

ЧАСТОТА, ФАКТОРЫ РИСКА, ОСОБЕННОСТИ ДИАФИЗАРНЫХ НЕСРАЩЕНИЙ ДЛИННЫХ КОСТЕЙ НИЖНИХ КОНЕЧНОСТЕЙ

FREQUENCY, RISK FACTORS, AND FEATURES OF DIAPHYSEAL NON-UNIONS OF THE LONG BONES OF THE LOWER EXTREMITIES

Бондаренко А.В. Bondarenko A.V.
Гусейнов Р.Г. Guseynov R.G.
Герасимова О.А. Gerasimova O.A.
Плотников И.А. Plotnikov I.A.
Завсеголов Н.И. Zavsegolov N.I.

ФГБОУ ВО АГМУ Минздрава России, Алтай State Medical University,
г. Барнаул, Россия Barnaul, Russia

Среди наиболее частых причин отрицательных результатов при лечении диафизарных переломов выделяются замедленная консолидация и несращения. Считается, что наиболее значимыми факторами являются механическая нестабильность, нарушение васкуляризации и инфекция в области перелома.

Цель исследования – уточнить частоту, вид, характер, факторы риска развития диафизарных несращений длинных костей нижних конечностей, выделить среди них наиболее значимые, наметить меры профилактики.

Материал и методы. Выполнен ретроспективный анализ медицинской документации 1411 пациентов с 1623 диафизарными переломами бедра и большеберцовой кости. Спустя 8 месяцев после травмы у пациентов оценивали наличие сращения. При анализе результатов учитывали частоту, вид и характер несращений в группах пациентов в зависимости от воздействия различных факторов.

Результаты и обсуждение. Всего у пациентов отмечено 883 диафизарных перелома бедра и 740 – большеберцовой кости. Через 8 месяцев сращение переломов не наступило у 162 (9,9 %). Оценивали частоту несращений у пациентов при изолированных переломах и политравме, полисегментарных, открытых и закрытых, простых и оскольчатых переломах, инфекции, степень остеогенной активности регенерата.

Заключение. Основными факторами риска несращений у пациентов являлись последствия высокоэнергетических травм с нарушением васкуляризации отломков: полисегментарные, открытые, оскольчатые переломы, инфекция. При наличии факторов риска необходим особый контроль за процессом консолидации на амбулаторном этапе для ранней коррекции лечебного процесса.

Ключевые слова: несращения переломов; замедленная консолидация; механическая нестабильность

The most common causes of failure in the treatment of diaphyseal fractures are delayed consolidation and nonunion. The most significant factors are believed to be mechanical instability, impaired vascularization, and infection at the fracture site.

Objective – to clarify the frequency, type, nature, and risk factors for the development of diaphyseal nonunions of the long bones of the lower extremities, to identify the most significant among them, to outline preventive measures.

Materials and methods. A retrospective analysis of medical records of 1,411 patients with 1,623 diaphyseal fractures of the femur and tibia was performed. Patients were evaluated for adhesion 8 months after injury. When analyzing the results, the frequency, type and nature of nonunions in groups of patients were taken into account depending on the impact of various factors.

Results and discussion. A total of 883 diaphyseal fractures of the femur and 740 of the tibia were noted in patients. After 8 months, the union of fractures did not occur in 162 (9.9%). The frequency of nonunions in patients with isolated fractures and polytrauma, polysegmental, open and closed, simple and comminuted fractures, infections, and the degree of osteogenic activity of the regenerate in nonunions were assessed.

Conclusion. The main risk factors for nonunions in patients were the consequences of high-energy injuries with impaired fragment vascularization: polysegmental, open, comminuted fractures, infection. In the presence of risk factors, special control over the process of consolidation at the outpatient stage is necessary for early correction of the treatment process.

Key words: fracture nonunion; delayed consolidation; mechanical instability

Наиболее частыми причинами отрицательных результатов при лечении диафизарных переломов длинных костей нижних конечностей являются замедленная консолидация и несращения [1-3]. Несмотря на использование

современных малоинвазивных методов остеосинтеза, их удельный вес составляет от 15,7 до 57,6 % [1, 2, 4].

Несращением считается стойкое нарушение целостности или осификации кости с наличием па-

тологической подвижности на ее протяжении, сохранении линии перелома при остановке процесса консолидации спустя два и более ожидаемых срока сращения [2, 3]. Процесс заживления переломов диафиза бедра и большеберцовой

Для цитирования: Бондаренко А.В., Гусейнов Р.Г., Герасимова О.А., Плотников И.А., Завсеголов Н.И. ЧАСТОТА, ФАКТОРЫ РИСКА, ОСОБЕННОСТИ ДИАФИЗАРНЫХ НЕСРАЩЕНИЙ ДЛИННЫХ КОСТЕЙ НИЖНИХ КОНЕЧНОСТЕЙ //ПОЛИТРАВМА / POLYTRAUMA. 2023. № 2, С. 36-44.

Режим доступа: <http://poly-trauma.ru/index.php/pt/article/view/439>

DOI: 10.24412/1819-1495-2023-2-36-44

кости в среднем длится 4 месяца, следовательно, отсутствие признаков сращения свыше 8 месяцев является несращением [1-3].

Считается, что наиболее значимыми факторами, приводящими к несращениям, являются механическая нестабильность, нарушение васкуляризации и инфекция в области перелома, иногда к ним относят неадекватность пациента и различные нейропатии [1, 2, 5-9]. Однако удельный вес указанных факторов и их влияние на формирование несращений полностью не изучены, что усложняет выработку эффективных мер профилактики.

Цель исследования — уточнить частоту, вид, характер, факторы риска развития диафизарных несращений длинных костей нижних конечностей при использовании методов малоинвазивного остеосинтеза, выделить среди них наиболее значимые, наметить меры профилактики.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Выполнен ретроспективный анализ медицинских карт стационара, амбулаторного наблюдения и рентгенограмм 1411 пациентов с 1623 диафизарными переломами бедра и большеберцовой кости, проходивших лечение во 2-ом травматологическом отделении КГБУЗ «Краевая клиническая больница скорой медицинской помощи» г. Барнаул — травмоцентре I уровня за 10 лет, с 2011 по 2020 г.

Пациенты включены в исследование сплошным методом. Критерии включения:

- возраст от 18 до 60 лет (обоих полов);
- малоинвазивный остеосинтез перелома в экстренном или отсроченном порядке. При закрытых переломах — блокирующий интрамедуллярный остеосинтез (БИОС). При открытых — в экстренном порядке после хирургической обработки раны чрескостный остеосинтез аппаратом, со сменой на БИОС после надежного заживления раны. В случае осложнений чрескостный остеосинтез оставался основным и окончательным методом фиксации;
- стационарное лечение и амбулаторное наблюдение под патрона-

жем специалистов нашего отделения до возвращения к труду или привычному образу жизни.

Критерии исключения: смерть пациента до 8 месяцев после травмы; амбулаторное наблюдение в другом лечебном учреждении; недостаток информации для проведения анализа результатов лечения, в том числе серийных рентгенограмм, выполненных в ходе процесса консолидации.

Спустя 8 месяцев после травмы у пациентов оценивали наличие сращения. Оно характеризовалось массивной костной мозолью в 3 из 4 кортикальных слоев на переднезадней и боковой рентгенограммах, отсутствием боли и патологической подвижности в области перелома. При несращении определяли локализацию, его вид и характер.

Учитывая то, что характер несращения определяется степенью остеогенной активности формирующегося регенерата, имеющего свойство изменяться в динамике, при изучении характера несращения использовали дополнительную группу пациентов, первоначально проходивших лечение в других лечебных учреждениях, а затем поступивших в нашу клинику. За указанный период таких пациентов, соответствующих выработанным критериям включения в исследование, было 69. Это увеличило его мощность и позволило достичь большего разнообразия изучаемой патологии, так как у пациентов основной группы время заболевания не превышало 1 года, в то время как в дополнительной у большинства сращения не произошло в течение 3 и более лет.

При анализе результатов учитывали частоту, вид и характер несращения в группах пациентов в зависимости от воздействия различных факторов. Рассчитывали отношение шансов (ОШ) и риски вероятности несращения [10, 11]. Для оценки статистической значимости различий использовали расчет критерия χ^2 Пирсона с поправкой Йейтса [12]. При оценке вероятности нулевой гипотезы критический уровень значимости различий принимался менее 0,05 [13].

Одобрение этического комитета для проведения исследования не

требовалось из-за его ретроспективного характера, так как оценивалась информация, собираемая на регулярной основе.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Всего у пациентов отмечено 883 диафизарных перелома бедра и 740 — большеберцовой кости. Через 8 месяцев сращения переломов не наступило у 162 (9,9 %): при переломах бедра — у 39 (4,4 %), большеберцовой кости — у 123 (16,6 %), что в четыре раза больше. ОШ вероятности несращения перелома диафиза большеберцовой кости по сравнению с переломом бедра выше — 4,31. Риск несращения бедра через 8 месяцев после травмы составил 0,04 (4 %), большеберцовой кости — 0,16 (16 %), различия статистически значимы ($\chi^2 > 10,828$; $p < 0,001$). Факторы риска, связанные с несращением диафизарных переломов длинных костей нижних конечностей, приведены в таблице 1.

Из 1411 пациентов у 592 (41,9 %) отмечались одиночные (изолированные) переломы бедра и большеберцовой кости, у 819 (58,1 %) они являлись компонентами политравмы. У 621 пациента отмечалась сочетанная травма с повреждением нескольких систем органов, у 198 — множественная скелетная травма, в том числе у 167 — полисегментарные переломы бедра и большеберцовой кости.

Из 592 пациентов с одиночными переломами через 8 месяцев после травмы сращения не наступило у 44 (7,4 %). Из 819 пациентов с политравмой через аналогичный период сращения не произошло у 118 человек (14,4 %), больше чем в 1,9 раза. ОШ вероятности несращения переломов при политравме выше — 2,09. Риск несращения одиночных переломов через 8 месяцев после травмы составил 0,07 (7 %), при политравме — 0,14 (14 %), различия статистически значимы ($\chi^2 > 10,828$; $p < 0,001$).

Помимо факторов общего воздействия отрицательное влияние на процессы консолидации оказывают локальные факторы. Их значение решено оценить, сравнив частоту несращений в разных группах пациентов с полисегментарны-

Таблица 1
Факторы риска, связанные с несращением диафизарных переломов длинных костей нижних конечностей
Table 1
Risk factors associated with nonunion of diaphyseal fractures of long bones of the lower extremities

Факторы риска Risk factors	Число переломов Number of fractures	Число несращений Number of nonunions	ОШ OR	χ^2	p
Локализация перелома Fracture localization			4,31	> 10.828	< 0.001
Бедро / Hip	883	39			
Большеберцовая кость / Tibia	740	123			
Характер повреждения Nature of damage			2.09	> 10.828	< 0.001
Одиночное / Single	592	44			
Политравма / Polytrauma	819	118			
Полисегментарные переломы Polysegmental fractures			4.52	> 10.828	< 0.001
Ипсилатеральные / Ipsilateral	56	5			
Контралатеральные / Contralateral	111	34			
Тяжесть перелома бедра Severity of hip fracture			2.84	> 7.879	< 0.005
Простой / Simple	254	5			
Оскольчатый / Splintered	629	34			
Тяжесть перелома большеберцовой кости Severity of tibial fracture			3.45	> 10,828	< 0,001
Простой / Simple	177	12			
Оскольчатый / Splintered	563	111			
Вид перелома Fracture type			1.95	> 7.879	< 0.005
Открытый / Opened	1242	104			
Закрытый / Closed	381	58			
Инфекция в очаге Infection in the focus			17.33	> 10.828	< 0.001
Отсутствует / Absent	1544	116			
Имеется / Available	79	46			
Наличие коморбидной патологии Presence of comorbid pathology			5.02	> 10.828	< 0.001
Отсутствует / Absent	116	42			
Имеется / Available	46	34			

ми переломами бедра и большеберцовой кости.

Полисегментарные переломы нижних конечностей, согласно классификации В.А. Соколова (2006) [14], разделили на две группы: ипсилатеральные (односторонние) и контралатеральные (двухсторонние). В таблице 2 приведена характеристика полисегментарных переломов у наблюдаемых пациентов.

Принципиальное различие ипсилатеральных и контралатеральных переломов заключается в том, что пациент при односторонних повреждениях может самостоятельно передвигаться, ограничивая при этом нагрузку на поврежденную конечность, без риска потерять ста-

бильность остеосинтеза, в то время как при контралатеральных переломах такой возможности нет — пациент вынужден нагружать при ходьбе обе конечности одинаково, что часто приводит к потере жесткости фиксации и дебриколяжу.

Как следует из таблицы 2, ипсилатеральные повреждения отмечены у 1/3 пациентов с полисегментарными переломами, контралатеральные — у 2/3. Из контралатеральных повреждений наиболее часто регистрировались 2-сегментарные переломы — обеих голеней, бедра и голени, обеих бедер. Двухсторонние переломы 3 и 4 сегментов нижних конечностей встречались относительно редко.

При ипсилатеральных переломах несращения отмечены у 6 (10,7 %) пациентов, при контралатеральных — у 39 (35,1 %), более чем в 3,2 раза. ОШ вероятности несращения при контралатеральных переломах по сравнению с ипсилатеральными равнялась 4,52. Риск несращения ипсилатеральных переломов составил 0,12 (12 %), контралатеральных — 0,35 (35 %), различия статистически значимы ($\chi^2 > 10,828$; $p < 0,001$).

Учитывая важность влияния тяжести переломов на течение консолидации, решено оценить частоту несращений при простых и оскольчатых диафизарных переломах бедра и большеберцовой кости. Для оценки тяжести использовали клас-

сификацию АО [15]. Простые переломы (тип А) имели одиночную линию излома, оскольчатые (тип В и С) – несколько, с одним или более промежуточными фрагментами, при которых после репозиции отмечался незначительный контакт между основными отломками (тип В), либо контакт вообще отсутствовал (тип С) [16].

Из 883 переломов бедра простых (32-А) отмечено 254 (28,8%), оскольчатых (32-В и 32-С) – 629 (71,2%). Из 740 переломов большеберцовой кости простых (42-А) зарегистрировано 177 (23,9%), оскольчатых (42-В и 42-С) – 563 (76,1%). Оскольчатые переломы преобладали, причем на голени они встречались чаще, чем на бедре.

Спустя 8 месяцев после травмы при простых переломах зарегистрировано 17 (3,9%) несращения, при оскольчатых – 145 (12,2%), что в 3,1 раза чаще. Несращения бедра отмечены у 5 (1,9%) пациентов с простыми переломами, у 34 (5,4%) – с оскольчатыми. ОШ вероятности несращения оскольчатых переломов бедра по сравнению с простыми выше – 2,84. Риск несращения простых переломов диафиза бедра через 8 месяцев после травмы составил 0,01 (1%), оскольчатых – 0,05 (5%), различия статистически значимы ($\chi^2 > 7,879$; $p < 0,005$).

Несращения большеберцовой кости зарегистрированы у 12 (6,8%) пациентов с простыми переломами и у 111 (19,7%) – с оскольчатыми. ОШ вероятности несращения оскольчатых переломов голени по сравнению с простыми выше – 3,45. Риск несращения простых переломов диафиза большеберцовой кости через 8 месяцев после травмы составил 0,06 (6%), оскольчатых – 0,19 (19%), различия статистически значимы ($\chi^2 > 10,828$; $p < 0,001$).

Из 1623 переломов у пациентов отмечено 1242 (76,5%) закрытых и 381 (23,5%) – открытых. Спустя 8 месяцев после травмы несращения после закрытых переломов наблюдались в 104 (8,4%) случаях, при открытых – в 58 (15,2%), в 1,8 раза чаще. ОШ вероятности несращения открытых переломов нижних конечностей по сравнению

Таблица 2
Частота и характер полисегментарных переломов у пациентов (n = 167)
Table 2
Frequency and nature of polysegmental fractures in patients (n = 167)

Характер полисегментарных переломов Pattern of polysegmental fractures	Количество больных Number of patients	
	Абс. число Abs. number	%
Ипсилатеральные повреждения Ipsilateral injuries	56	33.5
Переломы бедра и голени (2 сегмента) Hip and tibia fractures (2 segments)	56	33.5
Контралатеральные повреждения Contralateral injuries	111	66.5
Переломы обеих голеней (2 сегмента) Fractures of both lower legs (2 segments)	36	21.5
Переломы обоих бедер (2 сегмента) Fractures of both hips (2 segments)	27	16.2
Перелом бедра и голени (2 сегмента) Fracture of the hip and lower leg (2 segments)	29	17.4
Переломы обеих голеней и бедра (3 сегмента) Fractures of both lower legs and hip (3 segments)	8	4.8
Переломы обоих бедер и голени (3 сегмента) Fractures of both hips and one lower leg (3 segments)	8	4.8
Переломы обоих бедер и обеих голеней (4 сегмента) Fractures of both hips and both lower legs (4 segments)	3	1.8
ИТОГО / TOTAL	167	100

с закрытыми выше – 1,95. Риск несращения закрытых переломов составил 0,08 (8%), открытых – 0,15 (15%), различия статистически значимы ($\chi^2 > 7,879$; $p < 0,005$).

При оценке роли инфекции в процессе формирования диафизарных несращения оказалось, что асептические несращения отмечались у 116 (71,6%) пациентов, из них при переломах бедра – у 49 (30,2%), при переломах большеберцовой кости – у 67 (41,3%). Септические несращения зарегистрированы у 46 (28,4%) пациентов: при переломах бедра – у 5 (3,2%), при переломах большеберцовой кости – у 41 (25,3%). Все без исключения септические несращения являлись следствием открытых переломов.

Локальные инфекционные осложнения в области открытых переломов на различных сроках после травмы отмечены в 79 (20,7%) случаях, из них в 46 (58,2%) сращение не наступило. В свою очередь, из 1544 переломов с асептическим течением сращение отсутствовало в 116 (7,5%) случаях, это меньше в 7,7 раза. ОШ вероятности формирования несращения в условиях

инфекции по сравнению с асептическим течением раны значительно выше – 17,33. Риск несращения при асептическом течении раны через 8 месяцев после травмы составил 0,07 (7%), при инфекционных осложнениях – 0,58 (58%), различия статистически значимы ($\chi^2 > 10,828$; $p < 0,001$).

Часто появление несращения отмечается на фоне тяжелой коморбидной патологии (сахарный диабет, ВИЧ, гепатиты, атеросклероз, опухоли, системные заболевания соединительной ткани, бронхиальная астма, курение и др.). Выполнен анализ частоты коморбидной патологии у пациентов в группах с асептическими (n = 116) и септическими (n = 46) несращениями. При асептических несращениях она отмечена у 42 (36,2%) человек, при септических – у 34 (73,9%). ОШ вероятности несращения при тяжелом коморбиде – 5,02, риск асептического несращения – 0,36 (36%), септического – 0,73 (73%), различия статистически значимы ($\chi^2 > 10,828$; $p < 0,001$).

Следует заметить, что у наблюдаемых пациентов не зарегистри-

рован ни один случай несращения при периферической нейропатии, хотя последняя наблюдалась у 2 пациентов.

По характеру или степени остеогенной активности все несращения разделяются на гипертрофические, олиготрофические (атрофические без потери костного вещества) и атрофические (с лизисом отломков и образованием дефекта) [2]. В выборе хирургической тактики при лечении несращений большую роль играет именно характер несращения или степень остеогенной активности костного регенерата [1-3, 17].

Как было указано выше, для изучения характера несращений в динамике дополнительно в исследование были включены 69 пациентов с несращениями на более длительных сроках, соответствующих принятым критериям. В зависимости от времени, прошедшего после травмы, всех пациентов разделили на 3 группы с несращениями: до года, от 1 года до 3 лет, свыше 3 лет. Результаты приведены в таблице 3.

Как следует из таблицы 3, у пациентов преобладали олиготрофические несращения, реже встречались гипертрофические, еще реже – атрофические. Наибольшее число пациентов с несращениями наблюдали в течение 1-го года после травмы – 43,8 %, реже – от года до 3 лет – 35,5 %, еще реже – свыше 3 лет – 20,7 %.

Частота гипертрофических и атрофических несращений со временем увеличивалась, а олиготрофических – снижалась. Так, на 1-м году после травмы у пациентов в основном (более 90 %) регистрировались олиготрофические несращения, гипертрофические и атрофические встречались в единичных случаях. От 1 года до 3 лет картина изменялась: частота олиготрофических несращений снизилась на 1/3, а гипертрофических, напротив, повысилась. По прошествии 3 лет с момента травмы у пациентов преобладали гипертрофические несращения, незначительно выросло число атрофических несращений, а относительное количество олиготрофических несращений снизилось более чем в 5 раз по сравнению с 1-м годом.

Таким образом, со временем отмечается тенденция к увеличению частоты гипертрофических и атрофических несращений, снижению числа олиготрофических несращений. Приведенные данные подтверждают, что в ходе репаративного процесса постоянно происходит изменение степени остеогенной активности формирующегося регенерата, что отражает его морфологические и рентгенологические характеристики.

ОБСУЖДЕНИЕ

Несмотря на широкое внедрение в практику современных методов малоинвазивного остеосинтеза, ча-

стота диафизарных несращений длинных трубчатых костей нижних конечностей остается высокой [1, 17, 18, 20]. В нашем исследовании через 8 месяцев после травмы она составила 9,9 %: при переломах бедра – 4,4 %, большеберцовой кости – 16,6 %, что гораздо выше.

В первую очередь, это объясняется анатомическими особенностями строения. Диафизарная часть большеберцовой кости спереди покрыта только кожей и надкостницей, травма от прямого воздействия, как правило, сопровождается тяжелой контузией мягких тканей, часто их первичной утратой, приводящей к значительным нарушениям кровотока в области перелома с последующими длительными его расстройствами [19, 20, 24]. В отличие от этого, диафиз бедренной кости со всех сторон окружен хорошо кровоснабжаемой мышечной тканью. Кроме того, кровоснабжение диафиза большеберцовой кости осуществляется только через единственную питающую артерию, в то время как на бедре питающих диафиз артерий обычно 4 или 5 [6, 21, 22]. В целом кровоток на голени значительно беднее, чем на бедре, и наличие его расстройств является одним из основных факторов нарушения сращения [6, 22-25].

Высокоэнергетические травмирующие факторы играют ведущую роль в формировании несращений. Так, частота несращений при одиночных переломах диафиза от

Таблица 3
Частота и характер несращений на разных сроках с момента травмы (n = 231)
Table 3
The frequency and nature of nonunions at different times since the injury (n = 231)

Характер несращения The nature of nonunion	Время с момента травмы Time since injury						Всего Total	
	До года Less than 1 year		От 1 года до 3 лет 1-3 years		Свыше 3 лет More than 3 years			
	Абс. Abs.	%	Абс. Abs.	%	Абс. Abs.	%	Абс. Abs.	%
Гипертрофическое Hypertrophic	7	6.9	32	39.1	35	72.9	74	32.1
Олиготрофическое Oligotrophic	93	92.2	47	57.3	8	16.6	148	64.1
Атрофическое Atrophic	1	0.9	3	3.6	5	10.5	9	3.8
ИТОГО TOTAL	101	100	82	100	48	100	231	100

низкоэнергетических воздействий через 8 месяцев после травмы составила 7,4 %, в то время как от высокоэнергетических факторов при политравме — 14,4 %.

Переломы бедра и голени при политравме всегда сопровождаются более значительными повреждениями как костей, так и мягких тканей, что в дальнейшем напрямую отражается на течении процессов консолидации [7, 14, 20, 26]. Острая массивная кровопотеря, травматический шок с последующей постгеморрагической анемией, синдром взаимного отягощения повреждений снижают восстановительный потенциал организма, что отрицательно сказывается на процессах сращения [7, 14, 27].

У пациентов с множественными переломами при политравме помимо общего и местного отрицательного воздействия высокоэнергетического поражающего фактора отрицательное влияние на процессы консолидации оказывают локальные механические условия, что прослеживается при лечении полисегментарных переломов.

Как оказалось, при ипсилатеральных переломах через 8 месяцев несращения одного из них отмечены в 10,7 %, при контрлатеральных — в 35,1 %, более чем в 3,2 раза. Большая частота несращений при контрлатеральных переломах объясняется следующим: если при ипсилатеральных переломах у пациента имеется возможность передвигаться, регулируя нагрузку поврежденной конечности, предупреждая появление нестабильности внутренней фиксации и дебриколяжа, то при контрлатеральных пациент вынужден нагружать обе конечности с одинаковой силой. При неблагоприятных условиях (тяжелые оскольчатые и иррегулярные переломы без наличия торцевого упора между основными отломками, остеопороз, недостаточная стабильность остеосинтеза, большая масса пациента, повышенная активность и пр.) это приводит к нестабильности в области перелома, потере жесткости фиксации, дебриколяжу конструкций задолго до возникновения прочного сращения.

Поскольку высокоэнергетические воздействия вызывают более тяже-

лые повреждения кости и окружающих тканей, прослежено влияние тяжести переломов на течение консолидации. Для этого выполнена оценка частоты несращений при простых и оскольчатых переломах бедра и большеберцовой кости.

Как оказалось, частота несращений оскольчатых переломов в 3,1 раза выше, чем простых. При этом ОШ и риск вероятности несращения оскольчатых переломов большеберцовой кости выше, чем переломов бедра. Здесь следует привести слова замечательного травматолога-ортопеда А.А. Девятова, отметившего, что «проблема лечения переломов длинных трубчатых костей — есть, прежде всего, проблема лечения переломов голени» [28].

Отсутствие интимного контакта и, как следствие, торцевого упора между основными отломками при оскольчатых переломах, наличие между ними промежуточных фрагментов, лишенных кровоснабжения, отрицательно сказывается на процессах консолидации [6, 22, 29, 30]. При высокоэнергетической травме, особенно при открытых переломах, промежуточные отломки диафиза лишаются связей с периостальными, эндостальными и внутрикостными сосудами и могут включаться в образующуюся костную мозоль только как пассивные элементы, сами инициировать формирование костного регенерата они не в состоянии. В таких условиях для образования прочной костной мозоли требуется более продолжительное время, чем при простых переломах с одиночной линией излома и сохранением сосудистой сети на концах отломков [6, 30].

Помимо оскольчатых переломов, высокоэнергетические воздействия часто приводят к открытым повреждениям кости, а те, в свою очередь, к инфекционным осложнениям, способствующим замедленной консолидации и несращению [2, 31-34].

Спустя 8 месяцев после травмы диафизарные несращения после закрытых переломов наблюдались в 8,4 % случаев, при открытых переломах — в 15,2 %, в 1,8 раз больше. Наличие у пациента открытого перелома вследствие высокоэнерге-

тической травмы часто вызывало скелетирование костных отломков с повреждением окружающих тканей и сосудов. Это приводило к нарушению процессов образования костной мозоли и способствовало ишемическому некрозу тканей раны, инфицированию, воспалению и, как следствие, септическому несращению. Девитализированные промежуточные отломки становились секвестрами, требовалось их удаление, так как они полностью блокировали процессы консолидации.

Септические несращения отмечены у 1/3 из наблюдаемых нами пациентов. Среди них преобладали несращения переломов большеберцовой кости более чем в 7,9 раза по сравнению с бедром. Все септические несращения у пациентов наступили после открытых переломов. Инфекционные осложнения в области послеоперационных ран на разных сроках после травмы развились в 79 (4,9 %) случаях. Несмотря на купирование воспалительного процесса, у 46 (58,2 %) из них сращения не наступило, в то время как при асептическом течением раны не срослись только 7,5 % переломов, менее чем в 7,7 раза.

Как оказалось, большую роль в развитии несращений играет коморбидная патология, особенно при септических несращениях. Риск развития септических несращений при сопутствующей патологии (сахарный диабет, ВИЧ, гепатит, атеросклероз, опухоли, системные заболевания соединительной ткани, бронхиальная астма, курение и др.) выше в 2,1 раза.

Известно, что в выборе хирургической тактики при лечении несращений большую роль играет характер несращения или степень остеогенной активности формирующегося костного регенерата. От этого зависит тактика хирургического лечения.

При гипертрофических несращениях, когда сосудистая реакция выражена, для перестройки костного регенерата достаточно обеспечить стабильную фиксацию костных отломков, которая приведет к оссификации костной мозоли в зоне несращения. При этом необходимости в каких-либо костно-пла-

стических операциях нет [1-4, 17].

По-иному обстоит дело при атрофических несращениях. В этих случаях добиться сращения путем создания прочной иммобилизации зоны перелома затруднительно, так как сосудистый компонент слабый и пластического материала для создания прочной костной мозоли недостаточно. Поэтому часто с целью стимулирования репаративной реакции при аваскулярных несращениях требуется расширенная декортикация с трансплантацией губчатой аутокости [1-4, 23, 25, 26].

При изучении в динамике характера репаративного регенерата у пациентов с несращениями выяснилось, что чаще отмечались олиготрофические несращения, реже — гипертрофические, еще реже — атрофические. При этом с годами частота гипертрофических и атрофических несращений увеличивалась, а олиготрофических — снижалась.

Учитывая то, что оперативные вмешательства наименее травматичны и более просты при олиготрофических несращениях, целесообразно как можно раньше спро-

гнозировать ситуацию с целью выполнения необходимой реконструкции. Для этого пациентов с факторами риска диафизарных несращений необходимо выделять в особую группу диспансерного наблюдения на амбулаторном этапе при травмоцентре I уровня, как это осуществляется при лечении пациентов с политравмой [35].

ВЫВОДЫ

Частота несращений диафизарных переломов длинных костей нижних конечностей составляла 9,9 %, при этом несращения переломов большеберцовой кости встречались в 3,8 раза чаще, чем бедра. Основными факторами риска диафизарных несращений у пациентов являлись последствия высокоэнергетических травм — политравма, оскольчатые, полисегментарные, открытые переломы, инфекция в очаге, наличие коморбидной патологии.

В общей структуре у наблюдаемых пациентов септические несращения занимали до 1/3 и во всех случаях являлись следствием открытых переломов.

Анализ характера несращений по степени остеогенной активно-

сти показал значительное преобладание на первом году после травмы олиготрофических несращений, с их постепенным снижением и ростом частоты гипертрофических и атрофических несращений в последующие годы. Динамические изменения характера репаративного регенерата со временем следует учитывать при планировании реконструктивных оперативных вмешательств.

При наличии указанных факторов риска необходим особый контроль за процессом консолидации на амбулаторном этапе. Это позволит на ранних этапах внести коррекцию в процесс лечения и спланировать его дальнейший ход. В травмоцентрах I уровня следует организовать кабинеты амбулаторного наблюдения и лечения пациентов после проведенного остеосинтеза.

Информация о финансировании и конфликте интересов

Исследование не имело спонсорской поддержки.

Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES:

1. Barabash AP, Barabash YuA. False joints. Consequences of locomotor system injuries. In: *Orthopedics: national guidelines* / edited by Mironov SP, Kotelnikov GP. 2nd edition, revised and supplemented. M.: GEOTAR-Media, 2013. 712-743. Russian (Барабаш А.П., Барабаш Ю.А. Ложные суставы. Последствия травм опорно-двигательной системы // Ортопедия: национальное руководство / под ред. С.П. Миронова, Г.П. Котельникова. 2-е изд., перераб. и доп. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2013. С. 712-743.)
2. McKee MD, Oshner PE. Aseptic non-unions. In: *AO - Principles of fracture treatment: a guide for physicians: two volumes* / edited by Ryudi TP, Bakli RE, Moran KG. Vol. 1: Principles. 2nd edition, revised and supplemented. Translated into Russian by Sitnik AA. Berlin, 2013. 505-519. Russian (Мак-Ки М.Д., Ошнер П.Е. Асептические несращения // АО – Принципы лечения переломов: рук. для врачей: в 2 т. / под ред. Т.П. Рюди, Р.Э. Бакли, К.Г. Морана. Том 1: Принципы. 2-е доп. и перераб. изд. Перевод на рус. язык А.А. Ситник. Berlin, 2013. С. 505-519.)
3. Cleveland KB. Delayed and nonunion of fractures. In: *Campbell's Operative Orthopaedics*. Edition ST Canale, JH Beaty. Philadelphia, Pennsylvania: Mosby Elsevier, 2008. Т. 3. P. 3529-3574.
4. Kovtun VV, Kovtun AV. Place of Ilizarov compression-distraction devices in the system of treatment of violations of the processes of consolidation of fractures of long bones. In: *Treatment of patients with injuries and diseases of the extremities: abstracts of the 2nd scientific and practical conference of traumatologists and orthopedists of the Federal Medical and Biological Agency*. Moscow, 2005. 46 p. Russian (Ковтун В.В., Ковтун А.В. Место компрессионно-дистракционных аппаратов Г.А. Илизарова в системе лечения нарушений процессов консолидации переломов длинных костей // Лечение больных с повреждениями и заболеваниями конечностей: тезисы докладов II научно-практической конференции травматологов и ортопедов Федерального медико-биологического агентства. Москва, 2005. С. 46.)
5. Makaram NS, Leow JM, Clement ND, Oliver WM, Ng ZH, Simpson C, et al. Risk factors associated with delayed and aseptic nonunion following tibial diaphyseal fractures managed with intramedullary nailing. *Bone Jt Open*. 2021; 2(4): 227-235. doi: 10.1302/2633-1462.24. BJO-2021-0012.R1
6. Onoprienko GA, Voloshin VP. Microcirculation and regeneration of bone tissue: theoretical and clinical aspects. Moscow: Binom Publishing House, 2017. 184p. Russian (Оноприенко Г.А., Волошин В.П. Микроциркуляция и регенерация костной ткани: теоретические и клинические аспекты. Москва: Изд-во «Бином», 2017. 184 с.)
7. Agadzhanian VV, Ustyantseva IM, Pronskikh AA, Novokshonov AV, Agalaryan AKH. Polytrauma. Septic complications. Novosibirsk: Nauka Publ., 2005. 391 p. Russian (Агаджанян В.В., Устьянцева И.М., Пронских А.А., Новокшонов А.В., Агаларян А.Х. Политравма. Септические осложнения. Новосибирск: Наука, 2005. 391 с.)
8. Milyukov AYU, Ustyantsev DD, Gilev YaKh, Mazeev DV. Prognostic significance of comorbid status in the development of complications in the surgical treatment of patients with injuries of the proximal femur. *Polytrauma*. 2017; (2): 6-15. Russian (Милюков А.Ю., Устьян-

- цев Д.Д., Гилев Я.Х., Мазеев Д.В. Прогностическая значимость коморбидного статуса в развитии осложнений при хирургическом лечении пациентов с травмами проксимального отдела бедренной кости // *Политравма*. 2017. № 2. С. 6-15.)
9. Agadzhanyan VV, Milyukov AYU, Ustyantsev DD, Gilev YaKh. Prognostic model of the potential risk of complications in patients with fractures of the proximal femur. *Polytrauma*. 2018; (3):6-19. Russian (Агаджанян В.В., Милуков А.Ю., Устьянцев Д.Д., Гилев Я.Х. Прогностическая модель потенциального риска развития осложнений у пациентов с переломами проксимального отдела бедренной кости // *Политравма*. 2018. № 3. С. 6-19.)
 10. Fletcher R, Fletcher S, Wagner E. Clinical epidemiology. Fundamentals of evidence-based medicine: translated from English. Moscow: Media Sphere, 1998. 352p. Russian (Флетчер Р., Флетчер С., Вагнер Э. Клиническая эпидемиология. Основы доказательной медицины: пер. с англ. Москва: Медиа Сфера, 1998. 352 с.)
 11. Grinhalkh T. Fundamentals of evidence-based medicine: translation from English. 3rd ed. Moscow: GEOTAR-Media, 2008. 288 p. Russian (Гринхальх Т. Основы доказательной медицины: пер с англ. 3-е изд. Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2008. 288 с.)
 12. Petri A, Sabin K. Visual statistics in medicine: translation from English. Moscow: GEOTAR-Media, 2003. 144 p. Russian (Петри А., Сэбин К. Наглядная статистика в медицине: пер с англ. Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2003. 144 с.)
 13. Glantz S. Medico-biological statistics: translated from English. Moscow: Practice, 1998. 459 p. Russian (Гланц С. Медико-биологическая статистика: пер. с англ. Москва: Практика, 1998. 459 с.)
 14. Sokolov VA. Multiple and associated injuries. Moscow: GEOTAR-Media, 2006. 512 p. Russian (Соколов В.А. Множественные и сочетанные травмы. Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2006. 512 с.)
 15. Meinberg EG, Agel J, Roberts CS, Karam MD, Kellam JF. Fracture and Dislocation Classification Compendium-2018. *J Orthop Trauma*. 2018; 32 Suppl 1: S1-S170. doi: 10.1097/BOT.0000000000001063
 16. UCF. Universal classification of fractures. Maurice E. Müller Foundation in collaboration with the AO-ASIF Documentation Centre. М., 1996. Booklet No. 2. 32 p. Russian (УКП. Универсальная классификация переломов. Фонд Мориса Е. Мюллера при сотрудничестве центра документации АО-ASIF. М., 1996. Буклет № 2. 32 с.)
 17. Brinker MR, O'Connor DP. Management of aseptic tibial and femoral diaphyseal nonunions without bony defects. *Orthopedic Clinics North America*. 2016; 47: 67-75.
 18. Gerasimenko SI, Baichuk BP. Results of treatment of diaphyseal fractures of the bones of the lower extremities in patients with polytrauma using blocking intramedullary osteosynthesis. *Orthopedics and prosthetics*. 2013; 1(76): 5-7. Russian (Герасименко С.И., Байчук Б.П. Результаты лечения диафизарных переломов костей нижних конечностей у пациентов с политравмой с применением блокирующего интрамедуллярного остеосинтеза // *Вісник ортопедії та протезування*. 2013. № 1(76). С. 5-7.)
 19. Bondarenko AV, Plotnikov IA, Guseinov RG. Treatment of post-traumatic defects of the tibial diaphysis by combined sequential bilocal and blocking osteosynthesis. *Polytrauma*. 2020; (1):23-30. Russian (Бондаренко А.В., Плотников И.А., Гусейнов Р.Г. Лечение посттравматических дефектов диафиза большеберцовой кости методом комбинированного последовательного биллокального и блокирующего остеосинтеза // *Политравма*. 2020. № 1. С. 23-30.)
 20. Bondarenko AV, Guseinov RG, Plotnikov IA. Osteosynthesis of leg fractures at the second stage of damage control in polytrauma. *Polytrauma*. 2021; (3): 28-36. Russian (Бондаренко А.В., Гусейнов Р.Г., Плотников И.А. Остеосинтез переломов голени на втором этапе damage control (контроля повреждений) при политравме // *Политравма*. 2021. № 3. С. 28-36.)
 21. Watson-Jones R. Fractures of bones and joint damage: translated from English. Moscow: Medicine, 1972. 672 p. Russian (Уотсон-Джонс Р. Переломы костей и повреждения суставов: пер. с англ. Москва: Медицина, 1972. 672 с.)
 22. Lavrishcheva GI, Onoprienko GA. Morphological and clinical aspects of reparative regeneration of supporting organs and tissues. Moscow: Medicine, 1996. 208 p. Russian (Лаврищева Г.И., Оноприенко Г.А. Морфологические и клинические аспекты репаративной регенерации опорных органов и тканей. Москва: Медицина, 1996. 208 с.)
 23. Stetsula VI, Veklich VV. Fundamentals of controlled transosseous osteosynthesis. Moscow: Medicine, 2003. 224 p. Russian (Стецула В.И., Веклич В.В. Основы управляемого чрескостного остеосинтеза. Москва: Медицина, 2003. 224 с.)
 24. Bondarenko AV, Bondarenko AV, Kolomiets A. Ultrasound criteria of phases of reparative process in lower extremities bone fractures. *European Journal of Ultrasound*. 2013; 34: PS1-08.
 25. Tsigan EN, Deev RV. Morphofunctional bases of osteogenesis. St. Petersburg: VMedA, 2007. 120 p. Russian (Циган Е.Н., Деев Р.В. Морфофункциональные основы остеогенеза. Санкт-Петербург: ВМедА, 2007. 120 с.)
 26. Yavlieva RKH, Kavalersky GM, Petrov NV, Arsomakov AZ. Peculiarities of treatment of infected ununited fractures and false joints of the leg bones with soft tissue defects. *Prirovov Bulletin of Traumatology and Orthopedics*. 2007; (3):48-51. Russian (Явлиева Р.Х., Кавалерский Г.М., Петров Н.В., Арсомаков А.З. Особенности лечения инфицированных несросшихся переломов и ложных суставов костей голени с дефектом мягких тканей // *Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова*. 2007. № 3. С. 48-51.)
 27. Agadzhanyan VV, Pronskikh AA, Orlov AN. Our experience in the treatment of closed diaphyseal fractures of the leg bones. *Traumatology and Orthopedics of Russia*. 1998; 2: 7-10. Russian (Агаджанян В.В., Пронских А.А., Орлов А.Н. Наш опыт лечения закрытых диафизарных переломов костей голени // *Травматология и ортопедия России*. 1998. № 2. С. 7-10.)
 28. Devyatov AA. Transosseous osteosynthesis. Kishinev: Shtiintsa, 1990. 320 p. Russian (Девятов А.А. Чрескостный остеосинтез. Кишинев: Штиинца, 1990. 320 с.)
 29. Manual of internal osteosynthesis: a technique recommended by the AO group (Switzerland) /Muller ME, Allgover M, Schneider R, Willinger H; translated by AV Korolev. Moscow: Ad Marginem, 1996. – XXX, 750 p. Russian (Руководство по внутреннему остеосинтезу: методика, рекомендованная группой АО (Швейцария) /Мюллер М.Е., Альговер М., Шнайдер Р., Виллингер Х.; пер. А.В. Королев. Москва: Ad Marginem, 1996. – XXX, 750 с.)
 30. Ito K, Perren SM. Biology and biomechanics in bone healing. In: *AO – Principles of fracture treatment: guidelines for doctors*: in 2 volumes /edited by Rudy TP, Buckley RE, Moran KG. Volume 1: Principles. Second revised and supplemented edition. Translation into Russian by AA Sitnik. Berlin, 2013, 8-31. Russian (Ито К., Перрен С.М. Биология и биомеханика в заживлении кости // *АО – Принципы лечения переломов: рук. для врачей*: в 2 т. /под ред. Рюди Т.П., Бакли Р.Э., Морана К.Г. Том 1: Принципы. Второе дополненное и переработанное издание. Перевод на русский язык А.А. Ситник. Berlin, 2013. С. 8-31.)
 31. Johnson EE, Buckley RE. Chronic infection and infected non-unions. In: *AO – Principles of fracture treatment: a guide for doctors*: in 2 vol-

- umes /edited by Rudy TP, Buckley RE, Moran KG. Volume 1: Principles. Second revised and supplemented edition. Translation into Russian by AA Sitnik. Berlin, 2013, 543-555. Russian (Джонсон Э.Э., Бакли Р.Э. Хроническая инфекция и инфицированные несращения //АО – Принципы лечения переломов: рук. для врачей: в 2 т. /под ред. Рюди Т.П., Бакли Р.Э., Морана К.Г. Том 1: Принципы. Второе дополненное и переработанное издание. Перевод на русский язык А.А. Ситник. Berlin, 2013. С. 543-555.)
32. Oksner PE, Borens O, Baudelaire PM and others. Infections of the musculoskeletal system. Basic principles, prevention, diagnosis and treatment: translated from English; 1st ed. Barnaul: Kolmogorov, 2017. 250 p. Russian (Окснер П.Е., Боренс О., Бодлер П.М. и др. Инфекции опорно-двигательного аппарата. Основные принципы, профилактика, диагностика и лечение: пер. с англ.; 1-е изд. Барнаул: Колмогоров, 2017. 250 с.)
33. Chirva Yu, Babich M. Modern technologies for bone tissue replacement. St. Petersburg: Piter, 2021. 304 p. Russian (Чирва Ю., Бабич М. Современные технологии замещения костной ткани. Санкт-Петербург: Питер, 2021. 304 с.)
34. Yavlieva RKh. Infected nonunion fractures and false joints of the leg: abstracts of PhD in med. Moscow, 2009. 27 p. Russian (Явлиева Р.Х. Инфицированные несросшиеся переломы и ложные суставы голени: автореф. дис. ... канд. мед. наук. Москва, 2009. 27 с.)
35. Bondarenko AV, Gerasimova OA, Kirilova IA, Plotnikov IA, Bondarenko IN, Khuseynov RG. Restorative treatment and medical rehabilitation of patients with polytrauma. Barnaul: Altai Press House, 2019. 89 p. Russian (Бондаренко А.В., Герасимова О.А., Кирилова И.А., Плотников И.А., Бондаренко И.Н., Гусейнов Р.Г. О. Восстановительное лечение и медицинская реабилитация пациентов с политравмой. Барнаул: Алтайский дом печати, 2019. 89 с.)

Сведения об авторах:

Бондаренко А.В., д.м.н., профессор, заведующий 2-м травматологическим отделением, КГБУЗ «Краевая клиническая больница скорой медицинской помощи», профессор кафедры травматологии и ортопедии, ФГБОУ ВО АГМУ Минздрава России, г. Барнаул, Россия.

Гусейнов Р.Г., врач травматолог-ортопед 2-го травматологического отделения, КГБУЗ «Краевая клиническая больница скорой медицинской помощи», г. Барнаул, Россия.

Герасимова О.А., врач травматолог-ортопед 2-го травматологического отделения, КГБУЗ «Краевая клиническая больница скорой медицинской помощи», г. Барнаул, Россия.

Плотников И.А., к.м.н., старший ординатор 2-го травматологического отделения, КГБУЗ «Краевая клиническая больница скорой медицинской помощи», г. Барнаул, Россия.

Завсеголов Н.И., врач травматолог-ортопед 2-го травматологического отделения, КГБУЗ «Краевая клиническая больница скорой медицинской помощи», г. Барнаул, Россия.

Адрес для переписки:

Завсеголов Никита Игоревич, ул. Интернациональная 54-29, г. Барнаул, Россия, 656056
Тел: +7 (983) 546-79-82
E-mail: juju456@mail.ru

Статья поступила в редакцию: 22.03.2023

Рецензирование пройдено: 10.04.2023

Подписано в печать: 01.06.2023

Information about authors:

Bondarenko A.V., MD, PhD, professor, chief of traumatology unit 2, Regional Clinical Hospital of Emergency Care, professor of department of traumatology and orthopedics, Altai State Medical University, Barnaul, Russia.

Guseynov R.G., traumatologist-orthopedist, traumatology unit 2, Regional Clinical Hospital of Emergency Care, Barnaul, Russia.

Gerasimova O.A., traumatologist-orthopedist, traumatology unit 2, Regional Clinical Hospital of Emergency Care, Barnaul, Russia.

Plotnikov I.A., candidate of medical sciences, senior resident, traumatology unit 2, Regional Clinical Hospital of Emergency Care, Barnaul, Russia.

Zavsegolov N.I., traumatologist-orthopedist, traumatology unit 2, Regional Clinical Hospital of Emergency Care, Barnaul, Russia.

Address for correspondence:

Zavsegolov Nikita Igorevich, Internatsionalnaya St., 54-29, Barnaul, Russia, 656056
Tel: +7 (983) 546-79-82
E-mail: juju456@mail.ru

Received: 22.03.2023

Review completed: 10.04.2023

Passed for printing: 01.06.2023

