

· 临床论著 ·

固定牵开复位器下微创经皮钢板固定 Pilon 骨折[△]季丰¹, 商广前¹, 王天瑞¹, 刘国明¹, 张成栋¹, 于丕学², 樊文浩¹, 宋大卫¹, 梁承志¹, 叶发刚^{1*}

(1. 青岛大学附属医院骨科, 山东青岛 266000; 2. 青岛市第八人民医院骨科, 山东青岛 266000)

摘要: [目的] 探讨固定牵开复位器下微创经皮钢板固定 II、III 型 Pilon 骨折的临床效果。[方法] 回顾性分析 2017 年 3 月—2020 年 4 月本院收治的 48 例 II、III 型 Pilon 骨折患者的临床资料, 依据术前医患沟通结果, 28 例采用固定牵引复位器下微创经皮钢板固定术治疗 (复位器组), 20 例采用常规开放复位内固定术治疗 (常规组)。比较两组围手术期资料、随访及影像资料 [结果] 两组患者均顺利完成手术。复位器组手术时间、术中失血量、透视次数及切口长度均显著优于常规组 ($P < 0.05$), 两组切口愈合等级及住院时间差异无统计学意义 ($P > 0.05$); 随访 12 个月以上, 与术前相比, 末次随访时两组 VAS 评分显著降低 ($P < 0.05$), 而 AOFAS 评分、ROM 显著增加 ($P < 0.05$), 相应时间点, 两组间上述指标的差异均无统计学意义 ($P > 0.05$)。影像方面, 按 Burwell-Charnley 的标准, 两组骨折复位质量差异无统计学意义 ($P > 0.05$)。两组骨折影像愈合时间的差异无统计学意义 ($P > 0.05$)。[结论] 固定牵开复位器微创经皮钢板固定 Pilon 骨折具有手术时间短、切口小、术中透视次数少和出血量少的优点。

关键词: Pilon 骨折, 固定牵引复位器, 微创经皮钢板接骨术, 开放复位内固定

中图分类号: R683.42 **文献标志码:** A **文章编号:** 1005-8478 (2022) 06-0481-05

Minimally invasive plate osteosynthesis with a large distractor for Pilon fracture // JI Feng¹, SHANG Guang-qian¹, WANG Tian-rui¹, LIU Guo-ming¹, ZHANG Cheng-dong¹, YU Pi-xue², FAN Wen-hao¹, SONG Da-wei¹, LIANG Cheng-zhi¹, YE Fa-gang¹. 1. Department of Orthopedics, Affiliated Hospital, Qingdao University, Qingdao 266000, China; 2. Department of Orthopedics, The Eighth People's Hospital of Qingdao City, Qingdao 266000, China

Abstract: [Objective] To investigate the clinical outcomes of minimally invasive plate osteosynthesis (MIPO) with a large distractor for type II and III Pilon fractures. [Methods] A retrospective study was done on 48 patients who underwent surgical treatment for type II and III Pilon fractures in our hospital from March 2017 to April 2020. According to the consequence of preoperative doctor-patient communication, 28 patients were treated with MIPO using a large distractor (the distractor group), while the remaining 20 patients were treated with conventional open reduction and internal fixation (ORIF) (the conventional group). The perioperative, follow-up and imaging documents were compared between the two groups. [Results] All patients in both groups had operation completed successfully. The distractor group proved significantly superior to the conventional group in terms of operative time, intraoperative blood loss, fluoroscopy times and incision length ($P < 0.05$), but there was no significant difference in incision healing grade and hospital stay between the two groups ($P > 0.05$). At the latest follow up lasted for more than 12 months, the VAS scores significantly decreased ($P < 0.05$), while the AOFAS score and ROM significantly increased in both groups compared with those preoperatively ($P < 0.05$). However, there were no statistical significances in the above items between the two groups at any corresponding time point ($P > 0.05$). Radiographically, there was no significant difference in fracture reduction quality between the two groups according to Burwell-Charnley's criteria ($P > 0.05$). In addition, there was no significant difference in fracture healing time on images between the two groups ($P > 0.05$). [Conclusion] The MIPO with a large distractor for Pilon fracture has the advantages of short operation time, small incision, less intraoperative fluoroscopy and less blood loss.

Key words: Pilon fracture, large distractor, minimally invasive plate osteosynthesis, open reduction and internal fixation

Pilon 骨折是累及胫骨远端关节表面的一种严重创伤, 大部分由轴向负荷的高能量暴力造成, 少数由

低能量旋转损伤造成, 发生率约占下肢骨折的 1%, 占胫骨骨折的 5%~10%^[1-3]。踝关节结构复杂, 周围

DOI:10.3977/j.issn.1005-8478.2022.06.01

[△]基金项目: 国家自然科学基金项目 (编号: 32000828)

作者简介: 季丰, 医学硕士, 研究方向: 创伤骨科, (电话) 0532-82913055, (电子信箱) 742032743@qq.com

* 通信作者: 叶发刚, (电子信箱) yfg2008@yeah.net

软组织覆盖少,通常发生 Pilon 骨折时骨折块移位大或伴有压缩骨块,踝关节周围软组织条件较差。传统手术方式为了达到关节面的解剖复位,需要对骨折处软组织完全切开分离,围手术期软组织出现感染及坏死风险高^[4]。微创经皮钢板内固定(minimally invasive plate osteosynthesis, MIPO)技术可以减少手术对骨折处软组织的破坏,但 MIPO 手术切口较小,在狭小的切口空间内复位骨折端困难大^[5, 6]。如何在保证骨折的有效复位的同时减少软组织损伤一直是一个难题。笔者团队采用一种新型固定牵开复位器微创治疗 II 型、III 型 Pilon 骨折取得了良好的临床效果。此复位器的优点在于复位时顺应人体解剖结构,通过机械牵引实现闭合复位,有效减少骨折周围软组织损伤。笔者回顾性分析 2017 年 3 月—2020 年 4 月青岛大学附属医院收治的 48 例 II、III 型 Pilon 骨折患者的临床资料,根据手术方式的不同分为固定牵开复位器组(复位器组)和常规切开复位内固定组(常规组),对比两种技术治疗 II、III 型 Pilon 骨折的疗效,为临床治疗 II、III 型 Pilon 骨折提供新的治疗方案,现报道如下。

1 资料与方法

1.1 纳入与排除标准

纳入标准:(1)术前影像学检查均符合 Ruedi-Allgower 分型 II、III 型 Pilon 骨折(图 1a~1c);(2)年龄>18 岁,为闭合骨折;(3)此次受伤前踝关节活动不受限。

排除标准:(1)病理性、开放性、陈旧性、多发性骨折;(2)骨折合并神经损伤;(3)合并严重内科疾病无法耐受手术;(4)Ruedi-Allgower 分型 I 型;(5)因精神疾病等原因无法完成随访者。

1.2 一般资料

回顾性分析 2017 年 3 月—2020 年 4 月本科收治患者,共 48 例符合上述标准,纳入本研究。按照医患沟通结果将患者分为两组,两组患者术前一般资料见表 1,两组年龄、性别、体质指数(body mass index, BMI)、致伤原因、损伤侧别、骨折分型、受伤至手术时间的差异均无统计学意义($P>0.05$)。本研究由青岛大学附属医院伦理委员会批准并监督执行,所有患者及家属均签署知情同意书。

1.3 手术方法

复位器组:分别于患侧跟骨及胫骨结节下打入 1 枚 2.5 mm 克氏针,连接双反牵引弓(图 1d),组装

牵引架,转动手柄在 C 形臂 X 线机透视下进行牵拉复位,复位器通过骨对骨的顺势对抗牵拉,将压缩及分离的骨折块牵引复位。通过牵引,争取将腓骨处的骨折部分达到解剖复位,胫骨大部分骨折块及力线也能基本恢复。对于腓骨骨折,在骨折近端及远端分别做小切口,两切口间做骨膜外隧道,将钢板经隧道插入后,以尖刀片扎孔后将螺钉经皮置入。对于胫骨远端骨折,由于牵引器的牵拉作用力持续存在且恒定,术中无需再进行人力牵拉,只需将不满意的骨折位置进行微调,无需大面积切开。选取合适钢板,确定近端切口与远端切口位置,切口应保证骨折近端能置入 3~4 枚螺钉(图 1e, 1f)。

表 1 两组患者术前一般资料与比较

指标	复位器组 (n=28)	常规组 (n=20)	P 值
年龄(岁, $\bar{x} \pm s$)	51.29 \pm 12.88	48.70 \pm 12.64	0.493
性别(例,男/女)	16/12	12/8	0.834
BMI(kg/m ² , $\bar{x} \pm s$)	23.43 \pm 3.84	24.01 \pm 3.27	0.697
损伤至手术时间(d, $\bar{x} \pm s$)	6.50 \pm 1.90	6.10 \pm 1.52	0.439
侧别(例,左/右)	16/12	11/9	0.883
伤因(例,车祸/坠落/其他)	12/9/7	10/6/4	0.797
骨折分型(例,II/III)	11/17	8/12	0.960

常规组:行外侧切口,先复位腓骨或外踝骨折,从而恢复其解剖长度,钢板固定。根据骨折的类型选择胫骨手术入路,多采用大切口充分显露。人力牵引,用骨剥器、复位钳等复位,克氏针将骨折块临时固定,选择合适的胫骨远端解剖钢板固定骨折。如果骨缺损明显可取髂骨进行骨缺损处植骨。

使用抗生素预防感染 1~2 d,同时进行抗凝、消肿、镇痛治疗。术后 3 d 患者疼痛减轻时进行踝关节背伸及跖屈锻炼。

1.4 指标评价

记录围手术期资料,包括手术时间、术中失血量、透视次数、切口长度、切口愈合等级、住院时间、下地行走时间;采用完全负重活动时间、疼痛视觉模拟评分(visual analogue scale, VAS)、美国足踝外科协会(American Orthopaedic Foot and Ankle Society, AOFAS)踝-后足功能评分^[7],以及踝关节活动度(range of motion, ROM)评价临床效果。行影像学检查,采用 Burwell-Charnley 的影像学标准评价骨折复位质量^[8],评估骨折愈合时间。

1.5 统计学方法

采用 SPSS 23.0 软件进行统计学分析。计量数据

以 $\bar{x} \pm s$ 表示, 资料呈正态分布时, 两组间比较采用独立样本 t 检验, 组内时间点间比较采用单因素方差分析; 资料呈非正态分布时, 采用秩和检验。计数资料采用 χ^2 检验或 Fisher 精确检验。等级资料两组比较采用 Mann-whitney U 检验。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 围手术期资料

所有患者均顺利完成手术, 术中无血管及神经损伤。围手术期资料见表 2。复位器组手术时间、术中失血量、术中透视次数及切口长度显著优于常规组 ($P < 0.05$)。两组住院时间比较差异无统计学意义 ($P > 0.05$)。在切口愈合方面, 复位器组 28 例患者均甲级愈合, 常规组 20 例患者中 18 例甲级愈合, 1 例乙级愈合, 1 例丙级愈合, 但两组比较差异无统计学意义 ($P = 0.091$)。常规组切口愈合不良 1 例, 多次换药后切口愈合; 软组织感染 1 例, 延长抗生素使用时间, 同时使用 VAC 负压引流后治愈。两组患者均无深部感染, 无症状性血栓等并发症。

表 2 两组患者围手术期资料 ($\bar{x} \pm s$) 与比较

指标	复位器组 (n=28)	常规组 (n=20)	P 值
手术时间 (min)	141.75±4.19	145.05±6.14	0.046
术中失血量 (ml)	165.0±47.6	195.5±48.8	0.036
透视次数 (次)	12.68±1.42	14.20±2.51	0.010
切口长度 (cm)	19.07±2.49	30.80±4.10	<0.001
住院时间 (d)	11.54±2.15	12.75±4.12	0.190

2.2 随访结果

所有患者均获随访, 随访时间 13~30 个月, 平均 (21.35±3.82) 个月。两组患者随访资料比较见表 3。两组下地行走时间与完全负重活动时间差异无统计学意义 ($P > 0.05$)。与术前相比, 末次随访时, 两组 VAS 评分显著降低 ($P < 0.05$), 而 AOFAS 评分、ROM 均显著增加 ($P < 0.05$)。相应时间点, 两组间上述指标的差异均无统计学意义 ($P > 0.05$)。

末次随访时, 复位器组 28 例患者中, 27 例活动完全无痛, 1 例出现活动时轻微疼痛; 26 例正常行走, 2 例出现轻微跛行; 27 例下蹲活动不受限, 1 例

出现下蹲活动轻微受限。常规组 20 例患者中, 18 例活动完全无痛, 1 例出现活动时轻微疼痛, 1 例出现活动时明显疼痛; 18 例正常行走, 1 例出现轻微跛行, 1 例出现严重跛行; 19 例下蹲活动不受限, 1 例出现下蹲活动严重受限。

表 3 两组患者随访结果 ($\bar{x} \pm s$) 与比较

指标	复位器组 (n=28)	常规组 (n=20)	P 值
下地行走时间 (d)	63.04±18.17	59.40±8.80	0.149
完全负重活动时间 (周)	12.30±1.52	11.87±1.91	0.393
VAS 评分 (分)			
术前	8.751±0.92	8.80±0.83	0.850
末次随访	1.13±0.81	1.54±0.92	0.177
P 值	<0.001	<0.001	
AOFAS 评分 (分)			
术前	1.14±0.80	1.30±0.86	0.521
末次随访	87.34±4.09	85.72±3.71	0.165
P 值	<0.001	<0.001	
ROM 评分 (°)			
术前	6.00±3.06	5.90±3.61	0.718
末次随访	115.21±5.59	116.35±5.47	0.488
P 值	<0.001	<0.001	

2.3 影像评估

两组患者影像评估结果见表 4。按 Burwell-Charnley 影像学骨折复位评价标准, 两组骨折复位质量差异无统计学意义 ($P > 0.05$)。此外, 两组骨折愈合时间的差异无统计学意义 ($P > 0.05$)。复位器组典型病例影像见图 1。

表 4 两组患者影像测量结果与比较

指标	复位器组 (n=28)	常规组 (n=20)	P 值
Burwell-Charnley 分级 [例 (%)]			0.223
优	16 (57.14)	15 (70.00)	
良	10 (35.71)	4 (25.00)	
差	2 (7.14)	1 (5.00)	
骨折愈合 [例 (%)]			0.288
<10 周	8 (28.57)	3 (15.00)	
10~12 周	15 (53.57)	12 (60.00)	
≥12 周	5 (17.86)	5 (25.00)	

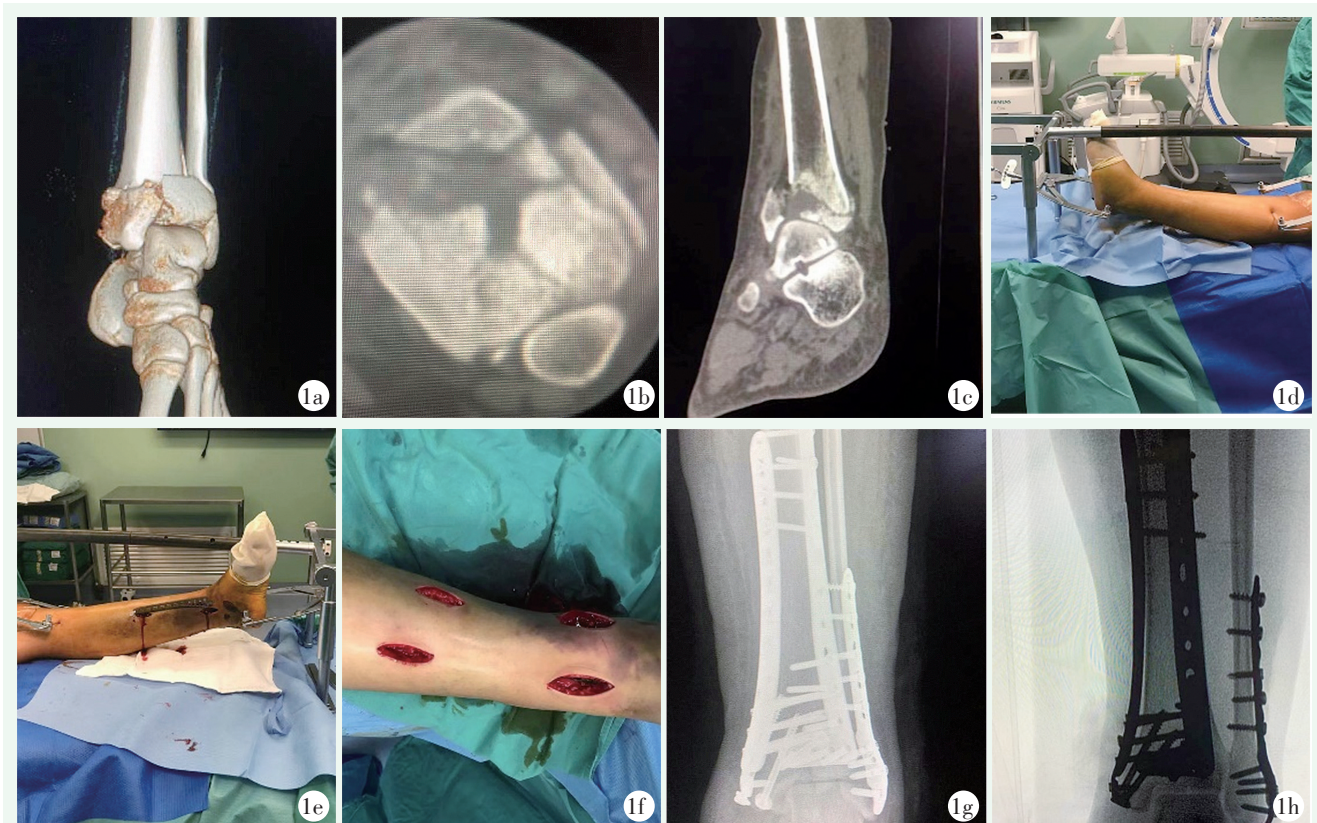


图1 患者,女,20岁 高处坠落致左侧Ⅲ型Pilon骨折 1a~1c:术前影像检查显示胫骨远端关节面粉碎移位 1d:牵开复位器安装完毕,于牵引弓处垫柔软布料,防止将皮肤压伤 1e:确定切口远端与近端位置 1f:内固定完成后,手术切口情况 1g:术后X线片示胫骨远端关节面恢复平整 1h:术后3个月X线片示骨折线模糊

3 讨论

Ruedi等最早将Pilon骨折进行了系统的分型并一直沿用至今^[9]。手术治疗是大多数Pilon骨折的治疗方式^[10]。Ⅱ型及Ⅲ型Pilon骨折多由高能暴力直接造成,骨折周围软组织较差^[10]。对于Pilon骨折的手术时机把握不正确,进行内固定手术后,皮肤及软组织感染坏死、钢板外露、骨髓炎等并发症发生率极高^[11]。随着微创治疗技术的不断发展及骨科医师对骨折周围软组织及血运保护意识的提高,生物学固定(biological osteosynthesis, BO)原则为越来越多的骨科医师推崇,即对骨折进行间接复位,最大程度地保护骨折处软组织及血供^[12, 13]。MIPO技术遵循BO原则,可减少不必要的骨膜剥离,保护骨折端血运,提高骨折愈合率^[14, 15]。针对发生Pilon骨折时复杂的软组织条件,部分学者将MIPPO技术运用于此,但术后出现关节炎、骨折不愈合等并发症多,与本次实验结果相差较大,分析其原因可能为Pilon骨折的治疗原则要求胫骨远端关节面的解剖复位,MIPO手术切口较小,在有限的切口空间内进行操作,不借助有效

的复位工具很难将严重粉碎压碎的关节面解剖复位^[16, 17]。本研究采用了张英泽院士发明的一种新型固定牵开复位器,此复位器的复位原理遵循顺势复位理论,即在复位时顺应人体的解剖学特点及肢体功能特性,复位后肢体力线位置好,不会对骨折处软组织造成二次伤害^[18, 19]。近期有学者运用此复位器微创治疗胫骨平台骨折取得很好的效果^[20, 21]。Pilon骨折与胫骨平台骨折同样为关节处的压缩、粉碎骨折,虽然受伤机制有所不同,但牵引复位原理一致,因此作者将固定牵开复位器运用在胫骨Pilon骨折上,取得了令人满意的效果。术中于患侧跟骨和胫骨结节处分别置入2枚克氏针,连接牵引弓,形成闭合的牵引复位环,旋转手柄进行骨对骨的牵引复位,牵引力量大且均匀,利用软组织间的张力达到自然复位,纠正侧方及前后移位^[22]。本研究中复位器组在闭合复位的过程中,压缩及移位的骨折块已基本复位,部分嵌插的骨折块经过小切口切开简单撬拨之后也能恢复位置,复位时间短,术中透视次数少^[23]。常规组术中需要人力持续牵拉,力量小且不稳定,复位过程变化较大,对于严重压缩骨折块甚至需要完全游离,对骨折周围血运破坏极大,手术时间长。复位器组进行微

创切口治疗, 无需过多剥离软组织, 伤口愈合快, 且肌肉、筋膜组织层次清晰, 无软组织感染坏死等并发症的出现^[24]。在使用此复位器过程中需要注意: (1) 胫骨结节及跟骨置入克氏针过程要注意避开血管、神经, 连接牵引弓后要将克氏针两端分别折弯或用空针帽套住, 避免操作过程手套划破造成污染; (2) 术中将患侧足置于远端牵引弓上方, 以防压伤足背皮肤。

综上所述, 同常规切开手术相比, 使用固定牵开复位器微创治疗Ⅱ、Ⅲ型 Pilon 骨折, 具有较大优势, 且两组术后随访指标差异不明显。此手术方式既减轻患者的术中损伤, 又节省了医务人员的劳动强度, 为骨科医师治疗Ⅱ型及Ⅲ型 Pilon 骨折提供了新思路, 有极高的推广价值。

参考文献

- [1] Korkmaz A, Ciftdemir M, Ozcan M, et al. The analysis of the variables, affecting outcome in surgically treated tibia pilon fractured patients [J]. *Injury*, 2013, 44 (10): 1270-1274.
- [2] Bone LB. Fractures of the tibial plafond. The pilon fracture [J]. *Orthop Clin North Am*, 1987, 18 (1): 95-104.
- [3] Crutchfield EH, Seligson D, Henry SL, et al. Tibial pilon fractures: a comparative clinical study of management techniques and results [J]. *Orthopedics*, 1995, 18 (7): 613-617.
- [4] Wyrsh B, McFerran MA, McAndrew M, et al. Operative treatment of fractures of the tibial plafond. A randomized, prospective study [J]. *J Bone Joint Surg Am*, 1996, 78 (11): 1646-1657.
- [5] 陈刚, 杜炜, 施克勤, 等. 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.
- [6] 周琪, 孙爱杰, 臧洪敏. 经皮微创内固定治疗胫骨 Pilon 骨折的临床研究 [J]. *中国矫形外科杂志*, 2012, 20 (18): 1727-1728.
- [7] Kitaoka HB, Alexander IJ, Adelaar RS et al. Clinical rating systems for the ankle-hindfoot, midfoot, hallux, and lesser toes [J]. *Foot Ankle Int*, 1994, 15 (7): 349-353.
- [8] Burwell HN, Chamley AD. The treatment of displaced fractures at the ankle by rigid internal fixation and early joint movement [J]. *J Bone Joint Surg Br*, 1965, 47 (4): 634-660.
- [9] Prince LD. Derangement of the ankle-joint, following fractures of the lower end of the tibia and fibula [J]. *Cal West Med*, 1926, 25 (1): 42-47.
- [10] Bear J, Rollick N, Helfet D. Evolution in management of tibial pilon fractures [J]. *Curr Rev Musculoskelet Med*, 2018, 11 (4): 537-545.
- [11] Kottmeier SA, Madison RD, Divaris N. Pilon fracture: preventing complications [J]. *J Am Acad Orthop Surg*, 2018, 26 (18): 640-651.
- [12] El-Desouky II, Mohamed MM, Kandil AE. Clinical outcome of conventional versus biological fixation of subtrochanteric fractures by proximal femoral locked plate [J]. *Injury*, 2016, 47 (6): 1309-1317.
- [13] Gupta P, Tiwari A, Thora A, et al. Minimally invasive plate osteosynthesis (MIPO) for proximal and distal fractures of the tibia: a biological approach [J]. *Malays Orthop J*, 2016, 10 (1): 29-37.
- [14] Park CH, Shon OJ, Kim GB. Negative pressure wound therapy for Gustilo Anderson grade IIIb open tibial fractures [J]. *Indian J Orthop*, 2016, 50 (5): 536-542.
- [15] Vidovic D, Matejic A, Ivica M et al. Minimally-invasive plate osteosynthesis in distal tibial fractures: results and complications [J]. *Injury*, 2015, 46 (Suppl 6): 96-99.
- [16] Borens O, Kloen P, Richmond J, et al. Minimally invasive treatment of Pilon fractures with a low profile plate: preliminary results in 17 cases [J]. *Arch Orthop Trauma Surg*, 2009, 129 (5): 649-659.
- [17] Borg T, Larsson S, Lindsjö U. Percutaneous plating of distal tibial fractures. Preliminary results in 21 patients [J]. *Injury*, 2004, 35 (6): 608-614.
- [18] 张英泽. 骨折顺势复位固定理论在创伤骨科中的应用 [J]. *中华创伤杂志*, 2017, 33 (7): 577-580.
- [19] 常锐, 张伟, 钟国栋. 自制牵引复位器在股骨粗隆间骨折内固定中的应用 [J]. *中国矫形外科杂志*, 2021, 29 (2): 162-165.
- [20] 鲍飞龙, 刘涛, 亢世杰, 等. 传统切开复位内固定与双反牵引微创复位经皮内固定治疗胫骨平台骨折的临床疗效比较 [J]. *中华创伤骨科杂志*, 2017, 19 (10): 854-860.
- [21] 迪力夏提·多力坤, 郑龙坡. 顺势复位治疗胫骨平台骨折的临床研究 [J]. *中华老年骨科与康复电子杂志*, 2018, 4 (3): 163-167.
- [22] 刘利, 仝路, 刘振武, 等. 2种牵引方式在闭合复位 PFNA 内固定治疗股骨粗隆间及粗隆下骨折临床指标的比较 [J]. *中国骨与关节损伤杂志*, 2017, 32 (12): 1237-1240.
- [23] 常恒瑞, 郑占乐, 陈伟, 等. 双反牵引快速复位器微创治疗胫骨中下段骨折的初步临床应用 [J]. *河北医科大学学报*, 2015, 36 (12): 1470-1471.
- [24] Li DQ, Song DY, Ni JD, et al. A case report of Schatzker type VI tibial plateau fracture treated with double reverse traction closed reduction combined with minimally invasive percutaneous plate osteosynthesis technique: a case report [J]. *Medicine (Baltimore)*, 2017, 96 (45): e8394.

(收稿:2021-05-01 修回:2022-01-05)

(同行评议专家: 侯存强)

(本文编辑: 郭秀婷)