

# 后Pilon骨折诊治研究进展

马玉林, 郑峰\*, 沈万熙

青海大学, 青海 西宁

收稿日期: 2022年11月9日; 录用日期: 2022年12月3日; 发布日期: 2022年12月14日

## 摘要

后Pilon骨折是一种特殊类型的关节内骨折, 其从发病机制、骨折类型、手术指征、治疗方式及功能预后都与普通踝关节骨折有很大的差异, 且目前临床上对后Pilon骨折的研究仍有限, 其手术指征、手术入路、固定方式仍存在较大争议, 该文章的目的是对目前不同学者对后Pilon骨折的诊疗进展作一综述。

## 关键词

后Pilon骨折, 踝关节骨折, 分型, 内固定, 手术入路

# Research Progress in Diagnosis and Treatment of Posterior Pilon Fractures

Yulin Ma, Feng Zheng\*, Wanxi Shen

Qinghai University, Xining Qinghai

Received: Nov. 9<sup>th</sup>, 2022; accepted: Dec. 3<sup>rd</sup>, 2022; published: Dec. 14<sup>th</sup>, 2022

## Abstract

After Pilon fracture is a special type of intra-articular fractures, from the pathogenesis, fracture type, function of surgical indications, treatment and prognosis of with normal ankle fractures are quite different, and the clinical study of Pilon fractures after still limited, the surgical indications, surgical approach, still have considerable controversy fixed way. The purpose of this article is to review the current progress in the diagnosis and treatment of posterior Pilon fractures by different scholars.

\*通讯作者。

## Keywords

Posterior Pilon Fracture, Ankle Fractures, Parting, Internal Fixation, Surgical Approach

Copyright © 2022 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 骨折不同于是由旋转暴力和轴向暴力导致的一种关节内骨折[1], 后 pilon 骨折发生率低, 一般治疗效果较差[2]。在交通事故或跌倒造成的高能量损伤中, 踝关节处于足底屈位, 而足处于倒立状态。当踝关节收到身体的惯性施加的向前、向下和向外的力量时引起外踝及后踝冠状面的骨折[3]。Hansen 等总结了后 pilon 骨折的特点, 认为这是一种特殊的三踝骨折, 即后 pilon 骨折[1]。后 Pilon 骨折从其所遭受的暴力大小、损伤机制、骨折类型、软组织损伤情况到治疗方式、难度和预后均与普通后踝骨折不同, 预后较普通后踝骨折更差[4]。该骨折特征包括了关节面嵌塞和距骨与内踝的骨折碎片近端转移等, 后 pilon 骨折的特征决定了其影像学特征、手术入路、固定方法和临床预后, 与普通后踝骨折以及 pilon 骨折之间存在很大区别[5] [6]。准确的诊断、合适的手术入路和固定方法严重影响手术效果及患者预后, Gao 等学者的研究数据也证明了这一点[7]。误诊和治疗不当容易导致踝关节功能障碍和创伤性关节炎等一系列并发症, 在临床实践中区分后 pilon 骨折与踝关节骨折和经典的 pilon 骨折非常重要。

## 2. 诊断

### 2.1. X 线

X 线检查是后 Pilon 骨折患者的首选检查, 是诊断后 Pilon 骨折最常见的一项影像学检查, 具有快速、价格低廉、相对低辐射等特点, 是一种基本的影像学检查。X 片见后踝骨折向后内侧等位置延伸, 并伴有踝关节关节面的压缩。“双廓征”是后 Pilon 骨折正位 X 线较特异的影像学表现[8], 表现为后踝部内上方特异性双层骨皮质影, 但是其并不是任何后 Pilon 骨折病例的主要特点, 所以在必要时可以其他的特征作为补充, 以增加其准确性。另外, Bois 和 Dust 建议进行跖屈位侧位 X 线以确定是否出现距骨的向后的脱位[9]。因为 X 线检查的特殊原理及后 Pilon 骨折局部解剖结构的复杂性, 通过简单的 X 片来判断骨折块的大小及移位程度从而制定相应的治疗方案存在着很大的不足, 所以在具体的临床诊疗过程中还必须采用 CT 或其他的检查手段[10]。若患者行 X 线检查示踝关节骨皮质连续而无明显骨折, 则不必行大规模的检查从而节省患者费用。而如果 X 线片发现骨折, 我们可以通过 X 线片的相关测量数据对骨折的类型做出初步的判断, 和早期治疗方式的选择。

### 2.2. CT

CT 平扫可以在比较准确地掌握后 Pilon 骨折的具体情况下还可确定有无下胫腓联合损伤及周围韧带肌腱等软组织损伤情况。CT 可以明确后踝骨折线向后内侧等位置的延伸情况、骨折块的大小, 关节面的具体损伤情况等, 以便为骨折分型、手术体位、手术入路、手术方式的选择提供重要的参考[11]。而在某些情形下三维 CT 重建技术, 可能会揭示出某些夹杂在骨折块之间的软组织, 如胫神经、胫后动脉、趾长屈肌肌腱等。凭借着较高的清晰度、低廉的价格及操作简单等优点, CT 在后 pilon 骨折患者日常的诊

疗活动中广泛普及, 承担了重要的角色。随着 CT 技术的不断创新、发展和完善, 其术前对后 Pilon 骨折形态、骨折块大小、移位程度和软组织嵌塞的评估是规划手术入路和固定技术的必要条件[12]。

### 2.3. 核磁

Gardner 等人提出, 单纯以 X 线及 CT 下骨折破坏程度评价踝关节的稳定性对其治疗方式的选择及预后判断效果并不全面, 凭借核磁共振对局部软组织的敏感性, 从而可以在部分怀疑软组织严重损伤时使用 MRI 检测踝关节内、外侧韧带、下胫腓联合前副韧带、骨间膜、三角韧带有无损伤及损伤的程度, 从而明确治疗方式及方法, 提高患者远期预后[13], 但是由于患者因 MRI 价格相对昂贵, 目前仍然不能被广大患者普遍接受。

## 3. 分型

目前对于后 pilon 骨折分型主要有 Klammer 分型、俞光荣分型、Zhang Jianzheng 分型理论、Wang Lei 分型 4 种, 各分型系统在一定程度上对后 pilon 骨折的治疗有一定的指导意义, 但也有其缺陷和不足: Klammer 分型[14]是根据骨折块的形态数目提出, I 型为单一后内侧骨折块, II 型为后内侧、后外侧骨折块, III 型为骨折线累及内踝; 俞光荣分型[15]是根据后 pilon 骨折的 CT 平扫结果及后方骨折块的形态将其分为三型, I 型为外侧斜型, II 型单一后侧骨折块型, III 型双骨折块型; Zhang Jianzheng、Wang Lei 等[16]也根据骨折线的位置及骨折块的大小将后 Pilon 骨折进行不同的分型, 然而这些各种分型理论均不能包括所有的类型, 故在临床上指导后 Pilon 骨折分型时存在很大的不足, 不能完全提示骨折的机制和严重程度, 故而仍需要一种新的优化的分型系统来显示不同 Pilon 骨折的受伤机制及损伤程度, 从而为临床上指导个体化的治疗方式和判断预后提供有力的依据[17]。

## 4. 治疗

### 4.1. 手术指征

传统观点认为踝关节骨折块的大小对关节面的完整性和踝关节稳定性起绝对作用, 并认为骨折范围超过其总踝关节面积 25% 是 Pilon 骨折行手术治疗绝对指征[18]。既往传统观点的仅靠骨折块的大小和踝关节关节面的损伤程度考虑后 Pilon 骨折的手术指征, 没有将踝关节的软组织损伤情况和踝关节的稳定性考虑进去, 故对后 Pilon 骨折的外科治疗指征评估较为简单。最近的观点结合生物力学研究领域的研究及根据患者术前的 X 片及 CT 等影像学结果, 认为当后 Pilon 骨折损伤关节面面积大于 10% 时很难通过保守治疗获得令人满意的预后效果, 后踝在胫骨远端和距骨穹之间的负荷转移以及后侧稳定中起着重要作用, 特别是当外侧约束损伤时。继发于骨折的关节表面积减少可能导致峰值应力增加和关节生物力学改变。在尸体模型中, Fitzpatrick 等人评估了解剖复位、2 mm 间隙或 2 mm 步进在模拟踝关节面 50% 的后踝骨折截骨固定时的效果。没有发现对踝关节运动学的影响, 但接触应力的前移被观察到。在一项类似的研究中, Macko 等人发现, 去除四分之一、三分之一或一半关节面的后踝截骨术可使踝关节中性位的接触面积分别减少 12%、20% 和 53%。然而, Vrahas 等人发现, 在模拟累及后踝的畸形愈合中, 胫距峰值接触应力没有变化。对于这些生物力学研究的一个警告是, 直接的胫骨距骨脱位被用作终点, 距骨的细微矢状面不稳定性没有被测试, 这可能对加速踝关节的临床重要。

因此, 作者推荐在直接可视化下切开复位和固定。Heim 等人同样发现, 当骨折复位不充分时, 结果更糟。Jaskulka 等人发现后踝骨折患者的预后明显较差, 即使碎片很小。此外, 后碎片的大小对创伤后关节炎的发生有影响; 大块骨块经复位和固定比未固定效果好。不幸的是, 在许多这样的研究中, x 光片是用来确定碎片大小的, 这是不准确的。此外, 使用了未经验证的患者预后指标, 并不是所有的手术病

例都进行了解剖复位和稳定固定治疗,相关的踝骨折的治疗是可变的。在最近的文献系统综述中, van den Bekerom 等人共回顾了 8 项关于后踝骨折固定的生物力学和 10 项临床研究。作者发现碎片大小作为固定的指征没有共识,并注意到在目前可用的文献中缺乏标准化的结果评估。Fuchs 等人发现,在涉及至少三分之一关节面的骨折中,非解剖复位后的固定比非手术治疗的结果更差[19],故而提倡通过术中关节面解剖复位、坚强固定和早期康复功能锻炼从而最大程度恢复踝关节功能,减少术后创伤性关节的等术后并发症的发生,改善患者的长期预后[19]。同时,我们在强调踝关节的后踝骨折块大小对后 Pilon 骨折预后的重要影响的同时也不能忽视到后 Pilon 骨折中软组织损伤的评价及处理对患者术后预后的影响。早期外固定架及跟骨牵引治疗对软组织损伤较重的患者预后的改善已越来越被广大学者认可,对软组织损伤较重的患者在局部软组织肿胀明显消失、皮纹出现后进行手术可以减轻二次损伤的影响及皮肤坏死等情况的发生。

## 4.2. 手术入路

通过术前 X 线、CT 等影像学检查明确骨折块的大小、部位和具体位置及结合患者自身软组织损伤情况对手术入路的选择起着决定性的作用。很多研究表明既往采用的标准前侧入路、内侧入路以及后侧入路都不可以完全显露骨折位置对后 Pilon 骨折的治疗效果有限,不能完全显露骨折位置和后侧嵌塞的小碎片,加大了手术难度[20]。目前对于后 Pilon 骨折的手术入路选择主要为后外侧入路、后内侧入路、后外侧入路联合后内侧入路,这些方式都可以比较清晰的暴露骨折部位以便为术者提供良好的手术视野[21],但不同入路仍具有独特的优缺点。

### 4.2.1. 后内侧入路

后内侧入路提供了一个机会做一个小关节切开术,直接查看关节面。由于腓骨位于后侧,后外侧入路不能显示关节面[22]。后内侧入路在提供可视化复位内侧骨折块的同时,可以利用外侧肌腱间接复位的方法复位一部分踝关节外侧骨折块,从而减少了对后外侧肌腱等软组织的剥离和损害,规避了从后方放置内固定装置后患者术后对软组织激惹引起的不适。而经过改良的后内侧入路进一步为术者提供了更大的视野和操作空间,可以直接观察胫骨远端关节面以及胫腓联合并复位胫腓联合处骨折块[23]。但必须注意对胫后动脉和胫神经的深部神经血管束的保护,从而避免血管神经损伤引起的一系列术后并发症。

### 4.2.2. 后外侧入路

后外侧入路是治疗后踝骨折设计的一种从跟腱外侧与腓骨后缘之间的纵行切口,在腓骨长短肌和趾长伸肌显露骨折块并进行复位固定。Klammer 等[14]学者认为单纯后外侧入路具有暴露重分、改善内固定物的软组织覆盖,还可以行腓骨骨折的复位固定并修复后侧胫腓下韧带,可基本满足后踝骨折的显露需要;同时不切开外侧间室,可减少对于腓骨肌腱的激惹,以期减少相关症状[24]。该入路对于复位大多数后 Pilon 骨折具有良好的效果。而不同于后内侧入路可以利用外侧解剖机制进行间接复位,后踝内侧由于缺乏强大的韧带附着,因此无法利用韧带的牵拉来进行间接性的复位,并且后内侧骨块和胫后肌腱韧带会相互连接,故对于复杂的后 Pilon 骨折,尤其对具有后内侧骨折块的骨折,单纯后外侧入路对术中骨折复位及固定均具有很大的局限性,治疗效果较差,术后并发症较多见[25]。

### 4.2.3. 联合入路

由于后踝的特殊解剖结构,故而单纯后内侧或者后外侧入路都存在在各自的不足与缺点,尤其对骨折类型较复杂或者陈旧的后 Pilon 骨折效果不理想,无法做到解剖复位和坚强固定,因此联合入路可以弥补单纯行后内侧或后外侧入路带来的不足[26]。目前随着对后 Pilon 骨折的不断探索与实践使得临床中联合入路不断改良,为术者带来了更加清晰视野,使得复位质量和固定效果有了较大的提高。目前的数据

表明后外联合后内侧入路在治疗后 Pilon 骨折的临床疗效中有着较好的成果,可以降低创伤性关节炎等并发症的发生率,减轻局部组织张力,减少骨折愈合时间,提高患者远期满意度均具有显著效果[26]。

### 4.3. 手术方式

前向后螺钉固定、后向前螺钉固定及后侧支撑接骨板固定是既往对后 Pilon 骨折的比较常见的手术固定方式,但是由于稳定性差,术后效果差,远期预后不理想的因素,所以前向后螺钉固定方式已不被应用[27]。在踝关节局部软组织条件允许的情况下早期行切开复位单纯螺钉或支撑钢板内固定术是目前主要的治疗方式。随着骨科内镜技术的发展,后路踝关节镜复位内固定术发挥了其微创的优势出现在临床且取得了很大的进展,成为治疗后 Pilon 骨折的一新方式。总之,由于后 pilon 骨折类型的多样性及特殊性,术前应综合考虑患者的年龄和一般情况,骨折的位置和程度,软组织损伤情况等各种因素选择合适的手术方式。

#### 4.3.1. 单纯螺钉固定

既往使用的前向后拉力螺钉固定方法因已被证实固定效果欠佳、术中固定难度大、术后稳定性差、患者预后不理想,故目前基本不采用。Amorosa、Wang、王浩等学者认为后向前多枚螺钉内固定治疗后 Pilon 骨折在临床应用较为广泛,且均取得良好效果,后向前螺钉固定治疗后 Pilon 骨折可以减少软组织剥离、避免胫后肌腱激惹、减轻局部张力获得骨折解剖复位和良好的骨折愈合等优点。然而后向前螺钉固定也任存在固定强度低的缺点[28],故术后均需石膏托固定 6~8 周,影响后期行康复功能锻炼的时间。

#### 4.3.2. 钢板固定

后侧支撑钢板内固定治疗是目前后 Pilon 骨折的最主要的手术方式,后侧支撑钢板解决了单纯后侧拉力螺钉固定所存在的固定强度差,固定效果不满意、后期再次移位甚至需二次手术的不足,坚强的固定也使得患者可尽可能早的行功能锻炼,避免了需石膏托固定带来的一系列问题[23]。支撑钢板固定术已被证实可以有效缩短后 Pilon 骨折患者术后康复周期,提高踝关节功能恢复速度,改善后 Pilon 骨折患者的长期预后,安全性较高,值得临床推广[29]。

#### 4.3.3. 后路关节镜辅助复位内固定

随着骨折内镜技术的发展及既往手术治疗后 Pilon 骨折面临的一系列问题,后路关节镜辅助复位内固定成为治疗后踝骨折的一种新方法。该技术允许骨折复位的直接可视化,同时避免广泛的软组织剥离和伤口愈合问题。后侧关节镜检查可直接观察关节复位情况,同时清除炎性细胞因子等已知会导致关节破坏的物质。后侧入路也使我们能够最大限度地增加后向前螺钉的生物力学强度。此外,后路关节镜辅助复位内固定也可通过恢复胫腓后下韧带的张力来解决下胫腓联合不协调的问题,恢复下胫腓联合的强度[30]。目前该方式治疗后 Pilon 骨折的临床数据任较少,但根据早期的经验,这种治疗方式的安全性和生物力学稳定性已经得到了极大的认可,但其手术指征任存在一定争议[31]。

## 5. 总结

总之,后 pilon 损伤是一种具有挑战性的损伤,其机制、损伤严重程度、边缘嵌塞和结果均提示一种独特的损伤模式。要取得良好的临床疗效,需要综合判断患者受伤机制、影像学表现、周围软组织损伤情况从而选择合适的手术入路、手术方式和合适的术后康复锻炼。且无论选择何种手术入路、手术方式都应当根据患者自身情况做出个体化的手术设计,在造成尽可能小的软组织损伤情况下尽量恢复踝关节的复杂解剖结构和关节面完整性。近年来,内镜技术在骨科的广泛应用及广大骨科及足踝外科医师对后 Pilon 骨折的不断深入研究,相信后 Pilon 骨折的诊疗难题将迎刃而解。虽然这些后 pilon 入路允许关节面解剖复位,但创伤后关节炎仍比常规踝部损伤更普遍。

## 参考文献

- [1] Leslie, K. (2000) Functional Reconstruction of the Foot and Ankle. *The Journal of Bone and Joint Surgery. British Volume*, **82-B**, 1208-1209. <https://doi.org/10.1302/0301-620X.82B8.0821208a>
- [2] Chen, D.W., Li, B., Yang, Y.F. and Yu, G.R. (2013) Posterior Pilon Fractures. *Foot & Ankle International*, **34**, 766-767. <https://doi.org/10.1177/1071100713484008>
- [3] Klammer, G., Kadakia, A.R., Joos, D.A. and Seybold, J.D. (2013) Posterior Pilon Fractures: A Retrospective Case Series and Proposed Classification System. *Foot and Ankle International*, **34**, 189-199. <https://doi.org/10.1177/1071100712469334>
- [4] 杨茂庚, 刘义, 陈永成, 杨彦熙, 吴迪. 后 Pilon 骨折的诊治现状与进展[J]. 创伤外科杂志, 2021, 23(7): 551-554.
- [5] Zhang, J.Z., et al. (2022) Characteristics and Proposed Classification System of Posterior Pilon Fractures. *Chinese Journal of Traumatology*, **25**, 7.
- [6] Forberger, J., Sabandal, P.V., et al. (2009) Posterolateral Approach to the Displaced Posterior Malleolus: Functional Outcome and Local Morbidity. *Foot & Ankle International*, **30**, 309-314. <https://doi.org/10.3113/FAI.2009.0309>
- [7] Gao, M., Liu, N.C., Cheng, Y., Shi, W.D. and Yang, H.L. (2019) Treatment Outcomes of the Posterolateral Approach of Plate Fixation for Posterior Pilon Fractures. *Experimental Therapeutic Medicine*, **17**, 4267-4272. <https://doi.org/10.3892/etm.2019.7458>
- [8] Switaj, P.J., 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>
- [9] Goodman, S.M., Figgie, M.P. and Mackenzie, C.R. (2011) Perioperative Management of Patients with Connective Tissue Disease. *HSS Journal*, **7**, 72-79. <https://doi.org/10.1007/s11420-010-9180-1>
- [10] Zawadowski, M., Gjevre, J.A., Nair, B.V. and Taylor-Gjevre, R.M. (2011) Management of Rheumatoid Arthritis in the Perioperative Period. *Canadian Journal of Surgery*, **54**, E6-E7.
- [11] 裘曙文, 徐鲁. 支撑钢板与螺钉固定治疗后 Pilon 骨折的疗效比较[J]. 浙江创伤外科, 2021, 26(3): 426-427.
- [12] Bian, L. and Liu, P. (2019) Stereo Information of Skeletal Data Based on CT Sequence Medical Images. *Journal of Infection Public Health*, **13**, 2049-2054. <https://doi.org/10.1016/j.jiph.2019.06.022>
- [13] Gardner, M.J., Boraiah, S. and Hentel, K.D. (2007) The Hyperplantarflexion Ankle Fracture Variant. *Journal of Foot Ankle Surgery: Official Publication of the American College of Foot Ankle Surgeons*, **46**, 256-260. <https://doi.org/10.1053/j.jfas.2007.03.013>
- [14] Klammer, G., Kadakia, A.R., Joos, D.A., Seybold, J.D. and Espinosa, N. (2013) Posterior Pilon Fractures: A Retrospective Case Series and Proposed Classification System. *Foot & Ankle International*, **34**, 189-199. <https://doi.org/10.1177/1071100712469334>
- [15] 俞光荣, 等. 支撑钢板固定后侧 pilon 骨折的疗效分析[J]. 中华创伤杂志, 2013, 29(3): 243-248.
- [16] Lei, W., Shi, Z.M., Zhang, C.Q. and Zeng, B.F. (2011) Trimalleolar Fracture with Involvement of the Entire Posterior Plafond. *Foot & Ankle International*, **32**, 774-781. <https://doi.org/10.3113/FAI.2011.0774>
- [17] 李勇奇, 罗瑞, 杨云峰. 后踝骨折及后 pilon 骨折分型的研究进展[J]. 中国骨与关节外科, 2022, 15(3): 234-240.
- [18] Gardner, M.J., Streubel, P.N., McCormick, J.J. and Klein, S.E. (2011) Surgeon Practices regarding Operative Treatment of Posterior Malleolus Fractures. *Foot & Ankle International*, **32**, 385-393.
- [19] Amorosa, L.F., Brown, G.D. and Greisberg, J. (2010) A Surgical Approach to Posterior Pilon Fractures. *Journal of Orthopaedic Trauma*, **24**, 188-193. <https://doi.org/10.1097/BOT.0b013e3181b91927>
- [20] Di Giorgio, L., Touloupakis, G., Theodorakis, E. and Sodano, L. (2013) A Two-Choice Strategy through a Medial Tibial Approach for the Treatment of Pilon Fractures with Posterior or Anterior Fragmentation. *Chinese Journal of Traumatology*, **16**, 272-276.
- [21] Hebert-Davies, J., Kleweno, C.P. and Nork, S.E. (2020) Contemporary Strategies in Pilon Fixation. *Journal of Orthopaedic Trauma*, **34**, S14-S20. <https://doi.org/10.1097/BOT.0000000000001698>
- [22] Cho, J.W., et al. (2017) Approaches and Fixation of the Posterolateral Fracture Fragment in Tibial Plateau Fractures: A Review with an Emphasis on Rim Plating via Modified Anterolateral Approach. *International Orthopaedics*, **41**, 1887-1897. <https://doi.org/10.1007/s00264-017-3563-6>
- [23] 刘昌福, 张伟, 刘水涛, 李宏达, 魏冬, 许文静, 李杨. 后内侧入路复位钢板螺钉内固定治疗后 Pilon 骨折[J]. 中国骨与关节损伤杂志, 2020, 35(4): 422-424.
- [24] 覃友. 后 Pilon 骨折临床诊治研究进展[J]. 大众科技, 2021, 23(7): 70-73.
- [25] Fitzpatrick, E., et al. (2018) Effect of Posterior Malleolus Fracture on Syndesmotic Reduction: A Cadaveric Study. *The*

- 
- Journal of Bone and Joint Surgery. American Volume*, **100**, 243-248. <https://doi.org/10.2106/JBJS.17.00217>
- [26] Bear, J., Rollick, N. and Helfet, D. (2018) Evolution in Management of Tibial Pilon Fractures. *Current Reviews in Musculoskeletal Medicine*, **11**, 537-545. <https://doi.org/10.1007/s12178-018-9519-7>
- [27] 张俊, 等. 后向前螺钉与支撑钢板内固定治疗后 Pilon 骨折的疗效比较[J]. 中国骨与关节损伤杂志, 2019, 34(10): 1037-1040.
- [28] Shaw, M. and Mandell, B.F. (1999) Perioperative Management of Selected Problems in Patients with Rheumatic Diseases. *Rheumatic Diseases Clinics of North America*, **25**, 623-638, ix. [https://doi.org/10.1016/S0889-857X\(05\)70089-2](https://doi.org/10.1016/S0889-857X(05)70089-2)
- [29] 明晓锋, 王振, 王社言, 刘青, 俞光荣, 李西要. 俯卧位后内侧入路联合外侧入路切开复位内固定治疗后 Pilon 骨折疗效分析[J]. 中国骨与关节损伤杂志, 2022, 37(8): 869-871.
- [30] Martin, K.D. (2019) Posterior Arthroscopic Reduction and Internal Fixation for Treatment of Posterior Malleolus Fractures. *Foot & Ankle International*, **41**, 115-120. <https://doi.org/10.1177/1071100719891978>
- [31] 陈刚, 杜炜, 施克勤, 戴腾. 踝关节镜辅助闭合复位内固定治疗 Pilon 骨折[J]. 中国矫形外科杂志, 2019, 27(24): 2237-2241.