

主辅钢板内固定治疗胫骨中下1/3骨折的初步临床研究

高岩¹ 张泽² 张进³ 张登峰¹ 刘杰⁴ 刘沛东² 包勤济¹ 张永红¹

【摘要】目的 探究主辅钢板内固定技术能否为胫骨中下1/3骨折提供一个可选择的治疗方案。**方法** 回顾性收集山西医科大学第二医院骨科单一团队于2015年6月至2021年7月期间收治的胫骨中下1/3骨折患者40例, AO分型为42A(11例)、42B(5例)、42C(24例)。男性33例, 女性7例; 左侧21例, 右侧19例; 年龄18~67岁, 平均年龄为(43.4±14.3)岁。所有患者经由同一团队以同一方法完成主辅钢板手术治疗, 术后指导患者康复锻炼, 出院后定期门诊复查, 观察并记录骨折对位、对线和骨折愈合情况, 记录患者并发症以及不良反应, 评价踝关节功能情况, 随访患者直至骨折完全愈合。**结果** 35例患者得到随访, 失随访患者5例, 失访率12.5%。随访时间为4~33月。骨折愈合时间为12~20周, 中位数为16(14, 18)周。踝-后足AOFAS评分显示该方法治疗胫骨中下1/3骨折优良率为97.1%。其中1例患者外踝部皮肤出现轻度感染破溃, 经过换药和抗炎治疗后伤口愈合。1例Gustilo I型的患者胫前皮肤出现破溃, 螺钉尾帽外露, 经过换药缝合后伤口愈合。1例患者出现胫骨轻度外翻畸形(外翻角度约为8°), 末次随访时, 步态正常, X线片显示骨折愈合, 患者可无痛行走。**结论** 在胫骨中下1/3骨折的治疗中, 主辅钢板技术提供了坚实的内固定, 有效防止了骨折断端术后移位, 患者能更早的进行康复锻炼, 减少了踝关节僵硬等并发症; 降低了骨折延迟愈合、不愈合的发生率; 取得了良好的临床效果。

【关键词】 胫骨骨折; 主辅钢板; 双钢板; 内固定

Preliminary clinical study of main and auxiliary plates internal fixation in the treatment of middle and lower 1/3 tibial fractures

Gao Yan¹, Zhang Ze², Zhang Jin³, Zhang Dengfeng¹, Liu Jie⁴, Liu Peidong², Bao Qinji¹, Zhang Yonghong¹. ¹Department of Orthopedics, The Second Hospital of Shanxi Medical University, Taiyuan 030001, China; ²Shanxi Medical University, Taiyuan 030001, China; ³Department of Orthopedics, The first people's Hospital of jinzhong City, Jinzhong 030600, China; ⁴Department of Orthopedics, People's Hospital of yongji City, Yongji 044500, China

Corresponding author: Zhang Yonghong, Email: yzhzy@vip.163.com

【Abstract】Objective To explore whether the treatment with main and auxiliary plates can provide an alternative treatment for the middle and lower 1/3 tibial fractures. **Methods** Forty patients with mid-lower 1/3 tibial fractures admitted to the Second Hospital of Shanxi Medical University Orthopedics single team between June 2015 and July 2021 were retrospectively collected, with AO classification of 42A (11 cases), 42B (5 cases) and 42C (24 cases). There were 33 males and 7 females; 21 left-sided cases and 19 right-sided cases; ages ranged from 18 to 67 years, with a mean age of (43.4±14.3) years. All patients were treated with main and auxiliary plates in the same way by the same team. Post-operative rehabilitation exercises were given to the patients and regular follow-ups were carried out after discharge. The fracture alignment and fracture healing were observed and recorded, complications and adverse effects were recorded. The ankle joint function was analyzed with the AOFAS score of the ankle. Patients were followed up until the fracture healed completely. **Results** Thirty-five patients were followed up and 5 patients were lost. The follow-up period was 4 to 33 months. The fracture healing time was 12 to 20 weeks, the median was 16 (14, 18) weeks. The AOFAS score of ankle-hindfoot showed an excellent rate of 97.1% for the treatment of mid-lower 1/3 tibial

fractures. One patient had a mildly infected skin ulceration of the lateral malleolus and the wound healed after dressing changes and anti-inflammatory treatment. One patient with Gustilo type I tibial fracture accompanied with ulceration of anterior tibial skin and exposed internal fixation, wound healed after dressing changes and sutures. One patient got tibial valgus deformity (valgus angle approximately 8°) which has no serious effect on walking. Importantly, in their last follow-ups, the fracture position was good, and the X-ray showed that the fracture healed, and the patients could walk without pain and support. **Conclusions** In the treatment of the middle and lower 1/3 tibial fractures, the main and auxiliary plates technique provides a solid internal fixation, effectively preventing the displacement of the fracture end so the patients can carry out rehabilitation exercises earlier and complications such as ankle stiffness are reduced. Meanwhile, it reduces the incidence of delayed fracture healing and nonunion. It has achieved good clinical results.

【Key words】 Tibial fractures; The main and auxiliary plates; Double plates; Internal fixation

随着经济、交通运输业、建筑业的蓬勃发展,高能量损伤导致的胫骨骨折发生率也日渐增长。胫腓骨作为人体重要的负重骨,其遭受直接暴力打击、碾压的机会也变多,且胫骨前内侧紧邻皮下,中下 1/3 段几乎无肌肉附着,软组织包绕少,血液循环差,当受到直接或间接暴力时,胫骨中下 1/3 段骨折会损伤滋养动脉,骨折愈合较慢^[1],是人体骨折不易愈合的部位之一^[2]。目前通常选用髓内钉或单钢板进行内固定治疗,但这两种方法都会出现内固定失效骨折、骨折延迟愈合、不愈合,内固定断裂等不良并发症。多钢板技术常用于长骨干骺端骨折,如胫骨 pilon 骨折、胫骨平台骨折、肱骨远端骨折、股骨髁间、髁上骨折等,近期有双钢板治疗股骨干骨折的临床报道^[3-4]。本研究回顾性纳入应用主辅钢板治疗胫骨中下 1/3 骨折的患者共 40 例,(应用胫骨嵴单切口置入主要及辅助双钢板内固定以下简称“主辅钢板内固定”),以探究主辅钢板内固定技术能否为胫骨中下 1/3 骨折提供一个可选择的治疗方案。本研究纳入的患者经长期随访显示,主辅钢板内固定治疗胫骨中下 1/3 骨折临床疗效满意,报道如下。

资料与方法

一、纳入排除标准

纳入标准:(1)经影像学检查确诊为胫骨中下 1/3 骨折的患者;(2)胫骨中下段皮肤经过消肿后出现皱纹,无张力性水泡,闭合骨折或 Gustilo I 型骨折经清创缝合后伤口无感染的患者(3)年龄 ≥ 18 岁。

排除标准:(1)患者存在认知障碍、精神障碍等疾患,无行为能力;(2)合并糖尿病、心脏病等基础疾病,无法耐受手术者。

二、一般资料

选取山西医科大学第二医院骨科单一团队 2015 年 6 月至 2021 年 7 月期间收治的应用主辅钢板内固定治疗的胫骨中下 1/3 骨折患者 40 例。男性 33 例(82.5%),女性 7 例(17.5%),均为单侧骨折。根据骨折 AO 分型^[5],42A 型 11 例(27.5%)、42B 型 5 例(12.5%)、43C 型 24 例(60%),年龄 18~67 岁,平均(43.4 \pm 14.3)岁。其中左侧 21 例(52.5%)、右侧 19 例(47.5%),合并腓骨骨折的有 28 例(70%)。致伤原因:高空坠落伤 23 例(57.5%),交通事故伤 9 例(22.5%),重物砸伤 5 例(12.5%),其他伤 3 例(7.5%)。病例资料见表 1。

患者均签署知情同意书。本研究经我院伦理委员会审核批准((2022)YX 第(097)号)。

三、术前准备

完善检查,如有其它合并症请相关科室进行会诊,根据患者的骨折类型、损伤程度制定手术方案。胫骨中下 1/3 骨折早期易出现皮肤肿胀、张力性水泡等情况,早期进行跟骨牵引、硫酸镁湿敷,3~5 d 后肿胀消退,小腿皮肤出现皱纹后手术。

四、手术方法

对患者进行全麻或椎管内麻醉。患者取平卧位,常规下肢手术区域消毒、铺单、驱血打止血带。沿胫骨嵴前侧作纵行手术切口,依次切开皮肤、皮下组织,剥离骨膜显露胫骨骨折端,清理断端血肿后,牵引复位骨折,图 1 将预塑形的锁定链条板(3.5 mm 螺钉系统)(捷迈,上海,中国)置于胫骨前外侧骨折端使其与骨面贴附,并在远端和近端逐一钻孔拧入螺钉,在保持稳定性的同时尽量减少占位和软组织剥离,保留骨碎片的血液供应。如简单的 A1、A2 型骨折,用 4~6 孔钢板,复杂骨折选用更长的钢板,C 臂下确认骨折复位。断端拥有了初步的稳定性,辅

表1 40例胫骨中下1/3骨折患者的一般资料

患者编号	性别	年龄 (岁)	诊断	致伤原因	骨折 类型	评 分	手术时间 (min)	出血量 (ml)	骨折愈合 时间(周)	患肢负重 时间(周)
1	男	25	右胫腓骨骨折	摔伤	42C	优	330	250	14	10
2	女	47	左胫骨骨折	摔伤	42B	优	169	130	12	8
3	男	47	左胫腓骨骨折	砸伤	42C	良	232	200	18	12
4	男	63	右胫腓骨骨折	车祸伤	42B	良	249	200	18	8
5	男	26	右胫腓骨骨折	砸伤	42B	优	99	120	14	4
6	男	18	左胫骨骨折	摔伤	42A	优	96	110	16	8
7	男	47	左胫腓骨骨折	摔伤	42C	可	405	600	20	12
8	男	45	右胫腓骨粉碎骨折	摔伤	42C	优	128	170	16	8
9	男	43	右胫腓骨远端骨折	坠落伤	42C	良	118	150	20	10
10	男	29	左侧胫腓骨骨折	车祸	42C	优	209	500	15	8
11	男	56	右胫腓骨骨折	碾压伤	42C	优	120	50	19	12
12	男	67	左胫腓骨开放骨折	车祸	42C	优	106	100	16	9
13	男	46	左胫腓骨粉碎性骨折	摔伤	42C	良	180	200	19	12
14	女	56	左胫腓骨骨折	摔伤	42C	优	245	180	18	10
15	男	51	左胫腓骨骨折	坠落伤	42C	优	122	130	14	7
16	女	29	左胫骨骨折	摔伤	42A	优	112	140	15	6
17	男	64	左胫腓骨骨折	摔伤	42C	优	115	150	16	8
18	男	34	右胫骨下段骨折	摔伤	42A	优	158	120	15	8
19	男	19	左胫腓骨骨折	摔伤	42C	优	103	110	12	4
20	男	23	右胫腓骨开放骨折	摔伤	42A	优	95	100	16	8
21	男	66	右胫骨骨折	坠落伤	42C	优	180	400	13	4
22	男	60	右胫骨粉碎骨折	摔伤	42A	优	180	100	14	6
23	男	36	左胫骨远端骨折	砸伤	42B	优	105	110	16	7
24	男	45	左胫腓骨骨折	车祸	42B	优	112	120	16	8
25	男	37	右胫腓骨远端骨折	水泥块撞伤	42C	良	235	160	20	10
26	男	44	左胫骨下端骨折	摔伤	42C	优	240	150	19	11
27	女	42	右胫腓骨骨折	车祸	42C	良	116	130	20	12
28	女	26	右胫骨下段骨折	摔伤	42A	优	98	100	14	4
29	女	38	右胫腓骨骨折	摔伤	42A	优	100	110	16	6
30	女	27	右胫骨骨折	摔伤	42A	优	104	120	14	4
31	男	50	左胫骨骨折	砸伤	42A	优	91	90	18	8
32	男	18	左胫腓骨开放性骨折	车祸	42A	优	150	120	12	4
33	男	49	左胫腓骨远端骨折	摔伤	42C	优	170	300	17	11
34	男	57	右胫腓骨骨折	砸伤	42C	优	128	150	16	8
35	男	33	左胫腓骨骨折	车祸	42C	优	134	170	14	5
36(失随访)	男	63	右胫腓骨骨折	砸伤	42C					
37(失随访)	男	61	右胫腓骨骨折	车祸	42C					
38(失随访)	男	54	左胫腓骨骨折	坠落伤	42C					
39(失随访)	男	53	左胫骨骨折	车祸	42C					
40(失随访)	男	41	右胫腓骨粉碎性骨折	坠落伤	42A					

助钢板外侧固定完成。(图2)使用胫骨内侧锁定板进行固定。置入钢板时注意避免螺钉与外侧螺钉发

生碰撞,胫骨内侧骨面较平坦、软组织少、操作便利,使用胫骨远端内侧锁定解剖钢板(捷迈,上海,中国)



图1 术前左胫腓骨正侧位;图2 复位骨折后在外侧置入经过塑形的3.5 mm链条钢板;图3 点式复位钳辅助夹持下达到解剖复位;图4 置入内侧主力钢板,确认钢板的位置;图5 在远近端逐一拧入螺钉;图6 固定完成;图7~8 术后2月余患者复查X光片及大体照

进行固定(一般情况下解剖型钢板可与骨面贴附,如与骨面间隙较大,钢板应进行适当塑形,以消除间隙,减少皮肤张力),逐一拧入螺钉。C臂透视见胫骨骨折端达到解剖复位,固定可靠。主钢板固定完成,用生理盐水冲洗伤口。切口放置负压引流管,逐层缝合手术切口,敷料包扎固定。

五、术后处理

术后均不使用石膏或支具固定,予以抬高患肢、消肿、预防感染、抗凝等对症治疗;术后第一天开始膝、踝关节的主被动活动,促进下肢静脉回流。定期切口换药。术后一周开始拄拐部分负重行走,术后6~8周完全负重,并根据术中固定的稳定性以及合并损伤情况等再制定后期的个体化康复计划。术后前三月每月门诊复查一次,三个月后每三个月门诊复查一次。

六、疗效评价

(一)影像学评估标准

骨折愈合:X光片上显示骨皮质连接愈合;

畸形愈合:成角畸形 $>5^{\circ}$,旋转畸形 $>5^{\circ}$,平移/短缩 $>5\text{ mm}$;

不愈合:术后9个月X光片没有显示任何骨痂。

(二)踝关节功能评价

踝关节功能评价采用美国足踝外科学会(American Society of Foot and Ankle Surgery, AOFAS)踝与后足功能评分标准^[9]:满分100分,其中功能50分,

疼痛40分,力线10分,其中优:90~100分,良:75~89分,可:50~74分,差:小于50分。

七、统计学方法

应用SPSS 25.0统计软件(IBM,美国)行统计学分析,计量资料采用Shapiro-Wilk检验是否符合正态分布,其中患者年龄为正态分布数据,用 $\bar{x}\pm s$ 表示。手术时间、出血量、骨折愈合时间、患肢负重时间,不服从正态分布,采用 $M(QR)$ 进行统计描述。

结 果

一、一般结果

本组40例胫骨中下1/3骨折患者中35例患者得到随访,失随访患者5例,随访率87.5%;随访时间为4~33个月;所有患者伤口均愈合,手术时间为91~405 min,中位数为128(105,180)min;术中出血量为50~600 ml,中位数为130(110,180)ml;患肢负重时间为4~12周,中位数为8(6,10)周;骨折愈合时间为12~20周,中位数为16(14,18)周。术后6个月AOFAS评分结果为:优28例,良6例,可1例,优良率97.1%。

二、并发症的处理和转归

1例患者植入内固定后,皮肤出现红肿,有小水泡渗出物,疑为浅表感染,术后5个月骨折愈合,拆除内固定后症状消失。1例患者外踝部皮肤出现轻

度感染,可见螺钉尾帽,单枚螺钉取出后经过换药和抗炎治疗,瘢痕组织增生,创面愈合。1例Gustilo I型的患者胫前皮肤出现破溃,螺钉尾帽外露,经过换药、缝合后伤口愈合。1例患者出现胫骨外翻畸形(约为 8°)。末次随访时,步态正常,X线片显示骨折愈合,患者可无痛行走。所有患者均未发生钢板、螺钉断裂,骨折愈合不良,骨髓炎,踝关节僵硬等并发症。

讨 论

一、胫骨中下1/3骨折的治疗方案

胫骨中下1/3骨折在长骨骨折中较为多见^[7],约占成人全身骨折的1.0%,高能量的损伤常导致多发伤形成,且胫骨下段软组织覆盖少、血液循环差,骨折发生后,经常出现软组织坏死、感染、骨不连以及复位不良导致的创伤性关节炎^[8]。目前治疗胫骨中下1/3骨折常用的方法是髓内钉内固定或钢板内固定^[9]。髓内钉是治疗胫骨干中段骨折的“金标准”。而胫骨下段髓腔宽大,远端只有2~4枚交锁钉,内植物在宽大的髓腔内容易发生摆动,我们称之为“雨刷效应”。髓针摆动,难以控制力线和断端稳定性,容易导致骨折畸形愈合、延迟愈合和内固定失效等并发症^[10]。阻挡钉以及近年来开始使用的专家型髓内钉技术在治疗胫骨中下段骨折时,技术要求高,学习曲线长^[11],使其应用受到了一定限制。钢板内固定主要有LCP(locking compression plate)和LISS(less invasive stabilization system)系统两种方法。LCP内固定一般主张长钢板、宽跨度、少锁钉,随着钢板长度的增加,轴向和剪切运动显著增加,降低了LCP的负荷刚度^[12-13]。在AO分型中C1以上的骨折中,使用LCP固定很难达到坚固稳定的效果。LISS钢板治疗后,单钢板系统无法消除偏心固定,由于断端应力集中,可能会发生内固定变形、断裂,从而引发相关并发症。有文献^[14]报道用单钢板固定胫骨远端骨折,有4.27%发生了内固定失效。有文献^[15]报道LISS钢板在治疗胫骨骨折时出现了许多并发症。微创经皮钢板内固定(minimally invasive percutaneous plate osteosynthesis, MIPPO)技术闭合间接复位难度增加、稳定性较差,也可能导致骨不愈合等问题。加之国内许多患者术后康复锻炼不足,受伤部位恢复慢,增加了骨折愈合的难度。

二、主辅钢板内固定技术的优势

主辅钢板内固定技术治疗的患者,术后无需石

膏或支具外固定,在6~8周后,患肢便可完全负重,下地锻炼。本研究随访的35例患者中有32例术后皮肤一般情况好,无破溃、感染、坏死等情况发生。3例患者术后软组织条件差但最终愈合。1例患者因术中看到骨折对位好,未注意骨折复位的对线,造成外翻 8° 畸形。为了避免这种情况的发生,需要注意整体力线,将术中常规检查力线作为手术的一个步骤。患肢负重时间为8(6,10)周,患者术后随访时,踝关节功能评分优良率达到97.1%,优于大部分文献中的报道^[16-18]。到目前为止没有内固定变形、断裂等情况发生。本组35例患者术后骨折端愈合良好,未出现骨折端延迟愈合或不愈合、骨折端再移位等并发症,治愈率达到100%。随访情况显示主辅钢板内固定治疗胫骨中下1/3骨折效果较好。这得益于主辅钢板内固定技术所体现的优势:(1)可直视下进行解剖复位,复位成功率高;且操作简单,稳定性强。(2)主辅钢板内固定系统消除了偏心固定、在断端双侧提供稳定的钢板支持,使得骨折断端在轴向抗弯曲和抗扭转方面表现出较高的刚度^[19]。双钢板固定的骨折,力学稳定,坚实牢靠,可有效避免单钢板固定胫骨远端骨折可能发生的内固定失效。(3)坚实牢靠的内固定提供了稳定的力学基础,使得患者术后可以早期活动。踝关节早期的锻炼有利于功能恢复,且有效防止了因长期制动而引起的踝关节僵硬。在康复过程中,早期的负重锻炼,使骨折断端更早的受到压力刺激,加快骨痂形成,有利于骨折愈合。这些优势加快骨折愈合,减少并发症的产生。综上,主辅钢板内固定技术治疗胫骨中下1/3骨折,不但解决了目前主流方法所带来的困难且疗效较好。

三、手术技巧

术中首先将预塑形锁定链条板即辅助钢板(3.5 mm螺钉系统)置于胫骨前外侧骨折端使其与骨面贴附固定,C臂确认胫骨的对位对线后,再使用胫骨内侧锁定板(主钢板)进行固定。内侧主力钢板需要塑形,使得内植物更加贴敷,以减少软组织相关并发症。辅助钢板固定应采用相对较短的钢板进行固定,每块钢板跨越骨折断端3枚螺钉即可。术中剥离宽度虽有增加,但纵向剥离范围相应减少,胫骨后方骨膜结构不做剥离。主辅钢板技术侧重于置入钢板时最大限度地剥离软组织和保留骨碎片的血液供应^[20],以提供骨折愈合条件。术中应先固定外侧辅助钢板,有助于复位不满意时调整,复位满意后,再固定主钢板,可避免因主钢板固定不佳需要二次固定

带来的固定不牢靠。同时也简化了复位固定的难度。

四、本研究的局限性及展望

主辅钢板为胫骨中下三分之一骨折提供了力学稳定的内固定,在临床的初步研究中,笔者认为手术已经达到坚强固定,术中钢板的长度超过了患者伤口愈合所需要的要求,在未来的研究中也许可以使用更薄、占位少的钢板、更合适的材料来完成胫骨中下三分之一骨折的治疗,以减少患者软组织的损伤。通过初步研究,笔者认为在治疗胫骨中下段血供不良区域骨折时,力学稳定的主辅钢板技术虽然骨膜剥离的范围略有增加,但其提供了持续、坚强的内固定,从而使随访患者的骨折全部愈合,减少了并发症,取得了满意的临床疗效。该研究为胫骨中下1/3骨折的治疗提供了一种可行方法。但本研究缺乏大量病例调查及长期随访,仍然需要高质量的多中心、大样本、前瞻性随机对照研究来评估其临床疗效。

参 考 文 献

- 1 Beytemür O, Barış A, Albay C, et al. Comparison of intramedullary nailing and minimal invasive plate osteosynthesis in the treatment of simple intra-articular fractures of the distal tibia(AO-OTA type 43 C1-C2) [J]. Acta Orthop Traumatol Turc, 2017, 51(1): 12-16.
- 2 Freeman AL, Craig R, Schmidt AH. Biomechanical comparison of tibial nail stability in a proximal third fracture:do screw quantity and locked,interlocking screws make a difference? [J]. J Orthop Trauma, 2011, 25(6): 333-339.
- 3 Beaino ME, Morris RP, Lindsey RW, et al. Biomechanical evaluation of dual plate configurations for femoral shaft fracture fixation [J]. BioMed Res Int, 2019, 2019: 1-7.
- 4 Cheng T, Xia RG, Dong SK, et al. Interlocking intramedullary nailing versus locked dual-plating fixation for femoral shaft fractures in patients with multiple injuries:A retrospective comparative study [J]. J Invest Surg, 2019, 32(3): 245-254.
- 5 Juraan V, Monteban P, Roobroeck M, et al. Functional outcome and general health status after treatment of AO type 43 distal tibial fractures [J]. Injury, 2016, 47(7): 1519-1524.
- 6 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.
- 7 Wennergren, D. Epidemiology and incidence of tibia fractures in the Swedish Fracture Register [J]. Injury- International Journal of the Care of the Injured, 2018, 49(11): 2068-2074.
- 8 Joveniaux P, Ohl X, Harisboure A, et al. Distal tibia fractures: management and complications of 101 cases [J]. Int Orthop, 2010, 34(4): 583-588.
- 9 Newman, S DS. Distal metadiaphyseal tibial fractures [J]. Injury- International Journal of the Care of the Injured, 2011, 42(10): 975-984.
- 10 Hansen M, Attal RE, Blum J, et al. Intramedullary nailing of the tibia with the expert tibia nail [J]. Oper Orthop Traumatol, 2009, 21(6): 620-635.
- 11 Barcak E, Collinge CA. Metaphyseal distal tibia fractures:A cohort, single-surgeon study comparing outcomes of patients treated with minimally invasive plating versus intramedullary nailing [J]. J Orthop Trauma, 2016, 30(5): e169-e174.
- 12 Mårdian S, Schaser KD, Duda GN, et al. Working length of locking plates determines interfragmentary movement in distal femur fractures under physiological loading [J]. Clin Biomech (Bristol, Avon), 2015, 30(4): 391-396.
- 13 Heyland M, Duda GN, Haas, NP, et al. Semi-rigid screws provide an auxiliary option to plate working length to control interfragmentary movement in locking plate fixation at the distal femur [J]. Injury, 2015, 46:S24-S32.
- 14 Wennergren D, Bergdahl C, Selse A, et al. Treatment and re-operation rates in one thousand and three hundred tibial fractures from the Swedish Fracture Register [J]. European Journal of Orthopaedic Surgery & Traumatology, 2021, 31(1): 143-154.
- 15 Phisitkul P, Mckinley TO, Nepola JV, et al. Complications of locking plate fixation in complex proximal tibia injuries [J]. J Orthop Trauma, 2007, 21(2): 83-91.
- 16 Kim JW, Kim HU, Oh CW, et al. A prospective randomized study on operative treatment for simple distal tibial fractures-minimally invasive plate osteosynthesis versus minimal open reduction and internal fixation [J]. J Orthop Trauma, 2018, 32(1): e19-e24.
- 17 Paluvadi SV, Lal H, Mittal D, et al. Management of fractures of the distal third tibia by minimally invasive plate osteosynthesis-A prospective series of 50 patients [J]. J Clin Orthop Trauma, 2014, 5(3): 129-136.
- 18 Bingol I, Yalcin N, Bicici V, et al. Minimally invasive percutaneous plate osteosynthesis does not increase complication rates in extra-articular distal tibial fractures [J]. Open Orthop J, 2015, 9:73-77.
- 19 Jiang R, Luo CF, Zeng BF. Biomechanical evaluation of different fixation methods for fracture dislocation involving the proximal tibia [J]. Clinical Biomechanics, 2008, 23(8): 1059-1064.
- 20 Wagner M. General principles for the clinical use of the LCP [J]. Injury, 2003, 34(supp/S2): B31-B42.

(收稿日期:2022-05-19)

(本文编辑:吕红芝)

高岩,张泽,张进,等.主辅钢板内固定治疗胫骨中下1/3骨折的初步临床研究[J/CD].中华老年骨科与康复电子杂志,2023,9(1):39-44.