

На правах рукописи

ТИХОНЕНКО АНДРЕЙ АЛЕКСАНДРОВИЧ

**ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ И ЛЕЧЕНИЕ МЕСТНОГО ГИПЕРТЕНЗИОННОГО
ИШЕМИЧЕСКОГО СИНДРОМА ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ЗАКРЫТОГО
БЛОКИРУЕМОГО ИНТРАМЕДУЛЛЯРНОГО ОСТЕОСИНТЕЗА
БОЛЬШЕБЕРЦОВОЙ КОСТИ**

**3.1.9 – Хирургия
3.1.8 – Травматология и ортопедия**

**АВТОРЕФЕРАТ
диссертации на соискание ученой степени
кандидата медицинских наук**

Симферополь - 2026

Работа выполнена на базе федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования Крымский федеральный университет им. В. И. Вернадского Ордена Трудового Красного Знамени Медицинского института им. С. И. Георгиевского

Научный руководитель:

Ткач Андрей Викторович – доктор медицинских наук, доцент

Официальные оппоненты:

Бубнова Наталья Алексеевна - доктор медицинских наук, профессор, профессор кафедры общей хирургии федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования "Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет им. акад. И. П. Павлова" Министерства здравоохранения Российской Федерации

Процко Виктор Геннадьевич – доктор медицинских наук, профессор кафедры травматологии и ортопедии медицинского института федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования "Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы" Министерства науки и высшего образования Российской Федерации

Ведущая организация:

Государственное бюджетное учреждение «Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт скорой помощи им. И. И. Джанелидзе» Комитета по здравоохранению Правительства Санкт-Петербурга

Защита диссертации состоится «_____» _____ 2026 г. в «_____» часов на заседании диссертационного совета 24.2.318.03 Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Крымский федеральный университет им. В. И. Вернадского» Ордена Трудового Красного Знамени Медицинского института имени С. И. Георгиевского» по адресу: 295051, Республика Крым, г. Симферополь, бул. Ленина, 5/7.

С диссертацией можно ознакомиться в научной библиотеке Ордена Трудового Красного Знамени Медицинского института имени С. И. Георгиевского» ФГАОУ ВО «КФУ им. В. И. Вернадского» по адресу: 295051, Республика Крым, г. Симферополь, бул. Ленина, 5/7, и на сайте <http://cfuv.ru>

Автореферат разослан «_____» _____ 2026 г.

Ученый секретарь диссертационного совета 24.2.318.03
кандидат медицинских наук, доцент

К. Г. Кушнир

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы исследования. На современном этапе развития медицины все больше внимания уделяется осложнениям, связанным с переломами и травмами. Одним из серьезных и часто встречаемых осложнений является МГИС (местный гипертензионный ишемический синдром, компартмент-синдром). Статистика показывает, что частота его развития при переломах варьируется от 1 до 35%, однако при циркулярных ожогах и электротравме это значение может достигать 100% (Polat A. et al., 2015; Glass G. E. et al., 2016; Ding A. et al., 2020).

Риски развития компартмент-синдрома существенно повышают политравма, а также состояния, которые сопровождаются шоком и др., что обуславливает актуальность профилактики данной патологии, поскольку осложнения, связанные с МГИС, могут иметь серьезные последствия для пациентов.

Изучение механизмов развития МГИС, выявление факторов риска и разработка эффективных методов профилактики являются важными задачами для современной медицины. Своевременное определение и лечение компартмент-синдрома способствуют снижению осложнений и улучшению прогноза для пострадавших (Булатов А. Р. с соавт., 2020; Bear J. et al., 2018; Osier C. et al., 2018).

Согласно исследованиям Анкина Л. Н. (2002), важнейшим фактором, влияющим на результаты лечения переломов костей конечностей, является МГИС. Одним из редких, но важных осложнений МГИС является переход компартмент-синдрома в ишемическую контрактуру Фолькмана. Хотя такие случаи не часто встречаются в практике медицинских специалистов, недооценка серьезности этого синдрома может привести к тяжелым последствиям для пациента. Диагностика этого осложнения на ранних этапах может быть проблематичной, поэтому важно иметь высокую настороженность и проводить необходимые исследования для его выявления.

Внимательное наблюдение за состоянием пациента и своевременные диагностические мероприятия могут способствовать успешной терапии и предотвращению МГИС (Allmon C. et al., 2016; Bhanushali A. et al., 2022; Merchan N. et al., 2022; Sourougeon Y. et al., 2023).

На начальном этапе заболевания, при МГИС, переходящем в ишемическую контрактуру Фолькмана, процесс ранней диагностики весьма сложен из-за незначительной и непостоянной симптоматики. Иногда осложнения компартмент-синдрома и ишемической контрактуры Фолькмана могут привести к необратимым последствиям для здоровья пациента (Weiss R. J. et al., 2008; Santistevan, J. R., 2017).

Важно отметить, что данное состояние имеет свой уникальный код в Международной классификации болезней 10-го пересмотра – T79.6. Этот код позволяет более точно определять и учитывать особенности развития заболеваний, что важно для правильной диагностики и лечения пациентов.

Степень разработанности темы исследования. Новые исследования в области медицины подтверждают, что МГИС может обуславливать развитие остеомиелита и возникновение неврологических дефицитов. В крайних случаях

МГИС может приводить к ампутации конечностей (von Keudell A. G et al., 2015; Decruz J. et al., 2019; Hendrickx L. A. M. et al., 2020).

Важно продолжать исследования в направлении разработки инновационных методов диагностики и лечения МГИС. Необходимость создания комплексного подхода, который учитывал бы все аспекты современных требований и был направлен на безопасное и эффективное лечение данного состояния, становится все более актуальной.

Дальнейшие исследования должны быть ориентированы на разработку новых технологий, которые обеспечили бы точное и своевременное выявление МГИС, а также эффективное лечение. Развитие методов экспресс-диагностики и инновационных подходов к хирургическому вмешательству поможет улучшить результаты терапии у пациентов с МГИС.

Цель исследования – улучшить результаты лечения пациентов с переломами большеберцовой кости на основании профилактики развития местного гипертензионного ишемического синдрома.

Задачи исследования:

1. Проанализировать частоту и структуру осложнений при проведении закрытой репозиции с последующим металлоостеосинтезом большеберцовой кости блокируемым стержнем.
2. Провести измерение подфасциального давления у пациентов после металлоостеосинтеза с применением фасциотомии и без фасциотомии.
3. Разработать безопасный и эффективный способ одномоментного проведения фасциотомии при проведении металлоостеосинтеза большеберцовой кости.
4. Оценить клиническую эффективность и результаты проведения фасциотомии при металлоостеосинтезе большеберцовой кости.
5. Сравнить способы металлоостеосинтеза большеберцовой кости с применением фасциотомии и без фасциотомии.

Научная новизна. Разработан и запатентован способ и инструмент для проведения полузакрытой фасциотомии из доступов для интрамедуллярного остеосинтеза большеберцовой кости (патент на изобретение РФ № 2834533).

Научно обоснован и апробирован способ проведения фасциотомии, который существенно снизил вероятность развития компартмент синдрома у пациентов после металлоостеосинтеза большеберцовой кости.

В клинической практике продемонстрировано достоверное снижение частоты развития осложнений после металлоостеосинтеза.

Выполнена оценка отдаленных функциональных результатов лечения осложненных переломов костей голени с применением фасциотомии.

Теоретическая и практическая значимость. Получены данные об изменении подфасциального давления в футлярах голени при наличии перелома диафиза большеберцовой кости и проведении закрытого остеосинтеза голени блокируемым стержнем.

Обоснована возможность применения алгоритма выбора методики лечения у пациентов с переломами костей голени.

Получены данные об изменении подфасциального давления, после проведения полужакрытых фасциотомий.

Проведение профилактических или лечебных фасциотомий при проведении закрытого остеосинтеза голени блокируемым стержнем позволило снизить риск развития компартмент-синдрома.

Разработка инструмента для фасциотомии и способов его применения.

Сформированы практические профилактические рекомендации для снижения неудовлетворительных результатов лечения нозологической единицы, квалифицированной в Международной статистической классификации болезней и проблем, связанных со здоровьем, 10-го пересмотра (МКБ-10), как «Другие ранние осложнения травмы».

Методология и методы исследования. Исследование проведено в соответствии с принципами доказательной медицины. В работе применялись общеклинические, лабораторные, лучевые, функциональные, статистические методы исследования. Объект изучения – 93 пациента, госпитализированных в ортопедо-травматологическое отделение ГБУЗ РК «Больница скорой медицинской помощи № 6 г. Симферополя», которым проведен БИОС. Предмет исследования – результаты металлоостеосинтеза (интраоперационные и послеоперационные осложнения).

Положения, выносимые на защиту.

1. При проведении металлоостеосинтеза большеберцовой кости блокируемым стержнем отмечаются подъем подфасциального давления поверхностных фасциальных футляров голени, при осложненных и множественных переломах также повышается давление и в глубоких футлярах голени, что ведет к ухудшению функциональных результатов лечения.

2. Измерение подфасциального давления у пациентов после металлоостеосинтеза позволяет выявить группу риска в плане развития компартмент-синдрома.

3. Разработанный способ одномоментного проведения фасциотомии при проведении металлоостеосинтеза большеберцовой кости подразумевает использование фасциотома собственной конструкции.

4. Разработанный инструмент для проведения фасциотомии и методика проведения позволяют осуществить эту процедуру без повреждения магистральных сосудов и риска кровотечения.

5. Металлоостеосинтез с проведением фасциотомии, не сопровождается большим числом осложнений, что благоприятно сказывается на сроках госпитализации и последующей реабилитации пациентов.

Степень достоверности и апробация результатов. В процессе выполнения диссертационной работы проведен анализ данных двух групп пациентов (основной и контрольной), которым был произведен металлоостеосинтез с применением БИОС. Применение в лечебно-диагностическом процессе современных принципов и методов, а также технологий статистической обработки показывает достоверность полученных данных и обоснованность результатов исследования.

По результатам исследований были сделаны соответствующие доклады на: XII юбилейном съезде ортопедов-травматологов России (Москва, 2021); Научно-практическая конференция травматологов-ортопедов Южного федерального округа РФ (ЮФО) (Краснодар, 2024); научно-практической конференции травматологов-ортопедов «День травматолога» (Симферополь, 2024).

Связь работы с научными программами, планами, темами. Работа является фрагментом темы кафедры травматологии и ортопедии Ордена Трудового Красного Знамени Медицинский институт им. С. И. Георгиевского – «Разработка мероприятий по комплексному восстановительному лечению пациентов после травм и заболеваний опорно-двигательного аппарата», № госрегистрации темы 0110U003985.

Личное участие автора в получении результатов. Изучены современные данные отечественных и зарубежных медицинских источников по тематике исследования, назначена цель и сформулированы задачи научной работы, составлены план, объем и временной интервал выполнения, продуман и обозначен статистический материал, разработаны способы получения статистической информации, выполнены сбор, дифференциация и анализ полученных данных. Выполнение металлоостеосинтеза большеберцовой кости проводилось непосредственно автором или при его участии. Участие автора в сборе клинического материала – 90%, оценке проведенного лечения и экспертном заключении о полученных результатах – 85%, статистической обработке материала – 90%, обобщении и анализе результатов исследования – 100%.

Объем и структура диссертации. Диссертация изложена на 148 страницах текста компьютерного набора, состоит из введения, 4 глав, заключения, выводов, практических рекомендаций. Работа иллюстрирована 15 таблицами и 46 рисунками. Список литературы включает 168 источников, из них 121 на иностранном языке.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Материалы и методы исследования. Работа основана на изучении результатов лечения 93 пациентов с диафизарными переломами большеберцовой кости, которым был произведен БИОС в ортопедо-травматологическом отделении ГБУЗ РК «Больница скорой медицинской помощи №6 г. Симферополь». В подавляющем количестве случаев мы использовали металлоконструкции ChM (81 пациентов – 87,10%), в 11 случаях (11,83%) использовался фиксатор Блискунова, в 1 случае (1,07%) металлоконструкция Stryker с 1992 по 2015 гг. Оперативные вмешательства проводились в ортопедо-травматологическом отделении ГБУЗ РК «Больница скорой медицинской помощи № 6 г. Симферополь».

Распределение пациентов по полу и возрасту представлено в таблице 1.

Нами не получено достоверной разницы между группами по возрастному показателю. Средний возраст пациентов в основной группе составил $45 \pm 3,4$ года, в контрольной группе $44,5 \pm 4,1$ года. Как следует из представленных данных, в обеих группах подавляющее большинство составляли мужчины – 80,2% (73 пациента, в

общем), группа женщин была значительно меньшей – 31,5% (20 человек), при этом наибольшее число пациентов находились в трудоспособном возрасте — 58 (62,37%).

Таблица 1 – Распределение пациентов по полу и возрасту

Возраст	Основная группа (с фасциотомией) n = 45		Контрольная группа (без фасциотомии) n = 48		Итого n = 93
	Муж. (%)	Жен. (%)	Муж. (%)	Жен. (%)	Всего (%)
18-44	9 (20)	-	9 (18,75)	1 (2)	19 (20,4)
45-59	21 (46,7)	6 (13,3)	23 (47,9)	8 (16,6)	58 (62,3)
60 и старше	7 (15,5)	2 (4,5)	4 (8,3)	3 (6,2)	16 (17,2)
Всего	37 (82,2)	8 (18,8)	36 (75%)	12 (25%)	93 (100)

Распределение имплантатов по типоразмерам представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Диаметры интрамедуллярных фиксаторов, применяемых для БИОС большеберцовой кости

Диаметр фиксатора	Количество фиксаторов (n = 93)	
	Абс.	%
8	4	4,30
9	30	32,27
10	56	60,21
11	1	1,07
12	2	2,15
Всего	93	100,0

В целях предотвращения возможного излома фиксатора, было принято решение провести расточку костномозговой полости для лучшей возможности установки интрамедуллярного фиксатора большего диаметра. Другим фактором, приводящим к увеличению диаметра фиксатора, является синтез большеберцовой кости при отсутствии заживления или формирования ложного сустава, что приводит к удлинению времени заживления перелома в два раза.

Благодаря проведенным нами мероприятиям, удалось предотвратить возникновение изломов в металлических конструкциях из-за усталости. Важно отметить, что после наших действий не было замечено никаких осложнений.

Блокирование интрамедуллярного фиксатора часто выполнялось в различных частях кости. Из 93 случаев, в 82 (88,2%) блокирование между дистальной и проксимальной частями выполняли в соотношении 2:1. Дистальный сегмент (исключая 20 пациентов), фиксировали 2 винтами. В 7 (7,53%) (переломы верхней трети/граница средней и верхней трети кости) выполняли блокирование 1 винтом. При переломах ББК в нижней трети диафиза (4 пациента, 4,30%) дистальное блокирование выполняли 3 винтами.

Дистальное блокирование у подавляющего большинства пациентов (81 случай – 87,1%) осуществляли при помощи 1 винта. У 11 пациентов (11,83%) из

оставшихся 12 случаев дистальное блокирование осуществлялось двумя винтами, а только у одного пациента (1,07%) - тремя винтами. При линии перелома в верхней трети диафиза ББК, выполнялось блокирование 2 или 3 винтами.

Длина применяемых фиксаторов варьировала от 250 мм до 390 мм. Наиболее оптимальный диапазон длины интрамедуллярных фиксаторов для синтеза большеберцовой кости составляет 300 мм – 345 мм. Сравнительная диаграмма длины применявшихся интрамедуллярных фиксаторов представлена на рисунке 1.

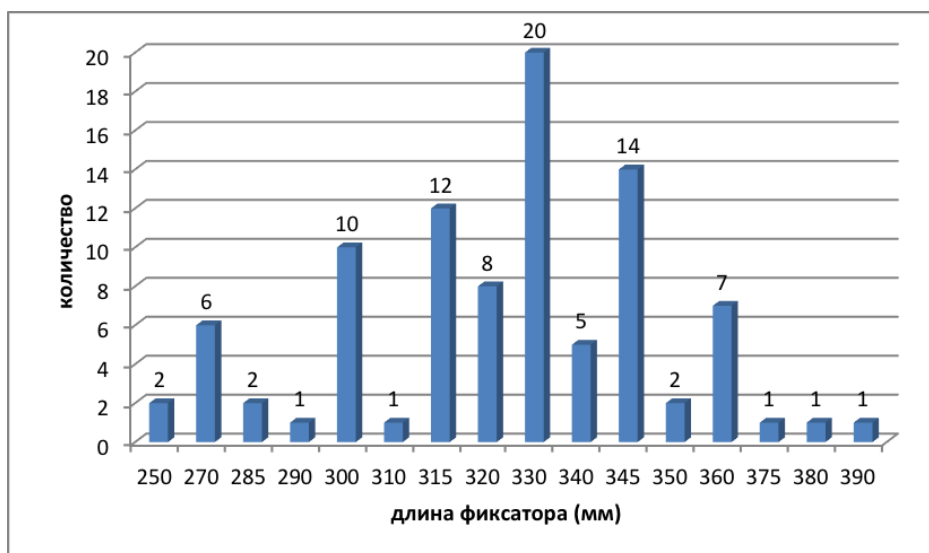


Рисунок 1 - Сравнение длины применяемых интрамедуллярных фиксаторов для синтеза большеберцовой кости

Применение декомпрессирующей фасциотомии голени при остеосинтезе выполнили в 27 случаях (29%), в 66 случаях (71%) остеосинтез выполнялся по классической технологии.

В основной группе, использовались полужакрытая и закрытая фасциотомии, предложенные как наиболее эффективные способы. Полужакрытую фасциотомию осуществляли с разрезом кожи в верхней части голени, а фасцию в средней и нижней частях голени рассекали с помощью фасциотома подкожно.

Для введения фасциотома (Рисунок 2) и выполнения манипуляций кожа разрезается, чтобы обеспечить доступ к декомпрессии заднего поверхностного и глубокого футляров. Имплантация проксимального блокирующего винта производится через технологический разрез длиной 1,0-1,5 см. Длина доступа к технологическому отверстию для имплантации интрамедуллярного фиксатора составляет 5-7 см.



Рисунок 2 - Фасциотом. Общий вид

По классификации АО/ASIF всех пациенты были распределены по типу перелома (Таблица 3).

Таблица 3 – Распределение пациентов с переломами диафиза большеберцовой кости по типу перелома по классификации АО/ASIF

Группы наблюдения	Тип перелома ББК по классификации АО/ASIF (n = 93)								
	A (n = 17)			B (n = 57)			C (n = 19)		
	A1	A2	A3	B1	B2	B3	C1	C2	C3
Основная	0	1	6	11	13	5	5	2	2
Контрольная	0	3	7	8	14	6	6	1	3
Всего	0	4	13	19	27	11	11	3	5

Из таблицы 3 следует, что категория А выявлена у 17 больных (18,3%). Наибольшее число переломов зафиксировано в группе тяжелых повреждений (81,7%) категории В и С – 61,3% и 20,4% соответственно. Именно группах В и С, согласно предыдущим исследованиям, существует максимальный риск развития компартмент-синдрома (Страфун С. С., 1991; Майоров Б. А., Беленький И. Г., Сергеев Г. Д., 2022).

В данном исследовании применялись такие методы, как: клинический, определение подфасциального давления при помощи серийного аппарата Stryker, рентгенологический, КТ и МРТ, электромиографический, ультразвуковой и статистический.

Риск развития МГИС прогнозировали по шкале, разработанной Страфуном С. С. и Ткачом А. В. (2014).

Данная классификация позволяет сформировать группы промежуточного состояния, и более дифференцированно планировать лечение (Таблица 4, 5).

Таким образом, на дооперационном периоде оценивались риски развития и прогнозируемая тяжесть МГИС.

Таблица 4 – Порядок измерения подфасциального давления

1 этап	Перед началом оперативного вмешательства
2 этап	После обработки технологического канала в кости для имплантации интрамедуллярного фиксатора с обязательной расточкой костномозговой полости
3 этап	После имплантации внутрикостного фиксатора
4 этап	После завершения операции, ушивания кожных ран
5 этап	Через сутки после оперативного вмешательства (по показаниям)

Таблица 5 – Дизайн исследования

66 Пациентам выполнены операции по классической технологии БИОС	27 Пациентам выполнен БИОС с выполнением профилактической полужакрытой фасциотомии
---	--

Методы
исследования:
Клинический осмотр
Измерение ПФД
Инструментальные методы
(УЗ, КТ, МРТ,
Рентгенография)



Статистическая обработка
для малых выборок
(достоверность),
математический анализ

Результаты исследования и их обсуждение. Технология проведения интрамедуллярного остеосинтеза хорошо описана в специальной литературе, она практически не отличается в различных применяемых системах. Единственным отличием, может служить навигационное кондукторное оборудование, которое встречается у различных фирм и систем.

Можно отметить, что БИОС является оптимальным вариантом для металлоостеосинтеза переломов диафиза большеберцовой кости. При выполнении

открытой репозиции создаются оптимальные условия для выполнения полужакрытой фасциотомии футляров голени. Фасциотомия желательна проводить превентивно во всех случаях, и в обязательном порядке при высоком прогностическом уровне МГИС.

При проведении полужакрытых профилактических фасциотомий голени не вносятся никаких изменений в технологию закрытого интрамедуллярного остеосинтеза большеберцовой кости. Фасциотомия всех четырех футляров голени проводится из технологических операционных доступов для имплантации фиксатора.

Термин полужакрытая фасциотомия объясняет, что разрез кожи проводится не на всем протяжении фасциотомии, однако позволяет чётко визуализировать фасциальные листки с целью профилактики осложнений (повреждения подкожных вен), излишней травматизации мягких тканей и контроля адекватности проведения фасциотомии. Если длина разреза кожи соответствует длине рассечения фасции, тогда данный способ носит названия открытой фасциотомии. Закрытая фасциотомия, длина разреза кожи соответствует только необходимостью для введения инструмента для её проведения.

Декомпрессия переднелатерального костно-фасциального футляра проводится из основного доступа для имплантации стержня. Разрез фасции начинается на 2-3 см дистальнее уровня шейки малоберцовой кости.

Смещаясь в латеральную сторону на 2 см малоберцовой кости, проводится декомпрессионная фасциотомия латерального костно-фасциального футляра, начинаясь так же на 2 см дистальнее шейки малоберцовой кости.

Из доступа для проксимального блокирования проводится декомпрессия заднего поверхностного и заднего глубокого костно-фасциальных футляров.

Сначала проводится декомпрессионная фасциотомия заднего поверхностного футляра. Особое внимание на данном этапе следует уделить угрозе повреждения большой подкожной вены. Разрез фасции проводится кзади и параллельно краю большеберцовой кости.

Заключительным этапом проводится декомпрессия заднего глубокого футляра. Проводится она следующим образом. Отступя на 2 см кзади от линии фасциотомии поверхностного заднего футляра, параллельным разрезом проводят фасциотомию заднего глубокого пространства, так же полужакрытым способом.

Данные фасциотомии по классификации С. С. Страфуна являются полужакрытыми. Для проведения данных фасциотомий можно использовать специальный фасциотом, при отсутствии которого, последний может быть заменен на ножницы с браншами не менее 10 – 15 см.

В нашей практике мы отдавали предпочтение проведению декомпрессии футляров при помощи фасциотома. Данный инструмент практически незаменим при проведении закрытых декомпрессий. Так в случае проведения другими инструментами, выполнить закрытую фасциотомию практически невозможно. В таких случаях создаётся угроза неадекватности проведения фасциотомии (рассечение другого футляра, или недостаточное рассечение фасции по длине, что обуславливает неадекватность декомпрессии футляра).

В ряде случаев при факторах, угрожающих развитию компартмент синдрома, показано проведение декомпрессии задних футляров в реверсном направлении (от дистальной части в сторону проксимальной). Такими факторами служат рубцовофиброзные изменения мягких тканей в нижней трети голени, ожоги, раны, струпы, переломы с локализацией в нижней трети голени. В данном случае дополнительно фасциотомия в нижней трети была выполнена, учитывая наличие обширного струпа и перелома малоберцовой кости в нижней трети голени. Технология фасциотомий выполнения из доступа для имплантации проксимального блокирующего винта проводится по тем же принципам, что и из хирургического доступа для имплантации проксимального блокирующего винта.

Следует отметить уже сказанное, что переход компартмент-синдрома в ишемическую контрактуру Фолькмана достаточно редко встречается, и в основном, на этапе обратимых изменений данный синдром обычно врачами не диагностируется или не фиксируется в медицинской документации, хотя имеет специальный шифр в МКБ-10 – T79.6. В лучшем случае описывается в локальном статусе, или как дополнение к диагнозу – «эпидермальные пузыри, фликтены, струпы». Но в последующем развиваются осложнения, требующие длительного лечения или носящие необратимый характер. Как уже было сказано, местный гипертензионный ишемический синдром (МГИС) является самой частой причиной замедленного сращения, а также несращения, образования ложного сустава, выраженных рубцово-фиброзных перерождений мягких тканей, снижающих функциональность, инфекционных осложнений, в том числе развития остеомиелита и неврологических дефицитов, а в тяжелых случаях является причиной, приводящей к ампутации конечностей.

Пальпаторное определение повышения уровня давления довольно субъективный метод исследования. Поэтому, в 1975 году была предложена методика Т. Whitesides's. Более точный способ определения подфасциального давления состоит в применении серийного прибора фирмы Strayker.

Как показывает данный анализ, при своевременно проведенной диагностике и своевременно начатом консервативном лечении, отмечается МГИС в легкой и средней степени. Патологический процесс завершается на стадии обратимых нарушений кровообращения, не переходя в дальнейшие этапы развития (2-я стадия – необратимых нарушений кровоснабжения МГИС, ишемическая контрактура Фолькмана, острый период; 3-я стадия – ишемическая контрактура Фолькмана, реактивно-восстановительный период; 4-я стадия – ишемическая контрактура Фолькмана, резидуальный период). Таким образом, **профилактика**, ранняя диагностика, и безотлагательно начатое лечение не по имеющимся клиническим показаниям, а по прогностическим данным (в балльной оценке), позволяет проводить профилактику компартмент-синдрома, или начинать лечение в фазе обратимого расстройства кровоснабжения, без формирования фиброзно-рубцового перерождения мягких тканей и неврологических дефицитов. Так же **профилактика**, позволяет предотвратить не только развитие патологического процесса, но и тяжесть его течения.

В наших исследованиях у 19 пациентов был диагностирован МГИС в послеоперационном периоде. Степень тяжести оценивалась как легкая. Ни в одном из клинических случаев наблюдений не была диагностирована ни средняя, ни тяжелая степень тяжести местного гипертензионного ишемического синдрома. В 23 случаях верификация диагноза подтверждалась исследованием подфасциального давления при помощи серийного прибора фирмы Stryker.

Исследование проводилось в несколько этапов. Первый этап – перед началом оперативного вмешательства. Второй – после обработки технологического канала в кости для имплантации интрамедуллярного фиксатора. На данном этапе не обязательным условием была расточка костномозговой полости. Третий этап – после имплантации внутрикостного фиксатора. Четвертый – после завершения оперативного лечения, ушивания кожных ран. Пятое исследование (по показаниям) – через сутки после оперативного вмешательства. Исследования проводились с помощью «классической» технологии применения БИОС. В данном случае исключалась превентивная мера – фасциотомия футляров.

Нами были получены следующие данные, указанные в таблице 6.

Таблица 6 – Данные подфасциального давления (мм. рт. ст.) при имплантации БИОС

Вид исследования	Футляры голени			
	передне-латеральный	латеральный	задний поверхностный	задний глубокий
до имплантации фиксатора	7±0,3	6±0,3	7±0,3	6±0,3
после обработки канала для имплантации фиксатора	9±0,7	9±0,8	7±0,3	7±0,2
после имплантации фиксатора	17±0,5	15±0,5	7±0,2	7±0,2
завершение операции	18±0,3	17±0,3	8±0,2	8±0,2
через 24 ч после имплантации фиксатора	21±0,7	22±0,8	11±0,3	12±0,3

Анализируя полученные данные, можно отметить, что при применении стандартной технологии имплантации отмечается повышение подфасциального давления в футлярах голени.

В поверхностном и глубоком задних футлярах, данное давление (max 13 мм. рт. ст.) можно отнести к незначительному и границам нормы. Изменения в переднелатеральном и латеральном футлярах имеют совсем другой характер. Если в период сразу после имплантации данные носят пограничный

характер между верхней границей нормы и МГИС легкой степени, то через 24 после имплантации фиксатора ПФД соответствует уже легкой степени МГИС.

Более выраженные изменения в данных футлярах, соответствующие легкой форме МГИС можно объяснить как значительно меньшим объёмом данных футляров, их формой (вытянутой на всем протяжении), так и тем, что границами данных футляров на большом протяжении являются большеберцовая и малоберцовая кости. В процентном отношении соотношение мягкие ткани/кость, данные футляры имеют наибольшее соотношение площади костной ткани по отношению к мягким тканям.

Применение профилактических закрытых фасциотомий при БИОС большеберцовой кости позволило нам в раннем послеоперационном периоде избежать клинических проявлений МГИС. Во всех случаях отсутствовали осложнения в виде ранних инфекционных, так и поздних – остеомиелит, несращение костных фрагментов, снижение функциональных характеристик в оперированной конечности, в том числе снижение силы мышц, возникающих вследствие рубцово-фиброзного перерождения мягких тканей.

Таким образом, проведение профилактической декомпрессии переднелатерального и латерального футляра является обязательным условием проведения БИОС после закрытой репозиции. Технически проведение фасциотомии данных футляров является более удобным из доступа для имплантации стержня. Для выполнения декомпрессии необязательным условием является наличие специального инструментария – фасциотома.

При проведении фасциотомии футляров голени при проведении БИОС большеберцовой кости мы получили данные, указанные в таблице 7.

Анализируя полученные данные с применение декомпрессии футляров голени при проведении металлоостеосинтеза большеберцовой кости можно отметить, что ни в одном случае данных, указывающих, о наличии МГИС не было. Уровень подфасциального давления даже не доходил до уровня пограничного значения развития данного синдрома.

До имплантации цифры тканевого давления были идентичны с контрольной группой, и составляли 6–7 мм. рт. ст.

После формирования канала для имплантации интрамедуллярного фиксатора, уровень подфасциального давления так же не отличался в двух исследуемых группах и составлял от 7 мм. рт. ст. до 9 мм. рт. ст.

После имплантации фиксатора, появляются достоверные данные различия подфасциального давления в группе пациентов с применением фасциотомий и в контрольной группе. Так, в исследуемой группе в заднем поверхностном и заднем глубоком футлярах голени различий не наблюдалось. В переднелатеральном – в среднем ПФД соответствовала $12 \pm 0,5$ мм. рт. ст. против $17 \pm 0,5$ мм. рт. ст. в контрольной группе. Учитывая, что до 14 мм. рт. ст. можно считать нормой, указанные данные не выходили за её границу. В латеральном футляре голени уровень ПФД соответствовал $11 \pm 0,5$ мм. рт. ст., и по сравнению с контрольной группой ($15 \pm 0,5$ мм. рт. ст.) был на 4 мм. рт. ст. ниже и не выходил за границу нормы.

Таблица 7 – Данные подфасциального давления (мм. рт. ст.) при имплантации БИОС с применением декомпрессии футляров

Вид исследования	Футляры голени			
	передне-латеральный	латеральный	задний поверхностный	задний глубокий
до имплантации фиксатора	$7 \pm 0,3$	$6 \pm 0,3$	$7 \pm 0,3$	$6 \pm 0,2$
после обработки канала для имплантации фиксатора	$9 \pm 0,5$	$9 \pm 0,6$	$7 \pm 0,2$	$7 \pm 0,2$
после имплантации фиксатора	$12 \pm 0,5$	$11 \pm 0,5$	$7 \pm 0,2$	$7 \pm 0,2$
завершение операции	$12 \pm 0,3$	$11 \pm 0,3$	$8 \pm 0,2$	$8 \pm 0,2$
через 24 ч после имплантации фиксатора	$13 \pm 0,6$	$13 \pm 0,7$	$9 \pm 0,3$	$10 \pm 0,3$

По прошествии 24 часов так же, как и контрольной группе отмечался подъём ПФД во всех четырех футлярах голени. Следует отметить, что клинических симптомов МГИС не отмечалось ни в одном случае, и так же уровень болевого синдрома был не выражен. Степень повышения ПФД была так же в границах нормы: переднелатеральный футляр $13 \pm 0,6$ ($21 \pm 0,7$) мм. рт. ст., латеральный футляр $13 \pm 0,7$ ($22 \pm 0,8$) мм. рт. ст., задний поверхностный футляр $9 \pm 0,3$ ($11 \pm 0,3$) мм. рт. ст., задний глубокий футляр $10 \pm 0,2$ ($12 \pm 0,3$) мм. рт. ст.

Учитывая вышеизложенное, можно сделать заключение об эффективности проведения фасциотомии футляров голени во время проведения БИОС большеберцовой кости с целью профилактики МГИС.

Для наглядности сравнения данных, нами построены графики, указанные на рисунке 3.

В качестве задачи изучалась необходимость включения в комплекс лечения данной группы пациентов, курса санаторно-курортного лечения в физиотерапевтических больницах Крыма.

В комплексе лечения МГИСа санаторно-курортное лечение применялось не ранее, чем через 4-6 недель, то есть только с начала развития реактивно-восстановительного периода. При наличии МГИС в субклинических формах или без него, санаторно-курортное лечение таким пациентам проводилось не ранее чем через 6-7 месяцев после проведенного оперативного лечения.

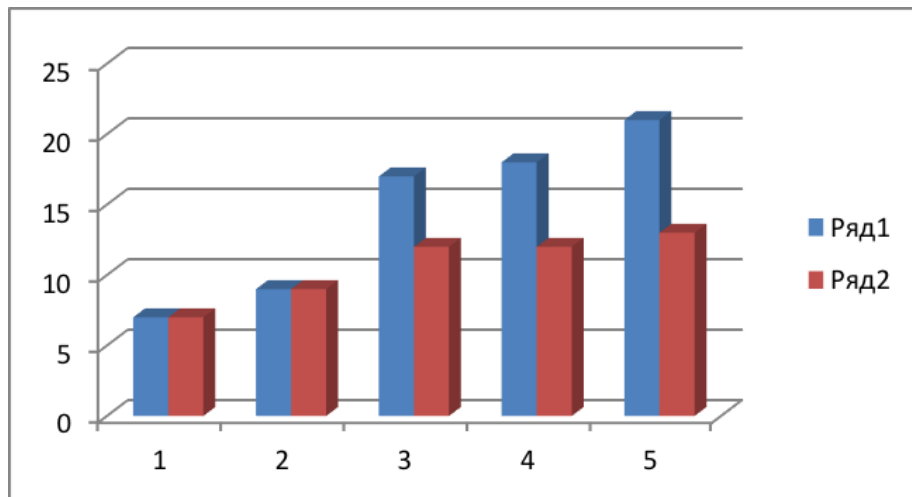


Рисунок 3 - Динамика изменений ПФД переднелатерального футляра голени в исследуемой и контрольных группах

Во время лечения использовалась санаторно-курортная база Крыма – физиотерапевтическая больница № 1 города Саки, и физиотерапевтическая больница «Черные воды» Бахчисарайского района.

Контроль качества лечения пациентов проводился по визуально-аналоговой шкале (ВАШ). Исходный уровень сопутствующих расстройств, заключающихся в нарушении функции поврежденной конечности и смежных суставов (контрактуры, тугоподвижность), неврологических расстройств (анестезии, гипостезии и парестезии), уровень силы мышц оперированной конечности, наличие отеков, предлагалось оценить больному в 10 баллов.

Повторно опрос осуществлялся, после проведенного санаторно-курортного лечения. В наблюдении участвовало 10 пациентов, потребовалось в 3 случаях повторный курс (ФТБ г. Саки) санаторно-курортного лечения. В 80% случаев отмечалась положительная динамика – снижение уровня дискомфорта до 3 баллов, после однократного пребывания в клинике курорта. В последующем, для данной категории больных, практически отсутствовали медицинские показания для повторного санаторно-курортного лечения. Остальные 2 пациентов нуждались в повторных циклах, их уровень субъективных ощущений оценивался в 6-7 баллов. Для наглядности, нами приведена диаграмма баллов по ВАШ до и после лечения в виде графика (Рисунок 4).

Так же субъективно пациенты отмечали функциональные улучшения в виде «более точных движений», «легкости в движениях», большей физической выносливости поврежденной конечности. Динамика изменения дискретной чувствительности в процессе санаторно-курортного лечения представлена на рисунке 5.

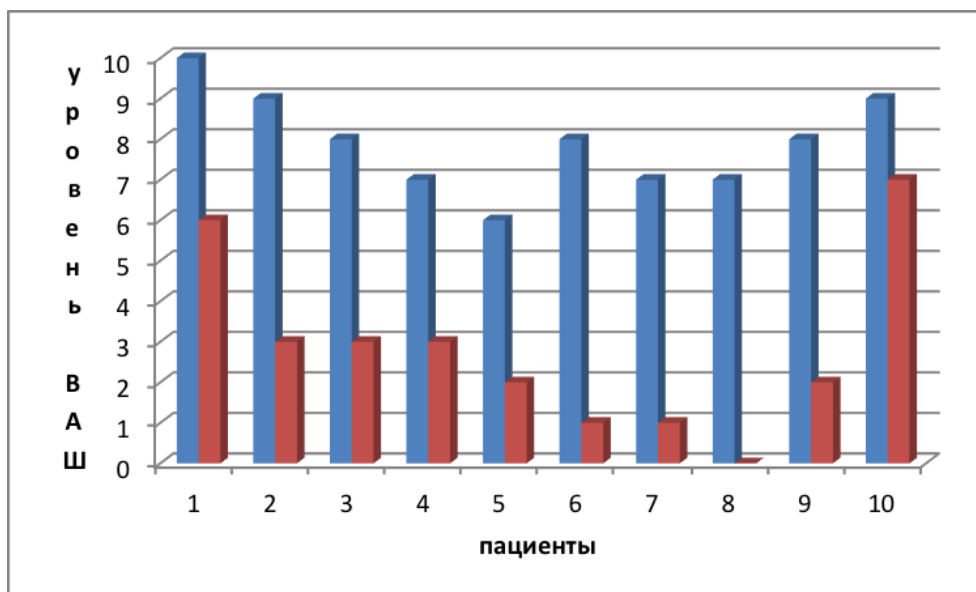


Рисунок 4 - Динамика показателей ВАШ у пациентов, получивших санаторно-курортное лечение

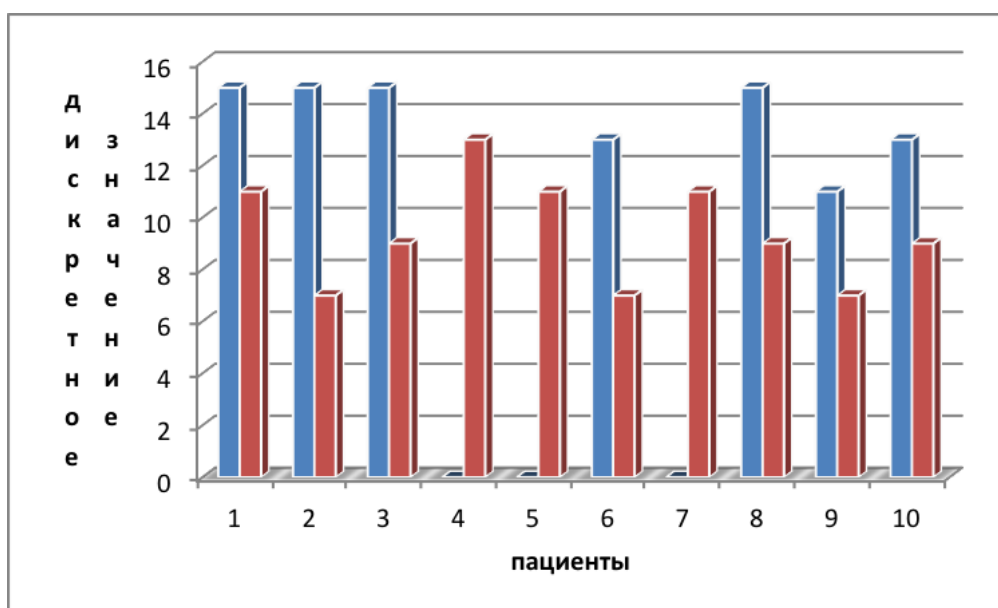


Рисунок 5 - Динамика изменения дискретной чувствительности в процессе санаторно-курортного лечения

Заключение. Методика профилактики местного гипертензионно-ишемического синдрома (МГИС), представленная в нашем исследовании и заключающаяся в превентивной фасциотомии демонстрирует значительную эффективность в сравнении с традиционными методами предотвращения этого заболевания. В отличие от стандартных подходов, данный метод не наносит лишних повреждений тканям и не требует изменений в процессе имплантации блокируемого интрамедуллярного фиксатора. Более того, он минимизирует риск

осложнений и не увеличивает вероятность появления побочных нежелательных эффектов после операции.

Методика субфасциального рассечения с применением разработанного нами инструментария нуждается в широком внедрении в стандартную практику травматологических стационаров.

Перспективы дальнейшей разработки темы. Применение данного способа предупреждения и лечения местного гипертензионного ишемического синдрома дало положительные клинические результаты. На следующем этапе перспективной представляется тема разработки способов профилактики и лечения гипертензионного ишемического синдрома других локализаций, в частности предплечья.

ВЫВОДЫ

1. Развитие компартмент синдрома после металлоостеосинтеза большеберцовой кости остается самым частым осложнением данного типа вмешательств и верифицируется в 39,58% наблюдений, при проведении фасциотомии - в 0%; гематомы 14,58%, при проведении фасциотомии в 24,44%; замедленное сращение перелома 10,42%, при проведении фасциотомии – 2,22%.

2. Мониторинг субфасциального давления после операции на большеберцовой кости для предупреждения возникновения осложнений позволяет прогнозировать течение послеоперационного периода. Факторами риска при этом является повышение ПФД более 20 мм рт ст.

3. Одномоментное проведение фасциотомии при металлоостеосинтезе большеберцовой кости снижает вероятность развития компартмент синдрома на 100%.

4. При осуществлении фасциотомии осложнений в виде компартмент-синдрома, повреждений магистральных сосудов и инфекции области хирургического вмешательства не отмечено.

5. При проведении металлоостеосинтеза большеберцовой кости с применением фасциотомии не сопровождаются большим числом осложнений, что благоприятно сказывается на сроках госпитализации и последующей реабилитации пациентов. Наблюдались следующие виды осложнений гематома (6,67%), поверхностная ИОХВ (2,22%), глубокая ИОХВ (2,22%), замедленное сращение перелома (2,22%).

ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

1. Использование блокируемого металлоостеосинтеза при диафизарных переломах большеберцовой кости является методом выбора. Предпочтение следует отдавать закрытой репозиции, с последующим проведением интрамедуллярного блокирующего остеосинтеза.

2. После металлоостеосинтеза рекомендуется проведение профилактической или лечебной из хирургических доступов, примененных для имплантации металлоконструкции.

3. Наиболее оптимальным и безопасным способом проведения фасциотомии является разработанный нами полужакрытый метод с применением разработанного нами фасциотома.

4. Применение специального фасциотома нашей конструкции позволят избежать лишнего повреждение магистральных сосудов, а, следовательно, и исключить вероятность развития массивного кровотечения или образования гематомы.

5. После операции, в раннем послеоперационном периоде необходим мониторинг субфасциального давления, для чего можно использовать предложенный нами метод измерения субфасциального давления.

СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

1. Тихоненко, А. А. Динамика измерения значения креатинкиназы при проведении блокируемого интрамедуллярного остеосинтеза большеберцовой кости / А. А. Тихоненко А. В. Ткач // Медико-фармацевтический журнал Пульс. - 2024. - Т. 26, № 6. - С. 108-112.

2. Тихоненко, А. А. Схема обследования пациентов с компартмент-синдромом / А. А. Тихоненко. В сборнике: Теоретические и практические аспекты современной медицины. Материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, посвященной 90-летию со дня основания медицинского вуза в Крыму. - Симферополь, 2021. - С. 351-352.

3. Профилактика компартмент-синдрома при проведении закрытого блокируемого интрамедуллярного остеосинтеза костей голени / А. В. Ткач, А. А. Тихоненко, М. В. Андрианов [и др.] // Вестник физиотерапии и курортологии. - 2020. - Т. 26, № 3. - С. 31-37.

4. Prevention and treatment of the compartment syndrome during closed locable intramedullary osteosynthesis of tibia / A. V. Tkach., V. U. Mykhaylichenko, A. V. Plotkin [et al.] // Indo American Journal of Pharmaceutical Sciences. - 2019. - Vol. 6, № 10. – P. 12600-12609.

5. Патогенетические подходы к коррекции повреждений тканей конечности при экспериментальном реперфузионном синдроме / А. А. Тихоненко, А. Г. Мальченко, А. В. Ткач, А. А. Тихоненко. В книге: XII Всероссийский съезд травматологов-ортопедов. Сборник тезисов. - Санкт-Петербург, 2022. - С. 909-910.

6. Методы диагностики и предотвращения компартмент-синдрома при выполнении закрытого блокируемого интрамедуллярного остеосинтеза большеберцовой кости / А. А. мл. Тихоненко, А. В. Ткач, А. А. Тихоненко [и др.] // Таврический медико-биологический вестник. - 2022.- Т. 25, № 1. - С.50-54.

7. Патент № 2834533 Российская Федерация, МПК А61В 17/72 (2024.08) А61В 17/3209 (2024.08) А61В 17/3211 (2024.08). Способ выполнения фасциотомии костно-фасциальных футляров голени при проведении блокируемого

интрамедуллярного остеосинтеза : № 2024119864 : заявл. 15.07.2024 : опубликовано 11. 02. 2025 / Тихоненко А. А. , Ткач А. В., Тихоненко А. А. ; заявитель КФУ – 12 с.

8. Патент № 2843594 С1 Российская Федерация, МПК А61В 17/66. (2025.01) Компрессионо-дистракционный аппарат внешней фиксации для лечения повреждений, деформаций и укорочения трубчатых костей : № 2024122484 : заявл. 06.08.2024 : опубл. 16.07.2025 / А. А. Тихоненко, А. В. Ткач, А. А. Тихоненко, Е. А. Федulichева. заявитель КФУ– 10 с.

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ И УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ

ГБУЗ	- государственное бюджетное учреждение здравоохранения
ГБУЗС	- государственное бюджетное учреждение здравоохранения
	Севастополя
ИП	- индекс прогноза
ОАК	- общий анализ крови
ОАМ	- общий анализ мочи
СЗГМУ	- Северо-Западный государственный медицинский университет
ФГАОУ ВО	- Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
ЭКГ	- электрокардиограмма