



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>.

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>.

✉ Семенистый Антон Алексеевич / Anton A. Semenisty; e-mail: an.semenisty@gmail.com

Рукопись получена: 10.11.2021. Рукопись одобрена: 08.12.2021. Статья опубликована онлайн: 14.12.2021.
Submitted: 10.11.2021. Accepted: 08.12.2021. Published Online: 14.12.2021.

© Семенистый А.А., Литвина Е.А., Миронов А.Н., 2021
© Semenisty A.A., Litvina E.A., Mironov A.N. Mironov, 2021



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

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*

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.

Введение

Лечение переломов верхней трети большеберцовой кости методом интрамедуллярного остеосинтеза имеет ряд биологических и биомеханических преимуществ по сравнению с накостным остеосинтезом, не приводит к развитию контрактур смежных суставов и снижению качества жизни, как это происходит при лечении в аппарате Илизарова [1, 2, 3, 4, 5]. Однако значительным ограничением этого метода является сложность достижения и поддержания репозиции отломков [6]. По данным литературы, частота сращений в неправильном положении достигает 84%, поэтому многие авторы рекомендуют воздержаться от этого метода при лечении переломов проксимального отдела большеберцовой кости [7, 8, 9].

Выбор правильной точки введения штифта, использование специализированных штифтов с более проксимальным изгибом Герцога, а также применение специальных хирургических приемов, позволяющих улучшить качество репозиции, таких как поллерные винты и спицы, доступ на полуразогнутом коленном суставе, фиксатор-ассистированный остеосинтез, являются важными условиями для выполнения интрамедуллярного остеосинтеза переломов данной локализации [10, 11, 12, 13]. Блокирование штифта как минимум тремя винтами, использование поллерных винтов, винтов с угловой стабильностью и штифтов большего диаметра позволяют добиться стабильной фиксации перелома [14, 15, 16, 17, 18].

Особое внимание следует уделять предоперационному планированию, позволяющему адекват-

но оценить возможность достижения стабильной фиксации проксимального отломка в зависимости от типа перелома [19]. Длина проксимального отломка является ключевым фактором при определении показаний к интрамедуллярному остеосинтезу и выбору необходимого интрамедуллярного фиксатора. Однако ни одна из существующих классификаций не позволяет объективно оценить данный фактор и, соответственно, определить тактику лечения в зависимости от типа перелома [11, 20, 21].

Целью исследования было оценить эффективность клинического применения разработанных авторами классификации и алгоритма выполнения интрамедуллярного остеосинтеза внесуставных переломов проксимального отдела большеберцовой кости.

Материал и методы

Дизайн исследования: ретроспективно-проспективное сравнительное когортное исследование.

Классификация PFL-TN

В ходе исследования была использована разработанная в нашем лечебном учреждении классификация внесуставных переломов верхней трети большеберцовой кости, предназначенная для планирования интрамедуллярного остеосинтеза PFL-TN (Proximal Fragment Length Classification for Tibial Nailing), которая учитывает все типы внесуставных переломов верхней трети большеберцовой кости, которые разделяются на 4 типа.

Тип I — все переломы диафиза верхней трети большеберцовой кости. Переломы типа I могут быть прооперированы с использованием штифтов любого дизайна, имеющих 3 отверстия для проксимального блокирования. Репозиция переломов данной группы может быть проблематичной, особенно при сгибании коленного сустава, поэтому необходимо использовать специальные хирургические приемы, описанные в данной работе. При таких переломах можно добиться степени фиксации, сопоставимой с фиксацией при интрамедуллярном остеосинтезе диафизарных переломов.

Тип II — переломы верхней трети большеберцовой кости выше места сужения метафизарной кости. Длины проксимального отломка при переломах данного типа хватает для того, чтобы провести четвертый блокирующий винт, поэтому стоит отдавать предпочтение штифтам, имеющим четыре отверстия для проксимального блокирования. Использование поллерных винтов как в дистальном, так и в проксимальном отломках позволяет повысить стабильность фиксации.

Тип III — переломы данного типа похожи на переломы типа II, однако их отличает техническая

невозможность блокирования четырьмя винтами. При остеосинтезе таких переломов необходимо отдавать предпочтение специализированным штифтам, имеющим три отверстия для блокирования на максимально коротком расстоянии от верхушки штифта. Большое значение при переломах типа III имеет применение нескольких поллерных винтов как в проксимальном, так и в дистальном отломках.

Тип IV — переломы с экстремально короткой длиной проксимального отломка, в связи с чем выполнить проксимальное блокирование штифта тремя винтами технически невозможно. Для таких переломов мы не рекомендуем применение интрамедуллярного остеосинтеза. При сегментарных переломах типа IV комбинированное использование накостного и интрамедуллярного остеосинтеза позволяет добиться хороших клинических результатов [22].

Каждый тип перелома разделяется на подтипы: А — простые переломы, В — клиновидные и С — оскольчатые. В случае сегментарных переломов при кодировании типа перелома после заглавной буквы (А, В, С) дополнительно пишется прописная буква s (рис. 1).

Тип	A	B	C	s
IV				
III				
II				
I				

Рис. 1. Классификация PFL-TN:

I-IV — типы; А-С — подтипы;
s — сегментарный перелом

Fig. 1. PFL-TN Classification:
I-IV — types; А-С — subtypes;
s — segmental fracture

Алгоритм выполнения интрамедуллярного остеосинтеза

При проведении интрамедуллярного остеосинтеза применяли алгоритм, позволяющий выбрать наиболее оптимальный интрамедуллярный фиксатор, его диаметр, а также варианты проксимального блокирования в зависимости от типа перелома по классификации PFL-TN и качества костной ткани (рис. 2).

Наличие остеопороза является показанием к использованию специализированных винтов с угловой стабильностью [17]. В ходе исследования мы не проводили денситометрию для выявления остеопороза. У пациентов с низкоэнергетическим характером травмы, рентгенологическими признаками остеопороза, низким качеством костной ткани мы проводили интрамедуллярный остеосинтез с учетом рекомендаций проксимального блокирования для пациентов с остеопорозом.

Разработанный алгоритм подразумевает использование наиболее эффективных методик, позволяющих добиться отличной репозиции при интрамедуллярном остеосинтезе переломов верхней трети большеберцовой кости, таких как остеосинтез на полуразогнутом коленном суставе, фикса-

тор-ассистированный интрамедуллярный остеосинтез и применение поллерных спиц.

В группе 1 предпочтение отдавалось инфрапателлярному доступу, в группе 2 — доступам на полуразогнутом коленном суставе (парапателлярный, супрапателлярный) (табл. 1). При выполнении инфрапателлярного доступа в группе 2 во всех случаях был применен фиксатор-ассистированный интрамедуллярный остеосинтез (ФАИМО).

В группе 1 методика фиксатор-ассистированного интрамедуллярного остеосинтеза не использовалась. В группе 2 мы применяли технику ФАИМО на основе тубулярного аппарата наружной фиксации по описанной авторами методике у 32 (68,7%) пациентов [23].

В группе 2 мы использовали поллерные спицы во всех случаях со стороны деформации в сагиттальной и фронтальной плоскостях. В случаях, когда поллерные спицы изгибались после введения штифта, мы считали их напряженными. Удаление напряженных поллерных спиц при переломах типов II и III даже после блокирования штифта приводит к смещению перелома, поэтому данный фактор учитывался при определении показаний к проведению поллерных винтов.

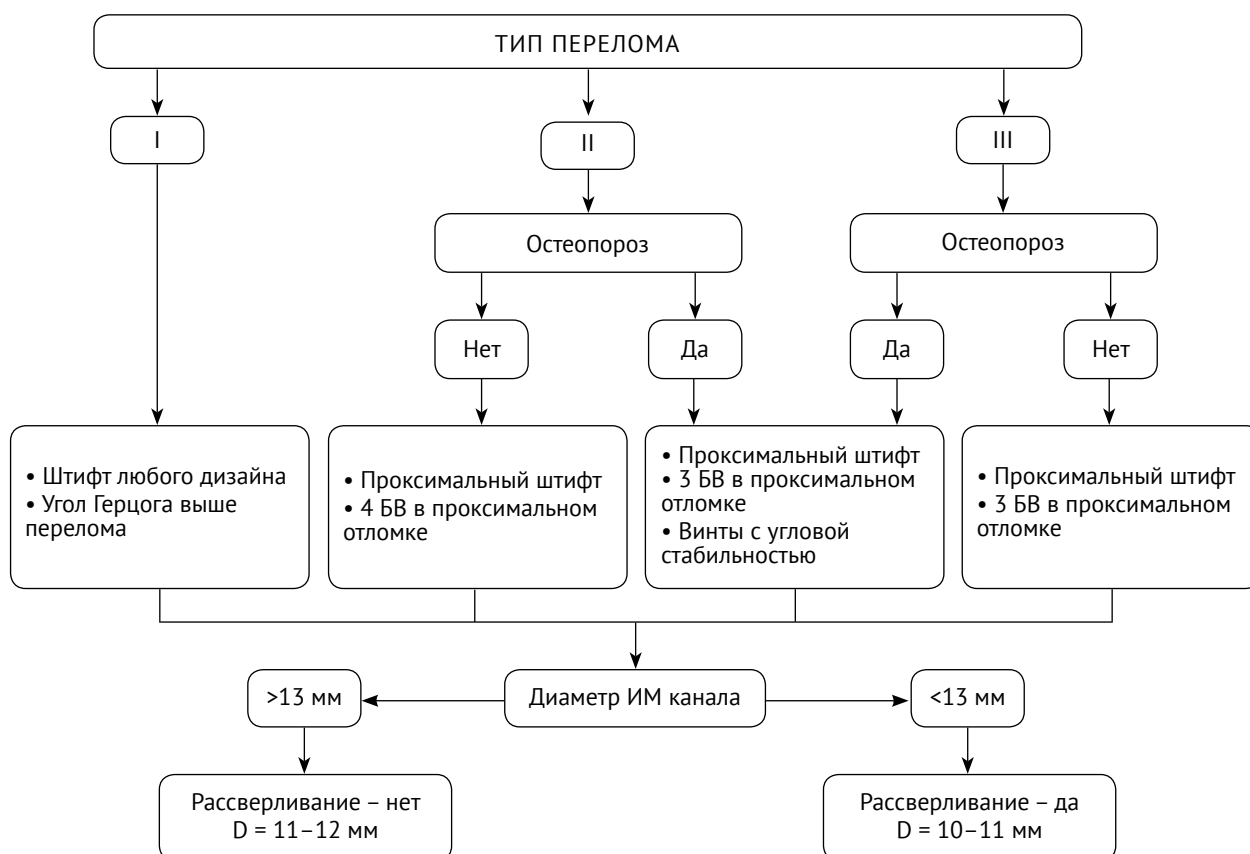


Рис. 2. Алгоритм выбора интрамедуллярного штифта при различных типах переломов по классификации PFL-TN: БВ — блокирующие винты

Fig. 2. The Algorithm for choosing the intramedullary nail depending on PFL-TN fracture type

Таблица 1

Используемые хирургические доступы в группах 1 и 2

Доступ	Группа 1	Группа 2
Инфрапателлярный	26	8
Супрапателлярный	15	29
Парапателлярный	2	5

При выборе метода проксимального блокирования штифта был использован алгоритм, представленный на рисунке 3.

В ходе исследования выполнен сравнительный анализ результатов лечения пациентов до введения (ретроспективная группа) и после введения алгоритма (проспективная группа) интрамедуллярного остеосинтеза. Набор пациентов в ретроспективную (группа 1) и проспективную (группа 2) группы осуществлялся в соответствии с критериями включения, невключения и исключения (табл. 2).

Всего в ретроспективную группу вошло 43 пациента в возрасте от 18 до 71 года (средний возраст — 44,5±2,0 лет): мужчин — 28, женщин — 15.

В проспективную группу вошло 42 пациента в возрасте от 18 до 72 лет (средний возраст — 46,1±2,1 лет): мужчин — 30, женщин — 12

Распределение пациентов групп 1 и 2 по типам переломов (PFL-TN) представлено в таблице 3.

Согласно результатам анализа, группы 1 и 2 сопоставимы по демографическим показателям, механизму травмы, состоянию мягких тканей, сопутствующим повреждениям и заболеваниям. Результаты лечения пациентов в этих группах можно сравнивать между собой. После окончания минимального периода наблюдения (12 мес. после операции) проведен сравнительный анализ результатов лечения пациентов обеих групп.

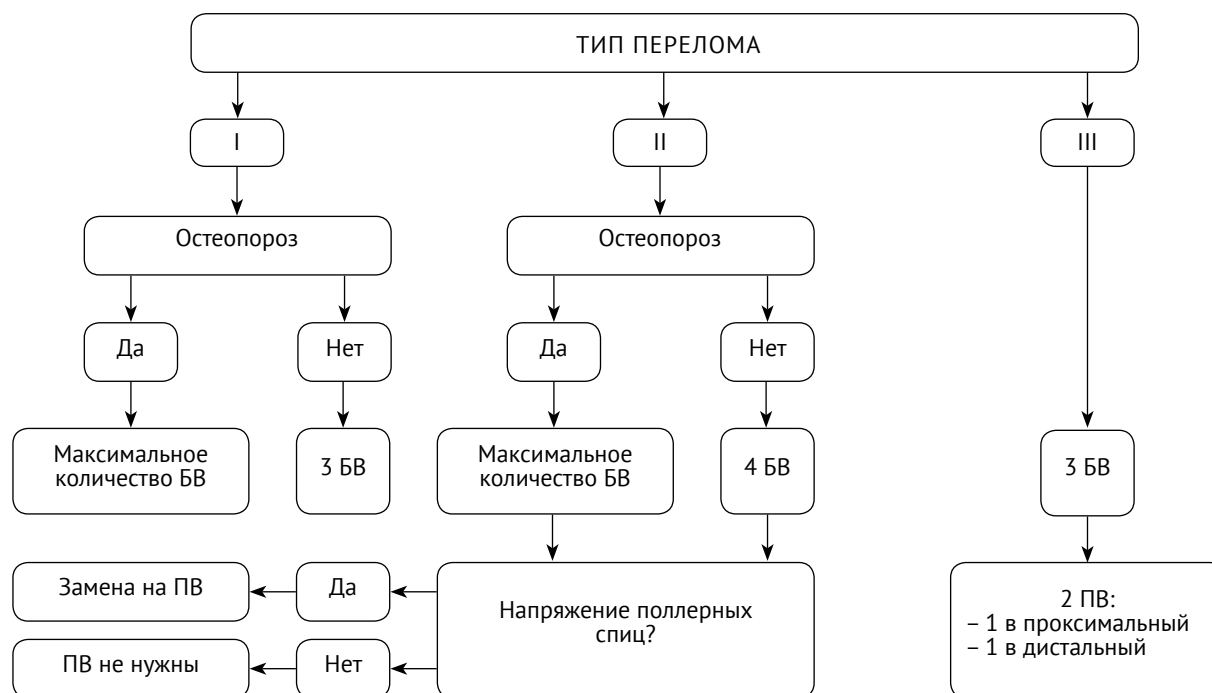


Рис. 3. Алгоритм выбора метода проксимального блокирования штифта в зависимости от типа перелома по классификации PFL-TN: БВ — блокирующий винт; ПВ — поллерный винт

Fig. 3. The algorithm for choosing the method of proximal nail locking depending on PFL-TN fracture type

Таблица 2

Критерии включения, невключения и исключения

Критерии включения	Критерии невключения	Критерии исключения
<ul style="list-style-type: none"> • Пациенты с внесуставными переломами проксимального отдела большеберцовой кости (41-A2, 41-A3, 42 по классификации АО) • Длина проксимального фрагмента от 35 до 120 мм • Возраст от 18 до 74 лет • Пациент подписал информированное согласие на участие в исследовании • Срок с момента травмы до операции меньше 4 нед. 	<ul style="list-style-type: none"> • Дефект мягких тканей в области предполагаемого хирургического доступа или в области перелома • Открытые переломы типа III C по классификации Gustilo – Anderson • Дерматологические заболевания, повышающие риск инфекционных осложнений в зоне планируемого хирургического доступа • Дефект большеберцовой кости, приводящий к укорочению конечности более 2 см • Тяжелая дисфункция поврежденной конечности, предшествующая травме • Патологический характер перелома • Инфекционное поражение мягких тканей в зоне планируемого хирургического доступа • Хронический или острый остеомиелит костей поврежденной конечности • Психические заболевания, значительно нарушающие комплаенс пациента • Тяжелое течение хронических заболеваний, являющееся противопоказанием к проведению анестезии и операции • Беременность и период лактации • Фиксация перелома методом интрамедуллярного остеосинтеза в первые 4 нед. после травмы не производилась 	<ul style="list-style-type: none"> • Отказ от участия в исследовании на любом его этапе • Смерть во время стационарного лечения • Наличие внезапно возникшего тяжелого заболевания или повторной травмы, не позволяющие оценить результаты текущего лечения

Таблица 3

Распределение пациентов групп 1 и 2 по типам переломов (PFL-TN)

Тип	Подтип						Всего
	A	As	B	Bs	C	Cs	
Группа 1							
I (90–120 мм)	1	3	6	1	1	–	12
II (45–90 мм)	6	2	10	2	–	4	24
III (35–45 мм)	2	–	2	1	1	1	7
IV (<35 мм)	–	–	–	–	–	–	–
Всего	9	5	18	4	2	5	43
Группа 2							
I (90–120 мм)	2	–	8	1	–	–	11
II (45–90 мм)	6	1	7	1	1	3	19
III (35–45 мм)	1	1	2	1	5	2	12
IV (<35 мм)	–	–	–	–	–	–	–
Всего	9	2	17	3	6	5	42

Оценка результатов

Оценка репозиции производилась на основании сравнения послеоперационных рентгенограммам с рентгенограммами контралатеральной конечности в прямой и боковой проекциях по методике оценки деформаций описанной D. Paley с соавторами [24]. Измерение величины поперечного смещения производилось с использованием откалиброванной электронной рентгенологической линейки. Оценку ротационного смещения выполняли клинически в сравнении с контралатеральной конечностью при положении нижних конечностей «надколенник кверху». При наличии клинических признаков ротационного смещения выполняли КТ поврежденной и контралатеральной голени на протяжении. Для оценки качества репозиции была использована разработанная нами балльная шкала оценки репозиции (табл. 4). Согласно данной шкале по каждому виду смещения добавлялся 1 балл в случае отличной репозиции, 5 баллов — при хорошей репозиции и 20 баллов — при неприемлемой репозиции. Минимальное количество баллов (6 баллов) свидетельствует об отличном результате. Если набрано 25 и более баллов, то такая репозиция рассматривается как неприемлемая.

При анализе ранних результатов оценивались продолжительность операции, продолжительность госпитализации и частота ранних осложнений. При анализе среднесрочных результатов оценивали частоту осложнений, функциональные результаты по шкале LEFS и качество жизни по шкалам физического и ролевого функционирования и интенсивность болевого синдрома опросника SF-36.

Статистический анализ

При оценке результатов клинического исследования для сравнения независимых выборок были использованы точный тест Фишера, U-критерий Манна–Уитни, критерий Стьюдента и критерий согласия Пирсона (χ^2). Однофакторный дисперсионный анализ с последующим апостериорным анализом (критерий Тьюки) были использованы для сравнения двух или более непрерывных переменных. Разница между группами считалась статистически значимой при $p < 0,05$.

Результаты

Качество репозиции

До введения в практику разработанного алгоритма интрамедуллярного остеосинтеза внесуставных переломов верхней трети большеберцовой кости (группа 1) в 30,23% случаев (13 пациентов) не удалось достичь приемлемой репозиции; в 53,5% случаев (23 пациента) репозиция расценивалась как хорошая, и только в 16,28% случаев (7 пациентов) удалось добиться отличной репозиции. После начала применения алгоритма (группа 2) не было ни одного пациента, у которого не удалось бы добиться приемлемой репозиции, при этом отличной репозиции удалось добиться в 71,43% случаев (30 пациента), то есть в 4,4 раза чаще, чем в группе 1 (рис. 4).

Для оценки статистической значимой разницы, выявленной между сравниваемыми группами, была использована балльная шкала оценки репозиции. Разница в качестве репозиции между группами 1 и 2 статистически значима для всех типов переломов (табл. 5).

Таблица 4

Балльная шкала оценки качества репозиции

Вид смещения		Оценка качества репозиции		
		Отличная (1 балл)	Хорошая (5 баллов)	Неприемлемая (20 баллов)
Угловое, град.	Сагиттальная плоскость	0–2	3–5	>5
	Фронтальная плоскость	0–2	3–5	>5
Ротационное, град.		0–5	6–15	>15
Поперечное, мм	Сагиттальная плоскость	0–5	5–10	>10
	Фронтальная плоскость	0–5	5–10	>10
Укорочение, мм		0–5	5–10	>10

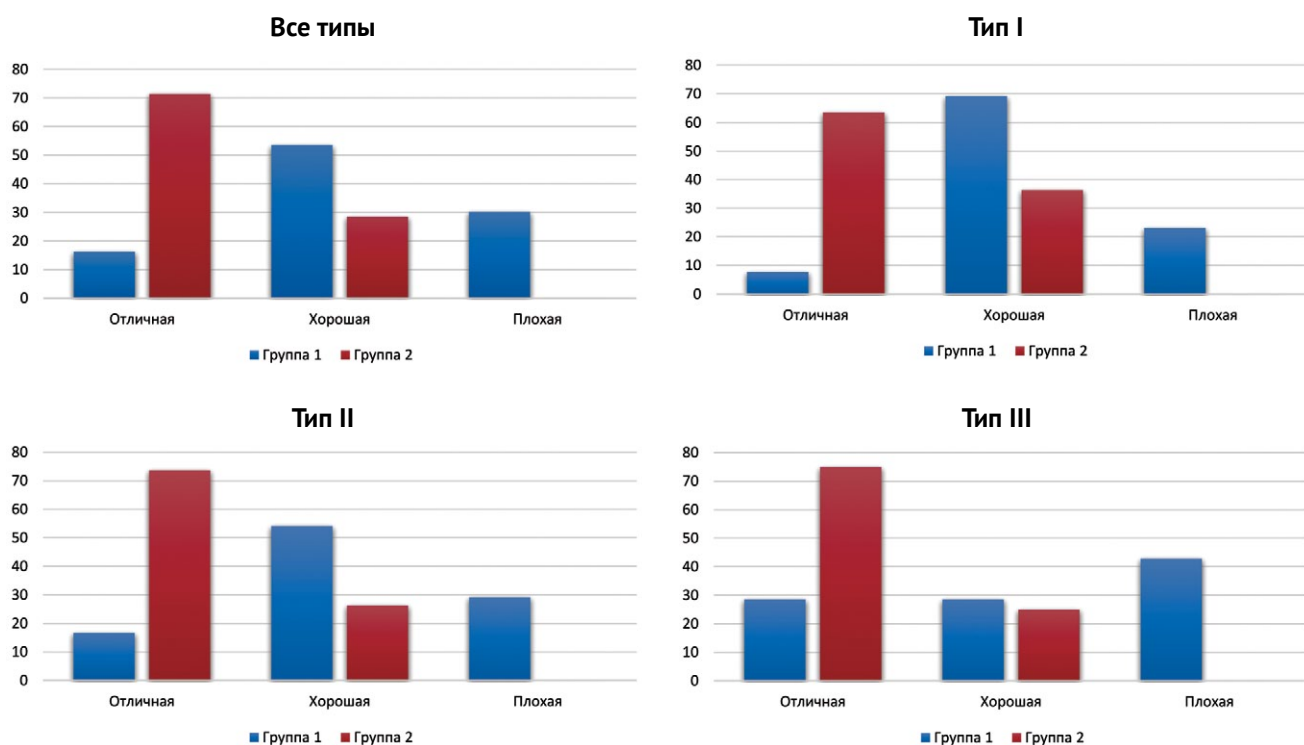


Рис. 4. Качество репозиции в группах 1 и 2 при различных типах переломов

Fig. 4. Comparison of reduction quality between groups 1 and 2 in different fracture types

Разница в качестве репозиции между группами 1 и 2, баллы

Таблица 5

Тип перелома	Группа 1	Группа 2	p
I	19,25	7,45	0,01051
II	16,92	7,26	0,00083
III	22,00	7,00	0,00177
Среднее	18,33	7,24	<0,00001

Ранние результаты

Проведенный анализ показал, что применение предложенного алгоритма позволяет сократить время оперативного вмешательства с 93,5±4,1 мин. до 83,0±2,8 мин. (p = 0,01868). В группе 1 продолжительность госпитализации составила 13,8±1,0 койко-дней, а в группе 2 — 12,6±1,0 койко-дней; разница между группами оказалась статистически не значимой (p = 0,14695).

В группе 1 наблюдалось 8 (18,60%) осложнений, связанных с оперативным вмешательством: в 3 случаях наблюдалось развитие поверхностной инфекции, в 4 — нестабильность фиксации, в 1 случае — неприемлемая репозиция, расцененная лечащим врачом как показание к ревизионному оперативному вмешательству.

В группе 2 (4,76%) выявили два осложнения, связанные с оперативным вмешательством. В обо-

их случаях наблюдалось развитие поверхностной инфекции у пациентов с переломами типа IIIВ по классификации Gustilo–Anderson. Осложнений, связанных с техникой выполнения интрамедуллярного остеосинтеза, не наблюдалось.

Общее количество осложнений, связанных с оперативным вмешательством, в раннем послеоперационном периоде снизилось с 18,60% до 4,76% (p = 0,04766). Общее количество осложнений, связанных с техникой выполнения интрамедуллярного остеосинтеза, снизилось с 11,63% до 0,00%.

Среднесрочные результаты

Через год после операции в группе 1 из 36 пациентов, доступных для осмотра, сращение перелома без осложнений достигнуто у 24 пациентов (66,67%). В группе 2 сращение без осложнений достигнуто у 35 пациентов из 39 (89,75%). Средний

срок сращения переломов в группе 1 составил 16,22±2,05 нед., а в группе 2 — 13,76±1,25 нед. Разница между группами по срокам сращения переломов статистически значима ($p = 0,019$).

В таблице 6 представлено сравнение групп 1 и 2 по результатам лечения и частоте развития отдаленных осложнений. При наличии у одного пациента более одного осложнения учитывалось первое из них. Введение предложенного алгоритма лечения позволило снизить общее количество осложнений с 50,0 до 10,3% ($p = 0,00723$), а число дополнительных операций — с 0,42 до 0,10 на одного пациента ($p = 0,03070$).

При оценке качества жизни с помощью опросника SF-36 показатели физического функционирования в группе 1 через год после травмы составили 77,50±1,88 баллов, а в группе 2 — 86,71±2,03 баллов,

разница между группами статистически значима ($p = 0,00072$). Показатели ролевого функционирования в группе 1 через год после травмы составили 81,25±1,88 баллов, а в группе 2 — 86,84±2,26, разница между группами статистически значима ($p = 0,00116$). Показатели интенсивности боли в группе 1 составили 85,06±2,05 баллов, а в группе 2 — 86,05±2,22, разница между группами статистически не значима ($p = 0,37323$). Стоит отметить, что в группе 1 у 26 (72,22%) пациентов сохранялись болевые ощущения через год после травмы, а в группе 2 — у 19 (50%).

Функциональный статус конечности оценивался по шкале LEFS. В группе 1 средний показатель функции конечности составил 83,58±1,87%, а в группе 2 — 93,29±1,23%, разница между группами статистически значима ($p = 0,00002$).

Таблица 6

Сравнение групп 1 и 2 по частоте поздних осложнений и необходимости выполнения дополнительных оперативных вмешательств

Результат лечения	Группа 1	Группа 2	<i>p</i>
Консолидация без осложнений	18 (50%)	35 (89,7%)	
Консолидация в неправильном положении	6 (16,7%)	0	–
Замедленная консолидация в правильном положении	3 (8,3%)	2 (5,1%)	–
Замедленная консолидация в неправильном положении	1 (2,8%)	1 (2,6%)	–
Асептическое несращение	2 (5,6%)	0	–
Нестабильность фиксации	4 (11,1%)	0	–
Глубокая инфекция	2 (5,6%)	1 (2,6%)	–
Всего	18	4	0,00723
Дополнительные операции	15	4	0,03070

Обсуждение

Интрамедуллярный остеосинтез переломов проксимального отдела большеберцовой кости имеет существенные преимущества по сравнению с другими методами лечения как с биологической, так и с биомеханической точек зрения [10, 19]. Выполнение интрамедуллярного остеосинтеза при таких переломах требует применения специальных хирургических приемов достижения и поддержания репозиции, игнорирование которых приводит к неудовлетворительным результатам [7, 21].

Хотя в литературе описано множество хирургических приемов, позволяющих улучшить репозицию при интрамедуллярном остеосинтезе, на настоящий момент не существует систематического подхода к выбору того или иного метода в зависимости от типа перелома [1, 9, 11, 20, 25].

Следует отметить, что практически нет публикаций, посвященных сравнению эффективности и технических трудностей, связанных с различными способами достижения репозиции. Особое внимание стоит уделить проблеме отсутствия клинической классификации таких переломов, учитывающей как морфологию перелома, так и длину проксимального отломка, имеющих решающее значение при выборе оперативного метода лечения, дизайна используемого интрамедуллярного фиксатора, методов достижения и поддержания репозиции [18, 26, 27].

Предложенная нами классификация PFL-TN позволяет определить показания к интрамедуллярному остеосинтезу большеберцовой кости, выбрать фиксатор подходящего дизайна и наиболее оптимальную комбинацию поллерных и блокирующих винтов в зависимости от длины

проксимального отломка и типа перелома. Данная классификация может считаться клинической и позволяет улучшить результаты лечения пациентов с переломами верхней трети большеберцовой кости, что было доказано в ходе проспективного клинического исследования.

Наиболее эффективными методами достижения репозиции при интрамедуллярном остеосинтезе являются: использование поллерных спиц, остеосинтез на полуразогнутом коленном суставе и фиксатор-ассистированный интрамедуллярный остеосинтез [1, 9, 23, 25]. Разработанный алгоритм подразумевает использование комбинации описанных методик, за счет чего удается добиться отличной репозиции у большинства пациентов.

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 лечения пациентов с внесуставными переломами проксимального отдела большеберцовой кости.

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 блокированного 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., Tschern 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. Малышев 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>

Заявленный вклад авторов

Все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.

Все авторы прочли и одобрили финальную версию рукописи статьи. Все авторы согласны нести ответственность за все аспекты работы, чтобы обеспечить надлежащее рассмотрение и решение всех возможных вопросов, связанных с корректностью и надежностью любой части работы.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

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>