

# 应用四柱理论指导 Pilon 骨折治疗的疗效观察

赵快平 王朝晖 熊波

**【摘要】** 目的 观察解剖四柱理论指导 Pilon 骨折治疗的疗效。方法 对 2011 年 1 月至 2015 年 1 月于我院手术治疗的 34 例 Pilon 骨折病人的临床资料进行回顾性分析,根据是否应用四柱理论指导手术治疗分为四柱理论组(18 例)和常规组(16 例),观察两组病人的骨折复位情况以及并发症发生情况,术后比较两组间的美国足踝外科医师协会(AOFAS)踝与后足功能评分。**结果** 34 例病人均获得随访,随访时间为 8~36 个月。所有病人都骨折愈合;四柱理论组发生 2 例浅表感染(2/18),常规组发生深部感染 1 例、浅表感染 1 例、局部皮肤坏死 2 例(4/16);术后第 3 天,四柱理论组的骨折解剖复位率为 77.78%,常规组为 68.75%,且末次随访时,常规组出现 3 例骨折复位丢失;术后 1 个月时,四柱理论组和常规组的 AOFAS 评分分别为(77.3±3.1)分、(76.1±3.3)分,差异无统计学意义( $P>0.05$ ),而末次随访时,四柱理论组的 AOFAS 评分为(79.8±2.9)分,常规组为(70.5±2.3)分,差异有统计学意义( $t=9.315, P=0.001$ )。**结论** 四柱理论对 Pilon 骨折的手术治疗有明确的指导作用,能使骨折获得更优良的复位和更佳的内固定选择,有利于踝关节功能的恢复。

**【关键词】** Pilon 骨折;四柱理论;骨折固定术,内;踝损伤

**Application of four column theory in treatment of Pilon fracture.** ZHAO Kuaiping, WANG Zhaohui, XIONG Bo. Department of Orthopaedics, Chenzhou First People's Hospital, Chenzhou 423000, China

Corresponding author: ZHAO Kuaiping, E-mail: zhkping@sina.com

**【Abstract】 Objective** To evaluate the clinical value of four column theory in the treatment of Pilon fractures. **Methods** From January 2011 to January 2015, the clinical data of 34 cases of Pilon fractures were retrospectively analyzed, and divided into four column theory group (18 cases) and conventional group (16 cases). The rate of anatomical reduction, postoperative American Orthopaedic Foot and Ankle Society (AOFAS) score and postoperative complications were compared between two groups. **Results** All 34 cases were followed up for 8 to 36 months. The incidence of postoperative complications in the conventional group (4/16) was higher than in four column theory group (2/18). There were significant differences in the rate of anatomical reduction and the AOFAS scores on the final follow-up between the two groups ( $P<0.05$ ). **Conclusion** The four column theory can help to guide the surgery of Pilon fracture to gain more excellent reduction and selection of internal fixation. It is beneficial to ankle function rehabilitation.

**【Key words】** Pilon fracture; Four column theory; Fracture fixation, internal; Ankle injuries

Pilon 骨折是指累及胫骨远端关节面的粉碎性骨折,同时伴有腓骨骨折和严重的软组织损伤,多由高能损伤导致,因为胫骨关节面骨折复位效果不佳<sup>[1]</sup>,其远期治疗效果较差<sup>[2]</sup>。

目前 Pilon 骨折的分型一般采用 Rüedi-Allgöwer 分型和 AO/OTA 分型,这两种方法都是以 X 线片为基础,没有三维 CT 重建影像作为支持,对具体骨折部位的描述不够准确,对于制定具体手术方案的指导有限。汤欣等<sup>[3]</sup>提出 Pilon 骨折的解剖四柱理论,基于 CT 扫描和三维重建的基础上对 Pilon 骨折进行

分型,对 Pilon 骨折的具体部位的描述更加全面和准确<sup>[4]</sup>,能更有效地指导临床治疗。

2011 年 1 月至 2015 年 1 月,我们对 34 例于我院手术治疗的 Pilon 骨折病人的临床资料进行回顾性分析,根据其是否采用解剖四柱理论指导手术方案分为四柱理论组和常规组,通过观察比较两组病人术后的骨折恢复情况及踝关节功能,探讨其在临床治疗中的应用价值。

## 资料与方法

### 一、纳入排除标准

纳入和排除标准:①X 线片或 CT 检查显示为胫骨远端关节面骨折,诊断为 Pilon 骨折者;②排除 Gustilo III 型开放性骨折者;③排除受伤前同侧膝关

节和(或)踝关节有功能障碍者;④排除因基础疾病和(或)其他原因不能耐受手术者;⑤排除陈旧性骨折者。

二、一般资料

共纳入 34 例,男 22 例,女 12 例;左侧 19 例,右侧 15 例;交通伤 22 例,高处坠落伤 8 例,其他原因损伤 4 例;开放性骨折 9 例(按 Gustilo 分型: I 型 6 例、II 型 3 例),闭合性骨折 25 例。伴有胸腰椎骨折和骨盆骨折各 2 例,同时有对侧肢体骨折者 7 例。根据 Rüedi-Allgöwer 分型: I 型 4 例, II 型 18 例, III 型 12 例;根据 AO/OTA 分型: B2 型 4 例, B3 型 8 例, C1 型 7 例, C2 型 9 例, C3 型 6 例。

三、解剖四柱理论分型

胫腓骨远端解剖四柱的划分是根据胫腓骨远端的解剖特点进行区分,以内外踝顶点的连线(踝间线)将其分为前后柱,以胫腓骨远端关节面的矢状面中轴线将其分为内外侧柱(图 1)。

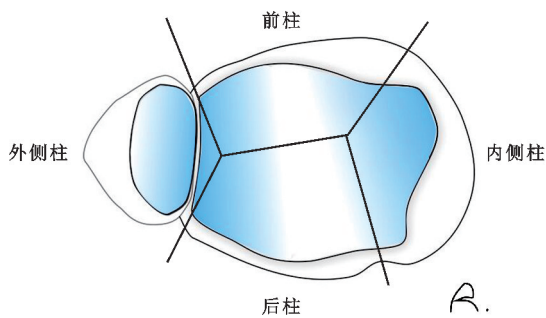


图 1 解剖四柱理论分型示意图

四、分组

将 2011 年 1 月至 2011 年 12 月采用 Rüedi-Allgöwer 分型和 AO/OTA 分型指导 Pilon 骨折手术治疗的 16 例病人纳入常规组;2012 年 1 月至 2015 年 1 月采用四柱理论指导手术治疗的 18 例病人纳入四柱理论组。

五、手术方法

所有手术均由同一团队医生操作,手术前均对患肢进行软组织评估,团队所有医生取得一致意见认为可以手术后,方可行开放复位、内固定手术。

(一)四柱理论组

术前根据四柱理论分型进行手术入路的选择。外侧柱骨折采用腓骨外侧入路,内侧柱骨折采用大隐静脉后方胫骨内侧入路,前柱骨折采用经胫前肌内侧前方入路,后柱骨折采用胫后血管内侧入路。对于双柱骨折,能一个切口解决的,不用双切口,如内侧柱骨折+前柱骨折,可采用前内侧或内侧入路,

后柱骨折+外侧柱骨折,可采用腓骨外侧入路并切口稍偏后。不能一个切口解决问题的,可行双切口,如内、外侧联合入路,前、外侧联合入路。对于三柱骨折、四柱骨折等复杂骨折,一般两种入路都能满足手术固定需要,但在进行两种入路时需注意皮桥的宽度以大于 7 cm 为宜。骨折复位满意后,选择使用 1/3 管型钢板、“T”型支撑钢板、“L”型锁定钢板以及内外侧解剖锁定钢板进行骨折内固定。

(二)常规组

根据 Rüedi-Allgöwer 分型和 AO/OTA 分型,在 X 线片的基础上,伴有腓骨骨折的病人先行腓骨骨折内固定,胫骨骨折手术切口采用胫骨前内侧入路,骨折复位后,根据需要选择使用“L”型锁定钢板以及内外侧解剖锁定钢板进行骨折内固定。

六、术后处理和疗效评价

术后常规使用抗菌药物 24~72 h,不使用外固定辅助固定,疼痛消失后即进行踝关节不负重功能锻炼,术后 2~3 个月摄 X 线片观察骨折愈合情况,指导病人由部分负重至完全负重。病人术后第 3 天及 1、2、3、6、12 个月行 X 线摄片复查,至末次随访。

采用 Burwell-Charnley 影像学评分系统<sup>[5]</sup>评价术后第 3 天以及末次随访时骨折的复位情况;采用美国足踝外科医师协会(AOFAS)踝与后足功能评分系统<sup>[6]</sup>评价术后 1 个月和末次随访时的踝关节功能。

七、统计学分析

采用 SPSS 19.0 软件进行统计学分析,计量资料采用均数±标准差( $\bar{x}\pm s$ )表示。术后 1 个月及末次随访时两组间的 AOFAS 评分的比较采用独立样本 t 检验,两组间骨折复位情况的比较采用 Fisher 确切概率检验,检验水准  $\alpha$  值取双侧 0.05。

结 果

一、一般资料

本组 34 例病人均获随访,随访时间为 8~36 个月。所有病人均无骨折不愈合;发生手术后感染及切口局部皮肤坏死 6 例(深部感染 1 例、浅表感染 3 例、局部皮肤坏死 2 例),其中四柱理论组 2 例(浅表感染),常规组 4 例(深部感染 1 例、浅表感染 1 例、局部皮肤坏死 2 例)。

二、骨折复位情况

采用 Burwell-Charnley 影像学评分系统评价骨折复位情况。术后第 3 天 X 线摄片检查,两组病人的骨折复位情况有一定差异,常规组出现 1 例骨折位置差(后侧骨折块向后上方移位 > 5 mm),四柱理

论组的骨折解剖复位率为 77.78%，较常规组 (68.75%) 高，差异有统计学意义 ( $P=0.003$ )；末次随访时，常规组出现 3 例骨折复位丢失，四柱理论组未出现复位丢失 (表 1, 图 2~4)。

### 三、AOFAS 踝与后足功能评分

采用 AOFAS 踝与后足功能评分系统评价踝关节功能。术后 1 个月时，四柱理论组和常规组的 AOFAS 评分分别为 (77.3±3.1) 分、(76.1±3.3) 分，差异无统计学意义 ( $P>0.05$ )；而末次随访时，四柱理论组的 AOFAS 评分为 (79.8±2.9) 分，常规组为 (70.5±2.3) 分，差异有统计学意义 ( $t=9.315, P=0.001$ )。

## 讨 论

### 一、Rüedi-Allgöwer 分型和 AO/OTA 分型的不足 Rüedi-Allgöwer 分型描述胫骨远端关节面的粉

碎程度和移位，在一定程度上反映 Pilon 骨折的损伤机制和对治疗效果的预测作用。AO/OTA 分型对于骨折的描述系统、详细、全面，便于病例的采集和管理，对骨折治疗后的预测也有一定的作用。但二者都是基于 X 线片的基础，没有 CT 三维重建影像作为支持，对具体骨折部位难以准确描述，对手术切口和内固定选择的指导意义不大。

### 二、四柱理论分型

四柱理论是基于 CT 扫描和三维重建的基础上对 Pilon 骨折进行分型，对 Pilon 骨折的具体部位的描述更加全面和准确，对选择手术入路和固定方式有较大的帮助<sup>[4]</sup>。Klammer 等<sup>[7]</sup>认为 CT 三维重建应作为 Pilon 骨折术前判断、制定手术方案、术后评估的常用和必要方法。术者在 CT 检查的基础上对 Pilon 骨折进行四柱分型，分为前柱、后柱、内侧柱和外侧柱，然后根据主要骨折的所在“柱”选择恰当的

表 1 采用 Burwell-Charnley 评分系统评价两组骨折复位情况 (例)

分组	例数	术后第 3 天			末次随访		
		解剖复位	复位可	复位差	解剖复位	复位可	复位差
四柱理论组	18	14	4	0	14	4	0
常规组	16	11	4	1	8	6	2



图 2 男, 37 岁, 从高处跌伤致左踝部疼痛, 活动障碍入院。诊断: 左胫骨 Pilon 骨折。在四柱理论指导下行“骨折开放复位内固定术” a, b: 术前 X 线片示左胫骨 Pilon 骨折; c, d: 术前三维 CT 检查示骨折累及前柱、后柱、外侧柱, 关节面损伤严重; e, f: 术后 X 线片示骨折复位良好, 关节面平整, 内固定固定有效





图3 男,41岁,高处坠落致左踝疼痛,活动障碍入院。诊断:左胫骨Pilon骨折,L<sub>4</sub>椎体压缩性骨折。在四柱理论指导下行“左胫骨开放复位内固定术” a、b:术前X线片示左胫骨Pilon骨折;c、d:术前三维CT检查示骨折累及前柱、外侧柱,关节面损伤严重;e、f:术后X线片示骨折复位良好,关节面平整,内固定固定有效



图4 男,39岁,高处跌伤致双下肢疼痛,活动障碍入院。诊断:左胫骨Pilon骨折,右跟骨骨折。在四柱理论指导下行“左胫骨开放复位内固定术” a-c:术前三维CT检查示骨折累及后柱、外侧柱,关节面损伤严重;d、e:术后X线片示骨折复位良好,关节面平整,内固定固定有效

手术入路,根据骨折的解剖特征选择合适的内固定,为病人选择个性化的手术方案。陈大伟等<sup>[8]</sup>和 Amorosa 等<sup>[9]</sup>认为术前进行踝关节的 CT 扫描和三维重建明确骨折块的位置及骨折线,有助于理解 Pilon 骨折的损伤机制,并为治疗提供参考,对 Pilon 骨折手术入路的选择至关重要。

### 三、两组治疗方案的比较分析

本组资料显示常规组病人术后感染及切口局部皮肤坏死发生率较四柱理论组高,除骨折处本身的软组织条件外,还与手术切口的选择有关。当手术切口选择不恰当、不能完全显露骨折位置时,为了更好地显露骨折,术中可出现手术切口延长、手术切口的走向发生改变(形成两手术切口之间的皮桥宽度过窄、手术切口由纵向转为横向等)、术中过度牵拉皮肤和软组织等情况,而这些都是术后感染和切口局部皮肤坏死的原因。McCann 等<sup>[10]</sup>认为在主要骨折线或主要骨折块上方皮肤作切口,可直接显露骨折块,在处理骨折时对软组织干扰小,减少血运的破坏,从而减少皮肤和软组织的并发症。Tong 等<sup>[11]</sup>认为对于高能量 Pilon 骨折,内固定物放置不当也会导致软组织并发症的发生。

本组资料还显示四柱理论组的骨折解剖复位率较常规组高,常规组末次随访时的骨折移位较四柱理论组严重,笔者考虑主要有以下几个因素:①病人不遵医嘱,过早负重,本组 1 例病人术后不到 1 个月就开始完全负重,致使后方固定不牢的骨折块再次移位;②术者术前对骨折的特征没有完全明确,手术切口选择不理想,不能完全显露骨折位置,术中部分骨折复位不完全;③常规组术后复位丢失较四柱理论组严重,考虑手术切口不能完全显露骨折,致使内固定不能牢固固定骨折块,术后出现复位再次丢失,末次随访时常规组的解剖复位率明显较四柱理论组低( $P < 0.05$ )。Hak 等<sup>[12]</sup>和 Tornetta 等<sup>[13]</sup>认为恰当的切口能在减少软组织损伤的同时充分显露骨折,使骨折得到良好的复位和稳定的固定。这些说明使用四柱理论指导 Pilon 骨折的治疗,使手术切口的选择更合理,骨折的固定更牢固,最终得到更佳的治疗效果。Stufkens 等<sup>[14]</sup>和 Weber 等<sup>[15]</sup>认为良好的骨折复位和坚强的固定是 Pilon 骨折获得理想疗效的关键因素。

本组资料的病例数有限,部分病例随访时间不

够长,影像学显示骨折位置较差的病例,其功能后期如何,还有待研究。当然,Pilon 骨折的治疗效果不单纯由骨折位置决定,软组织也是一个很重要因素,特别是高能量的 Pilon 骨折<sup>[16]</sup>,这些问题都有待进一步深入讨论。

### 参 考 文 献

- [1] Chen SH, Wu PH, Lee YS. Long-term results of pilon fractures[J]. Arch Orthop Trauma Surg, 2007, 127(1): 55-60.
- [2] Pollak AN, McCarthy ML, Bess RS, et al. Outcome after treatment of high-energy tibial plafond fractures[J]. J Bone Joint Surg Am, 2003, 85A(10): 1893-1900.
- [3] 汤欣,吕德成,唐佩福,等. Pilon 骨折的解剖四柱理论与临床治疗的关系[J]. 中华外科杂志, 2010, 48(9): 662-666.
- [4] Weber M. Trimalleolar fractures with impaction of the posteromedial tibial plafond: implications for talar stability[J]. Foot Ankle Int, 2004, 25(10): 716-727.
- [5] Burwell HN, Charley AD. The treatment of displaced fractures at the ankle by rigid internal fixation and early joint movement[J]. J Bone Joint Surg Br, 1965, 47(4): 634-660.
- [6] Kaikkonen A, Kannus P, Järvinen M. A performance test protocol and scoring scale for the evaluation of ankle injuries[J]. Am J Sports Med, 1994, 22(4): 462-469.
- [7] Klammer G, Kadakia AR, Joos DA, et al. Posterior pilon fractures: a retrospective case series and proposed classification system[J]. Foot Ankle Int, 2013, 34(2): 189-199.
- [8] 陈大伟,李兵,俞光荣,等. Pilon 骨折的研究现状和外固定支架治疗[J]. 中华创伤杂志, 2013, 29(10): 1011-1014.
- [9] Amorosa LF, Brown GD, Greisberg J. A surgical approach to posterior pilon fractures[J]. J Orthop Trauma, 2010, 24(3): 188-193.
- [10] McCann PA, Jackson M, Mitchell ST, et al. Complications of definitive open reduction and internal fixation of pilon fractures of the distal tibia[J]. Int Orthop, 2011, 35(3): 413-418.
- [11] Tong D, Ji F, Zhang H, et al. Two-stage procedure protocol for minimally invasive plate osteosynthesis technique in the treatment of the complex pilon fracture[J]. Int Orthop, 2012, 36(4): 833-837.
- [12] Hak DJ, Egol KA, Gardner MJ, et al. The "not so simple" ankle fracture: avoiding problems and pitfalls to improve patient outcomes[J]. Instr Course Lect, 2011, 60: 73-88.
- [13] Tornetta P 3rd, Ricci W, Nork S, et al. The posterolateral approach to the tibia for displaced posterior malleolar injuries[J]. J Orthop Trauma, 2011, 25(2): 123-126.
- [14] Stufkens SA, van den Bekerom MP, et al. Long-term outcome after 1822 operatively treated ankle fractures: a systematic review of the literature[J]. Injury, 2011, 42(2): 119-127.
- [15] Weber M, Ganz R. Malunion following trimalleolar fracture with posterolateral subluxation of the talus—reconstruction including the posterior malleolus[J]. Foot Ankle Int, 2003, 24(4): 338-344.
- [16] 王彦超,徐小雄. 高能量胫骨 pilon 骨折的诊疗进展[J]. 中华创伤杂志, 2014, 30(1): 88-91.

(收稿日期: 2016-03-15)