group A were higher than those in group B ( $P < 0.05$ ). The infection rate, plate loosening rate and fracture nonunion rate in group A were lower than those in group B, but there was no difference between the two groups ( $P > 0.05$ ). **Conclusion:** MIPPO combined with LCP is less traumatic than ORIF, and can significantly promote ankle reduction and functional recovery in patients with tibial Pilon fracture, improve bone metabolism, shorten fracture healing time, with high safety and worthy of promotion.

**【Key words】** Pilon fracture of tibia; Minimally invasive percutaneous bone plate internal fixation; Locking compression plate; BGP; PICP; BAP

基金项目: 广西壮族自治区柳州市科技计划(2015J030521)

作者简介: 周宇(1978-), 男, 副主任医师。E-mail: zy717920208@163.com

Pilon 骨折指累及负重关节面和干骺端的胫骨远端骨折,胫骨 Pilon 骨折一般指胫骨远端 1/3 波及胫距关节面的骨折<sup>[1]</sup>。该类型骨折常伴有松质骨垂直嵌插和软组织及关节破坏,预后不肯定,因此临床治疗难度较大<sup>[2]</sup>。除无位移骨折及全身条件差的患者,临床主张胫骨 Pilon 骨折患者应尽早行手术治疗。传统切开复位内固定(open reduction and internal fixation, ORIF)技术是利用器械及手法进行复位,并根据骨折的不同情况应用内固定物,使骨折端保持解剖复位的一种手术方案<sup>[3]</sup>。该术式不但可以矫正骨折端畸形,同时无需外固定,有利于术后康复,在一定程度上减少了术后并发症。但 ORIF 术中易破坏骨膜与周围软组织,造成软组织之间或软组织与骨之间的粘连,并易诱发感染,导致预后不良<sup>[4]</sup>。随着微创理念在骨科中不断推广,微创经皮接骨板内固定(minimally in-vasive percutaneous plate osteosynthesis, MIPPO)联合锁定加压钢板(locking compression plate, LCP)方案由于创伤小、对骨折端血运影响弱,逐渐成为骨折治疗的新趋势<sup>[5]</sup>。骨钙素(bone Gla-protein, BGP)、I 型前胶原羧基端肽(carboxyterminal propeptide of type I procollagen,

PICP)、骨特异性碱性磷酸酶(bone-specific alkaline phosphatase, BAP)是临床常用的骨代谢指标<sup>[6]</sup>。本研究分析微创经皮接骨板内固定(MIPPO)联合锁定加压钢板(LCP)对胫骨 Pilon 骨折患者损伤关节面复位及踝关节功能恢复情况的影响。

## 1 资料与方法

### 1.1 一般资料

选取 2014 年 1 月至 2020 年 5 月柳州市人民医院收治的 102 例胫骨 Pilon 骨折患者为研究对象,根据治疗方式不同分为 A 组( $n = 52$ )和 B 组( $n = 50$ )。本研究经院伦理委员会审核批准,患者及家属知情同意。两组患者一般资料比较,差异无统计学意义( $P > 0.05$ )。见表 1。纳入标准:(1)经 CT 和 X 线等影像学检查确诊为胫骨 Pilon 骨折<sup>[7]</sup>;(2)营养状况良好,可耐受手术治疗。排除标准:(1)合并严重肝肾功能等器脏功能障碍者;(2)合并凝血系统异常者;(3)胫骨远端陈旧性骨折;(4)合并高血压、糖尿病等基础疾病者;(5)妊娠期或哺乳期妇女;(6)病理性骨折;(7)有踝关节严重外伤史者;(8)合并全身感染性疾病者。

表 1 两组患者一般资料比较[ $\bar{x} \pm s, n(\%)$ ]

组别	男/女(例)	年龄(岁)	BMI(kg/m <sup>2</sup> )	AO 分类			致病因素			
				A 型	B 型	C 型	重物砸伤	高空坠落伤	交通事故伤	其它
A 组( $n = 52$ )	28/24	45.28 ± 6.51	22.31 ± 1.45	9(17.31)	7(13.46)	36(69.23)	18(34.62)	15(28.85)	17(32.69)	2(3.85)
B 组( $n = 50$ )	29/21	45.67 ± 6.44	22.36 ± 1.47	8(16.00)	6(12.00)	36(72.00)	16(32.00)	16(32.00)	14(28.00)	4(8.00)
$\chi^2$ 值	0.178	0.304	0.173	0.097			1.068			
$P$ 值	0.673	0.762	0.863	0.953			0.785			

### 1.2 方法

(1)A 组患者行 MIPPO 联合 LCP 治疗:患者取仰卧位,选择合适麻醉方法。在 C 臂机透视下行骨折远端牵引复位,将骨折部位旋转畸形进行初步矫正。维持牵引,自内踝向骨折部位作一 3 ~ 5 cm 的弧形切口,在骨膜与深筋膜之间用骨膜剥离器建立潜行隧道,不干扰血运,避开骨膜至动静脉。选择与骨折部位相符的 LCP 钢板,经胫骨远端前外侧向潜行隧道内置入,以 3 ~ 4 枚螺钉固定骨折两端。在 X 线透视下观察 LCP 位置,确保复位干骺端和满意的 LCP 钢板放置位置,若钢板未与骨折线贴合需及时更正。然后将同一规格的 LCP 钢板相应孔做小切口,在骨折两端各打入 3 ~ 4 枚螺钉。术闭逐层缝合各切口皮肤,术后患肢抬高,弹力绷带包扎,术后给予抗感染治疗,嘱患者术后第二天有序开展康复锻炼。对所有患者均开展 6 个月的随访,以来院复查的方式为主。(2)B 组患者行 ORIF 治疗:患者取仰

卧位,采用硬膜外麻醉。取腓骨后外侧作为手术入路,于胫骨下端跟腱处做纵向切口,将肌肉组织和皮肤分离,直至骨折部位完全暴露,初步矫正骨折畸形,以克氏针固定。随后取胫骨前外侧入路,在胫骨远端靠近跟腱处作一纵向切口,对骨折部位进行分为,同样以克氏针固定。使用骨膜剥离器建立近端隧道,先于固定远端钢板,其后再固定近端钢板。术闭逐层缝合各切口皮肤,术后处理及随访同 A 组。

### 1.3 观察指标

(1)手术及术后恢复情况:包括术中失血量、手术切口长度、住院时间、骨折愈合时间。(2)踝关节复位情况及功能:术后 6 个月采用 Johner-Wruhs 方法<sup>[8]</sup>评价。①优:踝关节无肿痛、步态正常、活动自如,胫骨旋转角度  $< 5^\circ$ ,缩短长度  $< 5$  mm,无成角畸形;②良:踝关节轻微肿痛、正常步态、活动度可达正常的 75%,缩短长度 5 ~ 10 mm,旋转角度 5 ~ 10°,成角畸形  $< 5^\circ$ ;③中:活动时疼痛、活动度仅为正常

的 50%、正常步态、需服用止痛剂,胫骨缩短长度 10 ~ 15 mm,旋转角度 10 ~ 50°,成角畸形 5 ~ 10°;④差:行走或静息痛、伴有跛行和踝关节肿胀、活动度仅为正常的 50%,胫骨缩短长度 > 15 mm,旋转角度 > 50°,成角畸形 > 10°;优良率为优率及良率之和。

(3)血清骨性标志物水平:分别于术前、术后两个月抽取患者外周静脉血 3 mL,3 000 rpm 离心 20 min 后取上清液,采用 ELISA 检测 BGP(货号:FT-P31652R,上海梵态生物科技有限公司)、PICP(货号:E04108,上海瓦兰生物科技有限公司)和 BAP(货号:JLC20084,江西江蓝纯生物试剂有限公司)水平。取出所需板条,设置标准品孔和样本孔,标准品孔各加不同浓度的标准品 50  $\mu$ L,待测样本孔先加待测样本 10  $\mu$ L,再加样本稀释液 40  $\mu$ L。随后标准品孔和样本孔中每孔加入辣根过氧化物酶标记的检测抗体 100  $\mu$ L,用封板膜封住反应孔,37  $^{\circ}$ C 水浴锅或恒温箱温育 60 min。洗板机洗板 5 次后,每孔加入底物 A、B 各 50  $\mu$ L,37  $^{\circ}$ C 避光孵育 15 min。每孔加入终止液 50  $\mu$ L,15 min 内在 450 nm 波长处测定各孔的 OD 值。绘制标准品线性回归曲线,按曲线方程计算各样本浓度值。

(4)术后并发症发生情况:包括感染、伤口开裂、钢板松动、骨折不愈合、钢板外漏等。

#### 1.4 统计学分析

采用 SPSS 21.0 软件对数据进行分析与处理。计量资料以( $\bar{x} \pm s$ )表示,采用  $t$  检验;计数资料以[ $n$ (%)]表示,采用  $\chi^2$  检验。 $P < 0.05$  为差异有统计学意义。

## 2 结果

### 2.1 两组患者手术及术后恢复情况比较

A 组患者术中失血量少于 B 组,手术切口长度、住院时间和骨折愈合时间均短于 B 组,差异均有统计学意义( $P < 0.05$ )。见表 2。

表 2 两组患者手术及术后恢复情况比较( $\bar{x} \pm s$ )

组别	术中失血量(mL)	手术切口长度(cm)	住院时间(d)	骨折愈合时间(d)
A 组( $n=52$ )	85.63 $\pm$ 17.17	4.17 $\pm$ 0.71	7.98 $\pm$ 1.24	112.87 $\pm$ 6.78
B 组( $n=50$ )	92.58 $\pm$ 15.84	7.85 $\pm$ 1.13	10.57 $\pm$ 1.33	116.85 $\pm$ 6.95
$t$ 值	2.123	19.775	10.177	2.928
$P$ 值	0.036	<0.001	<0.001	0.004

### 2.2 两组患者术后踝关节复位情况及功能比较

术后,A 组患者踝关节优良率高于 B 组,差异有统计学意义( $P < 0.05$ )。见表 3。

### 2.3 两组患者血清骨性标志物水平比较

术前,两组患者血清 BGP、PICP 和 BAP 水平比较,差异无统计学意义( $P > 0.05$ )。术后,两组患者

BGP、PICP 和 BAP 水平均升高( $P < 0.05$ ),且 A 组高于 B 组( $P < 0.05$ )。见表 4。

表 3 两组患者术后踝关节复位情况及功能比较[ $n$ (%)]

组别	优	良	中	差	优良率
A 组( $n=52$ )	33(63.46)	16(30.77)	2(3.85)	1(1.92)	49(94.23)
B 组( $n=50$ )	28(56.00)	12(24.00)	6(12.00)	4(8.00)	40(80.00)
$\chi^2$ 值					4.642
$P$ 值					0.031

表 4 两组患者血清骨性标志物水平比较( $\bar{x} \pm s$ ,ng/mL)

组别	BGP		PICP		BAP	
	术前	术后	术前	术后	术前	术后
A 组( $n=52$ )	7.95 $\pm$ 0.79	8.96 $\pm$ 1.25*	8.74 $\pm$ 2.15	11.65 $\pm$ 3.41*	24.51 $\pm$ 3.45	35.61 $\pm$ 3.78*
B 组( $n=50$ )	7.84 $\pm$ 0.81	8.43 $\pm$ 1.14*	8.53 $\pm$ 2.13	10.10 $\pm$ 2.89*	24.64 $\pm$ 3.22	34.08 $\pm$ 3.41*
$t$ 值	0.694	2.235	0.495	2.472	0.197	2.144
$P$ 值	0.489	0.028	0.621	0.015	0.845	0.035

\* $P < 0.05$ ,与组内术前相比。

### 2.4 两组患者术后并发症发生情况比较

术后,两组患者均为发生钢板外漏;A 组患者感染率、钢板松动率、骨折不愈合率低于 B 组,差异无统计学意义( $P > 0.05$ )。见表 5。

表 5 两组术后并发症发生情况比较[ $n$ (%)]

组别	感染	伤口开裂	钢板松动	骨折不愈合
A 组( $n=52$ )	2(3.85)	1(1.92)	0	0
B 组( $n=50$ )	6(12.00)	1(2.00)	1(2.00)	3(6.00)
$\chi^2$ 值	2.345	0.001	1.050	3.215
$P$ 值	0.123	0.978	0.305	0.073

## 3 讨论

胫骨 Pilon 骨折有两种损伤机制:一种是由轴向作用力的高能量暴力所致,如车祸、高处坠落,预后不良;另一种是扭转力的低能量暴力所致,如滑雪、前摔,预后较好<sup>[9]</sup>。随着经济和社会的发展,Pilon 骨折发病率激增。有研究<sup>[10]</sup>指出,胫骨 Pilon 骨折手术治疗的目的应以保护骨与软组织活力,进行关节面的解剖复位及提供满足踝关节早期活动的固定等为主。尽管目前医学上已提出多种的行之有效治疗方案,但仍缺乏拥有绝对优势的术式。

本研究结果显示,B 组踝关节优良率为 80.00%,但低于 A 组的 94.23%,与既往研究结果基本一致。且 A 组术中失血量较 B 组少,手术切口长度较 B 组短,住院时间和骨折愈合时间较 B 组短,A 组踝关节优良率高于 B 组( $P < 0.05$ ),提示与 ORIF 相比,MIPPO 联合 LCP 创伤小、恢复快、愈合率高。ORIF 一直是治疗四肢长骨骨折的传统术式,早在 1987 年就有学者报道该术式在胫骨 Pilon 骨折中具有较好的临床价值,约有 70% 以上的患者获得满意疗效<sup>[11]</sup>。ORIF 的优点在于可以在直视下完成

解剖复位,另外还能骨折愈合和功能恢复创造有力条件<sup>[12]</sup>。MIPPO 是一种基于生物学固定理论的新型骨折内固定术。长时间的临床实践证明,与 ORIF 相比,该术式在重建骨折解剖学过程中,能够同时维持内固定完好,保持肢体正常力线<sup>[13]</sup>。且由于手术微创,术中出血少,减少了骨折端的直接暴露,降低了对软组织血运的干扰,术后切口张力小,有助于骨痂快速生长,缩短骨折愈合时间<sup>[14]</sup>。LCP 是结合微创稳定系统的临床优势而研发出的固定系统。在临床上其具有以下优势:(1)在 LCP 固定过程中,接骨板与骨骼间留存了一定间隙,可避免压迫骨膜供血,利于骨折愈合;(2)多角度成角稳定性螺钉利于固定多节段、粉碎性骨折;(3)钢板远端的多平面螺钉孔设计,极大程度保证了角稳定性和轴向稳定性,避免了畸形愈合及骨折位移的发生<sup>[15]</sup>。本研究结果显示,手术后两组 BGP、PICP 和 BAP 水平均高于术前,且 A 组 BGP、PICP 和 BAP 水平均高于 B 组( $P < 0.05$ ),表明两种术式均可改善骨代谢状态,并且行 MIPPO 联合 LCP 的患者骨折愈合速率更高。骨折的愈合机制复杂,整个过程涉及多种骨代谢因子及其受体和相关信号转导通路。BGP 是成骨细胞合成并分泌的一种活性多肽,能够与骨矿物质结合,维持骨的矿化率<sup>[16]</sup>。PICP 是一种纤维胶原,主要参与骨胶质的形成。而 BAP 是由成骨细胞分泌的因子,血清 BGP、PICP 和 BAP 浓度被认为反映了成骨细胞的代谢活性。本研究结果中两组 BGP、PICP 和 BAP 水平存在差异的原因在于,MIPPO 联合 LCP 术保证了骨折端良好的血运,有利于成骨细胞增殖,进而加速骨组织的修复,利于骨折早期愈合<sup>[17]</sup>。此外,并发症调查显示 A 组患者术后仍存在感染、伤口开裂,提示在 MIPPO 术中需最大限度暴露软组织的覆盖和血液供应,提高局部抗感染能力,且术后还需加强抗感染治疗和伤口护理,尽可能避免术后并发症影响骨折的愈合<sup>[18]</sup>。

综上所述,MIPPO 联合 LCP 较 ORIF 创伤性小,可改善胫骨 Pilon 骨折患者骨代谢状态,促进踝关节复位和功能恢复,缩短骨折愈合时间,安全性高,值得推广。

#### 参考文献

[1] 马嘉,孟庆峰,郑连翔,等. 踝前区弧形切口联合 MIPO 疗法对 Pilon 骨折患者术后踝穴形态及踝关节功能的影响[J]. 中国医药导报,2019,16(3):67-70.  
[2] Rubio-Suarez JC, Carbonell-Escobar R, Rodriguez-Merchan EC, et al. Fractures of the tibial pilon treated by open reduction and inter-

nal fixation(locking compression plate-less invasive stabilising system): Complications and sequelae [J]. Injury, 2018, 49(2): 60-64.  
[3] 陈浩,贺增良,方加虎. MIPPO 术联合 LCP 内固定治疗胫骨远端骨折的疗效分析[J]. 中国现代手术学杂志,2018,22(6): 445-448.  
[4] Malik-Tabassum K, Pillai K, Hussain Y, et al. Post-operative outcomes of open reduction and internal fixation versus circular external fixation in treatment of tibial plafond fractures: A systematic review and meta-analysis[J]. Injury, 2020, 51(7): 1448-1456.  
[5] Choi S, Lee TJ, Kim S, et al. Minimally Invasive Plate Osteosynthesis (MIPO) technique for complex tibial shaft fracture[J]. Acta Orthop Belg, 2019, 85(2): 224-233.  
[6] 张宪高,张一,王志强. 胫骨远端 pilon 骨折手术入路研究进展[J]. 中华骨与关节外科杂志,2021,14(4): 303-309.  
[7] 周高礼,郭孝军,白笋蓬. 前外侧入路联合内侧 MIPPO 治疗 AO/OTA C 型 Pilon 骨折的临床疗效[J]. 创伤外科杂志, 2021, 23(2): 124-127.  
[8] 黄绪奎. 微创胫骨远端 L 型锁定钢板治疗 Pilon 骨折 16 例临床分析[J]. 中外医学研究,2015,13(28): 8-10.  
[9] 葛喆,张新潮,徐吉,等. 踝关节骨折的流行病学特征及后 Pilon 骨折的疗效分析[J]. 中国综合临床,2018,34(4): 376-380.  
[10] Chen Y, Huang X, Chen Y, et al. Comparison of complications of early and delayed open reduction and internal fixation for treating pilon fracture: A protocol of systematic review and meta-analysis [J]. PLoS One, 2021, 16(11): 258962.  
[11] Olson JJ, Anand K, Esposito JG, et al. Complications and soft-tissue coverage after complete articular, open tibial plafond fractures[J]. J Orthop Trauma, 2021, 35(10): 371-376.  
[12] 刘路平,朱兰然,张卫,等. 2 种不同手术方法治疗陈旧性踝关节骨折合并下胫腓联合损伤的对比[J]. 昆明医科大学学报, 2021, 42(10): 106-111.  
[13] Haller JM, Githens M, Rothberg D, et al. Pilon fractures in patients older than 60 years of age: should we be fixing these[J]. J Orthop Trauma, 2020, 34(3): 121-125.  
[14] Lai TC, Fleming JJ. Minimally Invasive Plate Osteosynthesis for Distal Tibia Fractures[J]. Clin Podiatr Med Surg, 2018, 35(2): 223-232.  
[15] 王攀,黄光斌,胡平,等. 关节镜辅助下微创经皮钢板内固定与传统切开复位内固定对胫骨平台骨折患者的疗效观察[J]. 创伤外科杂志,2019,40(8): 615-619.  
[16] 符仲秋,丰景斌,艾江平,等. 两种不同内固定方法治疗踝关节骨折的效果观察及并发症发生率影响分析[J]. 解放军预防医学杂志,2019,37(9): 182-183, 185.  
[17] Marazzi C, Wittauer M, Hirschmann MT, et al. Minimally invasive plate osteosynthesis (MIPO) versus open reduction and internal fixation (ORIF) in the treatment of distal fibula Danis-Weber types B and C fractures[J]. J Orthop Surg Res, 2020, 15(1): 491.  
[18] Schwarz O, Majerníček M, Chomiak J. Treatment of fractures of the distal third of tibia diaphysis by MIPO technique[J]. Acta Chir Orthop Traumatol Cech, 2020, 87(2): 114-119.

(收稿日期:2022-03-08 修回日期:2022-04-11)