

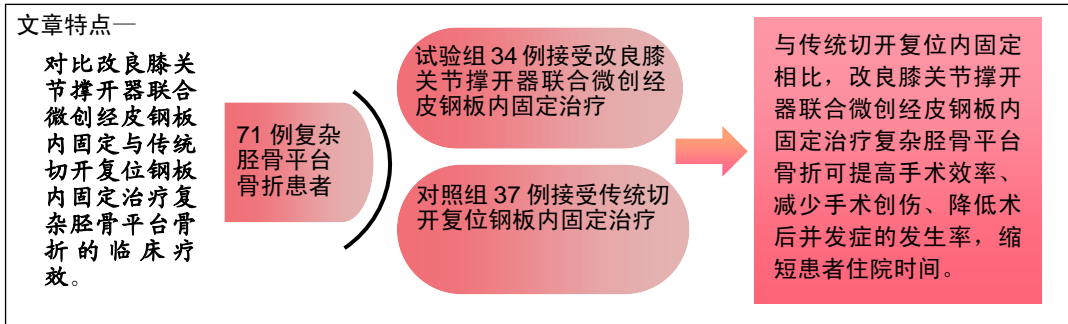
改良膝关节撑开器联合微创经皮钢板固定治疗复杂胫骨平台骨折

吴 财, 罗 田, 曾庆虎, 彭成忠, 廖 涛, 王乐乐, 曾 钊(湖南师范大学附属湘东医院骨科, 湖南省醴陵市 412200)

DOI:10.3969/j.issn.2095-4344.2832

ORCID: 0000-0002-7709-5648(吴财)

文章快速阅读:



吴财, 男, 1993 年生, 湖南省醴陵市人, 汉族, 硕士, 医师, 主要从事骨与关节方面的研究。

通讯作者: 彭成忠, 主任医师, 教授, 硕士, 硕士生导师, 湖南师范大学附属湘东医院骨科, 湖南省醴陵市 412200

文献标识码:A

投稿日期: 2019-12-25

送审日期: 2019-12-27

采用日期: 2020-02-19

在线日期: 2020-04-27



文题释义:

胫骨平台骨折 Schatzker 分型: 是以 X 射线片上胫骨平台骨折的形态为依据的, 共分为如下 6 型: I 型, 外侧平台劈裂骨折, 无关节面塌陷; II 型, 外侧平台的劈裂塌陷骨折, 也是外翻应力合并轴向负荷所致; III 型, 单纯的外侧平台塌陷; IV 型, 内侧平台骨折, 呈劈裂性或劈裂塌陷性; V 型, 双髁骨折, 伴有不同程度的关节面塌陷及移位; VI 型, 双髁骨折合并干骺端骨折, 常见于高能量损伤或高处坠落。

微创经皮钢板内固定(MIPPO 技术): 该技术于 1997 年被提出, 特点是避免直接暴露骨折端、维持适当稳定的固定、最大限度地保护骨折区及其周围血供, 其一般需要利用肌腱等软组织进行骨折的间接复位。由于其创伤小、术后恢复快已逐渐被广泛使用。

摘要

背景: 有研究利用长骨撑开器辅助治疗不稳定型胫骨平台骨折取得了满意的疗效, 但其使用长骨撑开器的安全性不高, 易造成软组织损伤。

目的: 对比改良膝关节撑开器联合微创经皮钢板内固定与传统切开复位钢板内固定治疗复杂胫骨平台骨折的临床疗效。

方法: 纳入 2016 年 1 月至 2018 年 1 月湖南师范大学附属湘东医院收治的 71 例复杂胫骨平台骨折患者, 其中男 48 例, 女 23 例, 试验组 34 例接受改良膝关节撑开器联合微创经皮钢板内固定治疗, 对照组 37 例接受传统切开复位钢板内固定治疗。对比两组切口长度、手术时间、术中出血量、住院时间、骨折愈合时间及术后并发症发生率, 术后 1 个月及末次随访时进行膝关节 HSS 评分。试验获得湖南师范大学附属湘东医院伦理审查委员会批准。

结果与结论: ①试验组手术时间、术中出血量、切口长度与住院时间均少于对照组($P < 0.05$), 两组骨折愈合时间比较差异无显著性意义($P > 0.05$); ②试验组术后出现关节僵硬 1 例与创伤性关节炎 1 例, 对照组术后出现感染 1 例、关节僵硬 5 例、创伤性关节炎 1 例与内固定松动 1 例, 试验组并发症发生率少于对照组($P < 0.05$); ③71 例患者获得 10-14 个月随访, 试验组术后 1 个月的膝关节功能 HSS 评分情况明显优于对照组($P < 0.05$), 两组末次随访的膝关节功能 HSS 评分情况比较差异无显著性意义($P > 0.05$); ④结果表明与传统切开复位内固定相比, 改良膝关节撑开器联合微创经皮钢板内固定治疗复杂胫骨平台骨折可提高手术效率、减少手术创伤、降低术后并发症的发生率, 缩短患者住院时间。

关键词:

复杂胫骨平台骨折; 改良撑开器; 微创经皮钢板内固定; MIPPO 技术; 手术治疗; 内固定; 膝关节功能; 并发症

中图分类号: R459.9; R319; R683.4

基金资助:

湖南省教育厅一般基金项目(19C1161), 项目负责人: 彭成忠

缩略语:

微创经皮钢板固定: *minimally invasive percutaneous plate osteosynthesis, MIPPO*

Modified knee spreader combined with minimally invasive percutaneous plate internal fixation for complex tibial plateau fractures

Wu Cai, Luo Tian, Zeng Qinghu, Peng Chengzhong, Liao Tao, Wang Lele, Zeng Zhao (Department of Orthopedics, Xiangdong Hospital Affiliated to Hunan Normal University, Liling 412200, Hunan Province, China)

Wu Cai, Master, Physician, Department of Orthopedics, Xiangdong Hospital Affiliated to Hunan Normal University, Liling 412200, Hunan Province, China

Corresponding author: Peng Chengzhong, Chief physician, Professor, Master, Master's supervisor, Department of Orthopedics, Xiangdong Hospital Affiliated to Hunan Normal University, Liling 412200, Hunan Province, China

Abstract

BACKGROUND: Studies have shown that the adjuvant use of long bone distraction device for unstable tibial plateau fractures achieved satisfactory results, but the safety of its use of long bone distraction device is not high, and the device could easily lead to soft tissue damage.

OBJECTIVE: To compare the clinical efficacy of modified knee joint spreader combined with minimally invasive percutaneous plate internal fixation and traditional incision reduction plate internal fixation for the treatment of complex tibial plateau fractures.

METHODS: A total of 71 patients with complicated tibial plateau fractures admitted to Xiangdong Hospital Affiliated to Hunan Normal University from January 2016 to January 2018 were included, including 48 males and 23 females. The 34 patients in the experimental group received modified knee spreaders combined with minimally invasive percutaneous plate internal fixation treatment. The 37 patients in the control group received traditional open reduction and plate internal fixation. The incision length, operation time, intraoperative blood loss, hospital stay, the time of fracture healing and the incidence of postoperative complications were compared between the two groups. Knee HSS scores were assessed at 1 month and at the last follow-up. The trial was approved by the Ethics Committee of Xiangdong Hospital Affiliated to Hunan Normal University.

RESULTS AND CONCLUSION: (1) The operation time, intraoperative blood loss, incision length, and hospital stay were shorter in the experimental group than in the control group ($P < 0.05$). There was no significant difference in fracture healing time between the two groups ($P > 0.05$). (2) One case of joint stiffness and one case of traumatic arthritis were found in the experimental group. One case of postoperative infection, five cases of joint stiffness, one case of traumatic arthritis and one case of loosening of the internal fixation were found in the control group. The incidence of complications in the experimental group was less than that in the control group ($P < 0.05$). (3) Seventy-one patients were followed up for 10–14 months. The knee function HSS score of the experimental group at 1 month after operation was significantly better than that of the control group ($P < 0.05$). There was no significant difference in the HSS scores during the final follow-up between both groups ($P > 0.05$). (4) The results showed that compared with the traditional open reduction and internal fixation, the modified knee spreader combined with minimally invasive percutaneous plate internal fixation for complex tibial plateau fractures can improve the operation efficiency, reduce surgical trauma, reduce the incidence of postoperative complications, and shorten hospital stay for patients.

Key words: complex tibial plateau fracture; modified spreader; minimally invasive percutaneous plate internal fixation; MIPPO technology; surgical treatment; internal fixation; knee function; complications

Funding: the General Fund Project of Hunan Provincial Department of Education, No. 19C1161 (to PCZ)

0 引言 Introduction

胫骨平台骨折是一种常见的关节内骨折, 其发生率占全身骨折的1%–2%^[1], 骨折的类型复杂多样, 特别是因高能暴力因素导致的胫骨平台骨折^[2], 其导致膝关节周围稳定结构损伤的概率较大, 处理骨折的难度增加, 并有着更高的并发症发生率及致残率^[3], 是目前研究的热点。目前国内胫骨平台骨折应用最广泛的分型方法为Schatzker分型^[4], 其共分为6型。根据Schatzker分型, IV–VI型骨折属于复杂骨折, 如若处理不当更易导致创伤性关节炎、关节功能障碍等严重并发症^[5], 因此对复杂胫骨平台骨折的治疗提出了较高的要求。目前的传统手术方法容易导致早期和晚期并发症的产生^[6]。近年来, 部分医生在关节镜辅助下治疗胫骨平台骨折^[7], 虽然避免了开放手术的缺点, 但也存在着较大的局限性。尽管经过国内外专家学者的不懈努力, 治疗胫骨平台骨折的手术方法一直被优化, 手术效果也十分突出, 但传统手术方法治疗复杂平台骨折仍十分困难, 手术操作时间较长, 甚至为了达到复位而过多的延长切口、剥离软组织, 进而使得术后感染及术后关节僵硬等并发症的发生率增加。因此, 姜新峰等^[8]、张志伟^[9]利用长骨撑开器辅助治疗不稳定型胫骨平台骨折, 疗效满意, 但其使用的长骨撑开器安全性不高, 易造成软组织损伤。故试验分析改良撑开器辅助治疗复杂胫骨平台骨折的临床疗效。

1 对象和方法 Subjects and methods

1.1 设计 回顾性病例分析。

1.2 时间及地点 试验于2016年1月至2018年1月在湖南师范大学附属湘东医院骨科以及影像学中心完成。

1.3 对象 纳入2016年1月至2018年1月于湖南师范大学附属湘东医院骨科就诊的71例复杂胫骨平台骨折患者, 其

中男48例, 女23例。试验组34例接受改良膝关节撑开器联合微创经皮钢板内固定治疗, 对照组37例接受传统切开复位钢板内固定治疗。试验获得湖南师范大学附属湘东医院伦理审查委员会批准。

纳入标准: ①均为由外伤导致的创伤性骨折, 而非病理性骨折; ②所有患者术前均完善X射线检查, 诊断为胫骨平台骨折; ③属于IV、V、VI型胫骨平台骨折; ④患者无精神疾病; ⑤愿意接受手术治疗并签署同意书者。

排除标准: ①严重骨质疏松患者; ②患有严重心血管疾病、呼吸系统疾病、糖尿病等基础疾病有手术或麻醉禁忌证的患者; ③合并有胸、腹、头部外伤的患者; ④开放性复杂胫骨平台骨折患者; ⑤胫骨平台骨折合并有神经、血管损伤者(如腓总神经损伤); ⑥陈旧性胫骨平台骨折患者(骨折时间超过4周); ⑦伴有半月板、前后交叉韧带或者内外侧副韧带损伤者。

1.4 材料 研究涉及的膝关节撑开器主要用于医用手术, 对材料的性能安全有较高要求。考虑到不锈钢材质化学性质稳定, 且耐强酸强碱、耐氧化、耐高温, 生物安全性能也可得到保证, 设计选用不锈钢材质。手术时, 自股骨下段及胫骨上段正常骨质处各打入一枚骨圆针, 骨圆针垂直或呈一定的角度于下肢长轴。平行下肢长轴安放撑开器连杆, 置撑开器连杆于肢体外侧。旋转螺帽加压, 撑开膝关节5–10 mm。翻开半月板, 直视下探查关节面损伤区域。试验所采用的撑开器是在长骨撑开器基础上进行改良而成的(图1, 2), 改良的地方在于2个撑开杆可以如图2所示多方向进行转动, 从而可以更加精准地牵引并暴露内侧平台或外侧平台间隙。同时在主杆上标有刻度以便记录撑开长度, 以期获得一个安全的撑开长度, 以免造成韧带、神经、血管损伤。改良撑开器由创生医疗器械有限公司生产, 生产批号: EH1724000。



图1 改良撑开器及其操作器械

Figure 1 Modified spreader and its operating instrument



图2 多方向转动的改良撑开器及刻度展示

Figure 2 Modified spreader and scale display with multi-directional rotation

胫骨近端接骨板介绍见表1。

表1 胫骨近端接骨板介绍

Table 1 Introduction of proximal tibial plate

项目	胫骨近端接骨板
生产厂家	创生医疗器械有限公司
批准文号	171000366
材质及组成	钛合金
适应证	应用于胫骨近端及平台骨折
不良反应	无

1.5 治疗方法 两组手术由同一组医师完成。两组患者均采用由创生医疗提供的同一类型钢板。

1.5.1 术前准备 全部病例在术前彻底落实各项相关检查，包括抽血化验及患侧膝关节正侧位检查等，某些病例因疼痛不能配合，普通X射线不能正确地确定骨折分型及严重程度，需行三维CT重建图像提供胫骨平台骨折直观、立体的三维图像^[10]，如怀疑患者膝关节半月板或周围韧带损伤者应行膝关节MRI以证实并排除；所有的入选患者经过术前常规检查排除相关手术禁忌及麻醉禁忌后，常规予以下肢牵引制动、抬高，复方甘露醇脱水消肿等治疗减轻患肢水肿，4-10 d内待水肿减轻后再实施手术。

1.5.2 手术技术

对照组: 手术时应用腰麻麻醉，扎气压止血带，患者仰卧于手术台上，常规切开复位内固定切口，如果为V、VI型骨折，则首先利用克氏针及点状复位钳将关节面骨折块复位且临时固定住，将关节内骨折转变为关节外骨折，随后将胫骨骨折远端复位，克氏针固定，选择合适长度的钢板放置在胫骨外侧、内侧或者双侧并将其紧贴骨皮质，拧入合适长短的皮质骨螺钉，胫骨平台处则拧入合适长度的松质骨螺钉，视情况于钢板外拧入合适长度的拉力螺钉。术毕严密缝合伤

口，低位留置一伤口引流袋，对伤口进行包扎。

试验组: 手术时麻醉及安放止血带过程与对照组相同。

先于患肢股骨髁上及胫骨远端分别植入1枚合适长度的临时固定撑开螺钉(根据不同的骨折类型采用不同的角度与距离植入)，然后安装改良撑开器，确认所有部件均安装正确后，微屈膝，调整牵引方向，使其与下肢力线轴保持一致。选择前外侧和前内侧入路切开皮肤，随后应用改良撑开器，撑开长度调整为5-15 mm，使其充分显露膝关节间隙，待骨折位置良好后固定好撑开器得以稳固维持，在直视下进一步复位骨折断端，然后再利用克氏针及点状复位钳对尚未复位的骨折块进行临时固定。如若患者存在平台塌陷的情况，则采取“开窗”的方式顶棒撬拨以复位塌陷的关节面，然后对骨缺损部位进行植骨。选用合适长度的钢板，先于压力侧联合微创经皮钢板内固定(minimally invasive percutaneous plate osteosynthesis, MIPPO)技术植入钢板固定，固定完后再确定张力侧骨块复位是否良好、关节面是否平整，然后再于张力侧联合MIPPO技术植入钢板。螺钉拧入完毕后，使用C臂机透视，见膝关节正侧位均透视满意，骨折断端对位对线良好，关节面平整，钢板及螺钉放置位置合理。拔出临时固定螺钉，撤去撑开器，严密缝合伤口，低位留置一伤口引流袋，对伤口进行包扎。

1.5.3 术后处理 术后均予两组患者活动性外固定支具保护患肢，患肢抬高30°左右以促进消肿，局部予以冰袋冷敷。麻醉药效过后即嘱患者进行患肢股四头肌的静力性训练，足趾、踝关节的背伸跖屈活动，以加速静脉血液的回流，减轻患肢的水肿，预防深静脉血栓的形成。术后24-72 h内应用抗生素预防感染，常规予以消肿、止痛、伤口换药等对症治疗。术后第3天利用CPM机进行膝关节屈伸功能锻炼，术后2周拄拐下地负重行走，术后12周开始10-20 kg负重行走。

1.6 主要观察指标 同时记录术后皮肤感染、膝关节僵硬、创伤性关节炎等并发症的发生情况。骨折的临床愈合评价标准参照《坎贝尔骨科手术学》判定^[11]，随着矿化进程而逐渐增加的刚度和强度使骨折部位获得稳定及疼痛消失时，判定为临床愈合；当X射线片显示骨小梁或骨皮质穿越骨折线时，判定为影像学愈合。术后1个月及末次随访时进行美国特种外科医院(the hospital for special surgery, HSS)评分，总分100分，≥85分为优，70-84分为良，60-69分为可，<59分为差。

1.7 统计学分析 采用SPSS 25.0统计软件包，计数资料采用卡方检验或Fisher精确检验；计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示，组间比较采用独立样本t检验；等级资料采用秩和检验； $P < 0.05$ 为差异有显著性意义。

2 结果 Results

2.1 参与者数量分析 71例患者均进入结果分析。

2.2 两组一般资料比较 两组患者治疗前的一般资料如年龄、性别、受伤原因、伤侧、骨折分型等比较差异均无显著性意义($P > 0.05$)，见表2，具有可比性。

表 2 两组一般资料的比较

Table 2 Comparison of general information of two groups

项目	试验组(n=34)	对照组(n=37)	t/χ^2 值	P值
年龄($\bar{x}\pm s$, 岁)	46.79±12.93	46.14±13.54	0.209	0.835
男/女(n)	24/10	24/13	0.265	0.607
受伤原因(n)				
车祸	24	25	0.561	0.755
高处坠落	8	8		
砸伤	2	4		
损伤侧(n)				
左侧	19	20	0.024	0.877
右侧	15	17		
骨折分型(n)				
IV型	20	18	0.980	0.613
V型	10	12		
VI型	4	7		

2.3 试验流程 见图3。

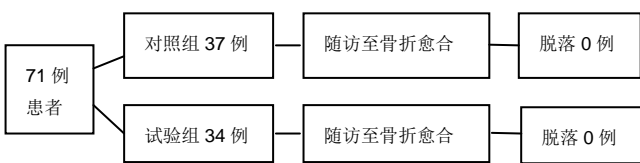


图 3 试验流程图

Figure 3 Trial flow chart

2.4 两组术中各项指标的比较 试验组手术时间、术中出血量与切口长度均少于对照组($P < 0.05$), 见表3。

表 3 两组术中指标的对比 ($\bar{x}\pm s$)

Table 3 Comparison of intraoperative indicators between the two groups

项目	试验组	对照组	t值	P值
手术时间(min)	60.25±14.03	80.03±13.45	6.065	< 0.001
术中出血量(mL)	63.76±4.26	234.49±3.67	181.438	< 0.001
切口长度(cm)	15.15±2.97	22.34±2.78	10.534	< 0.001

2.5 两组术后各项指标的对比 两组住院时间比较差异有显著性意义($P < 0.05$); 两组骨折均获得骨性愈合, 骨折愈合时间比较差异无显著性意义($P > 0.05$), 见表4。两组并发症发生情况比较差异有显著性意义($P < 0.05$), 见表5。

表 4 两组住院时间及骨折愈合时间的比较 ($\bar{x}\pm s$)

Table 4 Comparison of hospital stay and fracture healing time between the two groups

项目	试验组	对照组	t值	P值
住院时间(d)	13.68±3.48	17.38±4.71	3.739	< 0.001
骨折愈合时间(月)	6.83±0.38	6.69±0.26	1.773	> 0.05

表 5 两组术后并发症发生率的比较

Table 5 Comparison of postoperative complications between the two groups

组别	n	感染(n)	关节僵硬(n)	创伤性关节炎(n)	内固定松动(n)	发生率(%)
试验组	34	0	1	1	0	5.9
对照组	37	1	5	1	1	21.6

2.6 两组膝关节评分的比较 两组术后1个月的HSS评分

比较差异有显著性意义($P < 0.05$), 末次随访时的评分比较差异无显著性意义($P > 0.05$), 见表6。

表 6 两组患者术后膝关节功能疗效比较

Table 6 Comparison of efficacy of knee function between two groups of patients

组别	时间	HSS 功能评价				优良率(%)
		优	良	可	差	
试验组	术后 1 个月	4	21	8	1	73.5
	末次随访	13	15	6	0	82.4
对照组	术后 1 个月	1	14	18	4	40.5
	末次随访	10	17	8	2	73.0

表注: 两组术后 1 个月优良率比较 $\chi^2=23.196$, $P < 0.001$; 两组末次随访优良率比较 $\chi^2=2.536$, $P > 0.05$

2.7 植入物生物相容性 两组均未发生与植入物相关的不良反应, 如过敏、免疫排斥等。

2.8 典型病例 两组典型病例资料见图4, 5。



图注: A, B 为术前正、侧位 X 射线片, 显示内外侧平台均有不同程度塌陷, 判定为 V 型骨折; C, D 为改良膝关节撑开器联合微创经皮钢板内固定治疗后正、侧位 X 射线片, 显示两侧平台塌陷恢复、关节面平整、内固定系统位置良好; E 为切口长度

图 4 男性 29 岁右侧胫骨平台骨折患者手术前后影像及切口资料
Figure 4 Preoperative, postoperative images and incision data of a 29-year-old man with right tibial plateau fracture



图注: A, B 为术前正、侧位 X 射线片, 显示内外侧平台均有不同程度塌陷, 干骺端尚未离断, 判定为 V 型骨折; 图 C, D 为患者传统切开复位钢板内固定治疗后正、侧位 X 射线片, 显示两侧平台塌陷恢复、关节面平整、内固定系统位置良好; E 为切口长度

图 5 女性 26 岁右侧胫骨平台骨折患者手术前后影像及切口资料
Figure 5 Preoperative, postoperative images and incisional data of a 26-year-old woman with right tibial plateau fracture

3 讨论 Discussion

胫骨平台具有特殊的骨性解剖结构, 以松质骨为主, 骨皮质较薄弱, 其坚硬程度低于股骨髁, 因此胫骨平台较股骨髁更容易受到外界暴力而发生骨折, 是膝关节内骨折的好发部位^[8-12]。胫骨平台骨折拥有众多的分型方式, 常见的有 AO 分型、Moore 分型、Hohl 分型、三柱分型及

Schatzker分型。目前国内应用最广泛的分型为Schatzker分型法，其将胫骨平台骨折分成6型，其中IV-VI型为复杂骨折，复位极其困难，尽管目前的手术技术不断提高，但传统切开复位内固定的手术方式仍有较高的术后并发症发生率^[13]，延长了患者住院时间，加重了其经济负担，为了改善预后，需要寻求一种新的手术技术。

长骨撑开器在骨科手术中应用较为普及，采用骨骼撑开的间接复位方式^[15]。相比于传统的人工牵引^[14]，撑开器持续撑开的力度大且稳定，而且可以根据术中需要调节其撑开长度，在这种撑开的状态下可以更加轻松的复位碎骨块。研究采用的改良撑开器是在普通长骨撑开器基础上改进而来的，相对于普通长骨撑开器单一方向撑开而言具有多方向、角度转动旋转的特点，藉此可以根据骨折类型选择合适的撑开方向来获得所需要的术野，例如：需要获得内侧平台的术野，只需要将2根撑开杆成“八字”张开早就可以获得内侧平台的满意视野。另外改良撑开器的主杆上标有刻度，是为了方便记录手术撑开程度，因长骨撑开器对于撑开长度无确切要求，只要术中撑开达到满意术野即可，但膝关节内骨折与长骨骨干骨折不同，膝关节周围稳定结构众多，过度的撑开将可能对韧带、血管、神经等产生损伤，所以此次研究希望通过记录来获得一个安全撑开长度，在此安全撑开范围内既不会对膝关节周围结构产生副损伤又可以获得良好的手术视野撑开长度。

骨折治疗从最早的AO原则逐渐转向BO原则，表明对于软组织的保护是手术成功十分关键的一环，目前MIPPO技术在国内被广泛应用于各种骨折并取得了良好的疗效。MIPPO技术减少了对于骨折部位软组织的剥离，对骨折部位的血运影响较少，有利于骨折的愈合；再者，MIPPO技术创伤小的特点使得患者可以早期进行功能恢复锻炼，缩短了住院时间，减轻了患者经济负担。

研究中两组间手术时间、术中出血量及切口长度差异有统计学意义，说明试验组手术效率高、创伤小；两组间住院时间及并发症发生率比较差异有统计学意义，说明试验组治疗方式不仅能够降低关节僵硬、创伤性关节炎等并发症的发生，也可以缩短患者住院时间，减轻其经济负担。两组骨折均获得骨性愈合，愈合时间无统计学差异；两组术后1个月的膝关节HSS评分有统计学差异，而末次随访的HSS评分无统计学差异；据此可知改良撑开器联合MIPPO技术治疗复杂胫骨平台骨折可使患者早期膝关节获得较好的功能，利于早期的功能恢复锻炼，而远期来看两组手术均可以得到良好的膝关节功能恢复。

研究作为一项回顾性分析，存在不足之处：样本量不大，对于韧带、半月板损伤患者未纳入研究；在不损伤膝关节周围重要韧带、神经、血管又可保证术野的前提下，对撑开器可撑开的范围未进一步研究。

综上所述，应用改良撑开器联合MIPPO技术治疗复杂胫骨平台骨折的疗效确切，可有效缩短手术时间、减少手术创伤，显著降低术后并发症发生率，是治疗复杂胫骨平台骨折的有效手段。

作者贡献：彭成忠、吴财、罗田进行试验设计，试验实施为彭成忠、廖涛、王乐乐、吴财，试验评估为彭成忠、廖涛、吴财，资料收集为吴财、罗田、曾庆虎，吴财成文，彭成忠、廖涛、曾钊审核。

经费支持：该文章接受了“湖南省教育厅一般基金项目(19C1161)”的资助。所有作者声明，经费支持没有影响文章观点和对研究数据客观结果的统计分析及其报道。

利益冲突：文章的全部作者声明，在课题研究和文章撰写过程不存在利益冲突。

机构伦理问题：试验获得湖南师范大学附属湘东医院伦理审查委员会批准。

知情同意问题：所有患者对治疗知情同意并签署了知情同意书。

写作指南：该研究遵守《非随机对照临床试验研究报告指南》(TREND声明)。

文章查重：文章出版前已经过专业反剽窃文献检测系统进行3次查重。

文章外审：文章经小同行外审专家双盲外审，同行评议认为文章符合期刊发稿宗旨。

生物统计学声明：该文统计学方法已经湖南师范大学医学院预防系流行病学教研室钟贵良专家审核。

文章版权：文章出版前杂志已与全体作者授权人签署了版权相关协议。

开放获取声明：这是一篇开放获取文章，根据《知识共享许可协议》“署名-非商业性使用-相同方式共享4.0”条款，在合理引用的情况下，允许他人以非商业性目的基于原文内容编辑、调整和扩展，同时允许任何用户阅读、下载、拷贝、传递、打印、检索、超级链接该文献，并为之建立索引，用作软件的输入数据或其它任何合法用途。

4 参考文献 References

- [1] SAGLAM Y, DIKMEN G, BADEMLER S, et al. Analysis of the cause, classification, treatment, outcome and associated injuries of pediatric pelvic ring fractures. *Ulus Travma Acil Cerrahi Derg.* 2015;21(5):392-396.
- [2] XU YQ, LI Q, SHEN TG, et al. An efficacy analysis of surgical timing and procedures for high-energy complex tibial plateau fractures. *Orthop Surg.* 2013;5(3):188-195.
- [3] XU Y, LI Q, SU P, et al. MDCT and MRI for the diagnosis of complex fractures of the tibial plateau: A case control study. *Exp Ther Med.* 2014;7(1):199-203.
- [4] SCHATZKER J, MCBROOM R, BRUCE D. The tibial plateau fracture. The Toronto experience 1968-1975. *Clin Orthop Relat Res.* 1979; (138): 94-104.
- [5] BATTI V, SINHA S, TROMPETER A. Temporary Fixation Using a Long Femoral-tibial Nail to Treat a Displaced Medial Tibial Plateau Fracture in a 90-year-old Patient: A Case Report. *J Orthop Case Rep.* 2017;7(4): 36-38.
- [6] 曾智敏, 罗从风. 胫骨平台骨折手术治疗的并发症[J]. 国际骨科学杂志, 2009,30(4):244-246.
- [7] 傅俊伟, 陈卓, 吴俊彪, 等. 关节镜辅助下微创手术治疗胫骨平台骨折48例[J]. 中国骨与关节损伤杂志, 2014,29(12):1271-1272.
- [8] 姜新峰, 陈华. 股骨撑开器辅助复位治疗不稳定型胫骨平台骨折疗效分析[J]. 江苏医药, 2016, 42(13):1511-1512.
- [9] 张志伟. 长骨撑开器于胫骨平台骨折手术中的应用[J]. 中国医学工程, 2015,23(11):71-71.
- [10] 罗从风, 胡承方, 高洪, 等. 基于CT的胫骨平台骨折的三柱分型[J]. 中华创伤骨科杂志, 2009, 11(3):201-205.
- [11] DUWELIUS PJ, CONNOLLY JF. Closed reduction of tibial plateau fractures. A comparison of functional and roentgenographic end results. *Clin Orthop Relat Res.* 1988;(230):116-126.
- [12] DAVIS AM, MACKAY C. Osteoarthritis year in review: outcome of rehabilitation. *Osteoarthritis Cartilage.* 2013;21(10):1414-1424.
- [13] REAHL GB, MARINOS D, O'HARA NN, et al. Risk Factors for Knee Stiffness Surgery After Tibial Plateau Fracture Fixation. *J Orthop Trauma.* 2018;32(9):e339-e343.
- [14] LI J, ZHU Y, LIU B, et al. Incidence and risk factors for surgical site infection following open reduction and internal fixation of adult tibial plateau fractures. *Int Orthop.* 2018;42(6):1397-1403.
- [15] BIGGI F, DI FABIO S, D'ANTIMO C, et al. Tibial plateau fractures: internal fixation with locking plates and the MIPO technique. *Injury.* 2010; 41(11):1178-1182.