胫骨平台骨折早期被动关节活动训练促进膝关节活动度恢复分析

王小娟　高芳芳　门小燕　李胜利

（西安交通大学医学院第一附属医院 骨科　陕西省　710061）

【摘　要】目的：分析胫骨平台骨折患者术后早期被动关节活动训练对膝关节活动度恢复的临床作用，探讨该康复方式的应用机制与临床安全性，为优化胫骨平台骨折术后康复方案、改善患者膝关节功能预后提供临床参考。方法：选取本院2024年1月至2025年1月收治的86例接受切开复位内固定手术治疗的胫骨平台骨折患者作为研究对象，通过随机数字表法均等划分为对照组与观察组，每组患者43例。对照组采用临床传统康复模式，术后实施长期制动，待骨折初步愈合后开展晚期康复训练。观察组在术后常规治疗、护理及基础肌肉训练的前提下，于术后48小时启动早期规范化被动关节活动训练，严格按照阶段性训练标准调整活动角度与训练时长，两组患者康复干预周期均设定为12周。研究全程观察并记录两组患者术后不同时间节点的膝关节屈曲与伸直活动度，统计膝关节功能恢复优良率，同步监测关节肿胀、关节粘连、持续性疼痛等术后并发症的发生情况。结果：术后多个时间节点随访结果显示，观察组患者膝关节屈曲活动度显著更高，膝关节伸直受限角度明显更小，关节活动恢复进度整体优于对照组，组间各项量化数据对比存在明显差异。干预12周后，观察组膝关节功能优良率显著高于对照组，术后并发症发生情况明显少于对照组，康复安全性与康复效果更具优势。早期被动关节活动训练可有效改善膝关节局部血液循环，加速术后炎性水肿吸收，抑制软组织异常增生，减少关节囊与周围软组织粘连挛缩，有效规避长期制动引发的关节僵硬问题。结论：胫骨平台骨折术后早期实施被动关节活动训练安全有效，能够显著加快膝关节活动度恢复进程，提升膝关节整体功能恢复质量，减少术后并发症，弥补传统制动康复模式的不足，临床应用价值较高，适合在临床胫骨平台骨折术后康复中普及应用。

【关键词】胫骨平台骨折；早期康复；被动关节活动训练；膝关节活动度；关节功能恢复

Analysis of the Clinical Effect of Early Passive Joint Mobilization Training on the Restoration of Knee Joint Range of Motion in Patients with Tibial Plateau Fractures

Wang Xiaojuan　Gao Fangfang　Men Xiaoyan　Li Shengli

（Department of Orthopedics, The First Affiliated Hospital of Xi'an Jiaotong University School of Medicine, Shaanxi Province　710061）

[Abstract] Objective: To analyze the clinical efficacy of early passive joint mobilization training following surgery for patients with tibial plateau fractures regarding the restoration of knee joint range of motion; to investigate the underlying mechanisms and clinical safety of this rehabilitation approach; and to provide a clinical reference for optimizing postoperative rehabilitation protocols for tibial plateau fractures and improving the functional prognosis of affected knees. Methods: A total of 86 patients with tibial plateau fractures who underwent open reduction and internal fixation surgery at our hospital between January 2024 and January 2025 were selected as study subjects. These patients were equally divided into a control group and an observation group using a random number table method, with 43 patients assigned to each group. The control group received the conventional clinical rehabilitation protocol, which involved prolonged immobilization postoperatively, followed by late-stage rehabilitation training once the fracture had achieved preliminary healing. In contrast, the observation group received standard postoperative treatment, nursing care, and basic muscle training, while initiating standardized early passive joint mobilization training 48 hours after surgery; the range of motion and duration of mobilization were adjusted strictly according to phased training standards. The rehabilitation intervention period for both groups was set at 12 weeks. Throughout the study, the knee flexion and extension ranges of motion at various time points postoperatively were observed and recorded for both groups; the rate of excellent and good outcomes in knee function recovery was calculated; and the incidence of postoperative complications, such as joint swelling, joint adhesion, and persistent pain, was monitored concurrently. Results: Follow-up data at multiple postoperative time points demonstrated that patients in the observation group exhibited significantly higher knee flexion range of motion, markedly smaller knee extension limited angles, and overall superior joint mobility recovery compared to the control group; statistically significant differences were observed among the two groups across all quantitative parameters. After 12 weeks of intervention, the excellent-to-good knee function rate in the observation group was significantly higher than that in the control group, the incidence of postoperative complications was markedly lower in the observation group, and both rehabilitation safety and therapeutic efficacy showed distinct advantages over those in the control group. Early passive joint mobilization training can effectively improve local blood circulation in the knee joint, accelerate the resolution of postoperative inflammatory edema,

inhibit abnormal proliferation of soft tissues, reduce adhesions and contractures between the joint capsule and surrounding soft tissues, and effectively prevent joint stiffness resulting from prolonged immobilization. Conclusion: Early implementation of passive joint mobilization training after tibial plateau fracture surgery is safe and effective; it can significantly accelerate the recovery process of knee joint mobility, enhance the overall quality of knee functional recovery, reduce postoperative complications, compensate for the limitations of traditional immobilization-based rehabilitation approaches, and demonstrates high clinical application value, making it suitable for widespread adoption in the rehabilitation of patients following tibial plateau fractures.

[Key words] Tibial plateau fracture; Early rehabilitation; Passive joint mobilization training; Knee joint range of motion; Joint function recovery

引言

胫骨平台骨折是临床高发的膝关节负重关节骨折，主要是由于高处坠落、交通事故等原因造成的高能量损伤所致，常常伴有膝关节软骨、韧带、软组织的损伤。术后长时间的制动会造成本身的肌肉骨骼粘连、肌腱挛缩、肌纤维收缩而造成膝盖关节活动度下降。传统的康复方式是术后长期保持静止状态，避免骨折移位，但是长期的固定会导致血液循环受阻、纤维组织异常增生，从而造成不可逆的关节僵硬。现代康复重视早期的功能干预，早期的被动关节活动训练依靠外力协助来完成膝关节屈伸，在不干扰骨折愈合的情形下改良关节代谢，防备软组织粘连。对其在胫骨平台骨折术后康复方面的应用进行分析，为临床标准化康复提供一定的参考。

1 资料与方法

1.1 一般资料

选择本院骨科 2024 年 1 月–2025 年 1 月住院的胫骨平台骨折病人 86 例作为研究对象，全部病人均做切开复位内固定手术，用随机数字表法分成对照组和观察组各 43 例。对照组的男性有 23 人，女性有 20 人，年龄在 22–64 岁之间，平均年龄是 42.36 岁，骨折分型中有 Schatzker Ⅰ型 11 例，Ⅱ型 18 例，Ⅲ型 14 例，致伤原因包括交通事故伤 24 例、高处坠落伤 12 例、重物砸伤 7 例。观察组男性 24 例，女性 19 例，年龄在 21–65 岁之间，平均年龄为 43.12 岁，骨折类型分为 Schatzker Ⅰ型有 10 例，Ⅱ型有 19 例，Ⅲ型有 14 例，致伤原因有交通事故伤 23 例，高处坠落伤 13 例，重物砸伤 7 例。

1.2 方法

两组患者术后均接受统一的抗感染、消肿止痛、营养支持等常规对症治疗，术后常规抬高患肢，做好伤口护理，定期换药，指导患者做股四头肌静态收缩训练，预防肌肉萎缩，开展健康宣教，告知患者骨折康复相关注意事项。对照组使用传统的康复模式，术后严格制动 4 周，仅做静态肌肉训练，不许进行膝关节屈伸活动，术后 4 周复查影像学结果，确定骨折端无移位、愈合状况良好之后，开始开展晚期康复训练，先做被动膝关节屈伸训练，逐渐转入主动屈伸、负重行走、关节拉伸等训练，训练强度依照患者的耐受程度逐步加大，每天安排 2 次训练，每次训练 30 分钟，总干预时长为 12 周。术后 48 小时开始观察组进行早期被动关节活动训练，在常规治疗的基础上，观察组在伤口愈合良好、疼痛轻微、骨折固定稳定的基础上，经评估确定没有训练禁忌后开始规范化的训练[1–2]。先做膝关节被动伸直训练，患者仰卧位，康复师一手托住患者的膝盖中上段，一手轻托住患者足跟，缓慢地把患肢抬起，使膝关节自然伸直，保持伸直姿势 5 秒钟再慢慢松开，整个过程动作要轻柔匀速，不能用力过猛。单次训练重复 15 至 20 次。之后开始膝关节被动屈曲训练，康复师将患者的腿固定好，缓缓地推着患者的脚向大腿方向屈曲，根据患者疼痛的程度逐渐增大屈曲的角度，开始时的屈曲角度控制在 30 度之内，单次保持屈曲状态 5 秒再慢慢恢复原状，从而慢慢增加训练的次数以及屈曲的角度。术后第一、二周每天做 3 次，每次 20 分钟，屈曲角度每周增加 10～15 度，直到患者没有明显的疼痛为止。术后 3～6 周，每次训练时间由原来的 15 分钟增至 30 分钟，并且与之相适应的是患肢的抬高以及局部按摩，从而达到促进血液循环的效果并减轻水肿的目的。术后第七天到第十二周，在被动运动的基础上加上轻微的主动训练，以达到骨折愈合为最终目的而坚持循序渐进地逐步加码 12 周[3]。

1.3 观察指标

主要观察指标是两个组别患者术后各个时间点的膝关节活动度，膝关节最大屈曲角度、伸直受限角度均需记录并统计，干预后 12 周膝关节功能优良率和并发症的发生情况也需记录统计。膝关节功能用膝关节功能评分系统评定，总分为 100 分，按得分高低分为优良、差等四类，统计良好者算入优良率。并发症主要有关节粘连、关节肿胀、持续性疼痛等。

1.4 统计学分析

本研究所有的数据都会用到统计学软件来处理分析，计量资料用均数 ± 标准差来表示，组间比较用 t 检验，计数资料用百分比来表示，组间比较用卡方检验，以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义，严格按照统计学分析标准整理和比较数据。

2 结果

2.1 两组患者术后不同时间膝关节活动度对比

干预之后两组患者膝关节活动度随着时间的推移而逐渐提高，观察组术后 2 周、4 周、8 周、12 周的膝关节最大屈曲角度明显比对照组大，伸直受限角度明显比对照组小，

组间各项数据的差别均有统计学意义，数据如下表 1 所示。

表 1　患者术后不同时间膝关节活动度对比

组别	术后 2 周 屈曲角度	术后 2 周 伸直受限角度	术后 4 周 屈曲角度	术后 4 周 伸直受限角度	术后 12 周 屈曲角度	术后 12 周 伸直受限角度
对照组	45.26 ± 5.32	12.35 ± 2.16	72.18 ± 6.25	8.62 ± 1.53	110.25 ± 7.36	3.52 ± 1.02
观察组	58.32 ± 4.86	8.16 ± 1.85	89.56 ± 5.78	5.23 ± 1.26	126.83 ± 6.95	1.15 ± 0.68

2.2 两组患者膝关节功能优良率及并发症发生率对比

干预 12 周之后，观察组的膝关节功能优良率明显多于对照组，观察组的并发症发生率也比对照组低。

表 2　患者膝关节功能优良率及并发症发生率对比

组别	例数	优良率	并发症发生率
对照组	43	76.74%	18.60%
观察组	43	95.35%	4.65%

3 讨论

胫骨平台骨折术后膝关节功能障碍的主要原因就是术后制动造成的软组织纤维化、关节囊挛缩和局部血液循环不良，传统的晚期康复模式可以避免早期骨折移位的风险[4]，但是错过了术后康复的最佳时期，造成了关节粘连的固化，后期康复难度增大。早期的被动关节活动训练依靠外力辅助实现膝关节屈伸运动[5]，不需要患者主动发力，不会给稳定的骨折内固定系统带来牵拉伤害，在术后早期可以安全地实施。该种训练方式可以一直使膝关节周围的软组织得到锻炼，改善局部的微循环，加快炎症渗出和水肿吸收的过程，抑制异常增生的纤维组织形成，从根本上防止关节粘连和僵硬的发生。同时规律的被动屈伸运动可以保持膝关节软骨的生理滑动状态，保护关节软骨的活力，利于软骨修复，改善关节囊及韧带的弹性、延展性，保证膝关节活动度恢复。本研究结果表明，进行早期被动关节活动训练的患者，各个时间节点的膝关节屈伸活动度恢复情况都比传统的康复患者要好，而且功能优良的占多数，并发症也更少，从而证明了早期被动训练的临床价值[6-9]。临床使用时必须控制好训练的时间和训练的强度，在稳定的骨折固定基础上，患者能够耐受的情况下，按部就班地制订出个人化的训练计划，避免不适当的训练给身体带来伤害，最大限度地调动起康复早期干预的效果，促使患者尽快地恢复到膝关节功能上[10-12]。

胫骨平台骨折术后早期开展规范化的被动关节活动训练，可以突破传统的制动康复模式的局限，准确改善患者膝关节活动度，修复膝关节生理功能，减少关节粘连、持续肿痛等并发症的发生，康复效果好，安全性高。该康复方案操作规程简单，适合大部分胫骨平台骨折术后患者的康复需要，可以有效地提高临床康复质量，促进患者下肢运动功能的迅速恢复，改善患者的预后情况，具有较高的临床推广和使用价值。

参考文献：

[1]吕广水,魏琦琦,温佃敏,等.3D 打印技术辅助下钢板螺钉固定治疗复杂胫骨平台骨折临床效果及对膝关节活动度,疼痛程度影响[J].临床军医杂志, 2026, 54(1):60-63.

[2]王玉龙,章华,刘道碧,等.关节镜下小切口复位内固定术对胫骨平台骨折患者膝关节活动度及疼痛应激的影响[J].中国临床医生杂志, 2025, 53(3):361-364.

[3]陈晓斌,卢猛,肖犇,等.复杂 SchatzkerⅣ型胫骨平台骨折的治疗分析[J].中国骨伤, 2023, 36(4):308-312.

[4]刘志元,周维波,黄建峰,等.改良双窗与传统单窗膝关节后内侧倒"L"形入路复位内固定治疗屈曲内翻型胫骨平台骨折的疗效比较[J].中华创伤杂志, 2024, 40(09):793-800.

[5]夏增兵,胡文林,朱建祥,等.腘外侧动脉皮瓣修复胫骨平台骨折术后中小面积骨外露创面[J].中华显微外科杂志, 2026, 49(02):204-208.

[6]钱利海,梁清宇,张辉,等.关节镜辅助一期手术治疗前交叉韧带断裂合并胫骨平台后外侧骨折[J].实用骨科杂志, 2023.

[7]李登耀,牟杨,罗伦,等.阶梯化等速肌力训练对胫骨平台骨折术后早期膝关节功能恢复的影响[J].重庆医学, 2026(4):792-797.

[8]王刚,高化,白晓冬,等.双反牵引辅助复位内外侧双入路双钢板内固定治疗 SchatzkerⅤ,Ⅵ型胫骨平台骨折疗效观察[J].中国骨与关节损伤杂志, 2025(8):869-871.

[9]袁胜超,谭志超,李征,等.四柱理念指导手术治疗 SchatzkerⅤ,Ⅵ型胫骨平台骨折的疗效[J].临床骨科杂志, 2026, 29(1):100-104.

[10]夏效泳,朱治国,丛云海,等.Schatzker Ⅳ型胫骨平台骨折影像形态学特点及内固定手术疗效分析[J].中国骨与关节损伤杂志, 2023.

[11]李森磊,韩伟,陈龙,等.3D 打印辅助全膝关节置换术治疗陈旧性胫骨平台骨折后膝关节严重畸形继发创伤性骨关节炎的疗效分析[J].中华创伤骨科杂志, 2025, 27(06):507-511.

[12]徐晨阳,徐静磊,畅宁,等."反 Schatzker Ⅳ型"胫骨平台骨折一例报告[J].中华骨科杂志, 2024, 44(09):626-628.