

Pilon骨折多元化分析与诊疗进展

薛晓乐, 张学斌*

青海大学研究生院, 青海 西宁

收稿日期: 2023年7月13日; 录用日期: 2023年8月4日; 发布日期: 2023年8月11日

摘要

Pilon骨折或胫骨远端爆裂骨折, 均用来描述胫骨远端的关节内骨折。从低能量的旋转暴力引起的骨折到由车祸或高处坠落所产生的高能量轴向压缩暴力引起骨折。高能量所致的骨折常为开放性损伤, 或伴有严重的软组织闭合性创伤。骨折可有明显的干骺端或关节面粉碎, 或向骨干延伸。为选择理想的治疗方案和评估预后, 对这些骨折进行分类非常重要。目前对于Pilon骨折的分型以及手术时间的选择、何种固定方式尚未达成统一的认识。本篇对Pilon骨折的损伤机制, 骨折分型和手术时机、手术方式选择方面的研究进展进行综述, 为临床治疗Pilon骨折提供临床参考。

关键词

Pilon骨折, 分型, 手术治疗

Multivariate Analysis of Pilon Fractures and Progress in Diagnosis and Treatment

Xiaole Xue, Xuebin Zhang*

Graduate School of Qinghai University, Xining Qinghai

Received: Jul. 13th, 2023; accepted: Aug. 4th, 2023; published: Aug. 11th, 2023

Abstract

Pilon fractures or distal tibial blowout fractures are used to describe intra-articular fractures of the distal tibia. From fractures caused by low-energy rotational violence to fractures caused by high-energy axial compression violence caused by a car accident or a fall from a height, fractures caused by high energy are often open injuries or accompanied by severe soft tissue closed trauma.

*通讯作者。

The fracture may be marked by metaphyseal or articular surface comminution, or by extension to the shaft. It is important to classify these fractures in order to select the ideal treatment and assess prognosis. At present, there is no consensus on the classification of Pilon fracture, the choice of operation time and the fixation method. This review reviews the research progress in injury mechanism, fracture classification, operation timing and operation mode selection of Pilon fractures, and provides clinical reference for the clinical treatment of Pilon fractures.

Keywords

Pilon Fracture, Classification, Surgery Treatment

Copyright © 2023 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

Pilon 骨折是胫骨远端累及干骺端及关节面的骨折, 这类骨折通常为高能量、高暴力损伤所致, 占胫骨骨折的 3%~10%、占下肢骨折的 1%, 其中开放性骨折占 10%~30% [1]; 经常造成关节面的塌陷、软组织坏死、感染, 术后并发症多 [2], 病废率高, 治疗难度大。

2. 损伤机制

Pilon 骨折是由轴向负荷压缩力引起的, 距骨撞击到胫骨远端平台, 导致胫骨远端关节面压缩和明显的粉碎, 致使术中解剖复位困难。胫骨远端关节内骨折也可以由旋转或剪切暴力伴随小力量的轴向负荷而产生, 但这类骨折通常是低能量的, 因此对软组织的损伤较小、压缩粉碎较少, 不能视为真正的 Pilon 骨折 [3]。真正的 Pilon 骨折多为高暴力、高能量损伤, 对软组织及胫骨远端骨折粉碎及塌陷程度较大。在碰撞时, 足的位置与力的方向和幅度不同可导致不同的骨折类型和压缩粉碎程度 [4]。

3. 骨折分型

3.1. Rüedi-Allgöwer 分型

1969 年 Rüedi 和 Allgöwer [1] 提出的分类系统, 将胫骨远端平台骨折分为三个类型。I 型: 累及关节面无移位的劈裂骨折; II 型: 累及关节面有移位的劈裂骨折, 但骨折粉碎较轻; III 型: 累及干骺端及关节面的粉碎性骨折。

3.2. AO/OTA 分型

1987 年德国的 Müller [5] 等人提出了胫骨远端骨折的 AO 分型, A 型骨折: 胫骨远端关节外骨折, 根据干骺端的粉碎情况在, 再分为 A1、A2 和 A3 三个亚型; B 型: 部分关节面的骨折, 一部分关节面仍与胫骨干相连, 根据关节面撞击和粉碎的情况又分为 B1、B2 和 B3 三个亚型; C 型: 累及关节面的干骺端完全骨折, 根据干骺端及关节面的粉碎的程度再分为 C1、C2 和 C3 三个亚型。

3.3. 四柱理论

近年来 Tang [6] 等人提出了四柱理论, 1) 前柱骨折: 波及胫骨远端踝间线前方关节面的骨折; 2) 后

柱骨折：波及胫骨远端踝间线后方关节面的骨折；3) 内侧柱骨折：涉及胫骨远端内侧关节面、内踝、骨折线向胫骨近端骨干延伸的骨折；4) 外侧柱骨折：以腓骨为主和(或)累及胫骨远端关节面外侧部分的骨折。四柱理论的提出旨在为手术策略的制定提供方案，包括手术入路的选择、骨折复位的顺序以及内固定装置的放置等，有助于指导临床复位固定，判断预后。

3.4. 三柱分型

2011年 Jia [7]等人根据 CT 检查对 27 例踝 Pilon 骨折进行了研究和分型，将 Pilon 骨折分为 1) 三柱骨折，即外侧柱、中柱、内侧柱均有骨折；2) 双柱骨折，即外侧柱加中柱或内侧柱加中柱骨折；3) 单纯的内侧柱骨折或中柱骨折(可细分为中前柱和中后柱)。此分型方式可指导手术入路，双柱骨折中的外侧柱及中后柱骨折、单纯的中后柱骨折可选用后外侧入路；双柱骨折中的中柱加内侧柱骨折、单纯的内侧柱骨折可选用前内侧入路；中后柱骨折、内侧柱骨折可选用后内侧入路[8]。

4. 诊断

临床诊断 Pilon 骨折较明确，依据高暴力、垂直坠落，快速撞击伤等病史，结合细致的查体及联合 X 线、CT 等辅助检查诊断 pilon 骨折较容易。查体要细致，除关注骨折外，更应该关注骨折之外的软组织情况，是开放性骨折还是闭合性骨折，并检查患者足背动脉和感觉，证实是否有神经血管断裂及伤害，下肢骨折还要特别注意骨筋膜室综合征发生。X 线检查可以证实诊断，阅读 X 线时应注意是否合并其他骨折。pilon 骨折多为关节内骨折，除检查 X 线外，应进一步行 CT 检查关节损伤情况，知晓关节面塌陷情况。为后期展开治疗方法的选择非常重要。

5. 手术时机的选择

手术时机的选择对预防 Pilon 骨折的并发症有重要意义，对于低能量损伤，软组织损伤较轻，伤后 6~8 h 内可行急诊手术治疗，大部分情况下软组织损伤具有滞后性，谨慎的方法是创伤后 7~10 d 再行手术治疗[8]。开放性软组织损伤或伴有皮肤缺失时可行 VSD 或者骨水泥覆盖联合植皮术，促进软组织愈合以便进行手术治疗。White 等[9]认为，手术延迟时间减少为 2 d 后，术后软组织并发症及深部并发症较延迟至伤后 1~2 周进行手术，其并发症降低 26%。故他们认为把握好时间窗，早期在有经验的医师操作下行切开复位内固定术，手术预后良好。Kim 等[10]认为，伴有大段骨折缺损的 Pilon 骨折可行同种异体骨移植并行外固定支架固定。

6. 治疗方法的选择

Pilon 骨折在制定治疗计划时要综合考虑，包括：骨折类型、软组织损伤情况、患者伴随疾病，可用的固定方法和经验。主要有保守治疗和手术治疗两种，简单骨折可以采取保守治疗的方法，对于损伤较重，非手术治疗无法复位的骨折，需要采取手术治疗。而 Pilon 骨折多是高能量损伤，大部分需手术治疗，解剖复位，恢复踝关节功能，术后早期功能锻炼，达到较好的治疗效果。

6.1. 非手术治疗

Pilon 骨折的非手术治疗主要通过手法复位，然后进行石膏固定、跟骨牵引等。临床上对于 Pilon 骨折的 Rüedi-Allgöwer 分型的 I 型或者 AO/OTA 分型的部分 B 型患者都可采用非手术治疗，术前的软组织准备及不适于手术的患者也可采用非手术的治疗方法[11]。此法多适用于低能量的损伤，骨折移位不明显，不存在短缩、畸形，软组织损伤较轻或无损伤，但尽管如此，还是易发生慢性疼痛、创伤性关节炎、踝关节功能障碍等后遗症[12]。

6.2. 手术治疗

6.2.1. 经典切开复位内固定

对移位的骨折, 手术治疗优于非手术治疗。20 世纪 60 年代, Ruedi 和 Allgower 根据遵循 AO 原则普及了切开复位钢板内固定治疗[13]: ① 首先行腓骨复位钢板固定, 一般要求腓骨后外侧切口距离前方切口 7 cm 以上, 避免前方皮桥坏死; ② 胫骨远端关节面的复位和克氏针临时固定; ③ 干骺端如果塌陷严重, 有骨缺损需进行植骨以恢复胫骨远端关节面形状; ④ 依据胫骨远端骨折的粉碎程度以及骨折方向, 将合适骨折方向钢板贴合放置。使用经典切开复位内固定治疗 pilon 骨折后发现, 此种方法对于 Ruedi 分型的 I 型和 II 型骨折患者满意度较高, 但是对于较严重的 III 型骨折(AO 分类 C3 型)骨折效果差, 一旦出现并发症, 往往是灾难性的。

6.2.2. 单纯外固定支架

对于严重胫骨远端骨折塌陷, 粉碎严重伴有开放性骨折, 并有骨折断端的外露污染, 软组织损伤严重、皮肤缺损, 行切开复位固定患者不能耐受者。胫骨远端严重的粉碎性骨折恢复解剖复位面临巨大挑战, 行切开复位内固定会导致更深处感染及预想不到的各种并发症。使用单纯外固定架治疗粉碎严重、污染较重的骨折, 则可以使以上并发症发生率降低。但是虽然与切开复位内固定相比, 外固定技术可明确减少伤口并发症和深部感染, 但是不足的是畸形愈合和针道感染仍待解决。

6.2.3. 外固定支架结合有限内固定

对伴有严重软组织损伤的复杂 Pilon 骨折进行外固定支架结合有限内固定来治疗。这种方法可以让软组织得到较好的处理, 对患者术后的恢复更优。国内学者罗从风[14]较早报道有限内固定结合外固定支架治疗 II、III 型 Pilon 骨折, 较单纯的内固定预后要好。这种治疗策略的优势在于: ① 减少对软组织的破坏, 符合 BO 理念; ② 手术操作简单, 利用韧带的整复作用, 使用外固定架间接复位骨折; ③ 固定可靠, 术后可早期行功能锻炼, 避免关节僵硬, 降低并发症发生率; ④ 外固定架固定于踝关节功能位, 利于踝关节韧带和关节囊的恢复。

6.2.4. 微创手术

微创钢板技术是在广泛发展的预塑性锁定钢板技术的基础上进一步加强, 尤其适用于那些近端需要稳定支撑的患者。由于胫骨远端软组织薄弱, 血供较差, 骨折本身也容易破坏血供, 导致术后软组织感染、坏死, 骨折不愈合等并发症。目前已经研发出微创钢板内固定(minimally invasive plate osteosynthesis, MIPO)技术治疗简单的关节内骨折。多项研究证实微创钢板内固定技术是安全有效的, 这种方法可使软组织剥离最小化[15], 减少并发症的发生率。

7. 小结与展望

Pilon 骨折的治疗对于骨科医生是一个极大的挑战, 目前尚无广泛的共识。但是未来随着微创技术及三维重建技术的发展, 通过 3D 打印模型模拟术中操作, 从而能够在术前更直观、更好地选择手术入路及内固定方式。微创技术的应用发展能够更好地保护软组织, 从而减少软组织并发症的发生率。随着内固定技术的发展, 不仅能够提供良好的生物力学稳定性, 还能最大程度保护骨折端的血供, 促进骨折的愈合。相信在未来, Pilon 骨折的治疗不再是一个难题。

参考文献

- [1] Ruedi, T.P. (1979) The Operative Treatment of Intra-Articular Fracture of the Lower End of the Tibia. *Clinical Orthopaedics and Related Research*, No. 138, 105-110.

- [2] 张登峰, 姜锋, 王晓, 等. 分步延期手术对高能量 Pilon 骨折愈合及骨代谢的影响[J]. 安徽医学, 2017, 38(7): 883-886.
- [3] 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>
- [4] Gay, R. and Evrard, J. (1963) Recent Fractures of the Tibial Pestle in Adults. *Revue de Chirurgie Orthopédique et Réparatrice de l'Appareil Moteur*, **49**, 397-512.
- [5] Newman, R.J. (1991) The Comprehensive Classification of Fractures of Long Bone: M. E. Muller, S. Nazarian, P. Koch and J. Schatzker. Springer-Verlag, London 1990. *Current Orthopaedics*, **5**, 287.
- [6] 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.
- [7] Jia, B., et al. (2011) Classification of Pilon Fractures by Computed Tomography and Its Guide to Clinical Treatment. *China Journal of Orthopaedics & Traumatology*, **24**, 470-473.
- [8] Watson, J.T., et al. (2000) Pilon Fractures. Treatment Protocol Based on Severity of Soft Tissue Injury. *Clinical Orthopaedics & Related Research*, **375**, 78-90. <https://doi.org/10.1097/00003086-200006000-00010>
- [9] White, T.O., et al. (2010) The Results of Early Primary Open Reduction and Internal Fixation for Treatment of OTA 43.C-Type Tibial Pilon Fractures: A Cohort Study. *Journal of Orthopaedic Trauma*, **24**, 757-763. <https://doi.org/10.1097/BOT.0b013e3181d04bc0>
- [10] Kim, W.Y., et al. (2011) Surgical Management of Pilon Fractures with Large Segmental Bone Defects Using Fibular Strut Allografts: A Report of Two Cases. *European Journal of Orthopaedic Surgery & Traumatology*, **21**, 439-444. <https://doi.org/10.1007/s00590-010-0732-3>
- [11] 张炜剑, 毛瑞君, 黄峰, 等. Pilon 骨折的诊疗研究进展[J]. 海南医学, 2015, 26(9): 1321-1324.
- [12] 祁雷, 吴晗, 李军, 等. Pilon 骨折的诊断与治疗进展[J]. 局解手术学杂志, 2018, 27(1): 73-77.
- [13] Rüedi, T. (1973) Fractures of the Lower End of the Tibia into the Ankle Joint: Results 9 Years after Open Reduction and Internal Fixation. *Injury: International Journal of the Care of the Injured*, **5**, 130-134. [https://doi.org/10.1016/S0020-1383\(73\)80089-0](https://doi.org/10.1016/S0020-1383(73)80089-0)
- [14] 罗从风, 于晓雯, 蒋建新, 等. 有限内固定结合外固定支架治疗高能量 Pilon 骨折[J]. 中华骨科杂志, 1998, 18(10): 6-8.
- [15] Ronga, M., Longo, U.G. and Maffulli, N. (2010) Minimally Invasive Locked Plating of Distal Tibia Fractures Is Safe and Effective. *Clinical Orthopaedics and Related Research*, **468**, 975-982. <https://doi.org/10.1007/s11999-009-0991-7>