

研究胫骨近端骨折髓内接骨术的分类及治疗方法

Anton A. Semenisty¹, Elena A. Litvina^{2,3}, Andrey N. Mironov

¹ *Moscow City Clinical Hospital No. 13, Moscow, Russia*

² *Russian Medical Academy of Continuous Professional Education, Moscow, Russia*

³ *Inozemtcev Moscow City Clinical Hospital, Moscow, Russia*

研究现实性: 胫骨近端骨折的治疗由于复位困难和骨折稳定固定困难, 会伴有大量并发症。目前, 在进行髓内接骨术时, 还没有合适的复位方法的分类。

本研究的目的是评价改进的分类和算法在胫骨近端骨折髓内接骨术中的有效性。材料与方法: 比较PFL-TN分型临床患者使用前后的治疗效果(分别为第一组和第二组)及胫骨近端骨折髓内接骨术算法。

第一组包括43名患者: 28名男性和15名女性, 年龄在18至71岁之间(44.5±2.0)。第二组包括42名患者: 30名男性和12名女性, 年龄在18至72岁之间(46.1±2.0)。最短的观察期是12个月。在分析治疗结果时, 根据机构采用的量表对复位质量进行评价, SF-36量表对早期和晚期并发症的评价, 患者的生活质量, LEFS量表对功能结果进行评价。

结果: 髓内接骨术的分类和算法的发展使复位方法的选择和实现稳定固定的方法得到优化, 与第一组患者相比, 这使后期并发症的数量减少了5倍以上($p=0.00723$), 额外的手术干预次数减少了4倍以上(0.03070)。该算法的使用使得手术一年后LEFS量表的功能结果从83.58提高到93.29%($p=0.00002$), SF-36问卷生理功能和角色功能的生活质量分别为77.50±1.88至86.71±2.03分($p=0.00072$)和81.25±1.88至86.84±2.26分($p=0.00116$)。

结论: 研究结果表明, 使用开发的分类和算法有助于优化胫骨近端关节外骨折髓内接骨术的性能。遵循该算法可降低骨折复位不理想、固定不稳定、骨折固结延迟、骨折未融合等并发症的风险, 并最终改善功能结果。

关键词: 胫骨骨折; 髓内接骨术; 骨折分类; 术前规划

引用本文: Semenisty A.A., Litvina E.A., Mironov A.N. Mironov [研究胫骨近端骨折髓内接骨术的分类及治疗方法]. *Травматология и ортопедия России* [Traumatology and Orthopedics of Russia]. 2021;27(4):42-52. (In Russian). <https://doi.org/10.21823/2311-2905-1699>.

✉ Anton A. Semenisty; e-mail: an.semenisty@gmail.com

收到: 10.11.2021. 收到: 08.12.2021. 出版时间: 14.12.2021.

© Semenisty A.A., Litvina E.A., Mironov A.N., 2021

Classification of Proximal Tibial Fractures and Algorithm of Intramedullary Nailing: Efficacy Evaluation

Anton A. Semenisty¹, Elena A. Litvina^{2,3}, Andrey N. Mironov

¹Moscow City Clinical Hospital No.13, Moscow, Russia

²Russian Medical Academy of Continuous Professional Education, Moscow, Russia

³Inozemtcev Moscow City Clinical Hospital, Moscow, Russia

Abstract

Background. Intramedullary nailing of proximal tibial fractures is challenging due to difficulties with fracture reduction and achievement of stable fixation. Preoperative planning based on proximal fragment length, fracture pattern and bone quality evaluation is a prerequisite for a successful operation. However, there is no classification that could adequately access these factors and guide us towards the most effective methods of fracture reduction and fixation with intramedullary nail. **The purpose of this study** was to evaluate a classification of extra-articular proximal tibial fractures and algorithm for intramedullary nailing in clinical conditions. **Materials and Methods.** We compared the treatment outcomes before (Group 1) and after (Group 2) the introduction of the new PFL-TN classification algorithm of intramedullary nailing of proximal tibial fractures. The group 1 included 43 patients from 18 to 71 years old (males – 28; females – 15; average age – 44.5±2.0 years). The group 2 included 42 patients from 18 to 72 years old (males – 30; females – 12; average age – 46.1±2.0 years). The data analysis was carried out after a minimum follow-up period of 12 months. The results were analyzed by the following criteria: reduction quality assessed with reduction quality scale, number of complications, quality of life with SF-36 questionnaire and leg function with LEFS scale. **Results.** The introduction of the proposed algorithm allowed to reduce the number of late complications by more than 5 times, and the number of required additional surgical interventions by more than 4 times compared to with a control group. The introduction of the proposed algorithm made it possible to improve the functional outcomes 1 year after surgery from 83.58 to 93.29% ($p = 0.00002$) by the LEFS scale, and the patients' quality of life from the 77.50±1.88 to 86.71±2.03 points ($p = 0.00072$) and from the 81.25±1.88 to 86.84±2.26 points ($p = 0.00116$) by the physical and role functioning scales SF-36 questionnaire. **Conclusion.** The proposed algorithm, based on the new classification, allows to optimize the surgical technique of intramedullary nailing of proximal tibial fractures.

Ключевые слова: proximal tibial fractures, intramedullary nailing, treatment algorithm, classification, preoperative planning.

Funding: state budgetary funding.

Competing interests: the authors declare that there are no competing interests.

Cite as: Semenisty A.A., Litvina E.A., Mironov A.N. Mironov [Classification of Proximal Tibial Fractures and Algorithm of Intramedullary Nailing: Efficacy Evaluation]. *Travmatologiya i ortopediya Rossii* [Traumatology and Orthopedics of Russia]. 2021;27(4):42-52. (In Russian). <https://doi.org/10.21823/2311-2905-1699>.

✉ Anton A. Semenisty; e-mail: an.semenisty@gmail.com

Submitted: 10.11.2021. Accepted: 08.12.2021. Published Online: 14.12.2021.

© Semenisty A.A., Litvina E.A., Mironov A.N., 2021



Научная статья
 УДК 616.718.51-001.5-089.84
<https://doi.org/10.21823/2311-2905-1699>

Классификация и алгоритм лечения переломов проксимального отдела большеберцовой кости методом интрамедуллярного остеосинтеза

А.А. Семенистый¹, Е.А. Литвина^{2,3}, А.Н. Миронов¹

¹ ГБУЗ «Городская клиническая больница № 13 Департамента здравоохранения г. Москвы», г. Москва, Россия

² ФГБОУ ДПО «Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования» Минздрава России, г. Москва, Россия

³ ГБУЗ «Городская клиническая больница им. Ф.И. Иноземцева Департамента здравоохранения г. Москвы», г. Москва, Россия

Реферат

Актуальность. Лечение переломов проксимального отдела большеберцовой кости сопровождается большим количеством осложнений, обусловленных сложностями при выполнении репозиции и достижении стабильной фиксации перелома. На настоящий момент нет классификаций, позволяющих выбрать оптимальные способы репозиции при выполнении интрамедуллярного остеосинтеза. **Цель исследования** — оценить эффективность применения разработанных классификации и алгоритма выполнения интрамедуллярного остеосинтеза переломов проксимального отдела большеберцовой кости. **Материал и методы.** Выполнено сравнительное исследование результатов лечения пациентов до и после применения (группы 1 и 2 соответственно) в клинике классификации PFL-TN и алгоритма интрамедуллярного остеосинтеза переломов проксимального отдела большеберцовой кости. В группу 1 вошло 43 пациента: 28 мужчин и 15 женщин в возрасте от 18 до 71 года (44,5±2,0). В группу 2 вошло 42 пациента: 30 мужчин и 12 женщин в возрасте от 18 до 72 лет (46,1±2,0). Минимальный срок наблюдения – 12 мес. При анализе результатов лечения проводили оценку качества репозиции по принятой в учреждении шкале, оценку ранних и поздних осложнений, качества жизни пациентов по шкале SF-36 и функциональных результатов по шкале LEFS. **Результаты.** Разработанные классификация и алгоритм интрамедуллярного остеосинтеза позволяют оптимизировать подходы к выбору методов репозиции и достижения стабильной фиксации, что позволило сократить количество поздних осложнений более чем в 5 раз ($p = 0,00723$), число дополнительных оперативных вмешательств — более чем в 4 раза (0,03070) по сравнению пациентами группы 1. Использование алгоритма позволило улучшить функциональные результаты лечения через год после операции с 83,58 до 93,29% ($p = 0,00002$) по шкале LEFS, а также качество жизни пациентов с 77,50±1,88 до 86,71±2,03 баллов ($p = 0,00072$) и с 81,25±1,88 до 86,84±2,26 ($p = 0,00116$) по показателям физического и ролевого функционирования опросника SF-36. **Заключение.** Результаты исследования показали, что использование разработанных классификации и алгоритма помогает оптимизировать выполнение интрамедуллярного остеосинтеза внесуставных переломов проксимального отдела большеберцовой кости. Следование алгоритму позволяет снизить риск возникновения таких осложнений, как неудовлетворительная репозиция перелома, нестабильность фиксации, замедленная консолидация и несращение перелома, и в конечном итоге улучшить функциональные результаты.

Ключевые слова: переломы большеберцовой кости, интрамедуллярный остеосинтез, классификация переломов, предоперационное планирование.

Источник финансирования: государственное бюджетное финансирование.

Семенистый А.А., Литвина Е.А., Миронов А.Н. Классификация и алгоритм лечения переломов проксимального отдела большеберцовой кости методом интрамедуллярного остеосинтеза. *Травматология и ортопедия России.* 2021;27(4):42-52. <https://doi.org/10.21823/2311-2905-1699>

✉ Семенистый Антон Алексеевич; e-mail: an.semenisty@yandex.ru

Рукопись получена: 10.11.2021. Рукопись одобрена: 08.12.2021. Статья опубликована онлайн: 14.12.2021.

© Семенистый А.А., Литвина Е.А., Миронов А.Н., 2021

绪论

用髓内接骨术治疗胫骨上三分之一的骨折，与膝关节接骨法相比，有许多生物学和生物力学方面的优势，而且不会像用Ilizarov器械治疗那样导致邻近关节挛缩和生活质量下降[1,2,3,4,5]。然而，这种方法的一个显著的局限性是难以实现和维护片段的重新定位[6]。根据文献，错误位置的剪接频率达到84%，因此很多作者建议在胫骨近端骨折的治疗中避免使用这种方法[7,8,9]。

为销钉选择正确的插入点，使用具有更近端Herzog弯曲的专门的销钉，以及使用特殊的手术技术来提高复位的质量，如轮询螺钉和辐条、半伸膝关节处的入路、固定器辅助的骨合成等，是进行这种定位的骨折的髓内接骨术的重要条件[10,11,12,13]。用至少三颗螺钉锁定销钉，使用轮询螺钉、具有角度稳定性的螺钉和直径较大的销钉，可以实现骨折稳定固定[14,15,16,17,18]。

应特别注意术前计划，根据骨折类型，充分评估近端碎片稳定固定的可能性[19]。近端碎片的长度是决定髓内接骨术指征和选择必要的髓内固定器的关键因素。然而，现有的分类中没有一个是可以对这一因素进行客观评估，因此，根据骨折的类型制定治疗策略[11,20,21]。

本研究的目的是评估作者开发的分类和算法在胫骨近端关节外骨折髓内接骨术的临床应用的有效性。

材料与方 法

研究设计是一项回顾性与前瞻性比较队列研究。

PFL-TN分类

本研究采用了我院为规划PFL-TN(Proximal Fragment Length Classification for Tibial Nailing)髓内成骨术而制定的胫骨上三分之一关节外骨折的分类。该分类考虑到了胫骨上三分之一关节外骨折的所有类型，分为4种类型。

I型包括胫骨上三分之一处的所有骨骺骨折。I型骨折可以使用任何设计的带有3个孔的近端阻断销钉进行手术。这类患者的骨折复位可能存在问题，特别是在膝关节弯曲时，因此有必要使用本研究中描述的特殊手术技术。在这些骨折中，可以达到与干骺端骨折的髓内接骨术相当的固定程度。

II型包括胫骨上三分之一处的骨折在骨骺线狭窄处以上。这种类型的骨折的近端长度足以容纳第四个锁定螺钉，所以应首选具有四个近端锁定孔的销钉。在远端和近端碎片中使用轮询螺钉可以增加固定的稳定性。

III型骨折与II型骨折相似，但它们的区别在于技术上不可能用四个螺钉锁定。在这类骨折的接骨术中，应优先使用具有三个孔的专用销钉，以便在离销钉尖尽可能短的距离内阻塞。在III型骨折中非常重要的一点是在近端和远端碎片中使用多枚轮询螺钉。

IV型包括近端骨折长度极短的骨折，从技术上讲不可能用三根螺钉进行近端锁定销钉。我们不建议对这些骨折进行髓内接骨术。在IV型节段性骨折中，髓外与髓内接骨术联合应用，可取得良好的临床效果[22]。

每种类型的骨折都被划分为亚型：A—简单骨折，B—楔形骨折，C—粉碎性骨折。对于节段性骨折，在对骨折类型进行编码时，在大写字母(A、B、C)之后再写一个小写字母s(图1)。

类型	A	B	C	S
IV				
III				
II				
I				

图1 PFL-TN分类：

I-IV—类型；A-C—亚类型；S—节段性骨折

进行髓内接骨术的方法

在进行髓内接骨术时，根据PFL-TN骨折类型和骨质情况，采用一种算法来选择最佳的髓内固定器、其直径和近端阻断方案(图2)。

存在骨质疏松症是使用专门的角度稳定螺钉的一个指征[17]。在研究中，我们没有进行密度测定来检测骨质疏松症。对于低能损伤、骨质疏

松的放射学征象和骨质量较差的患者, 考虑到骨质疏松患者近端阻断的建议, 我们进行了髓内接骨术。

开发的算法意味着使用最有效的技术, 在胫骨上三分之一骨折髓内骨接骨术中实现良好的复位, 例如半弯曲膝关节的接骨、固定架辅助的髓内接骨术和使用轮询辐条。

在第一组中采用了髌下入路; 在第二组中一半伸膝入路(髌旁、髌上)(表 1)。第二组采用髌下入路时, 所有病例均采用固定架辅助髓内接骨术。

第一组不采用固定架辅助髓内接骨术。在第二组中, 我们根据作者描述的方法, 在32例(68.7%)患者中使用了基于管状外固定装置的固定架辅助髓内接骨术的技术[23]。

在第二组中, 我们在所有病例中都使用了轮询辐条, 从矢状面和额面变形的一侧开始。在插销钉后轮询辐条弯曲的情况下, 我们认为它们是拉伸的。在II型和III型骨折中移除拉伸的轮询辐条, 即使在锁定销钉后, 也会导致骨折移位, 所以在确定轮询螺钉的适应症时考虑到了这一因素。

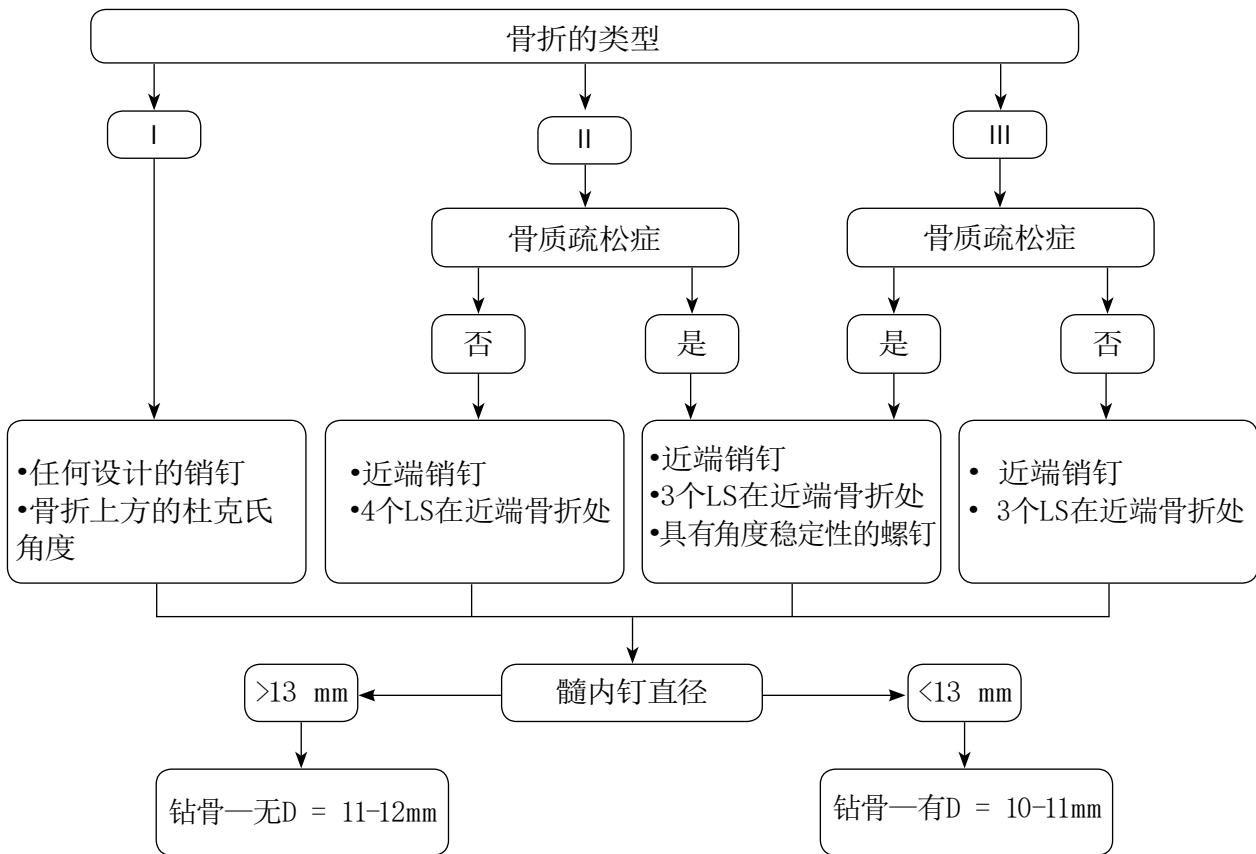


图 2 根据PFL-TN分类, 不同类型骨折的髓内销钉选择算法: LS—锁定螺钉

表 1

第一组和第二组中使用的手术入路

入路	第一组	第二组
髌骨下入路	26	8
髌骨上入路	15	29
髌骨旁入路	2	5

图3所示的算法被用来选择近端锁定销钉的方法。

在研究过程中,对引入髓内成骨算法前(回顾性组)和引入后(前瞻性组)患者的治疗结果进行对比分析。根据纳入、不纳入和排除标准将患者纳入回顾性(第一组)和前瞻性(第二组)两组(表2)。

共有43名年龄在18至71岁(平均年龄为44.5±2.0岁)的患者被纳入回顾性研究组:28名男性和15名女性。

前瞻组包括42名年龄在18至72岁的患者(平均年龄为46.1±2.1岁):30名男性和12名女性。

根据骨折类型(PFL-TN),第一组和第二组患者的分布情况见表3。

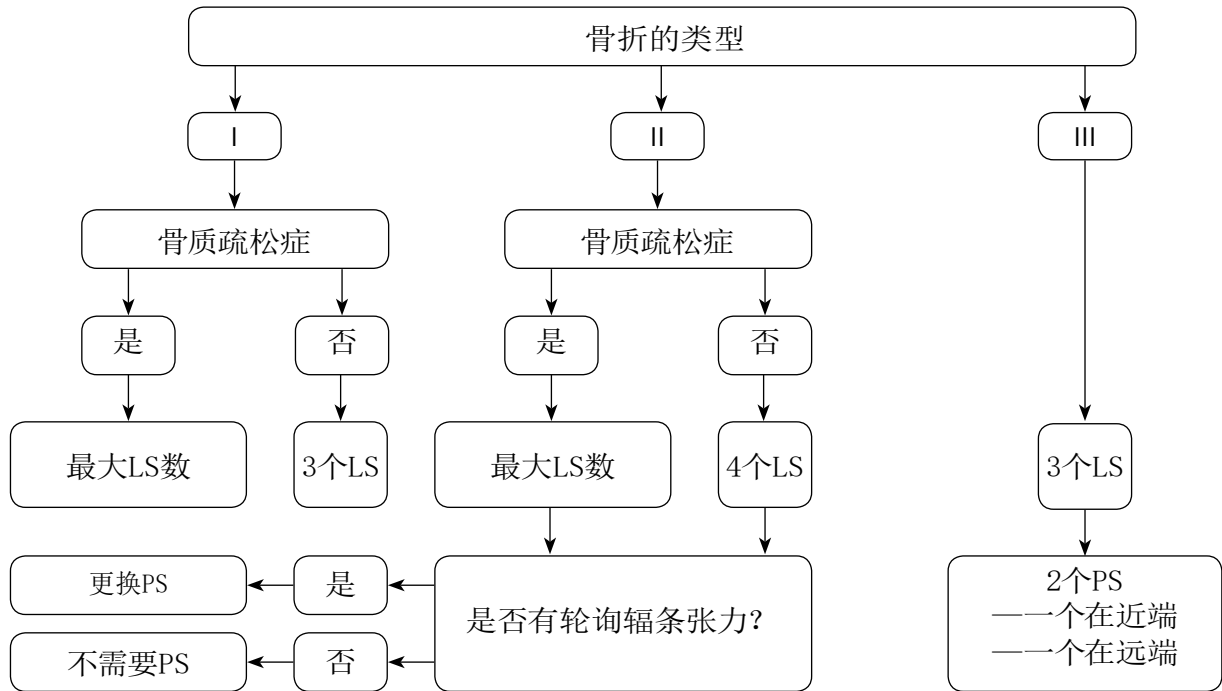


图3 根据PFL-TN分类,根据骨折类型选择近端锁定销钉方法的算法: LS—锁定螺钉; PS—轮询螺钉

表 2

纳入、不纳入和排除标准

纳入标准	不纳入标准	排除标准
<ul style="list-style-type: none"> • 胫骨近端关节外骨折的患者(41-A2, 41-A3, 42根据AO分类) • 近端碎片的长度为35至120 mm • 年龄为18—74岁 • 患者签署知情同意书参与研究 • 从受伤到手术的时间少于4周 	<ul style="list-style-type: none"> • 预定手术切口或骨折区域的软组织缺损 • Gustilo-Anderson III C型开放性骨折 • 增加计划手术进入领域感染并发症风险的皮肤病 • 胫骨缺损,导致肢体缩短超过2 cm • 受伤前的肢体有严重的功能障碍 • 骨折的病理性质 • 计划手术入路区域的感染性软组织损伤 • 损伤肢体的慢性或急性骨髓炎 • 严重影响患者依从性的精神疾病 • 严重的慢性病,是麻醉和手术的禁忌症 • 怀孕和哺乳期 • 在受伤后的前4周内,没有进行髓内接骨术 	<ul style="list-style-type: none"> • 在任何阶段拒绝参加研究 • 住院治疗期间死亡 • 突然出现严重疾病或反复受伤,无法评估当前治疗结果

表 3

第一组和第二组患者按骨折类型的分布 (PFL-TN)

类型	亚类						一共
	A	As	B	Bs	C	Cs	
第一组							
I (90-120 mm)	1	3	6	1	1	-	12
II (45-90 mm)	6	2	10	2	-	4	24
III (35-45 mm)	2	-	2	1	1	1	7
IV (<35 mm)	-	-	-	-	-	-	-
一共	9	5	18	4	2	5	43
第二组							
I (90-120 mm)	2	-	8	1	-	-	11
II (45-90 mm)	6	1	7	1	1	3	19
III (35-45 mm)	1	1	2	1	5	2	12
IV (<35 mm)	-	-	-	-	-	-	-
一共	9	2	17	3	6	5	42

根据分析, 第一组和第二组在人口统计学、受伤机制、软组织状况、相关伤害和疾病方面具有可比性。这些小组中的病人的治疗结果可以相互比较。经过最短的随访期 (术后12个月), 对两组患者的治疗效果进行了比较分析。

结果评估

重新定位的评估是基于使用D. Paley等人描述的畸形评估技术, 将术后X光片与对侧肢体的直视和侧视的X光片进行比较[24]。用校准的电子x射线尺测量横向位移。临床对旋转位移进行评估, 并与对侧肢体与下肢髌骨上的位置进行

比较。在存在旋转移位的临床症状时, 对受损小腿和对侧小腿进行CT扫描。为了评估重新定位的质量, 使用了我们开发的重新定位评估的点量表 (表4)。根据该量表, 在良好的再定位情况下, 每一种类型的位移加1分, 良好的再定位加5分, 不可接受的再定位加20分。最低分数 (6分) 表示效果极佳。如果得到25分或更高的分数, 这种重新定位被认为是不可接受的。

在对早期结果的分析中, 评估了手术时间、住院时间和早期并发症的发生率。对中期结果的分析评估了并发症的频率、LEFS量表的功能结果以及SF-36身体和角色功能及疼痛强度量表的生活质量。

表 4

评估重新定位质量的量表

偏移的类型 优 (1分)		对重新定位的质量进行评估		
		良 (5分)	不可接受 (20分)	
角度, 度	矢状面	0-2	3-5	>5
	正面	0-2	3-5	>5
旋转, 度		0-5	6-15	>15
横向, mm	矢状面	0-5	5-10	>10
	正面	0-5	5-10	>10
缩短, mm		0-5	5-10	>10

统计分析

用Fisher精确检验、Mann-Whitney U检验、学生t检验和Pearson一致性检验 (χ^2) 来评价临床试验的结果,以比较独立样本。单因素方差分析和后验分析 (Tukey's test) 被用来比较两个或多个连续变量。组间差异在 $p < 0.05$ 时被认为具有统计学意义。

结果

重新定位的质量

在引入所开发的胫骨上三分之一关节外骨折髓内成骨术的算法之前 (第一组), 30.23%的病例 (13名患者) 无法实现可接受的复位; 53.5%的病例 (23名患者) 被认为是良好的复位, 只有16.28%

的病例 (7名患者) 达到效果极佳的复位。在开始使用该算法后 (第二组), 没有病人不能达到可接受的复位, 30名病人中有71.43%达到了效果极佳的复位, 这比第一组的频率高4.4倍 (图 4)。

为了评估比较组之间显示的统计学差异, 使用了一个点量表来评估复位。对于所有类型的骨折, 第一组和第二组的复位质量差异具有统计学意义 (表 5)。

早期结果

分析表明, 应用所提出的算法可以将手术干预时间从 93.5 ± 4.1 分钟减少到 83.0 ± 2.8 分钟 ($p = 0.01868$)。第一组的住院时间为 (13.8 ± 1.0) 床日, 第二组为 (12.6 ± 1.0) 床日; 组间差异无统计学意义 ($p = 0.14695$)。

所有类型

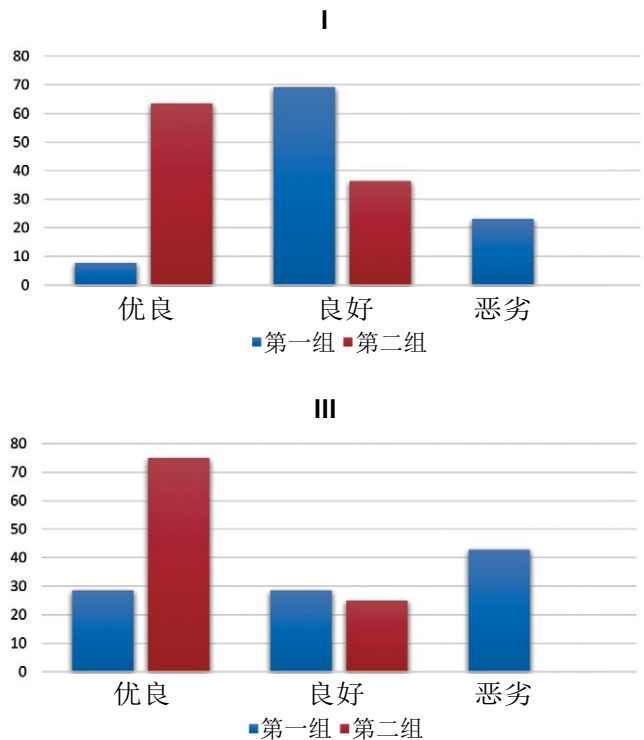
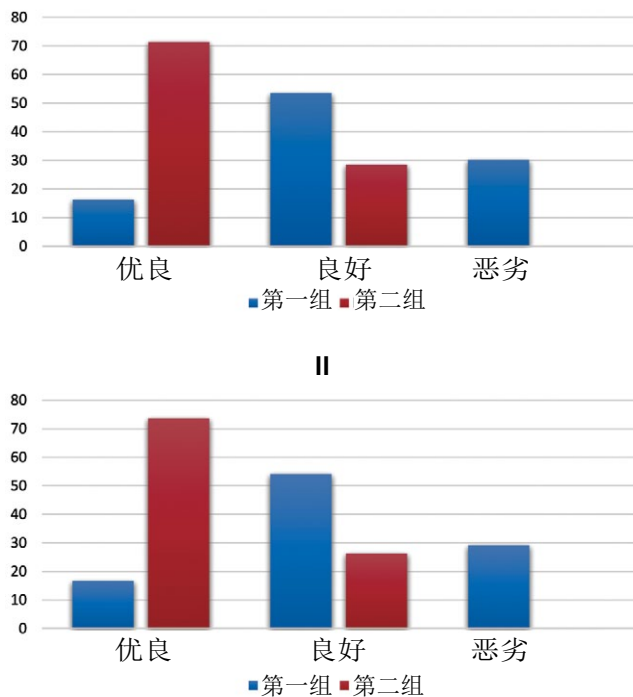


图 4 第一组和第二组对不同类型的骨折进行重新定位的质量

表 5

第一组和第二组之间重新定位质量的差异, 点

骨折的类型	第一组	第二组	p
I	19.25	7.45	0.01051
II	16.92	7.26	0.00083
III	22.00	7.00	0.00177
平均值	18.33	7.24	<0.00001

第一组有8例(18.60%)手术并发症:3例出现浅表感染,4例一固定不稳定,1例一不能接受重新定位,主治医生认为这是翻修手术的指征。

在第二组(4.76%)中,发现了两个手术并发症。在这两种情况下,Gustilo-Anders IIIB型骨折的病人都出现了浅表感染的情况。没有观察到与髓内接骨术技术有关的并发症。

术后早期手术相关并发症总数由18.60%下降到4.76%($p=0.04766$)。与髓内接骨术相关的并发症总数从11.63%下降到0.00%。

中期结果

术后一年,在第一组36名可供检查的患者中,有24名患者(66.67%)实现了骨折愈合,无并发症。在第二组中,39名患者中的35名(89.75%)实现了无并发症的愈合。第一组的平均骨折愈合时间为(16.22±2.05)周,第二组为(13.76±1.25)周。在骨折愈合时间方面,各组之间的差异具有统计学意义($p=0.019$)。

表6为第一组与第二组治疗结果及长期并发症发生率的比较。如果一个病人有一个以上的并发症,首先考虑其中一个。提出的治疗算法的引入,使并发症总数从50.0减少到10.3%($p=0.00723$),每名患者的额外手术次数从0.42减少到0.10($p=0.03070$)。

在使用SF-36问卷的生活质量评估中,受伤一年后第一组的身体功能评分为(77.50±1.88)分,第二组为(86.71±2.03)分,组间差异有统计学意义($p=0.00072$)。第一组伤后一年的角色功能评分为(81.25±1.88)分,第二组为(86.84±2.26)分,组间差异有统计学

意义($p=0.00116$)。第一组的疼痛强度评分为(85.06±2.05)分,第二组为(86.05±2.22)分,组间差异无统计学意义($p=0.37323$)。值得注意的是,在第一组中,有26名(72.22%)患者在受伤一年后仍有疼痛,在第二组中,有19名(50%)。

肢体的功能状态用LEFS量表进行评估。第一组的平均肢体功能评分为83.58±1.87%,第二组为93.29±1.23%;组间差异有统计学意义($p=0.00002$)。

讨论

无论从生物学还是生物力学的角度来看,胫骨近端骨折髓内接骨术都比其他治疗方法有显著优势[10,19]。在此类骨折中进行髓内接骨术需要使用特殊的外科技术来实现和保持复位,忽视这一点会导致效果不理想[7,21]。

尽管文献中已经描述了许多手术技术来改善髓内接骨术时的复位,但目前还没有系统的方法来根据骨折类型选择一种或另一种方法[1,9,11,20,25]。实际上没有任何出版物专门比较与实现重新定位的各种方法有关的效力和技术困难。这类骨折缺乏临床分型值得关注,考虑到骨折的形态和近端碎片的长度,这在选择手术治疗方法、使用的髓内固定器的设计、实现和保持复位的方法时都是至关重要的[18,26,27]。

我们提出的PFL-TN分类可以根据胫骨近端碎片的长度和骨折类型,确定胫骨髓内接骨术的适应症、选择合适设计的固位体和轮询螺钉的最优组合。这种分类可以被认为是临床的,可以改善胫骨上三分之一骨折患者的治疗结果,这在一项前瞻性临床研究中得到了证实。

表 6

第一组和第二组在晚期并发症发生率和需要额外手术干预方面的比较

治疗结果	第一组	第二组	p
无并发症的骨实变	18 (50%)	35 (89.7%)	
骨实变位置不对	6 (16.7%)	0	-
正确位置骨实变延迟	3 (8.3%)	2 (5.1%)	-
不对位置骨实变延迟	1 (2.8%)	1 (2.6%)	-
无菌性骨坏死	2 (5.6%)	0	-
骨固定的不稳定性	4 (11.1%)	0	-
深层骨骼感染	2 (5.6%)	1 (2.6%)	-
一共	18	4	0.00723
额外进行的手术	15	4	0.03070

在髓内接骨术中, 实现复位的最有效方法是使用轮询辐条, 在半伸膝关节处进行截骨, 以及固定器辅助的髓内接骨术[1, 9, 23, 25]。所开发的执行手术的算法涉及到所述技术的结合使用, 由于这是可能的, 以实现良好的复位在大多数患者。

结论

研究结果表明, 使用开发的分类和算法有助于优化胫骨近端关节外骨折髓内接骨术的性能。遵循该算法可以降低并发症的风险, 如骨折复位不良、固定不稳定、巩固延迟和骨折不愈合, 并最终改善胫骨近端关节外骨折患者的功能结果。

作者声明的贡献

所有作者都为该出版物的筹备工作作出了同等的贡献。

所有作者都已阅读并批准了文章的最终稿。所有作者同意对工作的各个方面负责, 以确保适当考虑和解决与工作的任何部分的正确性和可靠性相关的所有可能的问题。

利益冲突。

作者没有利益冲突。

Литература [References]

1. Челноков А.Н., Бекреев Д.А. Интрамедуллярный остеосинтез при переломах верхней трети большеберцовой кости – техника на основе чрескостного остеосинтеза. *Гений ортопедии*. 2011;(2):102-106. Chelnokov A.N., Bekreyev D.A. [Intramedullary osteosynthesis for fractures of the upper tibial third – a technique based on transosseous osteosynthesis]. *Genij Ortopedii*. 2011;(2):102-106. (In Russian).
2. Bolhofner B.R. Indirect reduction and composite fixation of extraarticular proximal tibial fractures. *Clin Orthop Relat Res*. 1995;(315):75-83.
3. Kandemir U., Herfat S., Herzog M., Viscogliosi P., Pekmezci M. Fatigue Failure in Extra-Articular Proximal Tibia Fractures: Locking Intramedullary Nail Versus Double Locking Plates-A Biomechanical Study. *J Orthop Trauma*. 2017;31(2):e49-e54. doi: 10.1097/BOT.0000000000000729.
4. Kim K.C., Lee J.K., Hwang D.S., Yang J.Y., Kim Y.M. Provisional unicortical plating with reamed intramedullary nailing in segmental tibial fractures involving the high proximal metaphysis. *Orthopedics*. 2007;30(3):189-192. doi: 10.3928/01477447-20070301-10.
5. Ries M.D., Meinhard B.P. Medial external fixation with lateral plate internal fixation in metaphyseal tibia fractures. A report of eight cases associated with severe soft-tissue injury. *Clin Orthop Relat Res*. 1990;(256):215-223.
6. Черепов Д.В., Ковалев С.И., Бабалян В.А., Давыдов А.В., Хохлов А.Б., Горошко С.А. и др.

Блокирующий интрамедуллярный остеосинтез при внесуставных переломах дистального и проксимального метадиафиза большеберцовой кости. *Травма*. 2012;13(1):135-137.

- Cherepov D.V., Kovalev S.I., Babalyan V.A., Davydov A.V., Khokhlov A.B., Goroshko S.A. et al. [Locking intramedullary osteosynthesis for extra-articular metaphyseal distal and proximal tibial fractures]. *Травма [Trauma]*. 2012;13(1):135-137 (In Russian).
7. Freedman E.L., Johnson E.E. Radiographic analysis of tibial fracture malalignment following intramedullary nailing. *Clin Orthop Relat Res*. 1995;(315):25-33.
 8. Kulkarni S.G., Varshneya A., Kulkarni S., Kulkarni G.S., Kulkarni M.G., Kulkarni V.S. et al. Intramedullary nailing supplemented with Poller screws for proximal tibial fractures. *J Orthop Surg (Hong Kong)*. 2012;20(3):307-311. doi: 10.1177/230949901202000308.
 9. Lang G.J., Cohen B.E., Bosse M.J., Kellam J.F. Proximal third tibial shaft fractures. Should they be nailed? *Clin Orthop Relat Res*. 1995;(315):64-74.
 10. Byun S.E., Maher M.H., Mauffrey C., Parry J.A. The standard sagittal starting point and entry angle for tibia intramedullary nails results in malreduction of proximal tibial fractures. *Eur J Orthop Surg Traumatol*. 2020;30(6):1057-1060. doi: 10.1007/s00590-020-02669-4.
 11. Hak D.J. Intramedullary nailing of proximal third tibial fractures: techniques to improve reduction. *Orthopedics*. 2011;34(7):532-535. doi: 10.3928/01477447-20110526-19.
 12. Henley M.B., Meier M., Tencer A.F. Influences of some design parameters on the biomechanics of the unreamed tibial intramedullary nail. *J Orthop Trauma*. 1993;7(4):311-319. doi: 10.1097/00005131-199308000-00003.
 13. Katsoulis E., Court-Brown C., Giannoudis P.V. Incidence and aetiology of anterior knee pain after intramedullary nailing of the femur and tibia. *J Bone Joint Surg Br*. 2006;88(5):576-580. doi: 10.1302/0301-620X.88B5.16875.
 14. Марченко А.С., Фомин Н.Ф., Григорян Ф.С. Выбор способа заблокированного интрамедуллярного остеосинтеза при переломах большеберцовой кости в свете топографо-анатомического исследования. *Журнал анатомии и гистопатологии*. 2021;10(1):41-48. doi: 10.18499/2225-7357-2021-10-1-41-48. Marchenko A.S., Fomin N.F., Grigoryan F.S. [Choice of a Method for Blocked Intramedullary Osteosynthesis in Tibial Fractures in the Context of Topographic-Anatomical Research]. *Zhurnal anatomii i gistopatologii* [Journal of Anatomy and Histopathology]. 2021;10(1):41-48. (In Russian). doi: 10.18499/2225-7357-2021-10-1-41-48.
 15. Finkemeier C.G., Schmidt A.H., Kyle R.F., Templeman D.C., Varecka T.F. A prospective, randomized study of intramedullary nails inserted with and without reaming for the treatment of open and closed fractures of the tibial shaft. *J Orthop Trauma*. 2000;14(3):187-193. doi: 10.1097/00005131-200003000-00007.
 16. Hansen M., Blum J., Mehler D., Hessmann M.H., Rommens P.M. Double or triple interlocking when nailing proximal tibial fractures? A biomechanical investigation. *Arch Orthop Trauma Surg*. 2009;129(12):1715-1719. doi: 10.1007/s00402-009-0954-1.
 17. Hontzsch D., Blauth M., Attal R. Angle-stable fixation of intramedullary nails using the Angular Stable Locking System(R) (ASLS). *Oper Orthop Traumatol*. 2011;23(5):387-396. doi: 10.1007/s00064-011-0048-4.

18. Zhao K., Lv H., Zhang C., Wang Z., Hou Z., Chen W. et al. Application of the multiplanar fracture redactor in the treatment of tibial shaft fractures with intramedullary nails. *Sci Rep.* 2021;11(1):8428. doi: 10.1038/s41598-021-87913-5.
19. Челноков А.Н., Виноградский А.Е., Бекреев Д.А. Современный интрамедуллярный остеосинтез – проблемы и решения. *Травматология и ортопедия России.* 2006;(2):296-297.
Chelnokov AN, Vinogradskiy AE, Bekreev DA. [Modern intramedullary osteosynthesis – problems and solutions]. *Travmatologiya i ortopediya Rossii* [Traumatology and Orthopedics of Russia]. 2006;(2):296-297. (In Russian).
20. Rommens P.M., Hessmann M.H. *Intramedullary nailing: a comprehensive guide.* London: Springer-Verlag; 2015. p. 331-344. doi 10.1007/978-1-4471-6612-2.
21. Krettek C., Miclau T., Schandelmaier P., Stephan C., Möhlmann U., Tscherne H. The mechanical effect of blocking screws («Poller screws») in stabilizing tibia fractures with short proximal or distal fragments after insertion of small-diameter intramedullary nails. *J Orthop Trauma.* 1999;13(8):550-553. doi: 10.1097/00005131-199911000-00006.
22. Мальшев Е.Е., Павлов Д.В. Комбинация интрамедуллярного и накостного остеосинтеза при сочетании переломов проксимального отдела и диафиза большеберцовой кости. *Гений ортопедии.* 2010;(4):5-10.
Malyshev E.E., Pavlov D.V. [Combination of intramedullary and plate osteosynthesis in segmental proximal and diaphyseal tibial fractures]. *Genij Ortopedii.* 2010;(2):102-106. (In Russian).
23. Semenisty A.A., Litvina E.A., Fedotova A.G., Gwam C., Mironov A.N. Fixator-assisted nailing of tibial fractures: New surgical technique and presentation of first 30 cases. *Injury.* 2019;50(2):515-520. doi: 10.1016/j.injury.2018.11.015.
24. Paley D. *Principles of deformity correction.* Berlin Heidelberg: Springer-Verlag; 2002. p. 31-60.
25. Семенистый А.А., Литвина Е.А., Федотова А.Г., Миронов А.Н. Особенности интрамедуллярного остеосинтеза при лечении внесуставных переломов проксимального отдела большеберцовой кости. *Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова.* 2018;(1):57-65. doi: 10.17816/vto201825157-65.
Semenisty A.A., Litvina E.A., Fedotova A.G., Mironov A.N. [Peculiarities of intramedullary nailing in treatment of extraarticular proximal tibial fractures]. *Vestnik travmatologii i ortopedii im. N.N. Priorova* [Bulletin of traumatology and orthopedics them. N.N. Priorov]. 2018;(1):57-65. (In Russian). doi: 10.17816/vto201825157-65
26. Müller M.E., Nazarian S., Koch P., Schatzker J. *The Comprehensive Classification of Fractures of Long Bones.* Berlin Heidelberg New York: Springer-Verlag; 1994. 202 p. doi: 10.1007/978-3-642-61261-9.
27. Schatzker J., McBroom R., Bruce D. The tibial plateau fracture. The Toronto experience, 1968–1975. *Clin Orthop Relat Res.* 1979;(138):94-104.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Семенистый Антон Алексеевич — врач травматолог-ортопед 1-го травматологического отделения, ГБУЗ «Городская клиническая больница № 13 Департамента здравоохранения г. Москвы», г. Москва, Россия
e-mail: an.semenisty@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0002-5412-6202>

Литвина Елена Алексеевна — д-р мед. наук, профессор кафедры травматологии и ортопедии, ФГБОУ ДПО «Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования» Минздрава России; врач травматолог-ортопед травматологического отделения, ГБУЗ «Городская клиническая больница им. Ф.И. Иноземцева Департамента здравоохранения г. Москвы», г. Москва, Россия
e-mail: alenality@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0001-8540-0676>

Миронов Андрей Николаевич — заведующий 1-м травматологическим отделением, ГБУЗ «Городская клиническая больница № 13 Департамента здравоохранения г. Москвы», г. Москва, Россия
e-mail: dr.mironov.andrey@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0002-2002-5091>

AUTHORS' INFORMATION:

Anton A. Semenisty — Moscow City Clinical Hospital No13, Moscow, Russia
e-mail: an.semenisty@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0002-5412-6202>

Elena A. Litvina — Dr. Sci. (Med.), Professor, Russian Medical Academy of Continuous Professional Education, Moscow, Russia; Inozemtcev Moscow City Clinical Hospital, Moscow, Russia
e-mail: alenality@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0001-8540-0676>

Andrey N. Mironov — Moscow City Clinical Hospital No13, Moscow, Russia
e-mail: dr.mironov.andrey@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0002-2002-5091>