

УДК 616.718.5-001.5-085

<https://doi.org/10.18705/3034-7270-2026-2-2-165-170>

ПРОФИЛАКТИКА ИШЕМИЧЕСКИХ РАССТРОЙСТВ ГОЛЕНИ

А.В. Ткач, А.А. Тихоненко, А.Г. Мальченко

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Крымский федеральный университет им. В. И. Вернадского», Симферополь, Республика Крым, Россия

РЕЗЮМЕ. Ишемические расстройства голени связаны в большинстве случаев с возникновением местного гипертензионного ишемического синдрома. Данный синдром в легкой степени и средней тяжести трудно диагностируется, так как маскируется под клиническими симптомами полученной травмы. Однако впоследствии могут появляться характерные осложнения в раннем периоде – инфицирование ран, а в позднем – в виде рубцово-фиброзного перерождения тканей, замедленного сращения или несращения перелома. Цель исследования – определить необходимость проведения профилактической фасциотомии в четырех футлярах голени при проведении блокируемого интрамедуллярного остеосинтеза у пациентов с переломом диафиза большеберцовой кости. В наших исследованиях наблюдалось 93 пациента с переломом диафиза большеберцовой кости, из них 45 выполнялись полужакрытые профилактические фасциотомии из стандартных доступов для имплантации металлоконструкции. Нами проводился мониторинг тканевого давления с использованием аппарата Stryker. Каждому пациенту проводилось определение подфасциального давления на пяти этапах: перед началом оперативного вмешательства; после проведенного рассверливания костномозгового канала; после имплантации интрамедуллярного стержня; после проведенной фасциотомии с последующим наложением швов на кожу; через 24 ч после выполнения оперативного вмешательства. При проведении металлоостеосинтеза большеберцовой кости клинически значимое повышение подфасциального давления (ПФД) было отмечено в латеральном и переднелатеральном футлярах голени. В заднем поверхностном и заднем глубоком футлярах отмечаются незначительные изменения ПФД.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: перелом большеберцовой кости, местный гипертензионный ишемический синдром, подфасциальное давление, ишемия, фасциотомия

ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ: Ткач А.В., Тихоненко А.А., Мальченко А.Г. Профилактика ишемических расстройств голени. *Российский хирургический журнал*. 2026;2(2):165–170. <https://doi.org/10.18705/3034-7270-2026-2-2-165-170>; <https://elibrary.ru/YAGSHV>

PREVENTION OF ISCHEMIC DISORDERS OF THE SHIN

A.V. Tkach, A.A. Tikhonenko, A.G. Malchenko

V.I. Vernadsky Crimean Federal University, Simferopol, Republic of Crimea, Russia

ABSTRACT. Ischemic disorders of the shin are associated in most cases with the occurrence of local hypertensive ischemic syndrome. This syndrome, of mild to moderate severity, is quite difficult to diagnose, as it is masked by the clinical symptoms of the injury, but later characteristic complications may appear in the early period – infection of wounds, and later in the form of scar-fibrous tissue degeneration, delayed or non-healing of the fracture. The aim of the study was to determine the need for preventive fasciotomy in four shin cases during blocking intramedullary osteosynthesis in patients with fractured tibial diaphysis. In our studies, 93 patients with tibial diaphysis fractures were observed, 45 of them underwent semi-closed preventive fasciotomies from standard approaches for implantation of metal structures. We carried out monitoring of tissue pressure using the “Stryker” device. The pressure was determined at the following stages: before surgery, immediately after re-drilling the bone marrow canal, after implantation of the metal structure, after fasciotomy followed by suturing the skin, 24 hours after surgery. During metallosteosynthesis of the tibia, a clinically significant increase in subfascial pressure is noted in the anterolateral and lateral compartments of the tibia. There is a slight change in subfascial pressure in the posterior surface and posterior deep compartments.

KEYWORDS: tibial fracture, local hypertensive ischemic syndrome, subfascial pressure, ischemia, fasciotomy

FOR CITATION: Tkach A.V., Tikhonenko A.A., Malchenko A.G. Prevention of ischemic disorders of the shin. *Russian Surgical Journal*. 2026;2(2):165–170. <https://doi.org/10.18705/3034-7270-2026-2-2-165-170>; <https://elibrary.ru/YAGSHV> (In Russ.).

Введение

Нарушения кровообращения в мышцах голени чаще всего бывают обусловлены развитием местного гипертензионного ишемического синдрома (МГИС). Локальное повышение давления легкой и средней тяжести зачастую трудно верифицируется, так как скрывается под маской клинических симптомов полученной травмы. Вместе с тем, после травмы нередко могут появляться характерные осложнения: в раннем периоде – инфицирование ран, а в позднем – контрактуры, рубцово-фиброзное перерождение тканей, замедленная консолидация или несращения перелома с формированием ложного сустава. Местный гипертензионный ишемический синдром тяжелой степени диагностируется легко, так как для него характерны симптомы нарушения магистрального кровоснабжения сегмента или конечности [1–3].

Р.Р. Симон и С.Д. Кенигскнехт предложили следующую тактику – проводить блокаду звездчатого шейного узла, если в течение 30 мин не купировались симптомы МГИС, то рекомендуют выполнить фасциотомию [3, 4]. «Не следует выжидать и наблюдать, ибо цель – восстановить кровообращение до наступления непоправимых нарушений. При наличии боли, невозможности пассивного разгибания пальцев руки или стопы, чувствительных нарушениях, показана фасциотомия» [4].

Согласно рекомендациям, врачебный контроль эффективности проводимой консервативной терапии должен осуществляться каждый 1–2 ч. При нарастании неврологических дефицитов, отека или отсутствии положительной динамики от проводимого консервативного медикаментозного лечения в течение 2–3 ч, выносятся

показания для выполнения декомпрессионной фасциотомии [6].

Показания к фасциотомии [6, 7]: выраженный прогрессирующий отек поврежденной конечности, прогрессирующее нарушение лимфо- и кровообращения, ишемическая контрактура (некроз) отдельных групп мышц, гнойная (анаэробная) инфекция, наличие очагов некроза или нагноения при сомнительных результатах определения их локализации с помощью других диагностических методов [6, 7]. Данные показания спорные, учитывая, что при наличии уже сформировавшегося некроза тканей проводить фасциотомию рискованно, учитывая риск инфицирования [8]. Вторым спорным моментом является выполнение фасциотомии при появлении ишемии, кроме риска описанных угроз, у пациента, когда уже имеется стойкое нарушение функции конечности. Высказывание Брукса, ставшее крылатым по этому поводу: «при выявлении симптомов классической контрактуры Фолькмана, война с ишемией уже проиграна» [9].

Цель исследования – определить необходимость проведения профилактической фасциотомии в четырех футлярах голени при проведении блокируемого интрамедуллярного остеосинтеза (БИОС) у пациентов с переломом диафиза большеберцовой кости.

Материал и методы

Для обработки полученных данных использовались стандартные программы Microsoft Excel, при помощи которых проводилась статистическая обработка полученных данных. Данные о половой, возрастной группе пациентов с переломами диафиза большеберцовой кости представлены в табл. 1.

Таблица 1. Распределение пациентов по полу и возрасту

Table 1. Distribution of patients by gender and age

Возраст, годы	Пол		Итого	
	мужчины	женщины	абс.	%
21–40	18	1	19	20,43
41–60	44	14	58	62,37
61–70	11	4	15	16,13
71–80	0	1	1	1,07
Всего	73	20	93	100

Как видно из таблицы 1, подавляющее большинство пациентов составили мужчины – 73 (78,5 %), женщины – 20 (31,5 %). Средний возраст пациентов с переломом диафиза большеберцовой кости – 45 лет, в группе пострадавших в возрасте от 30 до 50 лет наблюдалось 58, что составило 62,37 % от общего числа наблюдений.

В наших исследованиях наблюдалось 93 пациента с переломом диафиза большеберцовой кости, из них 45 выполнялись полузакрытые профилактические фасциотомии из стандартных доступов для имплантации металлоконструкции [3, 10].

Результаты и исследования

Проведение фасциотомии желательно выполнить до появления клинических симптомов ишемических расстройств тканей [3], так как при развитии ишемических изменений тканей можно только бороться с уменьшением степени осложнений, к которым приводит ишемия, и усиливается риск инфицирования тканей в результате разрезов кожи, «открывая ворота» для проникновения инфекции в ткани с нарушенным кровоснабжением,

и соответственно концентрации антибактериального препарата [3].

Учитывая изложенное, решено проводить профилактические фасциотомии. Положительной стороной на наш взгляд является то, что при выполнении БИОС большеберцовой кости выполнение фасциотомии всех четырех футляров голени проводится из стандартных доступов для проведения данного вида металлоостеосинтеза [4]. Кожные покровы для доступа ушиваются, тем самым проводится минимизация возможности дополнительного риска инфицирования и кровопотери в послеоперационном периоде.

Проводился мониторинг тканевого давления с использованием аппарата Stryker. Каждому пациенту проводилось определение подфасциального давления на пяти этапах: перед началом оперативного вмешательства; после проведенного рассверливания костномозгового канала; после имплантации интрамедуллярного стержня; после проведенной фасциотомии с последующим наложением швов на кожу; через 24 ч после выполнения оперативного вмешательства (табл. 2, 3).

Таблица 2. Данные подфасциального давления (мм рт. ст.) в контрольной группе пациентов [11]

Table 2. Subfascial pressure data (mm Hg) in the control group of patients [11]

Вид исследования	Футляры голени			
	переднелатеральный	латеральный	задний поверхностный	задний глубокий
Перед операцией	7±0,3	6±0,3	7±0,3	6±0,3
После рассверливания костномозгового канала	9±0,7	9±0,8	7±0,3	7±0,2
После имплантации металлоконструкции	17±0,5	15±0,5	7±0,2	7±0,2
После наложения швов на кожу	18±0,3	17±0,3	8±0,2	8±0,2
Через 24 ч после оперативного лечения	21±0,7	22±0,8	11±0,3	12±0,3

Таблица 3. Данные подфасциального давления (мм рт. ст.) в исследуемой группе пациентов

Table 3. Subfascial pressure data (mm Hg) in the study group of patients

Вид исследования	Футляры голени			
	переднелатеральный	латеральный	задний поверхностный	задний глубокий
Перед операцией	7±0,3	6±0,3	7±0,3	6±0,2
После рассверливания костномозгового канала	9±0,5	9±0,6	7±0,2	7±0,2
После имплантации металлоконструкции	12±0,5	11±0,5	7±0,2	7±0,2
После наложения швов на кожу	12±0,3	11±0,3	8±0,2	8±0,2
Через 24 ч после оперативного лечения	13±0,6	13±0,7	9±0,3	10±0,3

Обсуждение

Своевременная проведенная фасциотомия приводит к декомпрессии костно-мышечного футляра, что способствует нормализации кровоснабжения, уменьшению степени гипоксии тканей, что предупреждает некротизирование тканей поврежденного сегмента. По данным Э.А. Нечаева и соавт. [7] повышение внутритканевого давления до 50 мм рт. ст. приводит к «полному прекращению тканевой перфузии, вследствие чего через 4–8 ч в тканях развиваются выраженные ишемические явления, а через 12 ч – необратимые поражения мышц и нервов». Авторы указывают на то, что ишемический отек нарастает без видимых клинических признаков вплоть до некроза мышц при неизменных кожных покровах. Это связано с тем, что артерии, питающие кожу, располагаются вне костно-мышечных футляров, и тем самым не подвергаются компрессии. Нарушение трофики кожных покровов наступает лишь в крайних стадиях, когда происходит вторичное нарушение тока крови по магистральным сосудам [7].

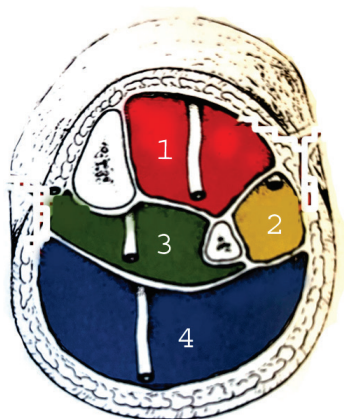


Схема расположения футляров голени
(по С. С. Страфуну с изменениями [6])

1 – переднелатеральный футляр, 2 – латеральный,
3 – задний глубокий, 4 – задний поверхностный

Scheme of the location of the calf sheaths
(according to S. S. Stratun, with modifications [6])

1 – anterolateral sheath, 2 – lateral, 3 – posterior deep,
4 – posterior superficial

Следовательно, при проведении декомпрессионной фасциотомии устраняется один из главных факторов «порочного круга» – гипертензия тканей внутри костно-мышечных футляров. Однако каждый сегмент имеет несколько костно-мышечных футляров, к примеру, на голени их четыре. Схематически локализация костно-мышечных футляров конечностей представлена на рисунке. Исходя из изложенного, видно, что эффективность фасциотомии возрастает, если при ее планировании учитываются топографо-анатомические особенности,

строение костно-мышечных футляров поврежденного сегмента (см. рисунок).

Наиболее выраженные расстройства кровообращения наблюдаются при отеке передней группы мышц голени, находящейся по сравнению с другими мышцами в наименее выгодных условиях, поскольку она заключена в плотный футляр, состоящий из большеберцовой и малоберцовой костей и плотной фасции [12]. Первым симптомом ишемического повреждения мышц по данным Э.А. Нечаева и соавт. [7] является нарушение активного сгибания первого пальца стопы [7]. Следовательно, при проведении фасциотомии, следует учитывать наличие четырех футляров, в каждом из которых возможно развитие местного гипертензионно ишемического синдрома.

Заключение

В наших исследованиях, основанных на 93 случаях, отмечено, что в 90 % случаев уровень подфасциального давления повышался только в переднелатеральном и латеральном футлярах голени. Только в 10 % случаях отмечались гипертензионные расстройства в заднем и заднелатеральном футлярах. Связано это, на наш взгляд, с анатомическими особенностями строения данных футляров голени. Так, переднелатеральный и латеральные футляры маленькие по объему, большую часть их границ занимают большеберцовая и малоберцовая кости. Ввиду чего у них практически нет компенсационных механизмов в нивелировании тканевого давления. Задние футляры значительно большие по объему и способны по анатомическому строению компенсировать тканевую гипертензию.

На основании полученных данных подфасциального давления в динамике после проведенного металлоостеосинтеза можно сделать заключение: при проведении металлоостеосинтеза большеберцовой кости клинически значимое повышение ПФД отмечается в переднелатеральном и латеральном футлярах голени [13]. В заднем поверхностном и заднем глубоком футлярах отмечаются незначительные изменения ПФД. Следовательно, проведение профилактических фасциотомий при проведении БИОС показано только в двух футлярах голени – переднелатеральном и латеральном. Выполнения профилактических фасциотомий во всех четырех футлярах голени показано лишь в тех случаях, когда металлоостеосинтез большеберцовой кости проводится при наличии МГИС легкой или средней степени.

Выводы

Проведение профилактических фасциотомий голени для профилактики ишемических

нарушений при проведении блокирующего интрамедуллярного остеосинтеза большеберцовой кости показано в двух футлярах голени – переднелатеральном и латеральном. Если БИОС большеберцовой кости проводится при наличии местного гипертензионного ишемического синдрома, показано проведение декомпрессионных фасциотомий во всех четырех футлярах голени.

Конфликт интересов / Conflict of interests

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов / The authors declare no conflict of interests.

Соответствие нормам этики / Compliance with ethical principles

Исследование одобрено локальным этическим комитетом. Пациентами подписано информированное согласие на публикацию данных, полученных в результате исследований / The study was approved by the Local Ethics Committee. All patients signed informed consent for the publication of the research data.

Авторы заявляют об отсутствии использования генеративного искусственного интеллекта / The authors declare no use of Generative AI in the preparation of this manuscript.

Список источников / References

1. Страфун С.С., Ткач А.В., Дворский А.Г. и др. Алгоритм ранней диагностики и тактика лечения компартмент-синдрома. *Медицина катастроф*. 2015;1(89):34–39.
Strafun SS, Tkach AV, Dvorsky AG, et al. Algorithm of early diagnosis and tactics of treatment of compartment syndrome. *Disaster Medicine*. 2015;1(89):34–39 (In Russ.).
2. Кезля О.П., Гивойно Л.В. Острый компартмент-синдром как осложнение переломов костей голени. *Новости хирургии*. 2010;4:146–156. <https://elibrary.ru/paajuz>
Kezlya OP, Givoyno LV. Acute compartment syndrome as a complication of tibial fractures. *Novosti khirurgii*. 2010;4:146–156. (In Belarus.) <https://elibrary.ru/paajuz>
3. Плоткин А.В., Ткач А.В., Федulichев П.Н., Дворский А.Г. Технологии лечения местного гипертензионного ишемического синдрома при повреждении голени. *Медицина катастроф*. 2016;3(95):32–35. <https://elibrary.ru/wmgqyj>
Plotkin AV, Tkach AV, Fedulichev PN, Dvorsky AG. Technology of treatment of local hypertension-ischemic syndrome in lower leg injury. *Disaster medicine*. 2016;3(95):32–35. (In Russ.) <https://elibrary.ru/wmgqyj>
4. Симон Р.Р., Кенигскнехт С.Д. Неотложная ортопедия. Конечности. М.: Медицина; 1998. 624 с. (In Russ.).
Simon R.R., Koenigsknecht S.D. Emergency orthopedics. Limbs. M.: Medicine; 1998. 624 p. (In Russ.)
5. Ишемическая контрактура Фолькмана. Клиника и лечение MedUniver. Доступно по ссылке: https://meduniver.com/Medical/travmi/ishemicheskaja_kontraktura_folkmana.html [цитировано 28 февраля 2026].
Folkman's ischemic contracture. MedUniver clinic and treatment. Available from: https://meduniver.com/Medical/travmi/ishemicheskaja_kontraktura_folkmana.html [cited February 28, 2026].
6. Страфун С.С., Ткач А.В., Федulichев П.Н., Плоткин А.В. Санаторно-курортное лечение пациентов с compartment syndrome. *Вестник физиотерапии и курортологии*. 2015;21(2):157.
Strafun S.S., Tkach A.V., Fedulichev P.N., Plotkin A.V. Sanatorium treatment of patients with compartment syndrome. *Bulletin of Physiotherapy and Balneology*. 2015;21(2):157. (In Russ.).
7. Нечаев Э.А., Ревской А.К., Савицкий Г.Г. Синдром длительного сдавления. М.: Медицина; 1993. 208 с.
Nechaev EA, Revskoy AK, Savitsky GG. Crush Syndrome. Moscow: Medicine; 1993. 208 p. (In Russ.)
8. Ткач А.В., Плоткин А.В. Структурные изменения скелетных мышц при местном гипертензионном ишемическом синдроме. *Морфология*. 2018;153(1):49–54. <https://doi.org/10.17816/morph.398190>
Tkach AV, Plotkin AV. Structural changes in skeletal muscles in local hypertensive ischemic syndrome. *Morphology*. 2018;153(1):49–54. (In Russ.) <https://doi.org/10.17816/morph.398190>
9. Brooks B. Pathologic changes in muscle as a result of disturbances of circulation: an experimental study of Volkmann's ischemic paralysis. *Arch. Surg*. 1922;51:18–216.
10. Тихоненко А.А. (мл.), Ткач А.В., Тихоненко А.А. и др. Методы диагностики и предотвращения компартмент-синдрома при выполнении закрытого блокируемого интрамедуллярного остеосинтеза большеберцовой кости. *Таврический медико-биологический вестник*. 2022;25(1):50–54. <https://doi.org/10.37279/2070-8092-2022-25-1-50-54>, <https://elibrary.ru/ttsqvo>
Tihonenko AA (jr), Tkach AV, Tihonenko AA, et al. Methods of prevention of a compartment syndrome in closed lockable intramedullary osteosynthesis of tibia. *Tavrich medical and biological bulletin*. 2022;25(1):50–54. (In Russ.) <https://doi.org/10.37279/2070-8092-2022-25-1-50-54>, <https://elibrary.ru/ttsqvo>
11. Ткач А.В., Тихоненко А.А., Андрианов М.В. и др. Профилактика компартмент-синдрома при проведении закрытого блокируемого интрамедуллярного остеосинтеза костей голени. *Вестник физиотерапии и курортологии*. 2020;26(3):31–37. <https://doi.org/10.37279/2413-0478-2020-26-3-31-37>, <https://elibrary.ru/mjlzpy>
Tkach AV, Tikhonenko AA, Andrianov MV. Prevention and treatment of compartment syndrome during closed lockable intramedullary osteosynthesis of shin bones. *Bulletin of physio- and resort therapy*. 2020;26(3):31–37. (In Russ.) <https://doi.org/10.37279/2413-0478-2020-26-3-31-37>, <https://elibrary.ru/mjlzpy>
12. Ревской А.К., Люфтинг А.А., Николенко В.К. Огнестрельные ранения конечностей: руководство для врачей. М.: Медицина; 2007. 272 с.

Revskoy AK, Lyufing AA, Nikolenko VK. Gunshot wounds of the extremities: a guide for physicians. Moscow: Medicine; 2007. 272 p. (In Russ.)

13. Тихоненко А.А., Ткач А.В. Динамика изменения значения креатинкиназы при проведении блокируемого интрамедуллярного остеосинтеза большеберцовой кости. *Медико-фармацевтический журнал «Пuls»*. 2024;26(6):108–112. <http://dx.doi.org/10.26787/nydha-2686-6838-2024-26-6-108-112>

Tyhoneko AA, Tkach AV. Dynamics of changes of creatine kinase during blocked intramedullary osteosynthesis of the tibia. *Medical and pharmaceutical journal "Pulse"*. 2024;26(6):108–112. (In Russ.) <http://dx.doi.org/10.26787/nydha-2686-6838-2024-26-6-108-112>

Авторы

Ткач Андрей Викторович ✉ – д-р мед. наук, доцент, заведующий кафедрой травматологии и ортопедии, Медицинский институт им. С. И. Георгиевского, ФГБОУ ВО «Крымский федеральный университет им. В. И. Вернадского», Министерство образования РФ, Симферополь, Республика Крым, AndreyT_71@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-1209-4388>

Тихоненко Андрей Александрович – ассистент кафедры травматологии и ортопедии, Медицинский институт имени С. И. Георгиевского, ФГБОУ ВО «Крымский федеральный университет им. В. И. Вернадского», Министерство образования РФ, Симферополь, Республика Крым, tihonenckoand@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0003-4020-3593>

Мальченко Анатолий Григорьевич – канд. мед. наук, доцент, доцент кафедры травматологии и ортопедии, Медицинский институт имени С. И. Георгиевского, ФГБОУ ВО «Крымский федеральный университет им. В. И. Вернадского», Министерство образования РФ, Симферополь, Республика Крым, shevchenkovo14@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-0747-0956>

Вклад авторов:

Ткач А.В. – разработка концепции, написание статьи, утверждение финального варианта; Тихоненко А.А. –

подбор литературы по теме, анализ результатов исследования, написание статьи; Мальченко А.Г. – разработка концепции, написание статьи, анализ результатов исследования.

Authors

Tkach Andrey V. ✉ – Doctor of Medical Sciences, Associate Professor, Head of the Department of Traumatology and Orthopedics, docent, MA named after S. I. Georgievsky, V. I. Vernadsky Crimean Federal University, Simferopol, Republic of Crimea, andrey-71@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-1209-4388>

Tihonenko Andrey A. – Assistant of the Department of Traumatology and Orthopedics, MA named after S. I. Georgievsky, V. I. Vernadsky Crimean Federal University, Simferopol, Republic of Crimea, tihonenckoand@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0003-4020-3593>

Malchenko Anatoly G. – Candidate of Medical Sciences, Associate Professor of the Department of Traumatology and Orthopedics, MA named after S. I. Georgievsky, V. I. Vernadsky Crimean Federal University, Simferopol, Republic of Crimea, shevchenkovo14@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0003-0747-0956>

Contribution of the authors:

Tkach A.V. – development of the concept, writing the article, approval of the final version; Tikhonenko A.A. – selection of literature on the topic, analysis of research results, writing the article; Malchenko A.G. – development of the concept, writing the article, analysis of research results.

Поступила 05.03.2026

Принята 20.04.2026

Опубликована 29.06.2026

Received 05.03.2026

Accepted 20.04.2026

Publication 29.06.2026