

ISSN 1814-6023 (Print)

ISSN 2524-2350 (Online)

УДК 616.718.5-001.514-08

<https://doi.org/10.29235/1814-6023-2020-17-3-287-300>

Поступила в редакцию 03.02.2020

Received 03.02.2020

А. В. Селицкий, О. П. Кезля

Белорусская медицинская академия последипломного образования, Минск, Республика Беларусь

АЛГОРИТМ ЛЕЧЕНИЯ СЛОЖНЫХ СЕГМЕНТАРНЫХ И МНОГООСКОЛЬЧАТЫХ ДИАФИЗАРНЫХ ПЕРЕЛОМОВ БОЛЬШЕБЕРЦОВОЙ КОСТИ

Аннотация. В статье изучен клинический опыт хирургического лечения 239 пациентов со сложными сегментарными (Segmental type C2) и многооскольчатыми (Irregular type C3 according to the AO classification) переломами диафиза большеберцовой кости. У 215 (89,9 %) пациентов применялся внеочаговый остеосинтез аппаратом Илизарова, у 24 (10,1 %) – блокированный интрамедуллярный остеосинтез. Определен алгоритм пред- и послеоперационного ведения, хирургического лечения в зависимости от степени повреждения костной ткани, размера и характера ран при открытых переломах, степени повреждения мягких тканей при закрытых переломах.

Ключевые слова: сложные сегментарные переломы большеберцовой кости, алгоритм лечения, аппарат Илизарова, блокированный интрамедуллярный остеосинтез

Для цитирования: Селицкий, А. В. Алгоритм лечения сложных сегментарных и многооскольчатых диафизарных переломов большеберцовой кости / А. В. Селицкий, О. П. Кезля // Вест. Нац. акад. навук Беларусі. Сер. мед. навук. – 2020. – Т. 17, № 3. – С. 287–300. <https://doi.org/10.29235/1814-6023-2020-17-3-287-300>

Anton V. Sialitski, Oleg P. Kezlya

Belarusian Medical Academy of Postgraduate Education, Minsk, Republic of Belarus

ALGORITHM FOR TREATMENT OF COMPLEX SEGMENTAL AND COMPLEX IRREGULAR DIAPHYSIAL FRACTURES OF TIBIA

Abstract. In the article, clinical experience of surgical treatment of 239 patients with complex segmental (segmental type C2) and complex irregular (irregular type C3 according to the AO classification) diaphysial fractures of tibia is studied. 215 (89.9 %) patients had Ilizarov's external fixator and 24 (10.1 %) patients had blocked intramedullary nailing. The article determined the algorithm of preoperative and postoperative management, surgical treatment depending on the nature of bone tissue damage, the size and nature of wounds in open fractures, and the degree of damage to soft tissues in closed fractures.

Keywords: complex segmental fractures of tibia, treatment algorithm, Ilizarov's external fixator, intramedullary nailing

For citation: Sialitski A. V., Kezlya O. P. Algorithm for treatment of complex segmental and complex irregular diaphysial fractures of tibia. *Vesti Natsyonal'nai akademii navuk Belarusi. Seriya meditsinskikh navuk = Proceedings of the National Academy of Sciences of Belarus. Medical series*, 2020, vol. 17, no. 3, pp. 287–300 (in Russian). <https://doi.org/10.29235/1814-6023-2020-17-3-287-300>

Введение. Диафизарные переломы костей голени, по данным многих авторов, составляют 15–41 % от всех переломов и 30,3–61 % от переломов длинных трубчатых костей [1, 2]. При этом на открытые переломы голени приходится 54,7–78 % случаев от всех открытых повреждений длинных трубчатых костей [3–5]. Большинство пациентов этой группы – молодые люди трудоспособного возраста [6, 7]. Лечение рассматриваемой патологии осложняется сохраняющейся на протяжении многих лет относительно большой долей (до 26,8 %) случаев замедленной консолидации и образования ложных суставов [8–10].

Удельный вес сегментарных и многооскольчатых переломов диафиза большеберцовой кости составляет от 1,2 до 18,6 % от общего числа переломов костей голени [11, 12], но они имеют весьма тяжелые последствия, поскольку в 42,7 % случаев носят сочетанный и множественный характер [2, 11–13]. Проблемы лечения закрытых и открытых сегментарных и многооскольчатых диафизарных переломов большеберцовой кости в настоящее время окончательно не решены. По мнению G. J. Della Rocca с соавт. [14], лечение требует индивидуального подхода.

Анализ литературы показал, что в последние годы отмечается прогресс в подходах к лечению данной патологии. Несмотря на это, высокоэнергетическая травма голени остается одной из важных проблем из-за сосудисто-нервных поражений и обширных повреждений мягких тканей, которые затрудняют лечение и приводят к осложнениям [9, 15–17]. Большое количество ошибок в процессе лечения и наличие осложнений обусловлено неправильной интерпретацией клинической тяжести перелома и рентгенологической картины. При применении компрессионно-дистракционного остеосинтеза (КДО) и блокированного интрамедуллярного остеосинтеза (БИОС) используются стандартные подходы, не учитывающие особенности повреждения костной ткани и мягкотканых структур голени. Неправильный выбор предоперационной тактики ведения пациентов, применение стандартных схем внеочагового остеосинтеза без учета характера и особенностей перелома, отсутствие четких показаний и противопоказаний к КДО и БИОС, неадекватное ведение пациента в послеоперационном периоде приводят к замедленной консолидации и образованию ложных суставов, септическим осложнениям и посттравматическому остеомиелиту, ограничению трудоспособности и социальной адаптации пациентов.

В литературе остается спорным вопрос о выборе наиболее оптимального метода хирургического лечения пациентов с открытыми и закрытыми оскольчатыми и фрагментарными переломами костей голени, что требует проведения дальнейших исследований [14, 18].

Цель исследования – разработать алгоритм лечения пациентов со сложными сегментарными и многооскольчатыми диафизарными переломами большеберцовой кости для улучшения результатов лечения.

Материалы и методы исследования. Изучены результаты лечения 239 пациентов (198 мужчин и 41 женщины) со сложными сегментарными и многооскольчатыми переломами диафиза большеберцовой кости, прооперированных на базе Минской областной клинической больницы (МОКБ) в период с 1988 по 2016 г. Всего у пациентов диагностировано 243 сложных сегментарных и многооскольчатых перелома диафиза большеберцовой кости. Удельный вес таких переломов за последние 10 лет на фоне общего числа переломов костей голени в МОКБ составил 3,0 (1,3–3,4) %, диафизарных переломов голени – 8,2 (3,1–8,7) %.

Для оценки тяжести переломов длинных костей конечностей предложены различные классификации. От точности определения степени тяжести повреждения зависит адекватность лечения [19, 20]. В нашем исследовании использовалась классификация открытых и закрытых переломов АО/ASIF [19], согласно которой указанные переломы – это сложные сегментарные переломы диафиза большеберцовой кости (42C2) и сложные неправильные многооскольчатые переломы диафиза большеберцовой кости (42C3). Открытые переломы отмечались у 158 (66,1 %) пациентов, закрытые – у 81 (33,9 %).

Однако практическое применение нами данной классификации осложнялось необходимостью оценки большого количества параметров ввиду чрезмерной детализации степени повреждения мягких тканей. При этом нас прежде всего интересовали такие моменты, как наличие условий и возможность проведения погружного или внеочагового остеосинтеза, а следовательно, прогноз риска развития септических осложнений. В связи с этим с целью систематизации подхода к предоперационному ведению, объему обследований, выбору оптимального метода хирургического вмешательства, послеоперационному лечению пациентов с данным высокоэнергетическим повреждением нами была предложена рабочая классификация сегментарных и многооскольчатых диафизарных переломов большеберцовой кости, базирующаяся на ретроспективном анализе лечения таких пациентов в травматологических отделениях МОКБ и литературных данных. В основе этой классификации – оценка степени повреждения мягких тканей, степени риска септических осложнений и определение необходимости вмешательств по закрытию раневых дефектов кожных покровов (табл. 1).

Повреждения мягких тканей типа 1 (компенсированные) не требуют дополнительных вмешательств на мягких тканях как при открытых повреждениях (после первичной хирургической обработки (ПХО) – заживление ран первичным натяжением), так и при закрытых. Повреждения мягких тканей отсутствуют или они незначительные, купируются консервативно. Септические

осложнения в области послеоперационных ран и при закрытых повреждениях мягких тканей отсутствуют. Риск септических осложнений со стороны костной ткани минимальный (табл. 1). Первый тип, согласно классификации АО/ASIF [19], соответствует IO1, IO2 типам открытых переломов и IC1, IC2 типам закрытых переломов.

Таблица 1. Рабочая классификация сегментарных и многооскольчатых диафизарных переломов большеберцовой кости

Table 1. Working classification of segmental and complex irregular diaphyseal fractures of tibia

| Тип повреждения мягких тканей | Септические осложнения со стороны мягких тканей и/или кости | Дополнительные хирургические вмешательства на мягких тканях и /или кости | Риск септических осложнений со стороны костной ткани |
|-------------------------------|---|--|--|
| 1. Компенсированное | Нет | Не требуются | Минимальный |
| 2. Субкомпенсированное | Возможны или незначительные | Требуются только на мягких тканях | Средний |
| 3. Декомпенсированное | Значительные | Многочисленные, в том числе пластические, на мягких тканях и/или кости | Высокий |

При повреждениях мягких тканей типа 2 (субкомпенсированных) могут потребоваться однократные дополнительные вмешательства по ликвидации дефектов кожных покровов при открытых повреждениях (после ПХО – заживление ран с незначительным краевым некрозом без обнажения костной ткани), направленные на лечение острых ран, раневых дефектов и хронических ран при открытых травмах. При закрытых травмах повреждения мягких тканей незначительные, без обнажения костной ткани, купируются консервативно или хирургическим методом одномоментно. Септические осложнения характерны только для области послеоперационных ран и закрытых повреждений мягких тканей, незначительные, купируются консервативно или после одномоментного закрытия раневых дефектов. Имеется риск септических осложнений со стороны костной ткани средний (табл. 1). Этот тип, согласно классификации АО/ASIF [19], соответствует IO3 типу открытых переломов и IC3, IC4 типам закрытых переломов.

Повреждения мягких тканей типа 3 (декомпенсированные) требуют многочисленных повторных дополнительных вмешательств, в том числе и микрохирургических (после ПХО – заживление ран вторичным натяжением или со значительным краевым некрозом, с обнажением костной ткани), направленных на лечение острых и хронических ран с обширными раневыми дефектами как при открытых повреждениях, так и при закрытых, как на мягких тканях, так и, возможно, на костях. Септические осложнения имеются в области послеоперационных ран и на всем их протяжении. При закрытых травмах септические осложнения присутствуют в области некроза мягких тканей и на его протяжении. Они значительные, не купируются консервативно и требуют длительного многоэтапного хирургического лечения. Риск септических осложнений со стороны костной ткани высокий (табл. 1). Тип 3, согласно классификации АО/ASIF [19], соответствует IO4, IO5 типам открытых переломов и IC4, IC5 типам закрытых переломов.

Следует отметить, что окончательно тип повреждения определялся нами непосредственно перед хирургическим лечением, когда имелась четкая картина степени повреждения мягкотканого компонента после всех проведенных в предоперационном периоде лечебных мероприятий.

Определение качества репозиции согласно критериям оценки рентгенологических результатов по шкале Johner-Wruhs's [21] и измерение остаточного ротационного смещения промежуточного фрагмента по формуле Ф. А. Мацукатов и И. И. Мартель [22] выполнены у всех пациентов. В ходе исследования нами были разработаны компьютерная программа Fractovizog и метод оценки ротационных смещений при переломах костей с использованием данной программы (рис. 1).

Суть разработанной программы и метода оценки ротационного смещения заключается в том, что для работы пользователю необходимо открыть в любом удобном для него DICOM-браузере (eFilm Workstation, Amira, Slicer и др.) изображения двух срезов. На одном из них сечение проходит через сегмент без ротационного смещения (проксимальная фиксированная часть кости), а на другом – с ротационным смещением (т. е. срез проходит через отломок). После этого программа

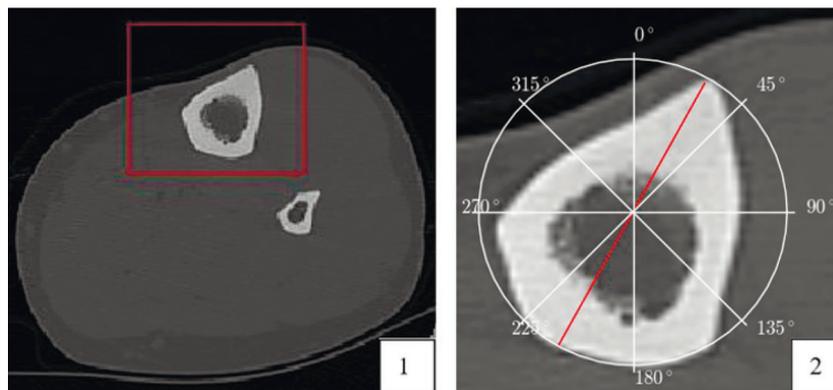


Рис. 1. Выделение области для анализа с помощью программы Fractovizor (1 – интерактивная часть работы; 2 – вывод программы для одного среза)

Fig. 1. Selection of the analysis area with the program Fractovizor (1 – interactive part of work, 2 – output of the program to one slice)

автоматически делает снимки экрана (скриншоты). Затем пользователь отмечает на скриншотах области поврежденной кости. Между этими областями рассчитывают ротационное смещение путем определения угла между наибольшими осями. Алгоритм сводится к определению угла между наибольшими поперечными сечениями кости на разных ее срезах. Поперечное сечение с коэффициентами 0,8 и 0,2 между фактической длиной и медианой соответственно определяли как наибольшее. Таким образом, сечения, определенные человеком и разработанным алгоритмом, должны совпадать. Данная компьютерная программа оценки остаточного ротационного смещения при переломах костей разработана нами на основании рентгено-компьютерной томографии голени 7 пациентов. После краткой инструкции врач любой специальности может применить эту программу для определения остаточного ротационного смещения отломков.

Все пациенты со сложными сегментарными и многооскольчатыми переломами диафиза большеберцовой кости были разделены на две группы: группу сравнения (традиционная тактика лечения) и исследуемую группу (применена разработанная тактика лечения). В группу сравнения были включены 85 (35,6 %) пациентов, в исследуемую группу – 154 (64,4 %).

Распределение пациентов в зависимости от типа повреждения костной и мягких тканей представлено в табл. 2.

Из приведенных данных видно, что у 184 (75,7 %) пациентов преобладали сегментарные переломы диафиза большеберцовой кости АО 42C2. Среди открытых переломов чаще всего встречались повреждения типа IQ3–IQ4 (94 (38,7 %) пациента), а среди закрытых – повреждения типа IC2–IC3 (63 (25,9 %) пациента).

Проведенный анализ не выявил статистически значимых различий между группами ($p \geq 0,05$). Пациенты групп исследования были сопоставимы по возрасту, полу, характеру и механизму травмы, типам переломов (табл. 3).

В группе сравнения (85 (35,6 %) пациентов) открытые переломы были у 61 (71,8 %) пациента, закрытые – у 24 (28,2 %). Сочетанная травма диагностирована у 33 (38,8 %) пациентов, политравма – у 23 (27,1 %). Лечение в хирургических или травматологических отделениях центральных районных больниц (ЦРБ) начинали 70 (82,4 %) пациентов, в МОКБ – 15 (17,6 %). Традиционная тактика лечения пострадавших данной группы в ЦРБ заключалась в использовании гипсовых повязок, скелетного вытяжения или их сочетания, без учета высокоэнергетического характера травмы.

В условиях ЦРБ фиксация гипсовой повязкой применена у 28 (32,9 %) пациентов, скелетное вытяжение или его сочетание с гипсовой иммобилизацией – у 29 (34,1 %). Хирургическое лечение осуществлено у 13 (15,3 %) пациентов: остеосинтез спицевым аппаратом Илизарова – у 5 (5,9 %), пластинами – у 5 (5,9 %), спицами, винтами, гвоздем ЦИТО – у 3 (3,5 %). В связи с возникшими осложнениями все пациенты были переведены в МОКБ, а все погружные конструкции после перевода были удалены.

Таблица 2. Распределение пациентов с открытыми и закрытыми переломами в группах исследования согласно классификации АО/ASIF и рабочей классификации, абс. (%)

Table 2. Group distribution of the study patients with open and closed fractures according to the AO/ASIF classification and the working classification, abs. (%)

| Тип перелома | Группа сравнения (n = 85) | Исследуемая группа (n = 158) | Статистическая значимость различий |
|------------------------------|---------------------------|------------------------------|------------------------------------|
| IQ1 | 4 (4,7) | 17 (10,8) | $F = 0,1, p = 0,151$ |
| IQ2 | 13 (15,3) | 26 (16,5) | $\chi^2 < 0,1, p = 0,959$ |
| IQ3 | 18 (21,2) | 30 (19,0) | $\chi^2 = 0,1, p = 0,810$ |
| IQ4 | 24 (28,2) | 22 (13,9) | $\chi^2 = 6,5, p = 0,011$ |
| IQ5 | 2 (2,4) | 4 (2,5) | $F < 0,1, p = 1,001$ |
| Всего открытых | 61 (71,8) | 99 (62,7) | $\chi^2 = 2,0, p = 0,153$ |
| IC1 | 1 (1,2) | 7 (4,4) | $F = 0,1, p = 0,267$ |
| IC2 | 3 (3,5) | 28 (17,7) | $F = 0,2, p = 0,001$ |
| IC3 | 13 (15,3) | 19 (12,1) | $\chi^2 = 0,3, p = 0,603$ |
| IC4 | 6 (7,1) | 4 (2,5) | $F = 0,1, p = 0,102$ |
| IC5 | 1 (1,2) | 1 (0,6) | $F < 0,1, p = 1,001$ |
| Всего закрытых | 24 (28,2) | 59 (37,3) | $\chi^2 = 2,0, p = 0,153$ |
| АО 42С2 | 67 (78,8) | 117 (74,1) | $\chi^2 = 0,68, p = 0,409$ |
| АО 42С3 | 18 (21,2) | 41 (25,9) | |
| Рабочая классификация: тип 1 | 11 (12,9) | 58 (36,7) | $\chi^2 = 14,2, p < 0,001$ |
| Рабочая классификация: тип 2 | 35 (41,2) | 64 (40,5) | $\chi^2 < 0,1, p = 0,972$ |
| Рабочая классификация: тип 3 | 39 (45,9) | 36 (22,8) | $\chi^2 = 12,8, p < 0,001$ |

Таблица 3. Характеристика пациентов сравниваемых групп, абс. (%)

Table 3. Characteristics of the compared patient groups, abs. (%)

| Параметр | Группа сравнения (n = 85) | Исследуемая группа (n = 154) | Статистическая значимость различий |
|-------------------------------|---------------------------|------------------------------|------------------------------------|
| Возраст, лет (Ме (25 %–75 %)) | 39 (33–48) | 43 (34–50) | $U = 5694,5, p = 0,097$ |
| Пол | М | 69 (81,2) | $\chi^2 = 0,1, p = 0,718$ |
| | Ж | 16 (18,8) | |
| Характер травмы | Дорожно-транспортная | 64 (75,3) | $\chi^2 = 0,4, p = 0,520$ |
| | Бытовая | 21 (24,7) | |
| Механизм травмы | Прямой | 73 (85,9) | $\chi^2 = 0,6, p = 0,420$ |
| | Непрямой | 12 (14,1) | |
| Тип перелома АО | АО 42С2 | 67 (78,8) | $\chi^2 = 0,9, p = 0,350$ |
| | АО 42С3 | 18 (21,2) | |
| Тип перелома | Открытый | 61 (71,8) | $\chi^2 = 1,9, p = 0,170$ |
| | Закрытый | 24 (28,2) | |

Из 15 пациентов, первично поступивших в МОКБ, у 7 выполнен КДО спицевым аппаратом Илизарова в экстренном порядке, с детальной открытой визуализацией и анатомичным вправлением промежуточного фрагмента. У 8 пациентов применена гипсовая иммобилизация до хирургического лечения.

После стабилизации состояния у 78 пациентов группы сравнения был применен внеочаговый КДО спицевым аппаратом Илизарова. При этом репозиция отломков на операционном столе выполнена 19 пациентам. У 59 (69,4 %) пациентов одномоментное вправление не представлялось возможным, поскольку с момента получения ими травмы прошло достаточно много времени. Им потребовалась дополнительная коррекция сохранившихся смещений (по длине, ширине и под углом), для чего выполнено 112 дополнительных хирургических вмешательств. Остеотомия малоберцовой кости понадобилась 34 (40 %) пациентам. Во всех случаях вправление пере-

ломов проводилось без учета ротационного смещения промежуточного фрагмента. Ротационное смещение промежуточного фрагмента более 5° сохранялось у всех пациентов данной группы.

Учитывая не удовлетворяющие нас результаты лечения пациентов со сложными сегментарными и многооскольчатыми переломами диафиза большеберцовой кости, с 1997 г. нами стала проводиться активная работа с районными больницами по оказанию специализированной помощи таким пациентам. Так, лечение 154 (64,4 %) пациентов исследуемой группы проводилось с учетом высокоэнергетического характера травмы. Открытые переломы были у 97 (62,9 %) пациентов, закрытые – у 57 (37,1 %). Из них 98 (63,6 %) пациентов начинали лечение в районных хирургических или травматологических отделениях, 56 (36,4 %) – в МОКБ. Среди них было 55 (35,7 %) пациентов с сочетанной травмой, 45 (29,2 %) – с политравмой.

При определении тактики ведения и выбора метода хирургического лечения руководствовались рабочей классификацией (см. табл. 1), на основании которой нами был предложен и применен алгоритм лечения пациентов со сложными сегментарными и многооскольчатыми переломами диафиза большеберцовой кости (рис. 2).

Обследование пациентов исследуемой группы проводили согласно алгоритму, представленному на рис. 3, руководствуясь рабочей классификацией (см. табл. 1).

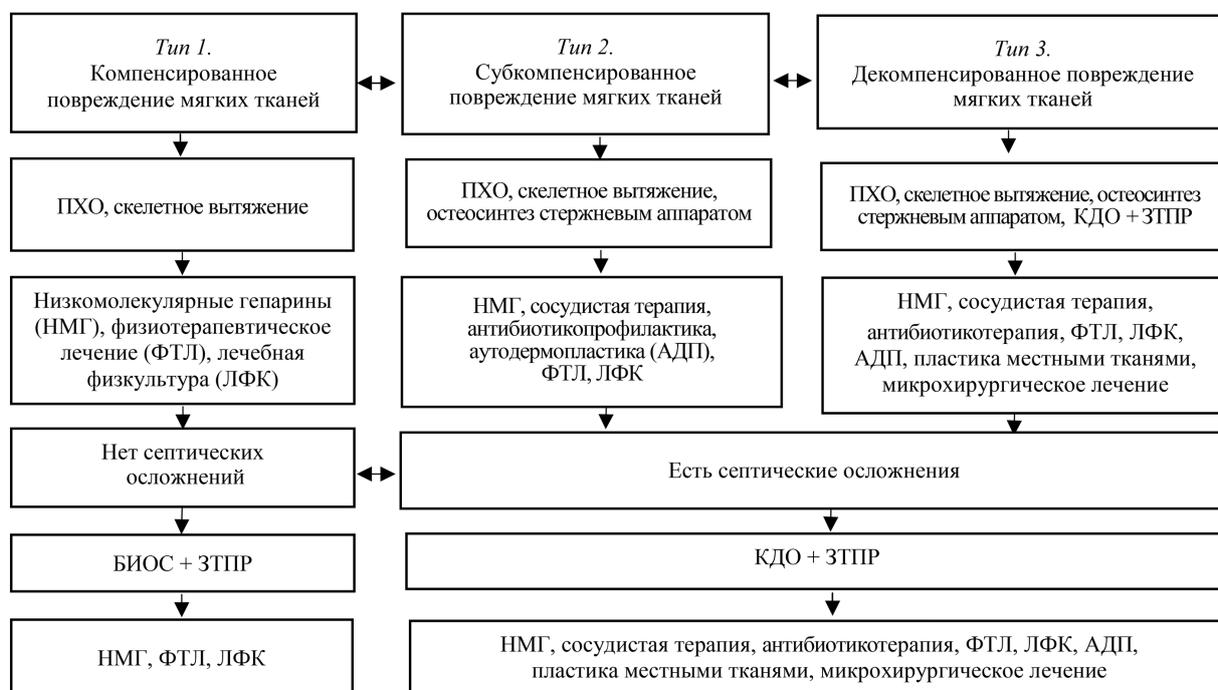


Рис. 2. Алгоритм лечения пациентов со сложными сегментарными и многооскольчатыми переломами диафиза большеберцовой кости

Fig. 2. Algorithm for treatment of patients with complex segmental and complex irregular diaphysial fractures of tibia



Рис. 3. Алгоритм обследования пациентов со сложными сегментарными и многооскольчатыми переломами диафиза большеберцовой кости

Fig. 3. Algorithm for examination of patients with complex segmental and complex irregular diaphysial fractures of tibia

Экстренную помощь таким пациентам оказывали согласно принятому алгоритму, представленному на рис. 2. Лечение в ЦРБ было направлено прежде всего на стабилизацию состояния пациентов, после чего их переводили для дальнейшего лечения в специализированные травматологические отделения МОКБ.

При открытых переломах с повреждениями типа 1 (IO1, IO2 – классификация AO/ASIF) (см. табл. 2) у 43 (27,9 %) пациентов ПХО закончилась ушиванием раны. Заживление таких ран первичным натяжением отмечалось у всех пациентов.

При открытых переломах типа 2 (28 (18,2 %) пациентов) (IO3 – классификация AO/ASIF) (см. табл. 2) ПХО ран заканчивали с помощью активного дренирования с использованием полихлорвиниловых трубок, которые удаляли по показаниям на 2–7-е сутки. Заживление первичным натяжением отмечалось у 17 (56,7 %) пациентов, заживление вторичным натяжением – у 11 (39,3 %). После проведения ПХО все пациенты с данными типами повреждений (71 (46,1 %) человек) продолжили лечение методом скелетного вытяжения (этап предоперационной подготовки).

При закрытых переломах у 47 (30,5 %) пациентов с повреждениями типа 1 (15 человек) и типа 2 (32 человека) также использовали (как этап предоперационной подготовки) скелетное вытяжение с целью предотвратить развитие нейротрофических нарушений или, при их наличии, создать оптимальные условия для их скорейшего купирования.

Третий тип повреждения мягких тканей диагностирован у 36 (23,4 %) пациентов: у 26 (16,9 %) – с открытыми переломами, у 10 (6,5 %) – с закрытыми переломами (IO4-5, IC4-5 – AO/ASIF). Скелетное вытяжение как этап предоперационной подготовки применено у 19 (12,3 %) пациентов. В связи с тяжелым общим состоянием 7 (4,5 %) пациентов с целью стабилизации перелома произведен остеосинтез стержневым аппаратом, без анатомичного вправления. У 10 (6,5 %) пациентов в экстренном порядке применен метод комбинированного чрескостного остеосинтеза сложных сегментарных и многооскольчатых переломов диафиза большеберцовой кости аппаратом Илизарова с устранением всех видов смещения.

У всех 130 (84,4 %) пациентов исследуемой группы был применен разработанный нами метод комбинированного чрескостного остеосинтеза сложных сегментарных и многооскольчатых переломов диафиза большеберцовой кости аппаратом Илизарова с проведением закрытой трехплоскостной репозиции (ЗТПР) промежуточного фрагмента [23–25]. При открытых переломах данный метод применен у 90 (69,2 %) пациентов, при закрытых – у 40 (30,8 %): в экстренном порядке – у 10 (7,7 %) пациентов, в плановом – у 120 (92,3 %). С типом 1 повреждений мягких тканей было 47 (36,2 %) пациентов, с типом 2 – 48 (36,9 %), с типом 3 – 35 (26,9 %) пациентов.

У 103 (79,2 %) пациентов, которым хирургическое лечение методом комбинированного чрескостного остеосинтеза сложных сегментарных и многооскольчатых переломов диафиза большеберцовой кости аппаратом Илизарова проведено в сроки до 3 недель, вправление переломов произведено одномоментно закрыто, на операционном столе. При этом ЗТПР промежуточного фрагмента выполняли без дополнительного его обнажения, предельно малотравматично. Для достижения трехплоскостной репозиции использовали стержни, стержни и спицы с упорными площадками, фигурными изгибами, устройство для фиксации чрескостного стержня собственной конструкции для устранения всех видов смещений с последующим ведением аппарата Илизарова в режиме компрессии и стабилизации [23, 24].

Восстановление анатомии сегмента способствовало купированию трофических расстройств (37 (28,5 %) пациентов) в течение 3–7 сут после оперативного лечения.

Вправление несвежих и застарелых переломов (более 3 недель) у 27 (20,8 %) пациентов выполняли с использованием distraction и компрессии, сохраняя при этом достигнутое на момент операции сращение и поэтапно устраняя все виды смещения, в том числе ротационное. Вправление смещений по длине, ширине и под углом производили с помощью устройства для фиксации чрескостного стержня собственной конструкции, позволяющего устранить все виды смещений, и других элементов аппарата Илизарова [24, 25].

После заживления ран первичным натяжением, купирования нейротрофических нарушений произведен БИОС большеберцовой кости у 24 (15,6 %) пациентов исследуемой группы: у 7 (29,2 %) – с открытыми переломами, у 17 (70,8 %) – с закрытыми переломами. С типом 1 повреждений мягких

тканей было 11 (45,8 %) пациентов, с типом 2 – 12 (50 %), с типом 3 – 1 (4,2 %) пациент. У всех пациентов использовали разработанное нами устройство для distraction и репозиции сложных сегментарных и многооскольчатых диафизарных переломов костей [26, 27].

У одного пациента с типом 3 повреждений после некрэктомии и локализации раневого процесса дефект мягких тканей по задней поверхности голени был закрыт с применением пластики мягких тканей встречными лоскутами уже на «стабильном» сегменте после проведения блокированного интрамедуллярного остеосинтеза (на 21-е сутки).

АБ-профилактику и АБ-терапию проводили с учетом клинической картины и в зависимости от чувствительности флоры.

При наличии показаний в пред- и послеоперационном периоде применяли низкомолекулярные гепарины, сосудорасширяющие препараты и препараты, улучшающие микроциркуляцию, у 81 (52,6 %) пациента: у 46 (29,9 %) – с нейротрофическими нарушениями, у 35 (22,7 %) – с клиникой компартмент-синдрома.

С целью обезболивания, а также для улучшения реологических свойств крови, снижения местного отека, улучшения регенерации тканей и стимуляции остеогенеза у 129 (83,8 %) пациентов применена магнитотерапия, у 69 (44,8 %) – лазеротерапия, у 2 – баротерапия.

После операции всем пациентам назначалась ЛФК. Дозированная нагрузка на больную конечность разрешалась со 2–3-х суток после операции. Разработкой движений, профилактикой контрактур в смежных суставах занимались с первых дней после операции, активно используя ЛФК и физиотерапевтическое лечение.

Результаты и их обсуждение. Попытка консервативного лечения пациентов группы сравнения, стандартный подход к предоперационному лечению (гипсовая иммобилизация, скелетное вытяжение), хирургическое лечение не привели к достижению положительного результата при лечении пациентов в ЦРБ. В связи с этим все они были переведены в специализированные травматологические отделения МОКБ. В сроки до 3 недель было переведено 25 (35,7 %) пациентов, в сроки более 3 недель – 45 (64,3 %), а через 12 мес. – 19 (27,1 %) пациентов.

Среди осложнений, возникших в группе сравнения за период лечения в ЦРБ, преобладали не только обусловленные высокоэнергетическим характером травмы, но и возникшие в результате консервативного или хирургического лечения: не устраненное смещение – у 68 (97,6 %) пациентов, септические осложнения – у 50 (71,4 %) пациентов. Среди последних преобладали инфекция мягких тканей (нагноение послеоперационных ран, хроническая рана) (45 (64,3 %) пациентов), некроз мягких тканей (27 (38,6 %)), посттравматический остеомиелит (5 (7,1 %)). Из 25 пациентов, переведенных до 3 недель, у 11 (12,9 %) были трофические нарушения, характерные для высокоэнергетической травмы на ранних этапах, что было обусловлено прежде всего отсутствием целенаправленного лечения этих нарушений. Все конструкции у 13 пациентов, пролеченных в ЦРБ после перевода, были удалены в связи с возникшими осложнениями.

С момента перевода в МОКБ всем пациентам выполнен КДО спицевым аппаратом Илизарова. Однако при выполнении данного вмешательства основной акцент был сделан на стабилизацию поврежденного сегмента, без учета состояния промежуточного фрагмента. У 59 (69,4 %) пациентов это потребовало 112 дополнительных хирургических вмешательств, направленных на устранение смещений по длине, ширине и под углом. Остеотомия малоберцовой кости понадобилась 34 (40 %) пациентам. При этом ротационное смещение более 5° сохранилось у всех пациентов. Детальная открытая визуализация и анатомичное вправление промежуточного фрагмента при КДО и остеосинтез пластинами привели к секвестрации промежуточного фрагмента у 7 пациентов.

В процессе лечения в МОКБ в связи с септическими осложнениями в группе сравнения у 33 (38,8 %) пациентов проведено 37 некрэктомий, у 37 (43,5 %) – 52 секвестрэктомии, у 21 (24,7 %) – 25 остеоперфораций, у 31 (36,5 %) – 54 аутодермопластики (АДП) свободным расплеченным аутооттрансплантатом. В связи с секвестрацией промежуточного фрагмента большеберцовой кости и образованием дефекта костной ткани биллокальный остеосинтез выполнен у 7 (8,2 %) пациентов, костная пластика аутооттрансплантатом из крыла подвздошной кости – у 5 (5,9 %), введение геля гидроксиапатита понадобилось 2 (2,4 %) пациентам (табл. 4).

Таблица 4. Дополнительное хирургическое лечение, применяемое в сравниваемых группах пациентов, абс. (%)

Table 4. Additional surgical treatment used in the compared patient groups, abs. (%)

| Дополнительное хирургическое лечение | Группа сравнения (n = 85) | Исследуемая группа (n = 154) | Статистическая значимость различий |
|--------------------------------------|---------------------------|------------------------------|------------------------------------|
| Некрэктомия | 33 (38,8) | 27 (17,5) | $\chi^2 = 13,2, p < 0,001$ |
| Секвестрэктомия | 37 (43,8) | 16 (10,4) | $\chi^2 = 34,9, p < 0,001$ |
| Остеоперфорация | 21 (24,7) | 8 (5,2) | $\chi^2 = 19,6, p < 0,001$ |
| АДП | 31 (36,5) | 20 (12,9) | $\chi^2 = 18,0, p < 0,001$ |
| Пластика местными тканями | 7 (8,2) | 8 (5,2) | $\chi^2 = 0,9, p = 0,354$ |
| Костная пластика | 5 (5,9) | 2 (1,3) | $F = 0,13, p = 0,057$ |
| Билокальный остеосинтез | 7 (8,2) | 1 (0,7) | $F = 0,2, p = 0,003$ |
| Введение геля гидроксиапатита | 2 (2,4) | 3 (1,9) | $F < 0,1, p = 0,058$ |

В группе сравнения у 74 (87,1 %) пациентов выявлены следующие осложнения: контрактуры в смежных суставах (61 (71,8 %) пациент), хронический посттравматический остеомиелит (48 (56,5 %)), постфлебитический синдром (ПФС) (49 (57,6 %)), ложный сустав (4 (4,7 %)), посттравматическая нейропатия (4 (4,7 %)), посттравматическая деформация (3 (3,5 %) пациента).

Из 154 пациентов исследуемой группы в экстренном порядке в МОКБ госпитализировано 56 (36,4 %) пациентов, а 98 (63,6 %) начинали лечение в ЦРБ. Лечение всех пациентов с открытыми и закрытыми повреждениями типа 1 или 2 заключалось в скелетном вытяжении с грузами, позволяющем на этапе предоперационной подготовки устранить смещение отломков по длине и стабилизировать состояние пациента. При тяжелом состоянии пациентов с повреждением мягких тканей типа 3 в экстренном порядке производили остеосинтез стержневым аппаратом. При открытых переломах после тщательной ПХО раны и стабильном состоянии пациента в экстренном порядке применяли метод комбинированного чрескостного остеосинтеза сложных сегментарных и многооскольчатых переломов диафиза большеберцовой кости аппаратом Илизарова с закрытой репозицией промежуточного фрагмента [23–25]. При наличии показаний в пред- и послеоперационном периоде пациентам с нейротрофическими нарушениями и клиническими проявлениями компартмент-синдрома назначали сосудорасширяющие препараты и препараты, улучшающие микроциркуляцию, что позволило перевести 77 (78,6 %) пациентов исследуемой группы в МОКБ в течение 3 недель. Для перевода 20 (20,4 %) пациентам понадобилось более 3 недель, что было обусловлено прежде всего тяжестью их состояния.

Среди осложнений, возникших в предоперационном периоде в исследуемой группе, преобладали обусловленные высокоэнергетическим характером травмы: нейротрофические осложнения (фликтены), которые были купированы консервативно, до хирургического лечения, у 46 (29,9 %) пациентов, а также осложнения в виде компартмент-синдрома, который был купирован до хирургического лечения у 35 (22,7 %) пациентов (у 32 (91,4 %) пациентов – консервативно), лишь 3 (8,6 %) пациентам в первые сутки после получения травмы понадобилась фасциотомия. Инфекция мягких тканей была у 41 (26,6 %) пациента, некроз мягких тканей – у 22 (14,3 %), посттравматический остеомиелит – у 2 (1,3 %) пациентов.

При хирургическом лечении 130 пациентов исследуемой группы был применен метод комбинированного чрескостного остеосинтеза сложных сегментарных и многооскольчатых переломов диафиза большеберцовой кости аппаратом Илизарова с проведением ЗТПР промежуточного фрагмента [23–25]. Объем ПХО определялся степенью повреждения мягких тканей и размерами раны, а не размерами промежуточного фрагмента. ПХО была направлена прежде всего на санацию раны, профилактику септических осложнений и некроза мягких тканей, а не на открытое анатомичное вправление промежуточного фрагмента. Это позволило избежать дополнительной травматизации мягких тканей и сосудов микроциркуляторного русла в области отломков, способствовало стимулированию репаративных процессов. Максимально анатомичное сопоставление отломков достигалось за счет закрытой репозиции. Данная тактика при хирургическом лечении

Предложенный алгоритм лечения пациентов со сложными сегментарными и многооскольчатыми переломами диафиза большеберцовой кости был направлен прежде всего на профилактику и лечение осложнений, обусловленных высокоэнергетическим характером травмы – нейротрофическими нарушениями, компартмент-синдромом. В результате консервативного лечения они были купированы практически у всех пациентов исследуемой группы в предоперационном периоде, лишь 3 (8,6 %) пациентам понадобилась фасциотомия в первые сутки после получения травмы. В связи с этим предоперационный период в МОКБ у пациентов исследуемой группы был больше и составил 8 (5–13) сут, а в группе сравнения – 6 (4–9) сут ($U = 5046,0, p < 0,05$). Однако это позволило существенно сократить послеоперационный период в исследуемой группе – до 14 (9–24) сут при использовании КДО ($z_{1,2} = 5,8, p < 0,001$) и до 12 (9–14) сут ($z_{1,3} = 5,2, p < 0,001$) при применении БИОС (в группе сравнения он составил 33 (17–53) сут ($H = 44,2, p < 0,001$)) (табл. 5).

Оценку интенсивности болевого синдрома в предоперационном периоде и после хирургического лечения проводили при помощи 10-балльной визуальной аналоговой шкалы (ВАШ). С помощью ВАШ пациент оценивал выраженность боли в области травмированной конечности при поступлении, в день операции, на 3-и, 7-е сутки после операции и при выписке. У всех пациентов исследуемой группы после оперативного лечения отмечалось купирование болевого синдрома в течение 2–3 сут, а трофические нарушения исчезали в течение 3–7 сут. У пациентов группы сравнения после оперативного лечения купирование болевого синдрома наблюдалось в течение 5–7 сут, а трофические нарушения сохранялись в течение 10–12 сут. При рентгенологическом исследовании у пациентов исследуемой группы признаки костной мозоли появлялись на 2–3 недели раньше, чем у лиц группы сравнения.

Применение разработанного нами алгоритма при лечении пациентов исследуемой группы, а также метода комбинированного чрескостного остеосинтеза сложных сегментарных и многооскольчатых переломов диафиза большеберцовой кости аппаратом Илизарова с закрытой репозицией промежуточного фрагмента [23–25] позволило уменьшить послеоперационные осложнения до 29,9 % (46 пациентов) по сравнению с группой сравнения – 87,1 % (74 пациента.). Это позволило также сократить сроки фиксации голени в аппарате Илизарова – с 14 (11–18) мес. в группе сравнения до 9,5 (8–12) мес. в исследуемой группе ($U = 2511,0, p < 0,001$). Благодаря дифференцированному подходу к выбору метода малоинвазивного остеосинтеза и комплексному подходу к лечению на каждом из этапов сократились общие сроки лечения: в группе сравнения – с 18 (15–23) мес. ($H = 129,9, p < 0,001$) до 11 (10–13) мес. при использовании КДО ($z_{1,2} = 9,3, p < 0,001$), в исследуемой группе – до 9 (7,5–9,5) мес. ($z_{1,3} = 9,5, z_{2,3} = 3,9, p < 0,001$) при применении БИОС. Это позволило также снизить число пациентов, получивших вторую группу инвалидности, с 56 (65,9 %) в группе сравнения до 43 (27,9 %) в исследуемой группе ($\chi^2 = 32,5, p < 0,001$).

Данная тактика лечения с использованием внеочагового остеосинтеза стержнеспицевыми аппаратами Илизарова и заблокированного интрамедуллярного остеосинтеза позволила получить сращение переломов у 74,7 % пациентов в исследуемой группе в сроки до года (в группе сравнения – 8,2 %), а у 25,3 % пациентов – в сроки больше года (в группе сравнения – 91,8 %).

Выводы

1. Пациенты со сложными сегментарными и многооскольчатыми переломами диафиза большеберцовой кости нуждаются в оказании высококвалифицированной помощи в условиях специализированных травматологических отделений.

2. Перевод таких пациентов в специализированные отделения должен осуществляться как можно раньше, до возникновения осложнений.

3. Внеочаговый остеосинтез и заблокированный интрамедуллярный остеосинтез, как и любой высокотехнологичный способ лечения, требует тщательного планирования операции, рационального проведения предоперационной подготовки, рентгенологического контроля процессов консолидации, своевременного выполнения повторных операций.

4. При определении тактики лечения пациентов со сложными сегментарными и многооскольчатыми переломами диафиза большеберцовой кости необходимо учитывать степень повреждения костной ткани, размеры и характер ран и степень повреждения мягких тканей.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Список использованных источников

1. Кувшинкин, А. А. Комбинированный стабильный остеосинтез при лечении больных с диафизарными переломами костей голени : автореф. дис. ... канд. мед. наук : 14.01.15 / А. А. Кувшинкин ; Саратов. гос. мед. ун-т. – Саратов, 2011. – 26 с.
2. Epidemiological analysis of outcomes in 323 open tibial diaphyseal fractures: a nine-year experience / W. Chua [et al.] // Singapore Med. J. – 2012. – Vol. 53, N 6. – P. 385–389.
3. Оценка безопасности и эффективности последовательного проведения чрескостного и закрытого интрамедуллярного остеосинтеза / А. Н. Челноков [и др.] // Лечение повреждений и заболеваний таза. Новые технологии в лечении повреждений и заболеваний опорно-двигательной системы : материалы респ. науч.-практ. конф., Екатеринбург, 17–18 сент. 2003 г. – Екатеринбург, 2003. – С. 269–272.
4. Литвина, Е. А. Современное хирургическое лечение множественных и сочетанных переломов костей конечностей и таза : автореф. дис. ... д-ра мед. наук : 14.01.15 / Е. А. Литвина ; Рос. гос. мед. ун-т. – М., 2010. – 38 с.
5. The poly-traumatized patient with fractures / ed. : Н.-С. Pape, R. Sanders, J. Borrelli. – Berlin : Heidelberg, 2011. – 361 p.
6. Худницкий, С. И. Лечение больных с диафизарными переломами костей голени по методике АО : обзор / С. И. Худницкий // Здравоохранение. – 2000. – № 10. – С. 37–42.
7. Aslan, A. A staged surgical treatment outcome of type 3 open tibial fractures / A. Aslan, E. Uysal, A. Özmeriç // ISRN Orthop. – 2004. – Vol. 2004. – Art. ID 721041. <https://doi.org/10.1155/2014/721041>
8. Анализ неблагоприятных исходов множественных переломов костей конечностей / Э. Г. Грязнухин [и др.] // Заболевания и повреждения опорно-двигательного аппарата у взрослых : тез. V обл. науч.-практ. конф. – СПб., 1999. – С. 15–16.
9. Immediate primary skin closure in type-III A and B open fractures: results after a minimum of five years / S. Rajasekaran [et al.] // J. Bone Joint Surg. Br. vol. – 2009. – Vol. 91-B, N 2. – P. 217–224. <https://doi.org/10.1302/0301-620x.91b2.21228>
10. The role of plating in the operative treatment of severe open tibial fractures : a systematic review / P. V. Giannoudis [et al.] // Int. Orthopaedics. – 2009. – Vol. 33, N 1. – P. 19–26. <https://doi.org/10.1007/s00264-007-0443-5>
11. Сафуан, Ю. Множественные диафизарные переломы длинных костей нижних конечностей и их комплексное лечение : автореф. дис. ... канд. мед. наук : 14.00.22 / Ю. Сафуан ; Науч.-исслед. ин-т травматологии и ортопедии. – Ташкент, 1991. – 17 с.
12. Segmental tibia fractures: a critical retrospective analysis of 49 cases / P. Bonnevalle [et al.] // Rev. Chir. Orthop. Reparatrice Appar. Mot. – 2003. – Vol. 89, N 5. – P. 423–432.
13. Naique, S. B. Management of severe open tibial fractures. The need for combined orthopaedic and plastic surgical treatment in specialist centres / S. B. Naique, M. Pearse, J. Nanchahal // J. Bone Joint Surg Br. vol. – 2006. – Vol. 88-B, N 3. – P. 351–357. <https://doi.org/10.1302/0301-620x.88b3.17120>
14. Della Rocca, G. J. External fixation versus conversion to intramedullary nailing for definitive management of closed fractures of the femoral and tibial shaft / G. J. Della Rocca, B. D. Crist // J. Am. Acad. Orthop. Surg. – 2006. – Vol. 14, N 10. – P. S131–S135. <https://doi.org/10.5435/00124635-200600001-00030>
15. Soft tissue coverage in open fractures of tibia / J. B. Kamath (et al.) // Ind. J. Orthop. – 2012. – Vol. 46, N 4. – P. 462–469. <https://doi.org/10.4103/0019-5413.97265>
16. Тихилов, Р. М. Современное состояние проблемы использования внутреннего остеосинтеза при лечении пострадавших с переломами длинных костей конечностей в условиях городского многопрофильного стационара российского мегаполиса / Р. М. Тихилов, И. Г. Беленький, Д. И. Кутянов // Травматология и ортопедия России. – 2012. – № 4. – С. 17–25.
17. Treatment of complex tibial plateau fractures using Ilizarov technique / I. Lalić [et al.] // Acta Clin. Croat. – 2014. – Vol. 53, N 4. – P. 437–448.
18. Shannon, F. J. Unreamed intramedullary nail versus external fixation in grade III open tibial fractures / F. J. Shannon, H. Mullett, K. O'Rourke // J. Trauma: Injury, Infection, Crit. Care. – 2002. – Vol. 52, N 4. – P. 650–654. <https://doi.org/10.1097/00005373-200204000-00006>
19. Руководство по внутреннему остеосинтезу: методика, рекомендованная группой АО (Швейцария) / М. Е. Мюллер [и др.]. – М. : Ad Marginem, 1996. – 750 с.
20. Ситник, А. А. Лечение открытых переломов нижних конечностей в современных условиях / А. А. Ситник, А. В. Белецкий // Мед. новости. – 2011. – № 7. – С. 27–31.
21. Johner, R. Classification of tibial shaft fractures and correlation with results after rigid internal fixation / R. Johner, O. Wruhs // Clin. Orthop. Relat. Res. – 1983. – N 178. – P. 7–25. <https://doi.org/10.1097/00003086-198309000-00003>
22. Мартель, И. И. Диагностика ротационных смещений при переломах костей голени и сравнительная оценка возможностей кольцевых аппаратов внешней фиксации по их устранению / И. И. Мартель, И. Швед, Ф. А. Мацукатов // Ортопедия, травматология и протезирование. – 2014. – № 4. – С. 85–92.
23. Способ остеосинтеза при диафизарных переломах голени : пат. 20205 С2 Респ. Беларусь : МПК А 61В 17/56 (2006.01) / А. В. Селицкий, О. П. Кезля, И. И. Харкович, Э. А. Повелица ; дата публ.: 28.02.2015.
24. Метод комбинированного чрескостного остеосинтеза сложных сегментарных и многооскольчатых переломов диафиза большеберцовой кости : инструкция по применению № 083-0718, утв. Мин-вом здравоохр. Респ. Беларусь 07.09.2018 / сост. : А. В. Селицкий [и др.]. – Минск : БелМАПО, УЗ МОКБ, 2018. – 10 с.
25. Устройство для фиксации чрескостного стержня при внеочаговом остеосинтезе : пат. 7563 U Респ. Беларусь : МПК А 61В 17/00 (2006.01) / А. В. Селицкий, О. П. Кезля, Э. А. Повелица ; дата публ.: 30.08.2011.

26. Устройство для distraction и репозиции сложных сегментарных и многооскольчатых диафизарных переломов костей голени : пат. 11475 Респ. Беларусь: МПК А 61В (2006.01) / А. В. Селицкий, О. П. Кезля, Э. А. Повелица ; дата публ.: 20.03.2017.

27. Метод блокированного интрамедуллярного остеосинтеза сложных сегментарных и многооскольчатых переломов диафиза большеберцовой кости: инструкция по применению № 008-0220, утв. М-вом здравоохран. Респ. Беларусь 26.03.2018 / сост. : А. В. Селицкий [и др.]. – Минск : БелМАПО, УЗ МОКБ, 2020. – 26 с.

28. Способ заготовки аутодермотрансплантата, используемого для закрытия ран с разной степенью готовности к оперативному лечению : пат. 17959 С1 Респ. Беларусь: МПК АОIN 1/02 (2006.01) / А. В. Селицкий, О. П. Кезля, Э. А. Повелица ; дата публ.: 28.02.2014.

References

1. Kuvshinkin A. A. *Combined stable osteosynthesis in the treatment of patients with diafisal fractures of the tibia bones*. Abstract of Ph. D. diss. Saratov, 2011. 26 p. (in Russian).
2. Chua W., Murphy D., Siow W., Kagda F., Thambiah J. Epidemiological analysis of outcomes in 323 open tibial diaphyseal fractures: a nine-year experience. *Singapore Medical Journal*, 2012, vol. 53, no. 6, pp. 385–389.
3. Chelnokov A. N., Vinogradskii A. E., Shlykov I. L., Stel'makh K. K., Kim A. P. Evaluation of safety and efficiency of sequential transosseous and closed intramedullary osteosynthesis. *Lechenie povrezhdenii i zabolevanii taza. Novye tekhnologii v lechenii povrezhdenii i zabolevanii oporno-dvigatel'noi sistemy: tezisy konferentsii (17–18 sentyabrya 2003 g., Ekaterinburg)* [Treatment of injuries and diseases of the pelvis. New technologies in the treatment of injuries and diseases of the musculoskeletal system: abstract of the conference (September 17–18, 2003, Yekaterinburg)]. Yekaterinburg, 2003, pp. 269–272 (in Russian).
4. Litvina E. A. *Modern surgical treatment of multiple and combined fractures of limb bones and pelvis*. Abstract of D. Sc. diss. Moscow, 2010. 38 p. (in Russian).
5. Pape H.-C., Sanders R., Borrelli J. (eds.). *The poly-traumatized patient with fractures*. Berlin, Heidelberg, 2011. – 361 p.
6. Khudnitskii S. I. Treatment of patients with diafisar fractures of shin bones by the method of JSC : review. *Zdravookhraneniye = Healthcare*, 2000, no. 10, pp. 37–42 (in Russian).
7. Aslan A. A., Uysal E., Özmeriç A. staged surgical treatment outcome of type 3 open tibial fractures. *ISRN Orthopedics*, 2004, vol. 2004, art. ID 721041. <https://doi.org/10.1155/2014/721041>
8. Gryaznukhin E. G., Kanykin A. Yu., Anisimov A. I., Pervez A. Analysis of adverse outcomes of multiple fractures of limb bones. *Zabolevaniya i povrezhdeniya oporno-dvigatel'nogo apparata u vzroslykh: tezisy V oblastnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii* [Diseases and injuries of the musculoskeletal system in adults: theses of the V regional scientific and practical conference]. St. Petersburg, 1999, pp. 15–16 (in Russian).
9. Rajasekaran S., Dheenadhayalan J., Babu J. N., Sundararajan S. R., Venkatramani H., Sabapathy S. R. Immediate primary skin closure in type-III A and B open fractures: results after a minimum of five years. *Journal of Bone and Joint Surgery. British volume*, 2009, vol. 91-B, no. 2, pp. 217–224. <https://doi.org/10.1302/0301-620x.91b2.21228>
10. Giannoudis P. V., Papakostidis C., Kouvidis G., Kanakaris N. K. The role of plating in the operative treatment of severe open tibial fractures: a systematic review. *International Orthopaedics*, 2009, vol. 33, no. 1, pp. 19–26. <https://doi.org/10.1007/s00264-007-0443-5>
11. Safuan Yu. *Multiple diafisar fractures of the long bones of the lower limbs and their complex treatment*. Abstract of Ph. D. diss. Tashkent, 1991. 17 p. (in Russian).
12. Bonneville P., Cariven P., Bonneville N., Mansat P., Martinel V., Verhaeghe L., Mansat M. Segmental tibia fractures: a critical retrospective analysis of 49 cases. *Revue de Chirurgie Orthopédique et Réparatrice de l'Appareil Moteur*, 2003, vol. 89, no. 5, pp. 423–432.
13. Naique S. B., Pearse M., Nanchahal J. Management of severe open tibial fractures. The need for combined orthopaedic and plastic surgical treatment in specialist centres. *Journal of Bone and Joint Surgery. British volume*, 2006, vol. 88-B, no. 3, pp. 351–357. <https://doi.org/10.1302/0301-620x.88b3.17120>
14. Della Rocca G. J., Crist B. D. External fixation versus conversion to intramedullary nailing for definitive management of closed fractures of the femoral and tibial shaft. *Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons*, 2006, vol. 14, no. 10, pp. S131–S135. <https://doi.org/10.5435/00124635-200600001-00030>
15. Kamath J. B., Shetty M. S., Joshua T. V., Kumar A., Harshvardhan, Naik D. M. Soft tissue coverage in open fractures of tibia. *Indian Journal of Orthopaedics*, 2012, vol. 46, no. 4, pp. 462–469. <https://doi.org/10.4103/0019-5413.97265>
16. Tikhilov R. M., Belen'kii I. G., Kutyanov D. I. The current state of the problem of the use of internal osteosynthesis in the treatment of victims with fractures of long limb bones in the conditions of the city multidisciplinary hospital of the Russian metropolis. *Travmatologiya i ortopediya Rossii* [Traumatology and orthopaedics of Russia], 2012, no. 4, pp. 17–25 (in Russian).
17. Lalić I., Daraboš N., Stanković M., Gojković Z., Obradović M., Marić D. Treatment of complex tibial plateau fractures using Ilizarov technique. *Acta Clinica Croatica*, 2014, vol. 53, no. 4, pp. 437–448.
18. Shannon F. J., Mullett H., O'Rourke K. Unreamed intramedullary nail versus external fixation in grade III open tibial fractures. *Journal of Trauma: Injury, Infection, and Critical Care*, 2002, vol. 52, no. 4, pp. 650–654. <https://doi.org/10.1097/00005373-200204000-00006>
19. Myuller M. E., All'govner M., Shnaider R., Villingger X. *Manual on internal osteosynthesis: the method recommended by the group AO (Switzerland)*. Moscow, Ad Marginem Publ., 1996. 750 p. (in Russian).

20. Sitnik A. A., Beletskii A. V. Treatment of open fractures of lower limbs in modern conditions. *Meditsinskie novosti* [Medical news], 2011, no. 7, pp. 27–31 (in Russian).
21. Johner R., Wruhs O. Classification of tibial shaft fractures and correlation with results after rigid internal fixation. *Clinical Orthopaedics and Related Research*, 1983, no. 178, pp. 7–25. <https://doi.org/10.1097/00003086-198309000-00003>
22. Martel I. I., Shved I., Matsukatov F. A. Diagnosis of rotational displacements in shin fractures and a comparative assessment of the capabilities of ring devices of external fixation to eliminate them. *Ortopediya, travmatologiya i protezirovaniye* [Orthopaedics, traumatology and prosthetics], 2014, no. 4, pp. 85–92 (in Russian).
23. Selitskii A. V., Kezlya O. P., Kharkovich I. I., Povelitsa E. A. *Method of osteosynthesis in diafisar tibia fractures. Patent 20205 C2* of the Republic of Belarus, MPC A 61B 17/56 (2006.01), 2015 (in Russian).
24. Selitskii A. V., Kezlya O. P., Gerasimenko M. A., Ben'ko A. N., Ladut'ko Yu. N., Yarmolovich V. A., Khakhel'ko K. E., Kovalenko A. Yu. *Method of the combined chreskostny osteosynthesis complex segmental and complex irregular the tibial diaphysis fractures: the instruction for application*. Minsk, Ministry of Health of Republic of Belarus, 2018. 10 p. (in Russian).
25. Selitskii A. V., Kezlya O. P., Povelitsa E. A. *Device for fixation of transosseous rod in case of extracutaneous osteosynthesis*. Patent of the Republic of Belarus, MPC A 61B 17/00 (2006.01), 2011 (in Russian).
26. Selitskii A. V., Kezlya O. P., Povelitsa E. A. *Device for distraction and reposition of complex segmental and complex irregular diafisar fractures of tibia bones*. Patent of the Republic of Belarus, MPC A 61B (2006.01), 2017 (in Russian).
27. Selitskii A. V., Kezlya O. P., Yarmolovich V. A., Ben'ko A. N., Ladut'ko Yu. N., Khakhel'ko K. E., *Method of the intramedullary nailing complex segmental and complex irregular the tibial diaphysis fractures: the instruction for application*. Minsk, Ministry of Health of Republic of Belarus 2020. 26 p. (in Russian).
28. Selitskii A. V., Kezlya O. P., Povelitsa E. A. *Method for procurement of autodermograft used for wound closure with different degree of readiness for operative treatment*. Patent of the Republic of Belarus, IASC AOIN 1/02 (2006.01), 2014 (in Russian).

Информация об авторах

Селицкий Антон Вацлавович – ст. преподаватель. Белорусская медицинская академия последипломного образования (ул. П. Бровки, 3/3, 220013, г. Минск, Республика Беларусь). E-mail: info@belmapo.by

Кезля Олег Петрович – д-р мед. наук, профессор, заведующий кафедрой. Белорусская медицинская академия последипломного образования (ул. П. Бровки, 3/3, 220013, г. Минск, Республика Беларусь). E-mail: info@belmapo.by

Information about the authors

Anton V. Sialitski – Senior Lecturer. Belarusian Medical Academy of Postgraduate Education (3/3, Brovka Str., 220013, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: info@belmapo.by

Oleg P. Kezlya – D. Sc. (Med.), Professor, Head of the Department. Belarusian Medical Academy of Postgraduate Education (3/3, Brovka Str., 220013, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: info@belmapo.by