

·论著·

超关节外固定架结合有限内固定手术治疗 儿童型 Pilon 骨折的中期随访结局分析



鲁 明 杨 征 尤海峰 郭 源

【摘要】 目的 由于 Pilon 骨折在骨骼未闭合的儿童及青少年中十分罕见,因此本研究旨在探讨儿童型 Pilon 骨折的治疗方法和治疗规律,提高医生对这种特殊类型骨折的认识,制定恰当的治疗方案,降低并发症发生率,最大程度恢复踝关节功能。**方法** 收集北京积水潭医院小儿骨科 2011 年 1 月至 2017 年 1 月收治的 21 例儿童型 Pilon 骨折患儿的临床资料,年龄为 8 岁 2 个月至 14 岁 3 个月,随访时间为 1 年 7 个月至 7 年 8 个月,中位年龄 11 岁 3 个月,中位随访时间 4 年 3 个月。根据 Letts 提出的儿童 Pilon 骨折分型,本组中 I 型 2 例、II 型 6 例、III 型 13 例。所有病例合并腓骨骨折,其中 12 例还合并距骨骨折。**结果** 7 例行单纯切开复位内固定;13 例因软组织严重肿胀或难以维持复位的踝关节脱位,行关节外固定架结合有限内固定;1 例因损伤较轻行石膏固定保守治疗。最终随访结果根据 Helfet 标准进行判定,其中 10 例为优、8 例为良、3 例为差,总体优良率为 85.7%。3 例出现距骨坏死,4 例出现因胫骨远端骺早闭导致的踝内外翻畸形;无一例出现骨髓炎及深部感染;1 例因皮肤坏死行局部皮瓣转移手术,愈合良好。**结论** 对于伴有踝关节脱位或严重软组织损伤的儿童型 Pilon 骨折患儿,超关节外固定架联合有限内固定可作为首选的治疗方法。

【关键词】 骨折;外固定器;矫形外科手术

【中图分类号】 R726.8 R687.4⁺3

Midterm follow-up surgical outcomes of pediatric Pilon fracture. Lu Ming, Yang Zheng, You Haifeng, Guo Yuan. Department of Pediatric Orthopedics, Beijing Jishuitan Hospital, Beijing 100035, China. Corresponding author: Guo Yuan, Email: gy0902@sina.com

【Abstract】 Objective Pilon fractures are rare in children and skeleton-immature adolescents. The purpose of this study was to summarize the surgical efficacies of pediatric Pilon fractures and enhance the understanding of this special type of fractures so as to explore the formulation of appropriate treatment, reduce the incidence of complications and maximize the recovery of ankle function. **Methods** From January 2011 to January 2017, 21 cases of pediatric Pilon fracture were collected. The average age was 135 (98–171) months and the mean follow-up period 51 (19–92) months. According to the Letts classification, the clinical types were I ($n=2$), II ($n=6$) and III ($n=13$). All patients had concurrent fibular fractures and 12 cases concurrent talus fractures. **Results** Seven patients underwent open reduction and internal fixation and 13 cases underwent ankle spanning external fixation plus limited internal fixation due to severe soft tissue swelling or difficulty of maintaining the reduction of ankle dislocation. One case was treated conservatively with cast immobilization because of mild injury. According to the Helfet's criteria, the outcomes were excellent ($n=10$), good ($n=8$) and poor ($n=3$) at the final follow-up. Excellent-to-good outcomes were observed in 85.7% cases. Talus osteonecrosis occurred in 3 cases and 4 cases suffered from growth arrest of distal tibia resulting in ankle varus or valgus deformity. There was no onset of osteomyelitis or deep infection. One case undergoing local skin flap transfer due to skin necrosis healed well. **Conclusion** For pediatric Pilon fracture with ankle dislocation or severe soft tissue injury, ankle spanning external fixator plus limited internal fixation is a preferred option.

【Key words】 Fractures, Bone; External Fixators; Orthopedic Procedures

DOI:10.3969/j.issn.1671-6353.2019.07.015

作者单位:北京积水潭医院小儿骨科(北京市,100035)

通信作者:郭源,Email: gy0902@sina.com

Pilon 骨折是指累及胫骨远端负重关节面的骨折,典型表现为关节面中断甚至呈粉碎状,常合并距骨骨折。Destot^[1]于 1911 年首次在文献中描述了

这种骨折,据报道 Pilon 骨折约占成人胫骨骨折总数的 7%,在下肢骨折中占比则 <1%^[2]。尽管此类骨折的发生率不高,但由于治疗复杂,各类治疗方法均存在一定的局限性,因此致残率依然较高。

目前,临床上治疗 Pilon 骨折最常用的方法是切开复位内固定及外固定。切开复位内固定的主要并发症包括因深部感染导致的截肢、骨髓炎、远期骨性关节炎及骨不连,发生率为 5%~54%^[2,9]。应用外固定可降低感染几率,但其他并发症发生率则没有显著变化^[3]。

由于儿童骨骼拥有弹性缓冲能力,Pilon 骨折在骨骺未闭合的儿童及青少年群体中十分罕见。在既往的英文文献中,针对儿童群体 Pilon 骨折的研究较少,仅 Letts^[4]于 2001 年报道了 8 例儿童及青少年 Pilon 骨折患儿的治疗效果。但此组病例着重于阐述儿童型 Pilon 骨折分型,围绕治疗效果的描述则相对有限。因此,本研究旨在回顾性分析北京积水潭医院收治的 21 例儿童 Pilon 骨折患者的手术治疗

效果,提高医生对此类损伤特点的认识,进一步改进治疗方法,防治并发症。

材料与方法

一、研究对象

2011 年 1 月至 2017 年 1 月北京积水潭医院共收治儿童型 Pilon 骨折 16 例(21 侧),均为骨骺未闭合的儿童及青少年患者,年龄 8 岁 2 个月至 14 岁 3 个月,中位年龄 11 岁 3 个月。随访时间 1 年 7 个月至 7 年 8 个月,中位随访时间 4 年 3 个月。根据 Letts^[4]提出的儿童型 Pilon 分型标准(表 2),本组 21 例中 I 型 2 例,II 型 6 例,III 型 13 例。2 例为开放性骨折。受伤原因均为高处坠落或车祸伤,为高能量损伤,无一例低能量运动伤。所有病例合并腓骨骨折,12 例合并距骨骨折,3 例合并跟骨骨折,2 例合并跖骨骨折,2 例合并股骨干骨折,1 例合并脊柱损伤。

表 1 患者一般资料

Table 1 General profiles of children

| 编号 | 性别 | 年龄(岁) | 侧别 | 受伤原因 | 开放/闭合 | 分型 | 治疗方案 | 并发症 | 随访结果等级 |
|----|----|-------|----|------|----------|-----------|------------------------|-------------------|--------|
| 1 | 男 | 12 | 右 | 车祸 | 开放 | III | ORIF | 无 | 优 |
| 2 | 女 | 12 | 右 | 高处坠落 | 闭合 | III | ORIF | 无 | 优 |
| 3 | 男 | 12 | 左右 | 高处坠落 | 闭合 闭合 | II III | ORIF ORIF + EF | 活动受限 外翻 + 活动受限 | 良 差 |
| 4 | 男 | 10 | 左 | 车祸 | 闭合 | II | ORIF + EF | 无 | 优 |
| 5 | 男 | 12 | 左 | 高处坠落 | 闭合 | III | ORIF + EF | 活动受限 | 良 |
| 6 | 男 | 10 | 右 | 车祸 | 开放 | III | ORIF + EF | 内翻 + 活动受限 | 差 |
| 7 | 男 | 13 | 右 | 爆炸 | 闭合 | III | ORIF + EF | 无 | 优 |
| 8 | 男 | 14 | 右 | 高处坠落 | 闭合 | III | ORIF + EF | 活动受限 | 良 |
| 9 | 女 | 11 | 左 | 高处坠落 | 闭合 | III | ORIF | 轻微疼痛 + 活动受限 | 良 |
| 10 | 男 | 8 | 右 | 高处坠落 | 闭合 | II | ORIF | 轻微疼痛 | 良 |
| 11 | 男 | 11 | 左右 | 高处坠落 | 闭合 闭合 | III II | ORIF + EF ORIF + EF | 轻微疼痛 轻微疼痛 | 良 良 |
| 12 | 男 | 11 | 左 | 高处坠落 | 闭合 | III | ORIF + EF | 疼痛 + 内翻 | 差 |
| 13 | 男 | 8 | 左右 | 高处坠落 | 闭合 闭合 | II III | ORIF ORIF + EF | 轻微内翻 无 | 优 优 |
| 14 | 男 | 13 | 右 | 高处坠落 | 闭合 | III | ORIF + EF | 无 | 优 |
| 15 | 男 | 11 | 左右 | 高处坠落 | 闭合 闭合 | III I | ORIF + EF Cast | 关节面不平 无 | 良 优 |
| 16 | 女 | 13 | 左右 | 高处坠落 | 闭合 闭合 | I II | ORIF ORIF | 无 | 优 优 |

注 ORIF:切开复位内固定;EF:外固定架固定;Cast:石膏固定,保守治疗

二、手术方法

患儿接受全麻或椎管内麻醉,取仰卧位。常规应用止血带,术前 30 min 给予抗生素。对开放性骨

折患儿进行彻底的清创和创口冲洗。绝大部分患儿采用前内侧入路,显露移位程度较大的内踝骨折块。对于合并距骨骨折需要固定的患儿,将内踝骨

表2 Letts 儿童 Pilon 骨折分型

Table 3 Pediatric Pilon fracture Letts classification

| 分型 | 关节面移位程度 | 骺板移位程度 | 粉碎情况 | 合并损伤 |
|-----|---------|--------|-------|--------------|
| I | >5 mm | 未累及 | 无 | 无 |
| II | >5 mm | <5 mm | 2~3 块 | 无 |
| III | >5 mm | >5 mm | 多块 | 同侧胫骨干和或踝关节脱位 |

折块向远端翻开,可清晰显露距骨体,应用空心螺钉或可吸收内固定物完成距骨骨折固定。对于Ⅲ型患儿,踝关节前脱位较为常见,胫骨远端前方塌陷压缩明显,因此需要以胫骨远端后部关节面为标准,以距骨体外形为模板复位胫骨远端关节面,将关节面自塌陷压缩处撬起下压,松质骨压缩后缺损部可于胫骨下段局部取骨植骨或应用人工骨植骨。关节周围局部较小骨折块以克氏针固定,较大的内踝骨块以4.0 mm 空心螺钉平行于骺板完成固定。对于脱位及软组织损伤严重的患儿,为恢复软组织张力及平衡,于跟骨及胫骨打入外固定针,行超关节外固定架固定,并保持踝关节于中立位。

三、术后处理及随访

术后2周拆线,术后6周拆除外固定架并拔除针尾留置于皮外的克氏针,并开始进行踝关节主动屈伸功能锻炼,术后3个月可见明确骨折愈合征象

后开始扶拐并进行部分负重训练,骨折愈合后恢复完全负重。

术后6个月开始对患儿进行功能随访评价,此后每年随访1次。通过踝关节正侧位及双下肢全长正位片评估骨折愈合情况、关节面完整性、关节退变程度及生长发育畸形情况。本研究采用 Helfet^[5]标准评估术后效果。制定等级可分为:①优:无疼痛、畸形及关节僵硬,X线片结果无异常;②良:疲劳后有疼痛,无畸形,踝关节活动轻度减少,X线片显示有轻微异常;③差:存在疼痛,临床上可见畸形,X线片可见畸形及创伤性关节炎表现,踝关节活动度明显减少。

结 果

1例Ⅰ型 Pilon 骨折患儿因胫骨前缘骨折块较小、累及关节面范围小、关节稳定性好,采用保守治疗(石膏外固定),其余20例均采用手术治疗,包括13例切开复位有限内固定结合超关节外固定架固定(图1),7例单纯切开复位内固定辅助石膏外固定。13例有限内固定结合外固定组中3例为Ⅱ型,10例为Ⅲ型;7例单纯切开复位内固定组中1例为Ⅰ型,3例为Ⅱ型,3例为Ⅲ型。

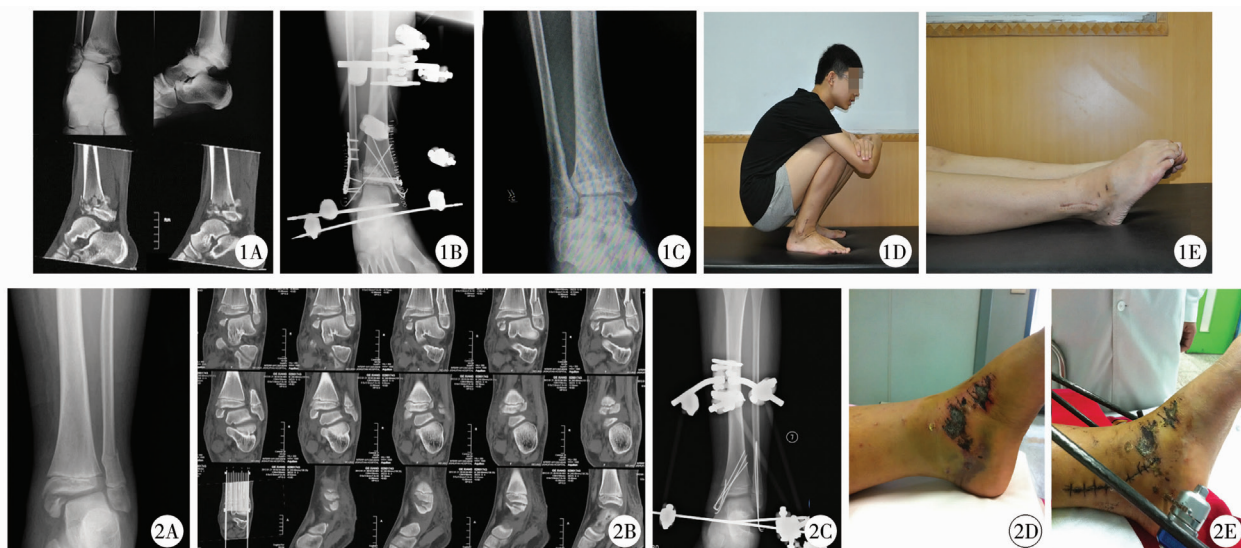


图1 13岁男童,儿童 Pilon 骨折Ⅲ型,闭合骨折 注 A. 术前X线片见骨折累及胫骨远端关节面,踝关节前脱位;CT片可见关节面粉碎,累及骺板,胫骨远端前缘压缩明显,骨折移位超过5 mm; B. 术中X线片提示应用锁定钢板固定腓骨,恢复长度;胫骨远端使用空心钉及克氏针固定,恢复局部关节面完整性,人工骨植入填充骨缺损;跨踝关节外架固定维持整体力线及踝关节稳定性; C. 术后4年X线片见骨折愈合良好,关节面光滑平整; D和E. 末次随访时踝关节背伸及屈曲活动度良好。 图2 男,10岁,车祸伤;儿童 Pilon 骨折Ⅱ型 注 A. 术前X线片可见胫骨远端内侧骺板损伤,腓骨干骺端骨折; B. 术前CT片提示内踝骨折粉碎,距骨向外侧移位,踝关节不稳定; C. 术后1周X线片可见骨折复位,交叉克氏针固定内踝及腓骨骨折,跨关节外固定架恢复力线及踝关节稳定性; D. 术前可见内踝皮肤坏死,坏死边缘发红,有继发感染风险; E. 应用外固定架固定术后1周,肿胀迅速消退,皮肤坏死变浅,红肿消退,无感染

Fig. 1 A 13-year-old boy, pediatric Pilon fracture type III, closed fracture Fig. 2 A 10-year-old boy, injured in a car accident; pediatric Pilon fracture type II

在合并损伤中,13例腓骨远端骨折或腓骨远端骨折接受闭合或切开复位内固定,5例距骨骨折接受切开复位内固定,2例股骨骨折均接受切开复位内固定,1例跟骨骨折接受闭合复位空心钉内固定。患儿手术切口均愈合良好,无一例出现切口持续不愈合及骨髓炎。有2例外固定架术后出现针道红肿渗液,去除外固定架换药后愈合。2例开放性骨折中,1例于外院接受急诊手术清创治疗,伤口换药逐步愈合后行陈旧骨折切开复位手术;另1例急诊行清创、骨折复位空心钉内固定联合超关节外固定架固定,术中应用负压封闭引流技术(Vacuum Sealing Drainage, VSD)覆盖皮肤缺损,二期行局部转移皮瓣关闭创面。2例闭合骨折患儿因严重骨折脱位及延误治疗,术前即出现踝前外侧皮肤坏死,手术纠正脱位并用外固定架维持软组织张力后有1例坏死范围缩小,换药后自行愈合(图2);另1例仍存在较大面积坏死,二期给予清创皮瓣覆盖,消灭创面。

所有骨折顺利愈合。1例残留踝外翻,3例残留踝内翻,2例出现1 cm以上的双下肢不等长,3例出现距骨坏死,1例存在胫骨远端关节面不平整;但所有患儿X线片均未出现创伤性关节炎表现。

随访结果根据 Helfet^[5]标准,10例为优,8例为良,3例为差,优良率为85.7%。其中 Letts I型2例均为优;Letts II型中3例为优,3例为良;Letts III型中5例为优,5例为良,3例为差。2例开放骨折中陈旧病例最终结局为优,另1例出现胫骨远端内侧骨折,导致踝内翻及双下肢不等长,随访结果为差。2例皮肤坏死的患儿中术后范围缩小者最终恢复满意,随访结果为优,另1例则为差。

讨 论

一、骨折分型

Pilon骨折的受伤机制复杂,多由于混合暴力因素所致,因而骨折表现类型多样,且存在多种分型。在成人文献中应用较为广泛的是 Ruedi 分型及 AO 分型^[6,7]。最为严重的 Ruedi III型或 AO C型骨折约占总发病人数的33%。

儿童 Pilon 骨折被定义为累及胫骨远端穹顶部的骨折,有关节面或骺板的受累,关节面移位程度通常 > 5 mm,常合并腓骨及距骨骨折。约 1/3 的成人 Pilon 骨折病例合并其他损伤,可发生胫骨干及胫骨平台,但本组病例中未见胫骨其他部位骨折,主

要考虑儿童骨质弹性较好,对轴向压缩暴力有更大的耐受性,损伤暴力在胫骨远端被释放后,胫骨其他部位即得到保护^[8]。

任何分型的意义都在于指导治疗、判断预后及便于统计交流。Letts 分型根据是否存在骺板受累及踝关节脱位将儿童型 Pilon 骨折分为3种亚型。文献中报道 Pilon 骨折的最终治疗效果与骨折的分类及严重程度有关^[2,5,9-11]。成人 Reudi I型患者的优良率 > 80%, Reudi II型骨折的优良率也可达73%以上,而 Reudi III型的治疗效果最差,有报道显示优良率仅32%^[2,5,11]。本组病例最终结果基本遵循这种比例分布。

二、治疗方法的选择

与其他关节内骨折类似,Pilon骨折的治疗目标是在解剖学上复位关节面及骺板,促进其早期活动,最大程度保留关节功能^[2,7,12]。高能量损伤通常与关节内骨折粉碎、干骺端碎片众多及严重的软组织损伤有关,这使得治疗非常具有挑战性。由于 Pilon 骨折术后并发症发生率较高,因而选择何种方式治疗 Pilon 骨折仍存在较大争议。治疗方案的选择不仅要考虑到骨折的稳定性,还要考虑软组织损伤的治疗。目前治疗方法主要包括手法复位石膏固定(一期切开复位钢板内固定、一期有限内固定结合外固定)和分期手术治疗(一期行腓骨及超踝关节外固定架固定,维持长度及旋转对线,皮肤软组织条件改善后二期行内固定)^[13]。一期切开复位内固定在成人患者中的效果并不令人满意,并发症发生率高达50%^[9]。分期手术治疗的策略可以最大程度保护软组织,降低感染及皮肤坏死等并发症的发生几率^[14];但是等待软组织条件好转通常需要2周左右的时间,而软组织的粘连增加了二期手术时获得解剖复位的难度。

对软组织损伤的处理是影响 Pilon 骨折治疗效果的重要因素。无论是分期手术还是有限内固定结合外固定,其主要目的都是为了更好的保护软组织。文献报道采用外固定架的方法治疗 Pilon 骨折优良率可达69%^[3,18]。Bonar 及 Marsh 等^[15]使用外固定治疗21例 Pilon 骨折患者,无一例出现感染及软组织并发症。Leone 等^[16]认为可采用关节镜监视关节面复位、环形外固定架固定的方法治疗 Ruedi II型骨折。大多数学者推荐对于严重粉碎的 Pilon 骨折病例,可采用有限内固定维持关节面复位、外固定架固定保持干骺端长度的方法^[3,8,15,17]。Tornetta 等^[17]认为此种方法可以减少对骨折端软组织

的剥离,保留的软组织合页可以为骨折端提供更优质的稳定性和血供。由于没有皮下大块金属内固定物的植入,可明显降低伤口裂开及感染的机率。对于皮肤状况不佳的 Pilon 骨折患者采用此种方法可以尽早达到理想的治疗效果,但是此方法的缺陷在于可能存在针道感染。

本组病例中 Letts III型骨折有 13 例,均合并踝关节脱位,软组织损伤重。其中 10 例应用有限内固定结合外固定的方法进行治疗,多数效果优良。虽然腓骨钢板固定可较好地维持长度,但胫骨远端仅能用空心钉加克氏针维持骨折冠状面复位,仍然需要跨踝关节外固定架维持矢状面力线,解决踝关节前方不稳定的问题。最终患者骨折塑形多愈合良好,功能活动佳。其余 3 例中 1 例为陈旧病例,因开放骨折已在外院行清创换药处理,来我院就诊时软组织条件恢复良好;另 1 例为严重距骨骨折,胫距关系对位不良主要是由于距骨严重塌陷移位所致,而胫骨远端软组织损伤较轻;第 3 例则于受伤后 2 h 内抵达本院,手法复位纠正脱位后快速送入急诊手术室接受手术治疗,因此未出现严重的软组织水肿。

三、术后并发症

良好的软组织保护可使得术后感染发生率进一步降低。Pilon 骨折最常见并发症是骨髓炎、深部软组织感染,甚至有因耐甲氧西林金葡菌感染导致截肢的报道^[10]。Pilon 骨折术后并发症发生率达 54% 左右^[2,9]。Heim 和 Naser^[19]报道了 128 例患儿术后随访结果,发现软组织感染率发生仅 1.4%,可能与此组病人均为低能量运动伤、骨折粉碎和软组织受累程度低有关。Teeny 和 Wiss 等^[9]发现 Pilon 骨折术后并发症发生率达 50%,该组病人中 70% 为 Ruedi III型骨折,多继发于高能量损伤,因此软组织损伤程度较重。本研究中虽然 Letts III型占比达 61.9%,但并未出现深部软组织感染,分析其原因,可能与我们对于严重损伤的病例采用了外固定架结合有限内固定的治疗方法,最大程度地保护了软组织。1 例术前已经存在少量皮肤坏死的患儿,应用外固定架纠正软组织张力后坏死程度减轻,坏死部位皮肤得以迅速修复,实现自行愈合。

Pilon 骨折的另一个并发症是踝关节及距下关节僵硬。Ruedi 等^[6,7]报道约有 48% 的患儿出现不同程度踝关节及距下关节活动度丢失。Bonar 及 Wyrsh^[10,15]则认为高达 80% 的患儿会出现关节活动度减少的现象。Bone 及 Meena 等^[3,20]发现 Pilon 骨折患儿术后均能获得较为满意的关节活动,可能

与制动期将患儿踝关节置于轻度牵开状态可有效预防软组织挛缩有关,这也是我们采用超关节外固定架固定处理损伤严重患儿的原因之一。因为在采用超关节外固定架进行固定时,可将踝关节置于轻度牵开的位置,很好地保留了关节间隙及韧带长度,有助于术后关节活动的康复训练。尽管如此,本组病例中仍有 11 例存在不同程度关节活动减少,可能与本组病例均为高能量损伤、软组织损伤程度较重有关。

四、远期随访

目前有多种不同的工具系统用于评估 Pilon 骨折的治疗效果。Wyrsh 方案^[10]包括主观和客观评分,但相对更强调主观评价。Teeny 和 Wiss^[9]的方法与之类似,主观评分占主导地位。Helfet^[5]评价系统则更多基于疼痛、畸形、关节活动度及放射学表现对患儿进行综合评估,Letts^[4]的文献中也多采用此评价系统进行随访。基于此分类方法的评级结果显示,本组病例中 47.6% 的患儿为优,38.1% 患儿为良,14.3% 患儿为差。3 例预后差的患儿均为 Letts III型,同时均存在骺早闭及不同程度的踝内外翻畸形。本组儿童型 Pilon 骨折均为高能量损伤,大多存在轴向压缩暴力。除去 X 线片可见的 Salter-Harris III型或 IV型骺损伤以外,还有 V型骺损伤同时存在,故术后远期出现骺早闭的概率较高。由于 V型骺损伤的存在,多数病例表现为全骺板闭合,未出现踝内外翻畸形。结局较差的 3 例中 1 例术前出现严重皮肤坏死,术后仍存在皮肤坏死,二期行皮瓣转移修复伤口;此病人胫骨远端二次骨化中心塌陷压缩严重,骨折愈合时胫骨远端外侧出现局部吸收,关节面偏斜,形成踝外翻畸形;软组织及骨性结构均在异常,因而预后较差。另 2 例术前为 IV型骺损伤,虽然手术达了解剖复位的目的,但术后仍出现胫骨远端内侧骺早闭的现象,导致踝内翻及双下肢不等长,因而预后较差。

参考文献

- 1 Destot E. Traumatismes du pied et rayons X: maleoles. astragale, calcanéum, avant-pied [J]. Journal of the American Medical Association, 1938, 110(25): 2017.
- 2 Mandracchia VJ, Evans RD, Nelson SC, et al. Pilon fractures of the distal tibia [J]. Clin Podiatr Med Surg, 1999, 16(4): 743-767.
- 3 Bone L, Stegemann P, McNamara K, et al. External fixation of severely comminuted and open tibial Pilon fractures [J]. Clin

- Orthop, 1993, 292, 101-107. DOI: 10. 1097/ 00003086-199307000-00012.
- 4 Letts M, Davidson D, McCaffrey M, et al. The adolescent Pilon fracture; management and outcome [J]. J Pediatr Orthop, 2001, 21 (1): 20-26. DOI: 10. 1097/01241398-2001 01000-00006.
 - 5 Helfet DL, Koval K, Pappas J, et al. Intraarticular Pilon fracture of the tibia [J]. Clin Orthop, 1994, 298: 221-228. DOI: 10. 1097/00003086-199401000-00029.
 - 6 Ruedi T, Allgower M. Fractures of the lower end of the tibia into the ankle-joint; results of nine years after open reduction and internal fixation [J]. Injury, 1973, 5 (2): 130. DOI: 10. 1016/s0020-1383(73)80089-0.
 - 7 Ruedi T, Allgower M. The operative treatment of intra-articular fractures of the lower end of the tibia [J]. Clin Orthop, 2011, 9 (01): 23-25.
 - 8 Karas EH, Weiner LS. Displaced Pilon fractures; an update [J]. Orthop Clin North Am, 1994, 25 (4): 651-663.
 - 9 Teeny SM, Wiss DA. Open reduction and internal fixation of tibial plafond fractures; variables contributing to poor results and complications [J]. Clin Orthop, 1993, 292: 108-117. DOI: 10. 1097/00003086-199307000-00013.
 - 10 Kendig RJ. Operative treatment of fractures of the tibial plafond; a randomized, prospective study [J]. J Bone Joint Surg Am, 1996, 78 (1): 1646-1657. DOI: 10. 3928/01477447-20110714-17.
 - 11 Babis GC, Vayanos ED, Papaioannou N, et al. Results of surgical treatment of tibial plafond fractures [J]. Clin Orthop, 1997, 341: 99-105. DOI: 10. 1097/00003086-199708000-00016.
 - 12 Ruedi T, Allgower M. Fractures of the lower end of the tibia into the ankle-joint [J]. Orthopedic Trauma Directions, 2009, 7 (05): 25-29. DOI: 10. 1055/s-0028-1100867.
 - 13 Tarkin IS, Clare MP, Marcantonio A, et al. An update on the management of high-energy Pilon fractures [J]. Injury, 2008, 39 (2): 142-154. DOI: 10. 1016/j. injury. 2007. 07. 024.
 - 14 Sirkin M, Sanders R, Di Pasquale T, et al. A staged protocol for soft tissue management in the treatment of complex Pilon fractures [J]. J Orthop Trauma, 2008, 6 (04): 31-33.
 - 15 Bonar SK, Marsh JL. Unilateral external fixation for severe Pilon fractures [J]. Foot Ankle, 1993, 14 (2): 57-64. DOI: 10. 1177/107110079301400201.
 - 16 Leone VJ, Ruland RT, Meinhard BP. The management of the soft tissues in Pilon fractures [J]. Clin Orthop, 1993, 292: 315-320. DOI: 10. 1097/00003086-199307000-00041.
 - 17 Tornetta III P, Weiner L, Bergman M, et al. Pilon fractures; treatment with combined internal and external fixation [J]. J Orthop Trauma, 1993, 7 (6): 489-496. DOI: 10. 1097/00005131-199312000-00001.
 - 18 Papadokostakis G, Kontakis G, Giannoudis P, et al. External fixation devices in the treatment of fractures of the tibial plafond. A systematic review of the literature E [J]. J Bone Joint Surg Br, 2008, 90-B (1): 1-6. DOI: 10. 1302/0301-620X. 90B1. 19858.
 - 19 Heim U, Naser M. Die operative behandlung der Pilon-tibial-fraktur. technik der osteosynthese und resultate bei 128 patienten [J]. Arch Orthop, 1976, 86 (3): 341-356. DOI: 10. 1007/bf00418910.
 - 20 Meena UK, Bansal MC, Behera P, et al. Evaluation of functional outcome of Pilon fractures managed with limited internal fixation and external fixation: A prospective clinical study [J]. J Clin Orthop Trauma, 2017, 8: 16-20. DOI: 10. 1016/j. jcot. 2017. 05. 005.

(收稿日期: 2018-11-25)

本文引用格式: 鲁明, 杨征, 尤海峰, 等. 超关节外固定架结合有限内固定手术治疗儿童型 Pilon 骨折的中期随访结局分析 [J]. 临床小儿外科杂志, 2019, 18 (7): 594-599. DOI: 10. 3969/j. issn. 1671-6353. 2019. 07. 015.

Citing this article as: Lu M, Yang Z, Feng C, et al. Mid-term follow-up surgical outcomes of pediatric Pilon fracture [J]. J Clin Ped Sur, 2019, 18 (7): 594-599. DOI: 10. 3969/j. issn. 1671-6353. 2019. 07. 015.

2019 年本刊重点报道内容(包括但不限于)

2019 年本刊重点报道内容包括: 小儿外科开展的多中心临床研究、小儿脊柱裂的诊治、性别发育异常 (DSD) 的外科评估及处理、小儿外科快速康复技术、小儿肠衰竭的分类与处理、儿童食管狭窄类疾病的外科治疗进展、小儿内镜技术的应用、小儿脉管异常类疾病的诊治、小儿神经外科疾病的诊治、儿童肾积水的诊断与治疗、小儿门静脉高压的诊断与处理、儿童陈旧性孟氏骨折的治疗决策。