doi:10.11659/jjssx.10E017063

·综述·

Pilon 骨折的诊断与治疗进展

祁 雷,吴 晗,李 军,詹俊锋,李子煜,姚 飞,查小伟,张理乾,姚运峰,荆珏华 (安徽医科大学第二附属医院骨科,安徽 合肥 230000)

Progress in diagnosis and treatment of Pilon fracture

QI Lei,WU Han,LI Jun,ZHAN Jun-feng,LI Zi-yu,YAO Fei,ZHA Xiao-wei,ZHANG Li-qian,YAO Yun-feng,JING Jue-hua (Department of Orthopedics,Second Affiliated Hospital of Anhui Medical University,Hefei Anhui 230000,China)

[关键词] Pilon 骨折;治疗;踝关节;并发症
[中图分类号] R863.42 [文献标识码] A [收稿日期] 2017-10-24

Pilon 骨折是涉及胫骨远侧干骺端及关节面的骨折,占胫骨骨折的3%~10%,占下肢骨折的1%,其中10%~30%为开放性骨折[1]。由于 Pilon 骨折损伤机制的特殊性,骨折发生时往往伴随严重的软组织损伤,其诊断与治疗是目前临床上面临的难题。因胫骨远端血供差、软组织薄弱等因素存在,致使其术后并发症多、致残率高。Pilon 骨折的治疗方法虽较多,但具体采用何种治疗方法、何时治疗仍存在争议,学术界至今尚无统一标准。本文就国内外关于 Pilon 骨折在诊断、治疗及并发症防治方面的进展做一综述,供临床参考。

1 Pilon 骨折概念及损伤机制

Pilon 骨折发生于胫骨远端并累及关节面,是由下肢垂直暴力合并或不合并扭转暴力导致的骨折,常表现为干骺端压缩和关节面粉碎。法国放射学家 Etienne Destot于 1911 年首先提出 Pilon 一词,用来描述胫骨远端至关节面解剖区域[2]。胫腓骨下端与距骨滑车共同构成踝关节,胫骨的下关节面及其内踝和后踝,与外踝共同构成一关节窝称为踝穴,Pilon 原意是用来研磨的杵棒,胫骨远端与距骨之间的关系便与此类似。Pilon 骨折干骺端存在不同程度的压缩,骨折线累及关节面,伴随软组织损伤。一般来讲,Pilon 骨折有两种不同的损伤机制,分为低能量损伤和高能量损伤。前者多见于运动或从低处跌落,胫骨远端以螺旋剪切性损伤为主,这种损伤关节面破坏较轻,预后较好;后者多为高处坠落或机动车交通事故所致,距骨以极高速度撞击胫骨远端,造成关节面严重破坏、干骺端骨质粉碎,骨折对位差,预后不佳。腓骨骨折的存在往往提示为高能量损伤,有助于对损伤机制的了解。Barei 等[3]通过对 20 例合并腓骨骨折和 20 例不合并腓骨骨折的病例资料进行对比研究,X 射线片结果显示合并腓骨骨折的 Pilon 骨折严重程度重于不合并腓骨骨折者。不合并腓骨骨折的 Pilon 骨折中,距腓关节受损的概率远高于合并腓骨骨折者,因为在这种情况下损伤的能量直接作用于距腓关节。距骨表面大部分为关节软骨覆盖,没有肌肉附着,暴力的直接传导往往伴有关节软骨的撞击伤,骨折或者脱位很容易损伤血供,导致缺血性坏死。Pilon 骨折有别于踝关节骨折,后者多为扭转暴力损伤,胫骨骨折线往往位于下胫腓联合以下,且踝关节骨折较少有关节软骨损伤[4]。累及干骺端区域的踝关节骨折需与 Pilon 骨折相鉴别。

2 Pilon 骨折骨折分型

1969 年 Rüedi-Allgöwer 等[5]根据关节面和胫骨干骺端骨折的移位及粉碎程度,将 Pilon 骨折分为 3 型。Ⅰ型:经关节面的胫骨远端骨折,骨折移位较小;Ⅱ型:关节面骨折移位较大而粉碎程度较小;Ⅲ型:关节面骨折移位及粉碎程度均较严重。1996 年 AO/OTA 组织提出的胫骨远端骨折分型,Pilon 骨折涉及 AO 分型中 B 型和 C 型。B 型为部分的关节内骨折,胫骨干保持连续完整,有 3 个亚型:B1 为部分关节内劈裂骨折;B2 为部分关节内劈裂合并压缩骨折;B3 为部分关节内粉碎合并压缩骨折。C 型为累及关节面的完全干骺端骨折,分 3 个亚型:C1 为简单关节骨折合并干骺端骨折;C2 为简单关节骨折合并干骺端粉碎骨折;C3 为关节与干骺端均为粉碎骨折。近年来有学者根据 CT 检查结果提出了 Pilon 骨折的三柱分型。依据解剖特点将胫腓骨远端分为 3 个柱:内柱为内踝、三角韧带和内侧沟;中柱为胫骨远端中间的骨嵴、外侧沟和胫腓联合;外柱为腓骨[6]。此外,Tscherne-Oestern 分度及 Gustilo-Anderson 分型多用于对骨折周围软组织损伤评价[7-8]。需要指出的是任何一种分型都难以完全将胫骨远端、关节面以及关节周围软组织三者综合考虑。临床上以 Rüedi-Allgöwer 分型和 AO/OTA 分型最为常用。

3 影像学评估

合并踝关节肿胀、压痛、畸形的外伤患者,首选最基本的影像学检查方式是患肢踝关节正侧位 X 射线片,其可以直观、快速地反映骨折情况,但不能准确显示骨折类型、关节面塌陷及移位情况。CT 扫描可以弥补 X 射线检查的不足,更细致再现骨折状态、骨折块的数量以及相对关系,3D 重建图像有助于理解损伤机制,对复杂 Pilon 骨折准确诊断和分型,为制定手术方案的治疗提供依据。Rd 等[9]对 22 例 Pilon 例骨折行 X 射线摄片和 CT 扫描,发现基于 X 射线摄片诊断的 15 例 Rüedi-AllgöwerⅡ型和 7 例 Rüedi-AllgöwerⅢ型,经过 CT 扫描,其中 4 例Ⅱ型骨折实际为Ⅲ型骨折。

4 治疗

4.1 非手术治疗

非手术治疗主要包括闭合复位后石膏固定、跟骨牵引等[10]。由于 Pilon 骨折常伴有局部软组织肿胀、水泡、淤血,因此该方法亦适用于手术治疗前期的软组织准备。Pilon 骨折非手术治疗的适应证为:①Rüedi-Allgöwer 分型的Ⅰ型;②AO/OTA 分型的部分 B 型;③身体条件差不能耐受手术者;④不涉及血管、神经的损伤。对于较为复杂的 Pilon 骨折,非手术治疗不能实现关节面解剖复位,易留下踝关节的慢性疼痛和功能障碍后遗症。

4.2 手术治疗

手术治疗原则是在尽可能少地破坏软组织的前提下,最大程度恢复关节面手术治疗完整性,恢复力线并维持关节稳定。Blauth 等[11]提出了 Pilon 骨折治疗的 3P 原则,即保护(Preserve)骨与软组织活力,进行(Perform)关节面解剖复位,提供(Provide)满足踝关节早期活动的固定。

4.2.1 切开复位内固定 AO 提出 Pilon 骨折切开复位内固定治疗的原则为:①恢复腓骨长度并固定;②胫骨远端关节面解剖复位;③干骺端骨缺损的植骨;④支撑钢板固定胫骨;⑤早期活动踝关节[12]。上述原则一般仅适用于低能量、软组织损伤较轻的 Pilon 骨折。内固定的局限性在于切口张力过高,血运破坏较大,易导致切口不愈合及骨不连。有文献表明采用该方法治疗高能量 Pilon 骨折时,术后感染率高达 13% ~ 55%[13]。因此该方法不适用于开放性骨折和严重粉碎骨折。如果软组织条件良好,则应积极行切开复位内固定治疗。孙承东等[14]对 27 例 Pilon 骨折应用切开复位内固定术治疗,术后总优良率为 77.8%,他们认为此方法可修复胫骨远端关节面并恢复肢体长度,踝关节可以获得早期功能锻炼。

4.2.2 有限内固定结合外固定支架 软组织条件满足要求后,先切开复位固定腓骨骨折,再显露胫骨远端关节面骨折,用克氏针、螺钉等固定并重建关节面,用超踝关节的外固定支架固定。该方法通过小切口固定主要骨折块,手术操作简便,软组织血供破坏少。刘鸣江等[15]通过对 30 例Ⅲ型 Pilon 骨折使用有限切开内固定联合超踝外固定架治疗,并在术后调节外固定架的万向关节,指导患者进行踝关节功能锻炼。他们认为超踝外固定支架符合生物力学原则,有利于踝关节的早期功能锻炼,可避免关节僵硬的发生。徐旭冬等[16]将 83 例 Pilon 骨折患者分为 2 组,分别经切开复位内固定治疗和外固定加有限内固定治疗,结果显示外固定加有限内固定治疗组的优良率为 84.21%,明显高于切开复位内固定治疗组的 66.67%。他们认为外固定加有限内固定方法对于胫骨 Pilon 骨折的局部损伤相对小,更有利于骨折的愈合和功能的恢复。但有限内固定也有其局限性:相较于钢板内固定克氏针、螺钉内固定轻度较差,骨折复位后容易出现再移位,不适用于关节面粉碎严重的骨折。

4.2.3 延期切开复位内固定 适用于高能量、软组织损伤严重的 Pilon 骨折。一期稳定软组织,先行腓骨切开复位内固定术,同时用外固定支架或跟骨牵引复位骨折端维持下肢的长度及力线。二期待软组织条件许可后,对胫骨骨折行切开复位内固定。熊海水等[17]通过对 105 例Ⅱ~Ⅲ型 Pilon 骨折采用延期切开复位内固定治疗,认为延期切开复位内固定在骨折局部制动的基础上外加持续牵引,使骨折获得初步复位,缓解骨折断端对软组织的压迫,使胫骨中下段的血供情况得到改善,有利于减轻局部软组织水肿。为二期切开复位胫骨骨折提供了较好的软组织条件,切口并发症少、伤肢功能恢复满意,是治疗Ⅱ~Ⅲ型 Pilon 骨折的理想术式。一期切开复位内固定,不会加重软组织的损伤,二期切开复位直视解剖复位关节面,有利于改善远期疗效。早期外固定支架或跟骨牵引有利于缓解骨折端对软组织的压迫,可防治软组织进一步的损伤[18]。

4.2.4 微创治疗 传统的钢板内固定手术主要强调骨折固定的稳定性,骨的生物学因素常被忽视,具有手术切口大、暴露范围广、骨折端血供破坏严重等缺点,因此骨折延迟愈合和骨不连等发生率较高。随着骨折治疗原则从 AO 向 BO 转变[19],微创经皮钢板内固定技术(minimally invasive percutaneous plate osteo-

synthesis,MIPPO)得到了发展。李沁等[20]对 38 例胫骨 Pilon 骨折患者采用锁定加压钢板(locking compression plate,LCP)结合 MIPPO 治疗回顾性分析,通过随访患者的术后踝关节功能和并发症等情况,他们认为 LCP 结合 MIPPO 治疗 Pilon 骨折具有创伤小、并发症少的优点,踝关节可获得满意功能。MIPPO 技术不追求骨折解剖复位,避免直接暴露骨折端,维持适当稳定的固定,最大程度地保护骨断端和周围血供,为骨折愈合、软组织修复提供良好的生物学环境,符合骨折生物学固定的原则[21]。Vidović 等[22]采用 LCP 结合 MIPPO 治疗 21 例 Pilon 骨折患者,他们认为该方法具有操作简单、固定稳固、并发症少、骨折愈合快等特点。但皮肤的激惹是一个常见的并发症,可以通过及时除去钢板解决,未来需要进一步的研究对 MIPPO 技术进行优化。

4.3 手术治疗相关问题

4.3.1 手术时机选择 开放性骨折尽可能在 6 ~ 8 h 内急诊手术。术中对创面进行彻底清创,去除污染严重及坏死的软组织,外固定架固定骨折,待局部肿胀消退、软组织条件具备后进一步治疗。局部伤口闭合困难者可置负压封闭引流覆盖伤口创面。闭合性骨折由于软组织损伤表现相对骨折具有滞后性,对于骨折处理更需要谨慎,切忌盲目地进行骨折切开复位内固定,以免加重软组织的损伤,增加皮肤坏死及感染的风险。在骨折后 1 周内,软组织的肿胀情况会进一步加重,当骨折时间超过 2 周,血肿机化及部分原始骨痂形成,术中操作难度增加。受伤后急诊应给予患肢跟骨牵引,维持下肢力线稳定,避免软组织进一步损伤,以利于静脉血液回流早期消肿。一般选择骨折后的 7 ~ 14 d软组织肿胀消退后行手术治疗[23-24],可以有效降低皮肤坏死和感染的风险。

4.3.2 植骨 一般 Pilon 骨折均伴有骨缺损,采用自体髂骨植骨可以促进骨折愈合和增加骨折稳定性。早期植骨可以预防骨折延迟愈合,减少外翻的畸形愈合和骨不连的发生。通常采用取自体髂骨植骨,有利于骨折的早期愈合,不宜采用同种异体骨移植[25]。

4.3.3 腓骨固定的问题 Pilon 骨折中腓骨骨折的治疗目前尚存在争论。支持固定腓骨者认为,复位固定腓骨有助于保持腓骨长度防止足外翻,降低远端胫骨不愈合及创伤性关节炎的发生率[26-27]。有学者认为,腓骨骨折无需固定,主要理由有:部分 Pilon 骨折腓骨复位固定困难,即使不成功复位也不会影响胫骨的复位;固定胫骨骨折后,腓骨固定不会改善其稳定性;固定腓骨会延长手术时间,增加感染的风险[28]。弹性钉和钢板在固定腓骨骨折方面各有不足。弹性钉抗旋转能力差,不能有效控制骨折端旋转,对于轴向不稳定及粉碎性骨折,弹性钉不能稳定骨折两端。钢板固定腓骨骨折对软组织、血运等破坏多,增加了局部软组织感染的风险,不利于骨折愈合[29]。

5 Pilon 骨折术后并发症及防治

Pilon 骨折术后的并发症早期有局部皮肤坏死以及感染等,晚期有骨折畸形愈合、延迟愈合及不愈合、创伤性关节炎、关节僵硬等,若发生骨筋膜间室综合征,需行急诊切开减压手术。

5.1 早期并发症的防治

胫骨 Pilon 骨折术后早期的并发症主要与软组织损伤的严重程度、手术时机、手术切口选择和手术熟练程度等有关。

5.1.1 皮肤坏死 软组织条件未达到切开复位内固定术要求,致使局部皮肤张力过高,易导致皮肤坏死;术中操作粗暴、双切口之间的距离过短,局部软组织血运破坏,亦可导致皮肤缺血坏死。手术治疗时要细致地显露和保护软组织,有限剥离骨折块,尽量做到间接复位,切不可为了追求完美复位过多损伤软组织,以保证皮肤获得足够的血液供应。若出现局部皮肤坏死,应尽早清除坏死组织,局部植皮以覆盖创面,防止坏死加重和伤口感染[30]。

5.1.2 切口及深层组织感染 感染与局部软组织和骨的损伤程度、手术时机及手术操作技巧等有关。开放骨折彻底清创、保护软组织、缩短手术时间是避免感染的关键。术前排除患者局部或全身感染,术中严格按照无菌要求进行手术操作并尽可能地缩短手术时间,选择适用的内固定材料,术后充分引流,规范使用抗生素,可以降低感染发生率。若出现切口感染,可通过加强换药、积极抗感染、必要时扩创等措施进行治疗;若出现深部组织感染,则必须手术去除感染失活组织,联合使用抗生素抗感染治疗,必要时需取出内固定物[31]。

5.2 晚期并发症的防治

Pilon 骨折术后晚期并发症主要与骨折分型、骨折及关节面复位情况、内固定的可靠程度、术后功能锻炼效果等有关。

5.2.1 骨折畸形愈合 骨折畸形愈合原因在于骨折复位不佳,固定不可靠或过早的拆除固定,不恰当的负重。准确复位骨折断端及关节面、充分植骨、选择合适而有效的内固定物、避免过早负重,可降低畸形愈合的发生率。并非所有畸形都需要处理,畸形较轻,对功

能影响不大者,可不予处理。畸形明显、影响踝关节功能者,需行矫正及踝关节融合术[32]。

5.2.2 骨折延迟愈合或不愈合 影响骨折愈合的因素有全身性因素和局部因素。全身性因素包括患者的代谢、营养、健康状况和活动情况。局部因素主要有软组织损伤程度、骨折部的血液供应、感染的影响、骨折端软组织嵌入及治疗方法的选择。由于胫骨下段血运差,骨折延迟愈合或不愈合很常见[33]。高能量的Pilon骨折由于局部软组织条件差,血供破坏多,更易发生骨折延迟愈合及不愈合。因此术中应尽可能少地剥离软组织,最大程度地降低延迟愈合及不愈合的发生率。骨折延迟愈合及不愈合出现后,治疗上需要去除骨折端的硬化骨、打通髓腔、对骨折进行良好的复位,选用合适的内固定材料稳定固定并行自体骨植骨。据文献报道自体骨髓干细胞移植治疗骨折骨不连是一种新的治疗骨不连的办法[34]。王玉龙等[35]通过对11例胫骨骨折骨不连患者采用自体骨髓干细胞移植治疗,认为经皮自体骨髓干细胞移植技术治疗胫骨骨折骨不连疗效满意,具有临床应用价值。

5.2.3 关节僵硬 关节僵硬是一种既影响外观又影响功能的特殊关节畸形,又称"关节粘连"。关节固定时间过长会导致关节内纤维组织形成、关节周围软组织挛缩,使关节活动范围受到影响。因此在可靠的内固定基础上,减少踝关节外固定的时间,早期功能锻炼,能有效减少关节僵硬的发生率。Pilon骨折术后出现踝关节僵硬,主要原因是软组织损伤后出血、肿胀,内外固定物的限制,不能早期进行功能锻炼,从而造成局部组织机化、粘连。因此,早期的功能锻炼可以防止关节内出血及渗出引起的粘连,避免关节囊及踝关节周围韧带的挛缩,需要指出的是肢体功能锻炼要被动锻炼和主动锻炼相结合。关节僵硬轻症患者可采用局部按摩、理疗等方法治疗;重症患者应行关节粘连松解术[36]。

5.2.4 创伤性关节炎 又称外伤性关节炎、损伤性骨关节炎,是由创伤引起的以关节软骨退化变性和继发的软骨增生、骨化为主要病理变化,以关节疼痛、活动功能障碍为主要临床表现的一种疾病。发生主要原因在于骨折未能解剖复位,进一步引起关节面软骨磨损。因此,要求术者尽量解剖复位骨折、恢复胫骨远端关节面平整性,同时进行牢同内固定。若出现创伤性关节炎,可以通过口服非甾体类药物及理疗缓解症状。症状明显严重影响功能者,可早期行关节清理术、踝关节融合术等[37]。

6 小结

Pilon骨折的特征决定了临床治疗的困难性和特殊性。高能量损伤导致软组织和骨骼严重受损,是影响疗效和发生并发症的重要原因。重视局部软组织情况的前提下,根据伤者的受伤机制和骨折类型制订个性化治疗方案。充分的术前准备,恰当的手术时机,精准的手术技巧和正确的骨折固定方式都与良好的预后相关联,早期踝关节功能锻炼,可以有效降低晚期并发症。近年来,随着新技术的应用,3D打印及关节镜等在Pilon骨折的治疗中已显示出一定的优越性。未来探索Pilon骨折的最佳治疗方案仍是必然趋势。

[参考文献]

[1] Rüedi TP, Allgöwer M. The operative treatment of intra-articular fractures of the lower end of the tibia[J]. Clin Orthop Relat R, 1979, 9(138):105-110. doi:10.1055/s-0030-1267073.

[2] Klaue K, Cronier P. Pilon fractures[J]. Unfallchirurg, 2015, 118(9): 795-801. doi:10.1007/s00113-015-0054-3.

[3] Barei DP, Nork SE, Bellabarba C, et al. Is the absence of an ipsilateral fibular fracture predictive of increased radiographic tibial pilon fracture severity? [J]. J Orthop Trauma, 2006, 20(1):6-10. doi:10.1097/01.bot.0000189589.94524.ff.

[4] Wiebking U. Pilon fractures:review of diagnostics and classification[J]. Unfallchirurg, 2017, 120(8):632-639. doi:10.1007/s00113-017-0363-9.

[5] Rüedi TP, Augöwer M. Fracture of the lower end of the tibia into the ankle-joint[J]. Injury, 1969, 1(1):92-99. doi:10.1016/S0020-1383(69)80066-5.

[6] 贾 斌,张 勇,李郑林,等. Pilon骨折的CT分型及其临床指导意义[J]. 中国骨伤,2011,24(6):470-473. doi:10.3969/j.issn.1003-0034.2011.06.009.

[7] 叶 劲,邓永高,陈伟明,等. 评估软组织损伤对Ⅱ型和Ⅲ型Pilon骨折治疗方法选择的意义[J]. 中华关节外科杂志(电子版),2009,3(1):94-96. doi:10.3969/j.issn.1674-134X.2009.01.018.

[8] Gustilo RB, Anderson JT. Prevention of infection in the treatment of one thousand and twenty-five open fractures of long bones:retrospective and prospective analyses[J]. J Bone Joint Surg Am, 1976, 58(4):453-458. doi:10.2106/00004623-197658040-00004.

[9] Rd TP, Gorup J. Axial computed tomography of pilon fractures[J]. Clin Orthop Relat R, 1996, 323(323):273-276. doi:10.1097/00003086-199602000-00037.

[10] 殷圣银,陈亚洲. Pilon骨折的治疗体会[J]. 临床骨科杂志,2011,14(2):141-142. doi:10.3969/j.issn.1008-0287.2011.02.009.

[11] Blauth M, Bastian L, Krettek C, et al. Surgical options for the treatment of severe tibial pilon fractures:a study of three techniques[J]. J Orthop Trauma, 2001, 15(3):153-160. doi:10.1097/00005131-200103000-00002.

[12] 张 闻. Pilon骨折处理原则及治疗选择[J]. 国际骨科学杂志,2014,35(6):357-359. doi:10.3969/j.issn.1673-7083.2014.06.

003.

[13] Dillin L,Slabaugh P. Delayed wound healing,infection,and nonunion following open reduction and internal fixation of tibial plafond fractures[J]. J Trauma,1986,26(12):1116. doi:10.1097/00005373-198612000-00011.

[14] 孙承东,王清义,潘宝军,等.切开复位内固定治疗胫骨 Pilon 骨折[J].局解手术学杂志,2008,17(2):110. doi:10.3969/j.issn.1672-5042.2008.02.020.

[15] 刘鸣江,胡兵兵,张 彬,等.有限切开内固定联合超踝外固定架治疗在 Ruedi-AllgowerⅢ型 Pilon 骨折治疗中的应用[J].中南医学科学杂志,2015,43(6):688-691. doi:10.15972/j.cnki.43-1509/r.2015.06.024.

[16] 徐旭冬,舒建国,龚革会,等.2 种固定治疗方法治疗胫骨 Pilon 骨折的疗效及其对患者术后生存质量的影响[J].河北医科大学学报,2013,34(6):699-701. doi:10.3969/j.issn.1007-3205.2013.06.029.

[17] 熊海水,邹素红.分阶段延期切开复位内固定术治疗Ⅱ-Ⅲ型 Pilon 骨折的疗效观察[J].江西医药,2015,50(2):107-109. doi:10.3969/j.issn.1006-2238.2015.02.005.

[18] 李纯璞,郭冬梅,孙 磊,等.延期切开复位内固定术治疗高能量 Pilon 骨折的临床分析[J].中国矫形外科杂志,2011,19(16):1336-1338. doi:10.3977/j.issn.1005-8478.2011.16.05.

[19] 姜保国.创伤骨科进展[J].北京大学学报(医学版),2011,43(5):645-646. doi:10.3969/j.issn.1671-167X.2011.05.001.

[20] 李 沁,赵文博,屠重棋,等.锁定加压钢板结合微创经皮钢板内固定技术治疗 Pilon 骨折[J].中国骨伤,2014,27(12):1029-1032. doi:10.3969/j.issn.1003-0034.2014.12.013.

[21] 王立强,范 萌,刘成刚,等.经皮微创治疗胫骨远端骨折的疗效观察[J].中华医学杂志,2015,95(35):2865-2867. doi:10.3760/cma.j.issn.0376-2491.2015.35.012.

[22] Vidoviĉ D, Matejĉiĉ A,Ivica M,et al. Minimally-invasive plate osteosynthesis in distal tibial fractures:results and complications[J]. Injury,2015,46:S96-S99. doi:10.1016/j.injury.2015.10.067.

[23] 严 斌.胫骨 Pilon 骨折的最佳手术时机和手术方法探讨[J].海南医学,2012,23(24):60-61. doi:10.3969/j.issn.1003-6350.2012.24.025.

[24] Mittlmeier T,Wichelhaus A. Treatment strategy and planning for pilon fractures[J]. Unfallchirurg,2017(Suppl 8):1-8. doi:10.1007/s00113-017-0383-5.

[25] 王延军.一期植骨加胫骨远端解剖钢板治疗复杂 Pilon 骨折[J].内蒙古中医药,2010,29(15):48-49. doi:10.3969/j.issn.1006-0979.2010.15.047.

[26] Lee YS,Chen SW,Chen SH,et al. Stabilisation of the fractured fibula plays an important role in the treatment of pilon fractures:a retrospective comparison of fibular fixation methods[J]. Int Ortop,2009,33(3):695-699. doi:10.1007/s00264-008-0654-4.

[27] Ketz J,Sanders R. Staged posterior tibial plating for the treatment of Orthopaedic Trauma Association 43C2 and 43C3 tibial pilon fractures[J]. J Orthop Trauma,2012,26(6):341-347. doi:10.1097/bot.0b013e318225881a.

[28] Kurylo JC,Datta N,Iskander KN,et al. Does the fibula need to be fixed in complex pilon fractures?[J]. J Orthop Trauma,2015,29(9):424-427. doi:10.1097/bot.0000000000000304.

[29] 徐佳明,艾自胜,张长青,等.胫腓骨骨折固定物与固定方式的研究进展[J].中国组织工程研究,2013,17(4):663-671. doi:10.3969/j.issn.2095-4344.2013.04.016.

[30] 郭峭峰,黄 凯,沈立锋,等.穿支蒂螺旋桨皮瓣在下肢骨折术后切口愈合不良中的应用[J].中华创伤杂志,2017(2):118-122. doi:10.3760/cma.j.issn.1001-8050.2017.02.006.

[31] 陈芝印,李学良,韩 鑫,等.VSD 敷料填塞治疗骨折术后深部感染疗效分析[J].大连医科大学学报,2014,36(1):50-53. doi:10.11724/jdmu.2014.01.12.

[32] 姜裔恒,李 莹,王 岩,等.踝关节骨折畸形愈合的诊断与治疗研究进展[J].中华创伤骨科杂志,2017,19(3):268-271. doi:10.3760/cma.j.issn.1671-7600.2017.03.016.

[33] Bell A,Templeman D,Weinlein JC. Nonunion of the femur and tibia[J]. Orthop Clin N Am,2016,47(2):365-375. doi:10.1016/j.ocl.2015.09.010.

[34] Yao W,Guan M,Jia J,et al. Erratam:Reversing bone loss by directing mesenchymal stem cells to bone[J]. Stem Cells,2014,32(2):601-601. doi:10.1002/stem.1617.

[35] 王玉龙,王明贵,贺小兵,等.自体骨髓干细胞移植治疗胫骨骨折骨不连[J].局解手术学杂志,2014,23(2):131-134. doi:10.11659/jjssx.1672-5042.201402009.

[36] 谭俊铭,冯水云,梁再跃,等.Pilon 骨折的踝关节融合探讨(附 6 例报告)[J].中国矫形外科杂志,2000,7(5):427. doi:10.3969/j.issn.1005-8478.2000.05.003.

[37] 王守锋.胫骨 Pilon 骨折及创伤性关节炎防治的研究[J].中国伤残医学,2016,24(2):1-2. doi:10.13214/j.cnki.cjotadm.2016.02.001.

(编辑:刘 艺)