

# Effect of Early Weight-Bearing Exercise on Posterior Pilon Fracture Healing and Ankle Function

Luxue Li<sup>1\*</sup>, Mengge Pei<sup>1</sup>, Ling Peng<sup>1</sup>, Deqiang Wang<sup>2</sup>, Hui Yu<sup>2</sup>, Xuehua Sun<sup>3#</sup>

<sup>1</sup> School of Rehabilitation Medicine, Binzhou Medical College, Yantai Shandong

<sup>2</sup> Binzhou Affiliated Hospital of Binzhou Medical University, Binzhou Shandong

<sup>3</sup> Yantai Affiliated Hospital of Binzhou Medical University, Yantai Shandong,

Email: 1531319433@qq.com, #sunxuehua006@163.com

Received: Aug. 3<sup>rd</sup>, 2020; accepted: Aug. 21<sup>st</sup>, 2020; published: Aug. 28<sup>th</sup>, 2020

---

## Abstract

**Objective:** To investigate the effect of early weight-bearing exercise on ankle function recovery and fracture healing after posterior Pilon fracture. **Methods:** A selection of 46 patients with posterior Pilon fractures who underwent surgical treatment in our hospital from July 2016 to July 2019 were randomly divided into early negative regroup and conventional negative regroup. Conventional negative regroup (23 cases) received postoperative plaster fixation for routine rehabilitation exercises. Early weight-bearing exercises (23 cases) were performed in early weight-bearing exercises, and the ankle motor function score (AOFAS), ankle circumference difference, fracture healing time, and complication rate were compared between the two groups. **Results:** There was no significant difference in postoperative complications between the two groups after 1 year and the last follow-up ankle motor function score 24 h after operation and 1 week after operation ( $P > 0.05$ ). However, ankle function scores at 2 weeks, 6 weeks, 3 months and 6 months after early negative recombination, ankle diameter difference at 2 weeks and 6 weeks after early negative recombination, and fracture healing time were all better than conventional negative recombination, with statistical significance ( $P < 0.05$ ). **Conclusion:** Early weight-bearing exercise has a significant effect on Posterior Pilon fracture surgery, which can promote ankle functional recovery and fracture healing in patients.

## Keywords

Posterior Pilon Fracture, Early Weight Bearing, Recovery

---

\*第一作者。

#通讯作者。

# 早期负重锻炼对后Pilon骨折术后愈合及踝关节功能影响

李路雪<sup>1\*</sup>, 裴梦鸽<sup>1</sup>, 彭玲<sup>1</sup>, 王德强<sup>2</sup>, 于慧<sup>2</sup>, 孙雪华<sup>3#</sup>

<sup>1</sup>滨州医学院康复医学院, 山东 烟台

<sup>2</sup>滨州医学院滨州附属医院, 山东 滨州

<sup>3</sup>滨州医学院烟台附属医院, 山东 烟台

Email: 1531319433@qq.com, #sunxuehua006@163.com

收稿日期: 2020年8月3日; 录用日期: 2020年8月21日; 发布日期: 2020年8月28日

## 摘要

**目的:** 研究早期负重锻炼对后Pilon骨折术后踝关节功能恢复和骨折愈合的影响。**方法:** 选取2016年7月至2019年7月我院接受手术治疗的46例后Pilon骨折患者, 随机分成早期负重组和常规负重组, 常规负重组(23例)采用术后石膏固定行常规康复锻炼, 早期负重组(23例)行早期负重锻炼, 比较两组患者踝关节运动功能评分(AOFAS)、踝关节周径差、骨折愈合时间和并发症发生率。**结果:** 两组患者在术后1年和末次随访踝关节运动功能评分、术后24 h和术后1周踝关节周径差、术后并发症均无统计学差异( $P > 0.05$ ); 而早期负重组术后2周、6周、3月和6月踝关节功能评分, 术后2周和6周踝关节周径差, 骨折愈合时间都较常规负重组优, 具有统计学意义( $P < 0.05$ )。**结论:** 早期负重锻炼在后Pilon骨折术后患者中的应用效果十分显著, 能够促进患者踝关节功能恢复和促进骨折愈合。

## 关键词

后Pilon骨折, 早期负重, 康复

Copyright © 2020 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 引言

后 Pilon 骨折是累及后踝和内踝冠状面的特殊类型踝关节骨折[1]。由于其受伤机制不仅存在旋转暴力而且还合并有垂直暴力, 因此 Hansen 等将其称为后 Pilon 骨折[2]。考虑其特殊的受伤机制, 存在踝关节半脱位[3], 保守治疗效果欠佳, 因此手术治疗为其首选治疗方式。由于该种类型骨折累及关节面较大、软组织损伤较为严重、术中操作困难, 术后康复较为缓慢[4]。因此笔者运用早期负重锻炼来促进后 Pilon 骨折术后愈合及踝关节功能康复, 研究结果满意, 现报道如下。

## 2. 一般资料与方法

### 2.1. 一般资料

收集 2016 年 7 月至 2019 年 7 月于我院治疗的 46 例后 Pilon 骨折患者, 按照随机对照原则分为早期

负重重组和传统负重重组各 23 例。传统负重重组男性 17 例、女性 6 例、年龄 38~55 岁、平均(45.9 ± 4.3)岁；受伤距手术时间 0.3~8 d、平均(4.1 ± 2.5) d。早期负重重组男性 15 例、女性 8 例、年龄 37~57 岁、平均(47.4 ± 5.8)岁；受伤距手术时间 0.5~8 d、平均(4.2 ± 2.0) d。两组患者在性别、年龄、受伤距手术时间方面比较，差异均无统计学差异( $P > 0.05$ )，见表 1。

**Table 1.** Comparison of general data between the two groups

**表 1.** 两组患者一般资料比较

| 分组     | 性别(例) |    | 年龄( $\bar{x} \pm s$ , 岁) | 受伤距手术时间( $\bar{x} \pm s$ , d) |
|--------|-------|----|--------------------------|-------------------------------|
|        | 男性    | 女性 |                          |                               |
| 传统负重重组 | 17    | 6  | 45.9 ± 4.3               | 4.1 ± 2.5                     |
| 早期负重重组 | 15    | 8  | 47.4 ± 5.8               | 4.2 ± 2.0                     |
| P 值    | 0.522 |    | 0.333                    | 0.837                         |

注： $P > 0.05$  差异无统计学意义。

## 2.2. 纳入及排除标准

1) 纳入标准：① 有明确外伤史；② CT 断层诊断为后 Pilon 骨折；③ 临床表现为踝关节肿胀、疼痛及功能障碍；④ 受伤距手术时间在 7 天之内；⑤ 均签署知情同意书。2) 排除标准：① 病理性骨折；② 合并心、肺、脑等重要脏器功能障碍者。

## 2.3. 康复方案

两组患者均行切开复位内固定术，术后康复分为早期负重康复组(A 组)和常规负重康复组(B 组)。A 组：无石膏外固定，术后 24 h 指导患者进行下肢肌肉主动收缩活动；术后第 3 天指导患者行床上踝关节主动屈伸活动，强度为患者可耐受为；术后第 1 周嘱患者拄拐下地活动，但患侧不接触地面，并逐渐加大活动强度和活动量；术后第 2 周可拄拐，嘱患者患侧在可耐受情况下，脚尖落地行走，可逐渐增加活动量；术后第 4 周，根据患侧恢复情况逐渐增加负重，可每日三次；术后第 6 周，复诊行患侧踝关节正侧位 X 线，若骨折端出现骨痂生长，患侧可扶拐全足负重行走，若无骨痂生长，则指导患者继续扶拐脚尖行走。B 组：术后石膏固定患侧 2 周，拆除石膏前跖趾关节进行主动屈伸训练，下肢肌肉进行主被动搜索训练；术后 2 周拆除石膏，嘱患者于床上进行患侧踝关节主动被动屈伸活动；术后第 4 周，住患者下地扶拐活动，患侧不能着地；术后第 6 周，复诊行患侧踝关节正侧位 X 线，患侧可脚尖着地行走。

## 2.4. 临床观察指标

① 踝关节周径：术后 24 h、1 周、2 周、6 周，患侧与健侧踝关节同一水平线周径差；② 美国足踝外科协会(AOFAS)踝与后足评分，评估术后 2 周、6 周、3 月、6 月、1 年和内固定去除后末次随访的踝关节功能；③ 通过定时随访记录骨折愈合时间，愈合标准：放射线愈合被定义为在四个皮质中的三个处出现骨痂，或在用绝对稳定结构治疗的骨折中骨折线消失[5]；④ 记录并发症的发生率。

## 2.5. 统计学方法

采用 SPSS 17.0 软件进行数据处理。计量资料以( $\bar{x} \pm s$ )表示，计数资料采用  $\chi^2$  检验。以  $P < 0.05$  为差异有统计学意义。

## 3. 结果

46 例后 Pilon 骨折患者均行切开复位内固定术，随访时间 12~24 月，平均(17 ± 5.35)个月；两组踝关

节运动功能比较见表 2；两组骨折愈合时间及踝关节周径差比较结果见表 3；早负重组出现 1 例手术切口感染，比例为 1/23，常规负重组出现一例手术切口感染，比例为 1/23，两组对比  $P > 0.05$ ，无统计学差异。

**Table 2.** Comparison of ankle motor function scores between the two groups

**表 2.** 两组患者踝关节运动功能评分比较( $\bar{x} \pm s$ )

| 分组  | 术后 2 周     | 术后 6 周     | 术后 3 月     | 术后 6 月     | 术后 1 年      | 末次随访        |
|-----|------------|------------|------------|------------|-------------|-------------|
| A 组 | 65.3 ± 7.7 | 70.4 ± 9.0 | 72.5 ± 8.8 | 78.7 ± 8.8 | 82.0 ± 11.5 | 86.5 ± 9.9  |
| B 组 | 58.0 ± 8.6 | 62.6 ± 7.8 | 64.4 ± 8.5 | 69.4 ± 9.6 | 82.8 ± 12.2 | 87.4 ± 10.4 |
| t 值 | 3.019      | 3.141      | 3.168      | 3.436      | 0.224       | 0.319       |
| P 值 | 0.04       | 0.03       | 0.03       | 0.01       | 0.824       | 0.751       |

注：A 组为早期负重组，B 组为常规负重组。

**Table 3.** Comparison of postoperative fracture healing time and ankle circumference diameter difference between the two groups

**表 3.** 两组患者术后骨折愈合时间及踝关节周径差比较( $\bar{x} \pm s$ )

| 分组  | 骨折愈合时间(周)   | 术后 24 h    | 周径差(cm)    |            |            |
|-----|-------------|------------|------------|------------|------------|
|     |             |            | 术后 1 周     | 术后 2 周     | 术后 6 周     |
| A 组 | 16.65 ± 1.9 | 2.92 ± 0.8 | 1.50 ± 0.4 | 1.22 ± 0.3 | 0.89 ± 0.2 |
| B 组 | 13.15 ± 1.2 | 2.72 ± 0.8 | 1.35 ± 0.4 | 0.93 ± 0.2 | 0.52 ± 0.2 |
| t 值 | 7.132       | 0.866      | 1.305      | 3.332      | 6.172      |
| P 值 | 0.000       | 0.392      | 0.199      | 0.002      | 0.000      |

注：A 组为早期负重组，B 组为常规负重组。

## 4. 讨论

### 4.1. 踝关节功能恢复

后 Pilon 骨折在诊断中易与三踝骨折混淆，Switai 等提出后 Pilon 骨折占有需要手术治疗的踝关节骨折的 20% [6]。因此在入院诊断明确，术前制定详细的手术及康复方案，对患者预后将会有积极的影响。坚强的内固定、解剖复位和术后功能锻炼是所有累及关节骨折治疗“金标准” [7]。对于术后康复，一些研究比较了早期负重和晚期负重对踝关节骨折术后对于其预后的影响，研究结果证明了两组具有相似的功能结果 [8] [9]。但是最近的研究表明，长时间的固定可能导致相关并发症，例如关节僵硬、韧带肌腱萎缩、恢复工作时间增加以及日常生活活动困难 [10]。而通过我们的研究结果显示，早期负重组在术后早期 (2 周、6 周、3 月和 6 月) 较正常负重组踝关节功能恢复较好，并且其术后 2 周和 6 周踝关节周径较其减少。这与 Alejandro 等研究结果基本一致，并且该文献指出提前负重时可能将形成的纤维化被重新吸收，同时避免不良事件发生，例如：局部肌肉萎缩或因神经受压 6~8 周而引起感觉的改变 [11]。有研究提出早期负重可以使踝关节的运动范围恢复至术前水平，而且其证明对受损的关节软骨具有促进生长的作用 [12]。我们认为由于后 Pilon 骨折后踝骨块较大，通过术中坚强的内固定，将其完整恢复至原位，为术后康复奠定了结构基础；早期负重可以使得患侧踝关节周围软组织快速恢复至伤前状态，增加周围软组织代谢活动，降低关节僵硬风险，加强患侧神经对于周围肌肉刺激，避免肌肉萎缩。

### 4.2. 后 Pilon 骨折术后愈合

有学者报道了接受踝关节切开复位内固定手术并允许患者术后立即进行早期负重的病例。该研究指出：26 位接受术后早期负重的患者中，有 25 位在未减少复位的情况下继续愈合 [13]。另有研究提出：术

后三周的早期负重不会对踝关节的稳定性产生负面影响,并且不会改变踝关节内侧间隙,也不会影响骨折愈合率或植入失败率[5]。我们研究结果显示其早期复位组较正常组骨折愈合时间缩短,早期复位可以促进骨折愈合。对于早期负重能够促进骨折愈合,我们认为这是由于术后骨折端在患者早期负重锻炼时,发生微动后能够促进骨痂生长。有研究指出在骨折端施加适当的微动力量能够促进骨痂增加,进而促进骨折生长[14]。该理论的提出得益于经典的 Wolff 定律阐述的力学与骨重塑的关系[15]。有学者认为骨折端能够接受未超过修复组织耐受能力的轴向往复运动,其有效范围大约为 0.2~1 mm,局部的应力与骨痂对应力的耐受程度决定骨折的愈合速度及方式[16]。因此通过早期负重,可以使得后 Pilon 骨折复位后的骨块,受到轴向的微动力量,达到促进骨折愈合的目的。

### 4.3. 相关并发症的发生

早期负重对于后 Pilon 骨折术后康复也会出现并发症。我们的研究结果中出现了手术切口相关并发症,但是两组发生率无统计学差异。有学者提出早期负重不会增加伤口感染的几率[17],甚至早期负重可以在老年人踝关节骨折术后使用。而我们研究中出现的伤口感染病例,通过回访是由于患者出院后未能及时换药,导致伤口感染,但后期经过严格手术切口换药处理,达到切口愈合标准。并且有学者认为伤口并发症或灾难性并发症将在手术后的头几个月内发生[18]。

## 5. 小结

后 Pilon 骨折的手术指征存在相对共识,术后康复方面存在很大差异。但是很多学者提出有关踝关节骨折术后,在没有绝对禁忌症的情况下进行早期负重康复治疗,对于患者预后具有极大的促进作用[19][20]。通过我们的研究结果也验证了早期负重对于后 Pilon 骨折术后愈合及踝关节康复具有积极作用。但是本次研究只是运用踝关节功能评分,没有具体运用疼痛评分,部分患者可能由于术后早期负重引起的疼痛,致使其依从性降低,从而研究数据可能略有偏倚;而且本次研究还具有病例收集少和患者失访等不足之处。但是随着研究的深入,以上提出的问题将会逐步解决。

## 参考文献

- [1] Leonetti, D. and Tigani, D. (2017) Pilon Fractures: A New Classification System Based on CT-Scan. *Injury*, **48**, 2311-2317. <https://doi.org/10.1016/j.injury.2017.07.026>
- [2] Hansen, S.J. (2001) Salvage or Amputation after Complex Foot and Ankle Trauma. *Orthopedic Clinics of North America*, **32**, 181-186. [https://doi.org/10.1016/S0030-5898\(05\)70201-7](https://doi.org/10.1016/S0030-5898(05)70201-7)
- [3] Bois, A.J. and Dust, W. (2008) Posterior Fracture Dislocation of the Ankle: Technique and Clinical Experience Using a Posteromedial Surgical Approach. *Journal of Orthopaedic Trauma*, **22**, 629-636. <https://doi.org/10.1097/BOT.0b013e318184ba4e>
- [4] 张健, 王满宜, 龚晓峰, 等. 后外侧入路治疗后方 Pilon 骨折[J]. 中华关节外科杂志(电子版), 2011, 5(4): 433-439.
- [5] Passias, B.J., Korpi, F.P., Chu, A.K., et al. (2020) Safety of Early Weight Bearing Following Fixation of Bimalleolar Ankle Fractures. *Cureus*, **12**, e7557. <https://doi.org/10.7759/cureus.7557>
- [6] Switaj, P.J., Weatherford, B., Fuchs, D., et al. (2014) Evaluation of Posterior Malleolar Fractures and the Posterior Pilon Variant in Operatively Treated Ankle Fractures. *Foot & Ankle International*, **35**, 886-895. <https://doi.org/10.1177/1071100714537630>
- [7] Gao, M., Liu, N., Cheng, Y., et al. (2019) Treatment Outcomes of the Posterolateral Approach of Plate Fixation for Posterior Pilon Fractures. *Experimental and Therapeutic Medicine*, **17**, 4267-4272. <https://doi.org/10.3892/etm.2019.7458>
- [8] Smeeing, D.P., Houwert, R.M., Briet, J.P., et al. (2015) Weight-Bearing and Mobilization in the Postoperative Care of Ankle Fractures: A Systematic Review and Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials and Cohort Studies. *PLoS ONE*, **10**, e118320. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0118320>
- [9] Pfeifer, C.G., Grechenig, S., Frankewycz, B., et al. (2015) Analysis of 213 Currently Used Rehabilitation Protocols in

- Foot and Ankle Fractures. *Injury*, **46**, S51-S57. [https://doi.org/10.1016/S0020-1383\(15\)30018-8](https://doi.org/10.1016/S0020-1383(15)30018-8)
- [10] Kubiak, E.N., Beebe, M.J., North, K., *et al.* (2013) Early Weight Bearing after Lower Extremity Fractures in Adults. *Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons*, **21**, 727-738. <https://doi.org/10.5435/JAAOS-21-12-727>
- [11] Lorente, A., Palacios, P., Lorente, R., *et al.* (2020) Orthopedic Treatment and Early Weight-Bearing for Bimalleolar Ankle Fractures in Elderly Patients: Quality of Life and Complications. *Injury*, **51**, 548-553. <https://doi.org/10.1016/j.injury.2019.11.028>
- [12] Godsiff, S.P., Trakru, S., Kefer, G., *et al.* (1993) A Comparative Study of Early Motion and Immediate Plaster Splintage after Internal Fixation of Unstable Fractures of the Ankle. *Injury*, **24**, 529-530. [https://doi.org/10.1016/0020-1383\(93\)90029-6](https://doi.org/10.1016/0020-1383(93)90029-6)
- [13] Firoozabadi, R., Harnden, E. and Krieg, J.C. (2015) Immediate Weight-Bearing after Ankle Fracture Fixation. *Advances in Orthopedics*, **2015**, Article ID: 491976. <https://doi.org/10.1155/2015/491976>
- [14] Park, S.H. and Silva, M. (2003) Effect of Intermittent Pneumatic Soft-Tissue Compression on Fracture-Healing in an Animal Model. *The Journal of Bone and Joint Surgery. American Volume*, **85**, 1446-1453. <https://doi.org/10.2106/00004623-200308000-00004>
- [15] 邢丹, 马信龙, 马剑雄, 等. 基于不同力学微环境大鼠骨折愈合模型建立及对局部 CGRP 受体表达的影响[J]. 中华骨科杂志, 2014, 34(5): 582-592.
- [16] Klein, P., Schell, H., Streitparth, F., *et al.* (2003) The Initial Phase of Fracture Healing Is Specifically Sensitive to Mechanical Conditions. *Journal of Orthopaedic Research*, **21**, 662-669. [https://doi.org/10.1016/S0736-0266\(02\)00259-0](https://doi.org/10.1016/S0736-0266(02)00259-0)
- [17] Cimino, W., Ichtertz, D. and Slabaugh, P. (1991) Early Mobilization of Ankle Fractures after Open Reduction and Internal Fixation. *Clinical Orthopaedics and Related Research*, **267**, 152-156. <https://doi.org/10.1097/00003086-199106000-00023>
- [18] Pyle, C., Kim-Orden, M., Hughes, T., *et al.* (2019) Effect of Early Weightbearing Following Open Reduction and Internal Fixation of Unstable Ankle Fractures on Wound Complications or Failures of Fixation. *Foot & Ankle International*, **40**, 1397-1402. <https://doi.org/10.1177/1071100719867932>
- [19] Al-Hourani, K., Stoddart, M. and Chesser, T. (2019) Syndesmotic Fixation in Unstable Ankle Fractures: Does Early Post-Operative Weight Bearing Affect Radiographic Outcomes? *Injury*, **50**, 790-795. <https://doi.org/10.1016/j.injury.2019.02.014>
- [20] Dehghan, N., Mckee, M.D., Jenkinson, R.J., *et al.* (2016) Early Weight-Bearing and Range of Motion versus Non-Weight-Bearing and Immobilization after Open Reduction and Internal Fixation of Unstable Ankle Fractures: A Randomized Controlled Trial. *Journal of Orthopaedic Trauma*, **30**, 345-352. <https://doi.org/10.1097/BOT.0000000000000572>