

Научная статья

УДК 616-001.45:616.717.5/.6-004.8-089

<https://doi.org/10.18019/1028-4427-2024-30-4-487-501>

Алгоритм хирургического лечения пациентов с диафизарными дефектами костей предплечья после огнестрельных ранений

Д.В. Давыдов¹, Л.К. Брижань¹, А.А. Керимов¹, А.А. Максимов¹, И.В. Хоминец¹, А.В. Лычагин², А.А. Грицюк²✉, А.З. Арсомаков³

¹ Главный военный клинический госпиталь имени академика Н.Н. Бурденко, Москва, Россия

² Первый Московский государственный медицинский университет имени И.М. Сеченова, Москва, Россия

³ Ингушский государственный университет, Магас, Республика Ингушетия, Россия

Автор, ответственный за переписку: Андрей Анатольевич Грицюк, drgamma@gmail.com

Аннотация

Введение. В современной системе оказания помощи раненым военнослужащим наряду со сберегательной первичной хирургической обработкой и малоинвазивной внеочаговой фиксацией на первый план выходят высокотехнологические оперативные вмешательства значительной сложности с применением аддитивных и тканеинженерных технологий, которым необходимо определить место в современном алгоритме лечения дефектов костей конечностей, что и послужило обоснованием нашего исследования.

Цель работы — на основании данных литературы и клинических наблюдений усовершенствовать алгоритм выбора метода лечения пациентов с ассоциированными огнестрельными дефектами предплечья.

Материалы и методы. Проведен анализ научных статей в реферативно-библиографической базе данных PubMed и Научной электронной библиотеке eLIBRARY.ru, опубликованных с 2004 по 2024 г., на основании которых усовершенствован алгоритм выбора метода лечения пациентов с ассоциированными огнестрельными дефектами предплечья.

Результаты. Изучение литературы позволило установить основные положения и принципы, которые применяют при реконструкции предплечья с ассоциированным дефектом. При выборе метода замещения дефекта кости большее количество авторов склоняется к выстраиванию «реконструктивной лестницы», переходя от менее тяжелых (одна кость) и протяженных дефектов (малый дефект до 2 см) к более сложным (обе кости) и массивным (более 10 см). С учетом выявленных закономерностей усовершенствовали алгоритм хирургического лечения последних, в основе которого два классификационных принципа: протяженность и локализация. Реконструкция предплечья, как динамической системы, после диафизарных переломов требует учета состояния лучелоктевых суставов. Функция последних зависит от соотношения длин лучевой и локтевой костей. С учетом этого положения обосновали выделение малых (до 2 см) дефектов костей предплечья, которые возможно заместить простыми хирургическими методами. Другим принципиальным дополнением алгоритма стало выделение группы пациентов с дефектом одной кости и наличием перелома другой кости (дефект-перелом), сочетание которых позволяет избежать применения сложных хирургических методов реконструкции путем укорочения сегмента. Разработанный алгоритм применили для лечения 178 пациентов с огнестрельными переломами предплечья.

Обсуждение. Лечение ассоциированных дефектов предплечья является сложной задачей, выбор метода реконструкции остается неопределенным, а необходимый консенсус отсутствует. Доступно несколько методик реконструкции предплечья, однако отсутствуют достоверные доказательства их эффективности по срокам лечения, осложнениям, повторным операциям и функциональному восстановлению.

Заключение. Предложенный алгоритм лечения обширных огнестрельных ассоциированных дефектов предплечья позволяет учесть изменение анатомии, составить план операции на основе вектора реконструкции и выбрать оптимальные хирургические методики.

Ключевые слова: огнестрельные ранения, дефект диафиза костей предплечья, алгоритм лечения

Для цитирования: Давыдов Д.В., Брижань Л.К., Керимов А.А., Максимов А.А., Хоминец И.В., Лычагин А.В., Грицюк А.А., Арсомаков А.З. Алгоритм хирургического лечения пациентов с диафизарными дефектами костей предплечья после огнестрельных ранений. *Гений ортопедии*. 2024;30(4):487-501. doi: 10.18019/1028-4427-2024-30-4-487-501. EDN: NPXTNS.

© Давыдов Д.В., Брижань Л.К., Керимов А.А., Максимов А.А., Хоминец И.В., Лычагин А.В., Грицюк А.А., Арсомаков А.З., 2024



Algorithm of surgical treatment for diaphyseal defects of the forearm bones due to gunshot injuries

D.V. Davydov¹, L.K. Brizhan¹, A.A. Kerimov¹, A.A. Maksimov¹, I.V. Khominets¹, A.V. Lychagin², A.A. Gritsyuk²✉, A.Z. Arsomakov³

¹ Burdenko Main Military Clinical Hospital, Moscow, Russian Federation

² First Moscow State Medical University (Sechenov University), Moscow, Russian Federation

³ Ingush State University, Magas, Republic of Ingushetia, Russian Federation

Corresponding author: Andrey A. Gritsyuk, drgamma@gmail.com

Abstract

Introduction In the current system of providing medical aid to wounded servicemen, along with the conservative primary surgical treatment and minimally invasive extrafocal fixation, high-tech surgical interventions of considerable complexity with the use of additive and tissue-engineering technologies have been coming to the forefront. It is necessary to determine their place in the current algorithm of limb bone defect management, which was the substantiation of our study.

The **purpose** of the study was to improve the algorithm for selecting a treatment method for patients with associated gunshot defects of the forearm based on the literature and clinical observations.

Materials and Methods We analyzed scientific articles in PubMed and Scientific Electronic Library (eLIBRARY.ru) platforms, published from 2004 to 2024, on the basis of which we could refine the algorithm of treatment method selection for patients with associated gunshot defects of the forearm. The developed algorithm was used to treat 178 patients with gunshot fractures of the forearm.

Results The review of the literature established the main provisions and principles that are applied in the reconstruction of the forearm with an associated defect. When choosing the method of bone defect management, a great number of authors tend to build a “reconstructive ladder”, moving from less severe (one bone) and extended defects (small defect up to 2 cm) to more complex (both bones) and massive defect (more than 10 cm). Upon having considered the revealed regularities, we improved the algorithm of surgical treatment of the latter, which is based on two classification principles: defect extension and location. Reconstruction of the forearm as a dynamic system after diaphyseal fractures requires consider the state of the radioulnar joint. The function of the latter depends on the length ratio of the radius and ulna bones. Therefore, we substantiated small (up to 2 cm) forearm bone defects that can be managed by simple surgical methods. Another fundamental addition to the algorithm was the allocation of a patients’ group with a defect of one forearm bone and a fracture of the other bone (defect-fracture); this combination allows avoiding complex surgical methods for reconstruction and use segment shortening.

Discussion The treatment of associated forearm defects is challenging, the choice of reconstruction technique remains uncertain, and the required consensus is lacking. Several forearm reconstruction techniques are available, yet there is no reliable evidence of their effectiveness in terms of treatment time, complications, reoperations, and functional recovery.

Conclusion The algorithm proposed for the treatment of extensive gunshot-associated defects of the forearm allows us to consider the change in the anatomy, make a surgical plan based on the reconstruction vector, and select optimal surgical techniques.

Keywords: gunshot wound, diaphyseal defect, forearm bones, treatment algorithm

For citation: Davydov DV, Brizhan LK, Kerimov AA, Maksimov AA, Khominets IV, Lychagin AV, Gritsyuk AA, Arsomakov AZ. Algorithm of surgical treatment for diaphyseal defects of the forearm bones due to gunshot injuries. *Genij Ortopedii*. 2024;30(4):487-501. doi: 10.18019/1028-4427-2024-30-4-487-501

ВВЕДЕНИЕ

Огнестрельные ранения конечностей остаются одной из важнейших проблем военной медицины. Актуальность этой проблемы связана с постоянным развитием огнестрельного оружия и появлением новых ранящих снарядов, которые вызывают значительное разрушение кости и мягких тканей, что требует пересмотра некоторых установившихся за последние десятилетия тактических подходов к лечению данной патологии [1–3].

Диафизарные переломы костей предплечья составляют 10–15 % в структуре всех переломов [4]. Средняя продолжительность нетрудоспособности у таких пациентов составляет 6–8 мес. [5], а в 6–17 % случаев пациенты становятся инвалидами [6]. При лечении закрытых переломов применяют накостный и реже — внутрикостный остеосинтез, а также внеочаговую фиксацию [6, 7]. Огнестрельные ранения предплечья отличаются тяжестью ранения, трудностями при лечении и значительной частотой осложнений [8].

Лечение огнестрельных ассоциированных дефектов предплечья представляет собой серьезную реконструктивную проблему, обусловленную высокой частотой гнойных осложнений, трудностями с заживлением мягких тканей, сращением костей и восстановлением функции верхней конечности [9]. Особые сложности возникают при наличии дефекта одной кости по протяженности более 5 см, дефектов обеих костей предплечья и дефектами костей, ассоциированными с дефектами мягких тканей [10].

При ранениях огнестрельного или взрывного генеза наблюдается первичное удаление костных осколков в момент воздействия ранящего снаряда. Современные классификации открытых переломов требуют учета потери костной массы. Утрату костной массы принято описывать по ее анатомической локализации: диафизарный, метафизарный или суставной дефект. Дефект диафиза принято характеризовать длиной и долей сегмента окружности пораженной кости. С точки зрения репаративной регенерации кости сегментарные (циркулярные) дефекты размером более 2 см считаются самостоятельно не восстанавливающимися, даже при условии стабильной фиксации, частичные дефекты (менее 50 % окружности) также спонтанно не восстанавливаются без дополнительного лечения [11–14]. В работах последнего времени методология определения величины костного дефекта остается прежней [15, 16].

Современные клинические методы замещения костных дефектов конечностей включают простую (не васкуляризованную) костную пластику губчатыми или кортикальными ауто- или аллотрансплантатами, мембрано-индуцированный остеогенез (техника Masquet), микрохирургические пересадки трансплантатов подвздошной или малоберцовой кости с кровеносными сосудами и несвободную костную пластику в условиях внешней фиксации методом Илизарова [17–19]. Каждый из этих методов имеет свои преимущества и в случае применения по соответствующим показаниям обеспечивает хороший результат. Например, при размерах костных дефектов менее 5 см обычно применяют не васкуляризованную ауто- или аллогенную костную пластику. При костных дефектах более 5 см используют микрохирургические пересадки костных трансплантатов с кровеносными сосудами или технику Илизарова, однако последняя применима при удовлетворительном состоянии мягких тканей [20–22]. Острое укорочение сегмента, как метод замещения костного дефекта без последующего восстановления длины конечности, возможно без нарушения функции на нижних конечностях до 2 см и на верхних конечностях — до 4 см [23, 24]. Одноэтапная фиксация пластинами и аутологичная костная пластика могут быть эффективны при лечении дефектов костей предплечья до 5 см [25, 26], однако при замещении дефектов, превышающих 5 см, очень высока вероятность резорбции трансплантата [27]. Не васкуляризованный аутоотрансплантат малоберцовой кости с остеосинтезом пластинами был успешно применен у 20 пациентов со средними костными диафизарными дефектами костей предплечья 2 см [28].

Использование на предплечье васкуляризованного аутоотрансплантата малоберцовой кости или структурного аллотрансплантата с интрамедуллярной фиксацией, острого укорочения конечности и техники транспорта кости по Илизарову затруднено из-за сложности анатомо-функционального устройства этого сегмента [29–31]. Свободная васкуляризованная пластика малоберцовым трансплантатом (МБТ) рекомендуется при обширных дефектах, хотя широкое применение этой техники ограничено из-за необходимости специализированных микрососудистых ресурсов [32, 33]. Применение дистракционного остеогенеза с костным транспортом ограничено частым развитием осложнений, связанных с фиксатором, нарушением сращения в месте контакта отломков и контрактурами смежных суставов [34, 35]. Новые возможности в лечении дефектов костей открывает применение аддитивных технологий, которые позволяют максимально реализовать индивидуальный подход в выборе имплантатов-протезов или фиксаторов с возможностью остеointegrации [36–38]. Это направление рассматривается как перспективное в хирургии поврежденных опорно-двигательной системы [39].

Учитывая значительную актуальность проблемы лечения дефектов костей, разнообразие причин, тяжесть и высокую частоту их развития при применении современного оружия, особенно для военно-медицинских учреждений и больниц, находящихся в непосредственной близости от районов боевых

действий, создание единого алгоритма оказания хирургической помощи является насущной необходимостью. Алгоритмы определения жизнеспособности сегмента конечности и первичного хирургического лечения разработаны [1–3], а алгоритм замещения дефектов длинных костей конечности в современных условиях требует модификации.

В современной системе оказания помощи раненым военнослужащим утвердились сберегательная первичная хирургическая обработка (ПХО) огнестрельной раны, малоинвазивная внеочаговая фиксация перелома, приближение элементов специализированной медицинской помощи (СМП) или быстрая эвакуация на этап СМП. Расширяются возможности эффективного активного лечения раны: общего (инфузионная, системная антибактериальная, противовоспалительная и иммуностимулирующая терапия) и местного (плазма, лазер, ультрафиолет, ВАК-терапия, местная антибактериальная и бактериофаг-терапия) характера. На первый план выходят высокотехнологические оперативные вмешательства с применением аддитивных и тканеинженерных технологий, которым необходимо определить место в современном алгоритме лечения дефектов костей конечностей по принципу анатомической локализации, что и явилось обоснованием нашего исследования.

Цель работы — на основании данных литературы и клинических наблюдений усовершенствовать алгоритм выбора метода лечения пациентов с ассоциированными огнестрельными дефектами предплечья.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Для анализа современного состояния оказания специализированной хирургической помощи пациентам с ассоциированными огнестрельными дефектами предплечья и последующего формирования алгоритма реконструктивного лечения проведен поиск научных статей в реферативно-библиографической базе данных PubMed и Научной электронной библиотеке eLIBRARY.ru, опубликованных с 2004 по 2024 г. Также в анализ включены статьи наиболее авторитетных ученых, опубликованные ранее. Обобщены результаты исследований механизма и структуры боевых травм конечностей, эффективности применяемых методов замещения дефектов кости и мягких тканей предплечья.

Разработанный алгоритм применили для лечения 178 пациентов с огнестрельными переломами предплечья. Все повреждения определены как ассоциированные, т.к. во всех случаях установлено наличие разрушения кости и мягкотканых структур (мышцы, сухожилия, сосуды и нервы). Изолированные переломы одной кости с интактной другой встречаются реже, на их долю приходилось около 32,6 % (58 наблюдений). Чаще всего при огнестрельных ранениях предплечья (в основном осколочных, доля которых около 90 %) имеется значительное разрушение одной из костей с «относительно простым» переломом другой кости (53,9 %, 96 наблюдений); значительное разрушение обеих костей предплечья наблюдали у 24 пациентов (13,5 %). Истинный размер костного дефекта, как правило, увеличивается, поскольку при этапных хирургических обработках удаляются нежизнеспособные осколки костей. При оценке дефектов на этапе выполнения реконструкции/остеосинтеза установлено, что наибольшее число пациентов имели дефект одной из костей предплечья протяженностью от 0 до 2 см (73 пациента, 41,0 %) и от 2,1 до 5 см (48 пациентов, 27,0 %), 42 (23,6 %) пациента имели дефект от 5,1 до 10 см; дефект более 10 см наблюдали у 15 (8,4 %) пациентов.

Пластика кости предплечья с применением малоберцового свободного лоскута была выполнена в 18 (10,1 %) случаях, применение индивидуальной 3D-конструкции при этом потребовалось в 2/3 наблюдений (12 пациентов). В остальных случаях использовали невазуляризованные костные ауто- и аллотрансплантаты в комбинациях с различными вариантами остеосинтеза.

РЕЗУЛЬТАТЫ

В доступной литературе в большом количестве представлены методы лечения механических травм опорно-двигательной системы и, в частности, предплечья, а также их осложнений. Один из наиболее ранних актуальных алгоритмов лечения дефектов костей конечностей представлен J.F. Keating et al. [40] (рис. 1).

В данном алгоритме дефекты разделяются по протяженности (до 6 см и более 6 см) и наличию проблем с мягкими тканями. При коротких и длинных (без проблем с мягкими тканями) дефектах предлагается стабилизировать, наблюдать и затем, при заживлении раны на верхних конечностях, заменять пластины, на нижних конечностях в области диафиза — штифты, в метаэпифизарных отделах кости — пластины. Десятилетние итоги применения данной стратегии подтвердили положение о тяжести и разнообразии повреждений, на основании чего C.S. Molina et al. [41] предложили формировать более узкие группы для сравнения. С. Mauffrey et al. [21] предложили изменить алгоритм с делением на дефекты до 1–3 см (возможно острое укорочение), 3–5 см (невазуляризованная костная пластика и погружной остеосинтез), 5–10 см (укорочение в сочетании с комбинацией васкуляризированной и невазуляризированной пластики) и более 10 см (костный трансфер по Илизарову или пересадка васкуляризованных костных ауто-трансплантатов).

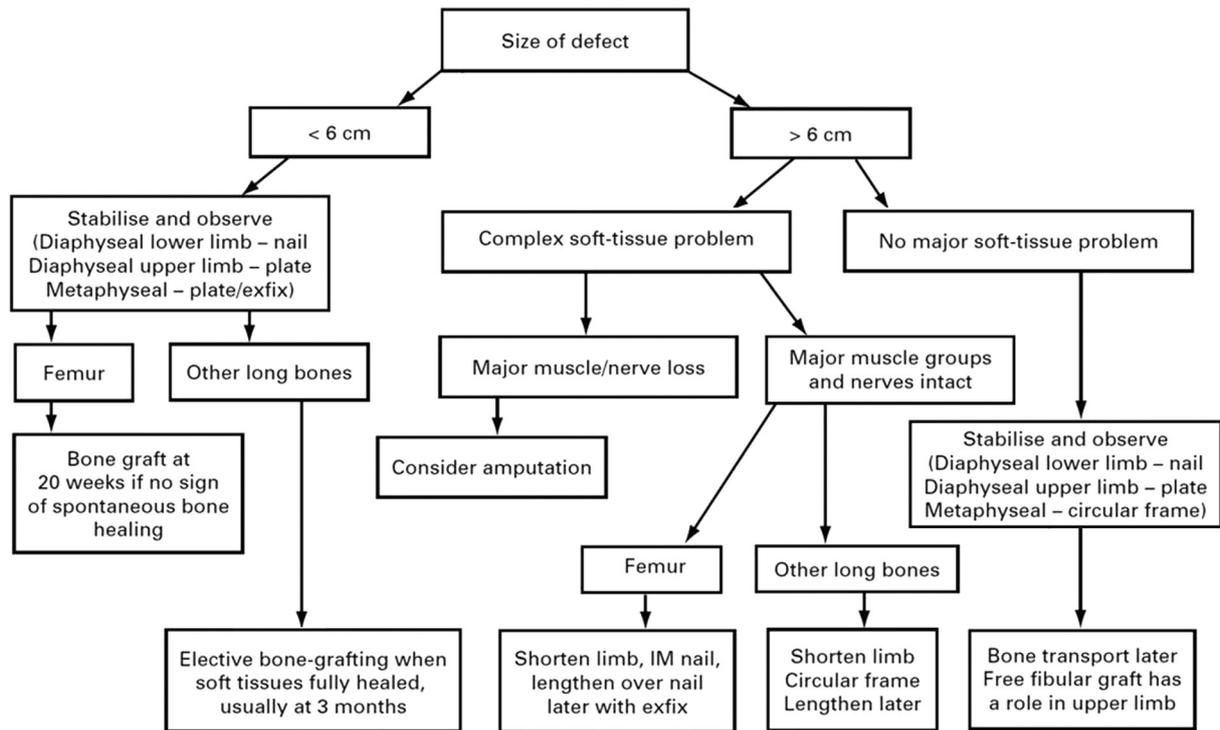


Рис. 1. Алгоритм лечения дефектов костей конечностей по J.F. Keating, A.H. Simpson, C.M. Robinson (2005) [40]

К сожалению, научных работ по лечению огнестрельных дефектов костей предплечья, в которых бы обсуждались методологические подходы к выбору оптимального метода замещения и срокам проведения операции, в литературе очень мало, в основном рассматриваются различные вопросы частоты компартмент-синдрома, антибактериальной терапии, необходимости удаления ранящих снарядов и тактики лечения единичных пострадавших с дефектами костей огнестрельной этиологии [42, 43].

Комплексный обзор литературы, посвященный вопросам стратегии лечения обширных костных дефектов костей конечностей после травм, инфекций или иссечения опухоли, приведен F. Migliorini et al., где подчеркивается, что проблема остается сложной и нерешенной, выбор метода все еще обсуждается и консенсус отсутствует. Применяется несколько равнозначных методик замещения дефектов костей. Однако недостаточное для надежной статистики количество наблюдений не позволяют получить убедительные доказательства их эффективности. Поэтому вопросы длительности лечения, количества и тяжести осложнений, частоты и сложности повторных операций остаются открытыми и требуют дальнейшего изучения [44].

В основе предлагаемого нами алгоритма лечения раненых с дефектами предплечья лежат два принципа их классификации: по локализации и протяженности. В соответствии с положениями Ассоциации остеосинтеза (АО) при лечении диафизарных переломов костей предплечья требуется полное устранение всех видов смещения и обеспечение условий восстановления функции лучелоктевых суставов. Поэтому в случае возникновения дефектов костей предплечья необходимо обеспечить такое их восстановление, которое бы обеспечило устранение нарушения анатомо-физиологических взаимоотношений в лучелоктевых суставах, что является основой последующей реабилитации [45].

Выделяют дефекты одной или обеих костей предплечья. Считаем необходимым дополнить имеющиеся классификации выделением очень малых (до 2 см) дефектов костей предплечья, которые возможно заместить самыми простыми методами. Особой хирургической тактики требуют пациенты с дефектом одной кости и наличием перелома другой кости предплечья (дефект-перелом). Этот вид повреждения, несмотря на его тяжесть, в некотором смысле облегчает задачу хирургу: позволяет укоротить кость с простым переломом и избежать костной пластики в зоне дефекта другой кости (рис. 2).

При выборе методов замещения дефекта кости большинство хирургов использует правило «реконструктивной лестницы», применяя простые методы при менее тяжелых (одна кость) и протяженных дефектах (малый дефект до 2 см) и сложные — при более тяжелых (обе кости) и массивных (более 10 см) дефектах. Современные представления о ранжировании методов, на наш взгляд, становятся более широкими, от остеосинтеза, возможно с допустимым укорочением или невазуляризированной костной пластикой, через комбинацию частичного укорочения с невазуляризированной костной пластикой к микрохирургическим свободным васкуляризированным костным аутопластикам и тканеинженерным комплексным трансплантатам. Система остеосинтеза от традиционных пластин эволюциониро-

вала через пластины с ограниченным контактом и угловой стабильностью винтов к 3D-конструкциям индивидуального изготовления. Последние могут выполнять только остеосинтез отломков либо дополнительно фиксировать различные трансплантаты. Применяют 3D биоинженерные конструкции в виде биологически активного протеза кости, который срастается с отломками.

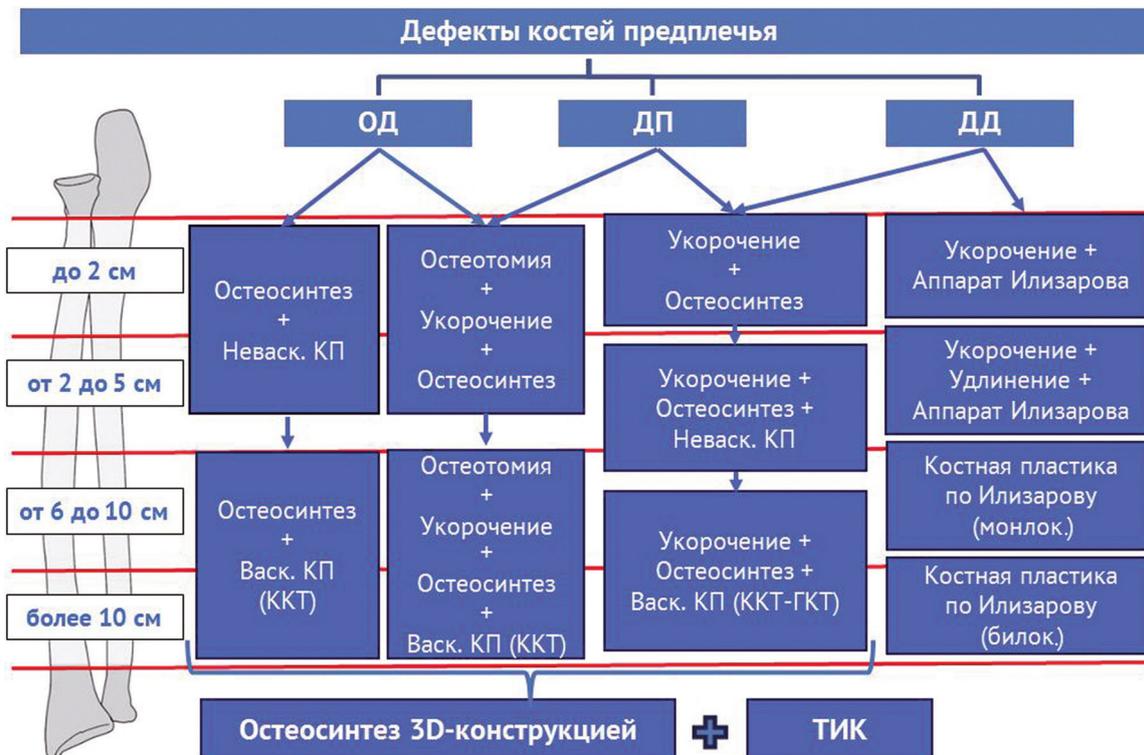


Рис. 2. Алгоритм лечения дефектов костей предплечья. ОД — однокостный дефект костей предплечья; ДД — двукостный дефект костей предплечья; ДП — дефект одной кости и перелом другой (дефект-перелом); ГКТ — губчатый костный трансплантат; ККТ — кортикальный костный трансплантат; ТИК — тканеинженерная конструкция



Рис. 3. Схема формирования «вектора реконструкции»

Послеоперационный период протекал без особенностей, раны зажили первичным натяжением, перелом лучевой кости консолидировался (место остеотомии) через 4 мес. после операции (рис. 5, в), отмечены признаки сращения кортикального костного трансплантата малоберцовой кости через 6 мес. после операции (рис. 5, г).

После проведения реабилитационного лечения раненый был признан годным и продолжил военную службу (рис. 5, д).

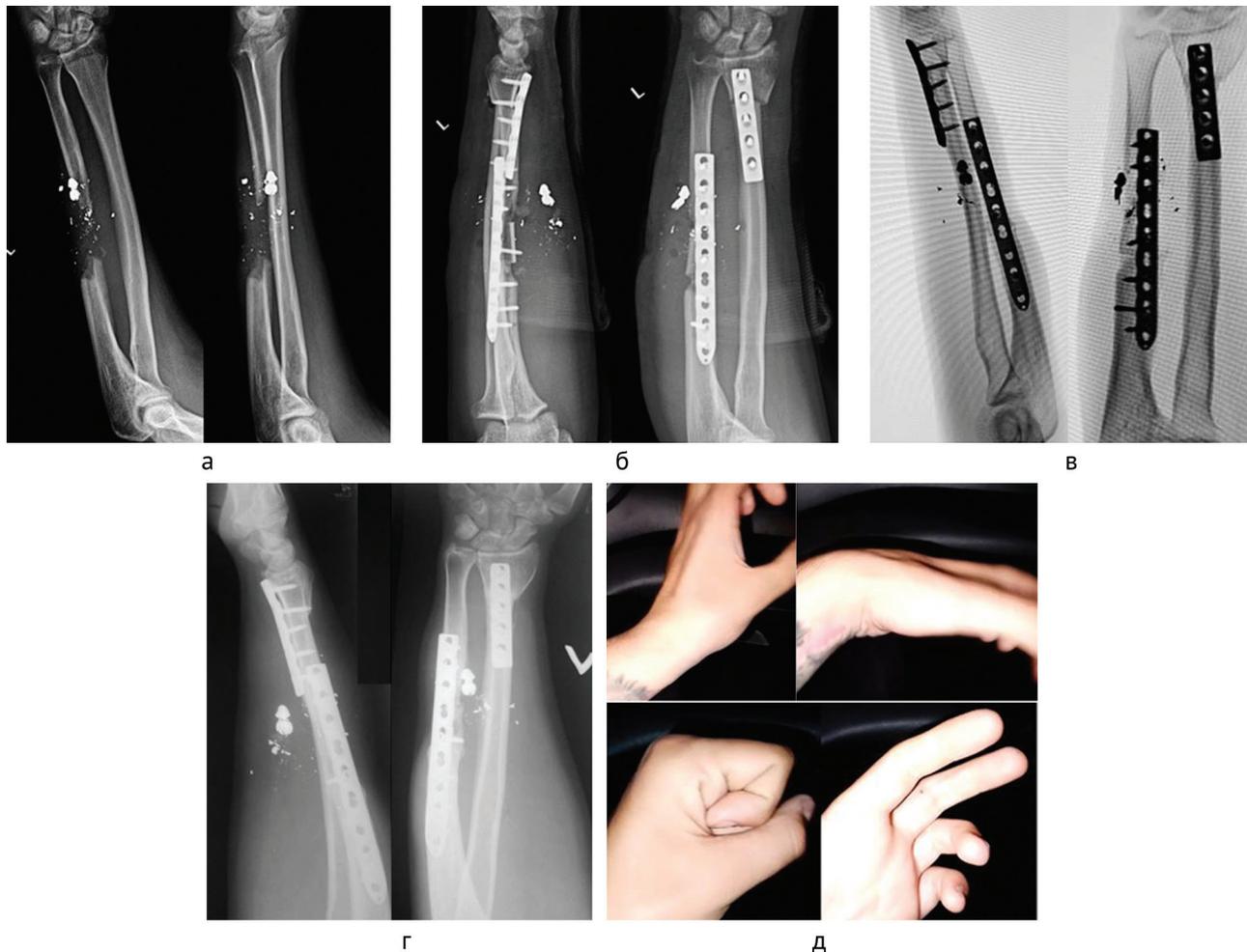


Рис. 5. Раненый К.: а — рентгенограммы костей предплечья до операции; б — рентгенограммы костей предплечья после операции; в — цифровые рентгенограммы костей предплечья через 4 мес. после операции; г — рентгенограммы костей предплечья через 6 мес. после операции; д — функция кисти через 8 мес. после операции (фото сделано камерой мобильного телефона самим пациентом в зоне специальной военной операции)

Раненый А., 27 лет, в ходе участия в боевых действиях 20.03.2022 получил огнестрельное ранение правой верхней конечности. Первая помощь оказана на месте. Далее эвакуирован в ГВКГ им Н.Н. Бурденко, где 24.03.2022 были выполнены ПХО ран правого предплечья, фиксация правой локтевой кости аппаратом наружной фиксации (АНФ) комплекта стержневого военно-полевого (КСВП) и ВАК-терапия ран (рис. 6, а–г).

28.03.2022 выполнены: повторная хирургическая обработка ран правого предплечья, кожная пластика раневого дефекта местными тканями. Раны зажили (рис. 6, д).

27.05.2022 выполнены демонтаж аппарата внешней фиксации и свободная васкуляризованная пластика дефекта локтевой кости правого предплечья МБТ (длиной 8 см) с фиксацией 3D-конструкцией (рис. 7, а).

Послеоперационный период протекал без осложнений, трансплантат прижился через 6 месяцев после пересадки, металлоконструкция удалена через 12 мес. после операции (рис. 7, б, в). Функциональный результат после реабилитационного лечения представлен на рис. 7, г.



Рис. 6. Раненый А.: а – вид раны мягких тканей; б – рентгенограммы предплечья; в – вид раны мягких тканей при ВАК-терапии; г – рентгенограммы предплечья после фиксации АНФ КСВП; д – раны мягких тканей после пластики местными тканями



Рис. 7. Раненый А.: а – рентгенограммы предплечья после пластики и фиксации 3D-конструкцией; б – рентгенограммы предплечья через 6 мес. после операции; в – цифровые рентгенограммы предплечья после удаления металлоконструкции (через 12 мес. после реконструктивной операции)



Рис. 7 (продолжение). Раненый А.: г — функция верхних конечностей после реабилитации

Раненый М., 35 лет, получил осколочное сквозное ранение левого предплечья с открытым многооскольчатый переломом в средней и верхней третях обеих костей левого предплечья, со смещением костных отломков, дефектом костей и мягких тканей. ПХО и иммобилизация АНФ выполнены на этапе квалифицированной хирургической помощи, после чего доставлен в ГВКГ им. Н.Н. Бурденко (рис. 8, а, б). Раны заживали частично вторичным натяжением с применением пластики местными тканями. После заживления ран и проведения КТ конечности выполнено 3D-планирование, изготовлены резекционный шаблон и металлоконструкция (рис. 8, в-е).

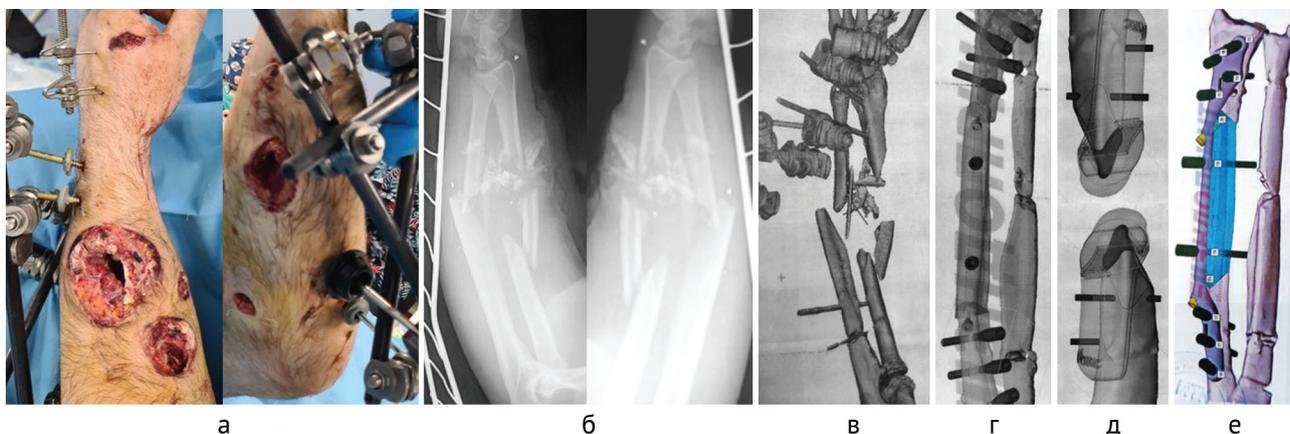


Рис. 8. Раненый М.: а — вид ран мягких тканей; б — рентгенограммы предплечья. Планирование операции: в — КТ костей предплечья; г — планирование трансплантата; д — шаблоны для резекции; е — план 3D-реконструкции

Выполнена пластика дефекта лучевой кости свободным васкуляризированным трансплантатом малоберцовой кости с кожно-фасциальным лоскутом с фиксацией 3D-металлоконструкцией (рис. 9). Применение индивидуальной конструкции в данном случае было обусловлено размерами дефекта, а также необходимостью обхода сосудистой «ножки» МБТ. Остеосинтез локтевой кости выполнен стандартной пластиной с угловой стабильностью винтов (рис. 10, а). Раны зажили, переломы срослись через 6 месяцев после операции (рис. 10, б, в).

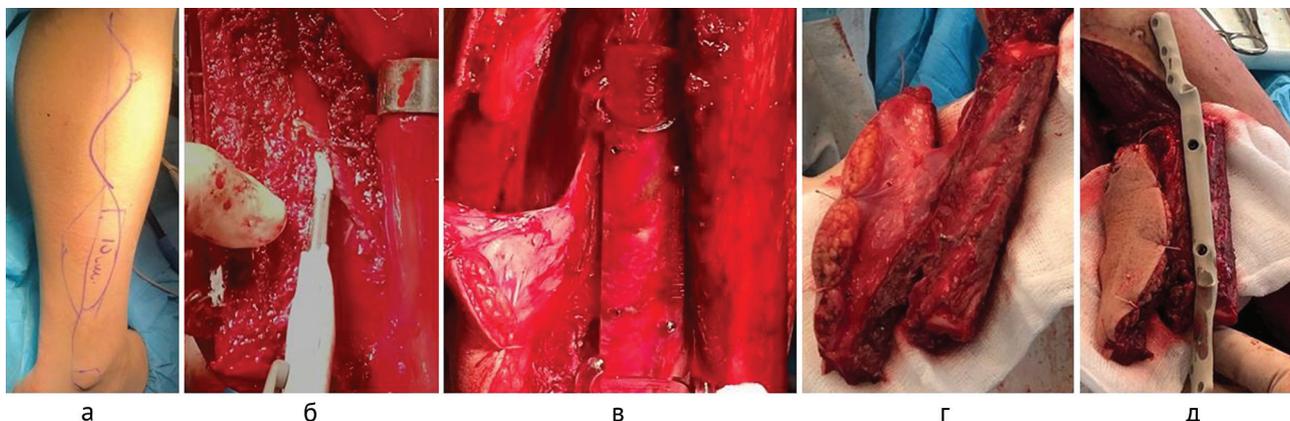


Рис. 9. Раненый М. Этапы операции: а — планирование трансплантата; б — выделение малоберцового трансплантата; в — использование резекционного шаблона; г — вид малоберцового трансплантата; д — вид 3D-конструкции

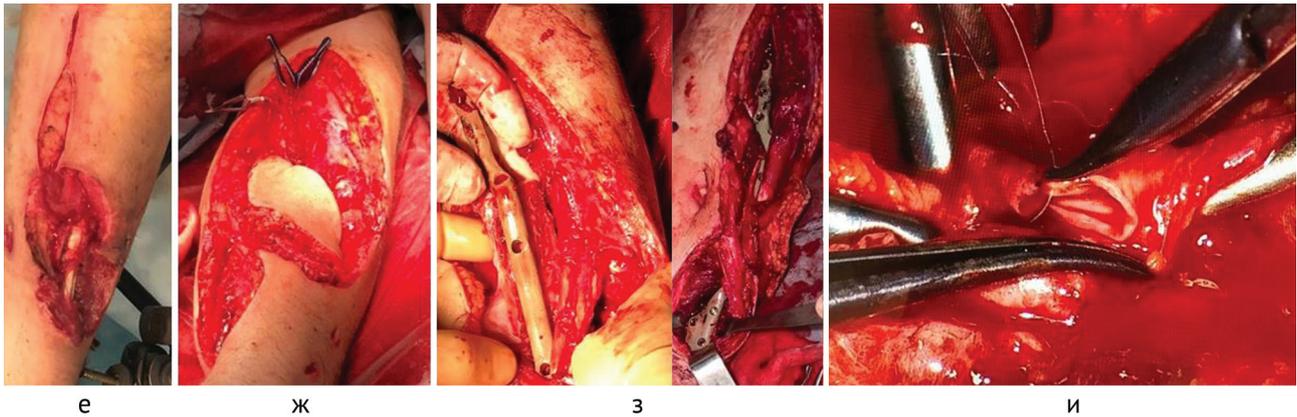


Рис. 9 (продолжение). Раненый М. Этапы операции: е — иссечение краев раны и мобилизация сосудистого пучка; ж — вид малоберцового трансплантата; з — фиксация 3D-конструкцией; и — микрососудистый этап операции (шов артерии малоберцового трансплантата)



Рис. 10. Раненый М.: а — рентгенограммы после операции; б — вид раны после операции и после снятия швов; в — рентгенограммы через 6 мес. после операции

ОБСУЖДЕНИЕ

Изучение специальной литературы и анализ опыта клиники по лечению раненых с тяжелыми огнестрельными ранениями предплечья показали трудности выбора оптимальной хирургической тактики. Огнестрельные ранения отличаются от других повреждений формированием первичного дефекта. Размеры и структура последнего зависят от величины энергии ранящего снаряда. Характеристики вторичного дефекта в большой мере определяются последующим лечением. Применение проверенных временем методов лечения не всегда позволяет получить оптимальный результат в короткие сроки. Перенос опыта лечения травмы мирного времени на решение проблемы боевой травмы требует проверки и осмысления. Тем не менее, принцип предлагаемого нами «вектора реконструкции» дает хирургу методологический инструмент, основанный на логике и опыте многих поколений хирургов.

В основе предлагаемого алгоритма лежит принцип разделения дефектов костей по анатомическому признаку (одно-, двукостные и дефект-перелом) и размеру (эти показатели служат своего рода осями координат, отталкиваясь от которых следует определить направление вектора реконструкции). Конечной точкой алгоритма является точка на плоскости координат, расположенная напротив соответствующих точек на осях анатомии и размера. Изучение предшествующего опыта позволило нам расположить на плоскости выбора тактики лечения известные проверенные и предлагаемые новые методы лечения от простого к сложному. Таким образом, в направлении вектора реконструкции располагаются оптимальные методы лечения, которые возможно применять при сочетании соответствующей структуры и размеров дефекта.

В основе лечения нарушения целостности кости лежат репозиция и остеосинтез. После восстановления длины, ротационного и углового смещения требуется стабильная фиксация, которая может быть обеспечена в легких случаях штатными металлоконструкциями, в тяжелых — требует применения инди-

видуальных 3D-конструкций. Все методы должны отвечать принципу минимизации травматичности, сохранения и восстановления кровоснабжения. Соблюдение этих принципов обеспечивает возможность раннего реабилитационного лечения и восстановления трудоспособности, что может служить подтверждением правильности выбранной концепции.

Смещение вектора реконструкции к одной из осей координат или его укорочение говорит об упрощении хирургической задачи. Например, при дефекте-переломе относительно простая методика остроугольного укорочения помогает решить проблему большого дефекта путем уменьшения последнего, что позволяет применить менее травматичную невазуляризованную костную пластику вместо сложного многочасового микрохирургического вмешательства.

Костная пластика фрагментом гребня подвздошной кости является одним из часто используемых и простых решений для восстановления костных дефектов [46, 47]. Гребень подвздошной кости как трансплантат обладает всеми преимуществами ауотрансплантатов: остеогенез, остеоиндукция, остеоиндукция и гистосовместимость [48, 49]. Костный трансплантат можно получить из передней или задней части гребня подвздошной кости, васкуляризованный или нет, а также кортикальный, губчатый или комбинированный. Однако размеры его и, особенно, механическая прочность лимитированы [50, 51].

Васкуляризованные МБТ обычно используются для реконструкции костных дефектов размером более 6 см [52], часто в сочетании с дефектами мягких тканей [53]. Разработаны три разных варианта пересадки васкуляризованного МБТ: единичный васкуляризованный МБТ (до 25 см у взрослого пациента), двухствольная техника и комбинированная реконструкция васкуляризованной малоберцовой костью и аллотрансплантатом [54–56]. Однако дефект кости, при котором можно использовать этот метод, не должен превышать 13 см в длину [57].

Сращение МБТ было достигнуто без дальнейших хирургических вмешательств у 70 % пациентов в среднем через 10 месяцев. Имели место серьезные осложнения, такие как глубокое нагноение мягких тканей, тромбоз ножки, стрессовый перелом, не связанный с нарушением фиксации, компартмент-синдром, но частота сращения составила 82 % в течение 2-х лет наблюдения и 97 % — через 5 лет [58–61]. Наши результаты по частоте и длительности сращения соответствуют работе S. Liu et al. (2018) [62], которые сообщили о долгосрочном наблюдении за МБТ: частота сращения составила 100 % и среднее время 21,3 недели. Применяемая комбинированная реконструкция васкуляризованной малоберцовой костью и аллотрансплантатом имеет преимущества обеих, ранее описанных методик [63].

При реконструкции сегментарных дефектов металлические протезы являются альтернативой массивным костным трансплантатам, они обеспечивают немедленную стабильность, быструю реабилитацию и раннюю нагрузку весом [64]. Однако частые инфекционные осложнения, механическое расшатывание и механический износ, высокий риск протезных и перипротезных переломов сделали эту технику применимой только у онкологических пациентов с ограниченной продолжительностью жизни [65–67]. Однако предложенные тканеинженерные конструкции на основе металлических каркасов с набором биологических компонентов способны встраиваться в живые ткани и могут в ближайшее время заменить ауто- и аллотрансплантацию в отдельных случаях.

Метод Илизарова долгое время служил надежным и эффективным средством решения многих проблем, связанных с повреждениями опорно-двигательной системы. Он может применяться при любом варианте дефекта, что не противоречит правилу вектора реконструкции. Но его место в системе лечения ассоциированных огнестрельных дефектов предплечья также требует уточнения.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Лечение крупных костных дефектов является сложной задачей, выбор метода реконструкции остается трудоемким и неопределенным, необходимый консенсус отсутствует. Доступно несколько методик лечения дефектов костей, однако нет достаточных количественных и качественных доказательств, позволяющих сделать убедительные выводы, особенно о сроках лечения, осложнениях и повторных операциях.

Предложенный алгоритм хирургического лечения пострадавших с огнестрельными дефектами костей предплечья позволяет детально учесть анатомические особенности патологических изменений, составить вектор реконструкции в конкретных случаях и помочь сделать оптимальный выбор методики хирургического лечения раненых.

Конфликт интересов. Не заявлен.

Источник финансирования. Не заявлен.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Тришкин Д.В., Крюков Е.В., Алексеев Д.Е. и др. *Военно-полевая хирургия. Национальное руководство*. М.: ГЭОТАР-Медиа; 2024:180-208. doi: 10.33029/9704-8036-6-VPX-2024-1-1056
2. Тришкин Д.В., Крюков Е.В., Чуприна А.П. и др. *Методические рекомендации по лечению боевой хирургической травмы*. С.-Пб.: Военно-медицинская академия имени С. М. Кирова; 2022:373. Доступно по: http://xn----9sbdbejx7bdduahu3a5d.xn--p1ai/upload/metod_rek_VPH_ver-1.pdf. Ссылка активна на 26.06.2024.
3. Керимов А.А., Нелин Н.И., Переходов С.Н. и др. Актуальные подходы к хирургической обработке огнестрельных травм конечностей. *Медицинский вестник МВД*. 2023;124(3):2-6. doi: 10.52341/20738080_2023_124_3_2
4. Челноков А.Н., Лазарев А.Ю., Соломин Л.Н. и др. Восстановление функции верхней конечности при диафизарных переломах лучевой и локтевой костей после применения малоинвазивных способов остеосинтеза. *Травматология и ортопедия России*. 2016;22(1):74-84. doi: 10.21823/2311-2905-2016-0-1-74-84
5. Мизиев И.А., Баксанов Х.Д., Жигунов А.К. и др. Лечение переломов костей предплечья при множественных и сочетанных повреждениях. *Медицина катастроф*. 2018;(4):24-27.
6. Ставицкий О.Б., Пастернак Д.В., Карпушкин О.В. и др. Наш опыт применения блокирующего интрамедуллярного остеосинтеза при лечении больных с переломами костей предплечья в условиях Областной больницы интенсивного лечения г. Мариуполя. *Травма*. 2019;20(4):61-65. doi: 10.22141/1608-1706.4.2019.178747
7. Купченко Д.Э. Применение стержневых аппаратов с узлами репозиции при диафизарных переломах костей предплечья. *Гений ортопедии*. 2011;(1):13-16.
8. Король С.А., Матвейчук Б.В., Доманский А.Н. Объем хирургической помощи раненым с огнестрельными переломами костей предплечья на этапах медицинской эвакуации во время антитеррористической операции. *Травма*. 2016;17(6):76-80. doi: 10.22141/1608-1706.6.17.2016.88621
9. Walker M, Sharareh B, Mitchell SA. Masquelet Reconstruction for Posttraumatic Segmental Bone Defects in the Forearm. *J Hand Surg Am*. 2019;44(4):342.e1-342.e8. doi: 10.1016/j.jhsa.2018.07.003
10. Wang P, Wu Y, Rui Y, et al. Masquelet technique for reconstructing bone defects in open lower limb fracture: Analysis of the relationship between bone defect and bone graft. *Injury*. 2021;52(4):988-995. doi: 10.1016/j.injury.2020.12.009
11. Gustilo RB, Anderson JT. Prevention of infection in the treatment of one thousand and twenty-five open fractures of long bones: retrospective and prospective analyses. *J Bone Joint Surg Am*. 1976;58(4):453-458.
12. Gustilo RB, Mendoza RM, Williams DN. Problems in the management of type III (severe) open fractures: a new classification of type III open fractures. *J Trauma*. 1984;24(8):742-746. doi: 10.1097/00005373-198408000-00009
13. Gustilo RB, Merkow RL, Templeman D. The management of open fractures. *J Bone Joint Surg Am*. 1990;72(2):299-304.
14. Keating JF, Simpson AH, Robinson CM. The management of fractures with bone loss. *J Bone Joint Surg Br*. 2005;87(2):142-150. doi: 10.1302/0301-620x.87b2.158744
15. Baldwin P, Li DJ, Auston DA, et al. Autograft, allograft, Autograft, Allograft, and Bone Graft Substitutes: Clinical Evidence and Indications for Use in the Setting of Orthopaedic Trauma Surgery. *J Orthop Trauma*. 2019;33(4):203-213. doi: 10.1097/BOT.0000000000001420
16. Nashi N, Kagda FH. Current concepts of bone grafting in trauma surgery. *J Clin Orthop Trauma*. 2023;43:102231. doi: 10.1016/j.jcot.2023.102231
17. Robinson CM, McLauchlan G, Christie J, et al. Tibial fractures with bone loss treated by primary reamed intramedullary nailing. *J Bone Joint Surg Br*. 1995;77(6):906-913.
18. Harris AM, Althausen PL, Kellam J, et al. Complications following limb-threatening lower extremity trauma. *J Orthop Trauma*. 2009;23(1):1-6. doi: 10.1097/BOT.0b013e31818e43dd
19. Ilizarov GA. Clinical application of the tension-stress effect for limb lengthening. *Clin Orthop Relat Res*. 1990;(250):8-26.
20. Lasanianos NG, Kanakaris NK, Giannoudis PV. Current management of long bone large segmental defects. *Orthop Trauma*. 2010;24(2):149-163. doi: 10.1016/j.mporth.2009.10.003
21. Mauffrey C, Barlow BT, Smith W. Management of segmental bone defects. *J Am Acad Orthop Surg*. 2015;23(3):143-153. doi: 10.5435/JAAOS-D-14-00018
22. Pipitone PS, Rehman S. Management of traumatic bone loss in the lower extremity. *Orthop Clin North Am*. 2014;45(4):469-482. doi: 10.1016/j.ocl.2014.06.008
23. El-Rosasy MA. Acute shortening and re-lengthening in the management of bone and soft-tissue loss in complicated fractures of the tibia. *J Bone Joint Surg Br*. 2007;89(1):80-88. doi: 10.1302/0301-620X.89B1.17595
24. Eralp L, Balci HI, Kocaoglu M, et al. Is acute compression and distraction superior to segmental bone transport techniques in chronic tibial osteomyelitis ? Comparison of Distraction Osteogenesis Techniques. *Acta Orthop Belg*. 2016;82(3):599-609.
25. Regan DK, Crespo AM, Konda SR, et al. Functional Outcomes of Compression Plating and Bone Grafting for Operative Treatment of Nonunions About the Forearm. *J Hand Surg Am*. 2018;43(6):564.e1-564.e9. doi: 10.1016/j.jhsa.2017.10.039
26. Ring D, Allende C, Jafarnia K, et al. Ununited diaphyseal forearm fractures with segmental defects: plate fixation and autogenous cancellous bone-grafting. *J Bone Joint Surg Am*. 2004;86(11):2440-2445.
27. Weiland AJ, Phillips TW, Randolph MA. Bone grafts: a radiologic, histologic, and biomechanical model comparing autografts, allografts, and free vascularized bone grafts. *Plast Reconstr Surg*. 1984;74(3):368-379.
28. Faldini C, Pagkrati S, Nanni M, et al. Aseptic forearm nonunions treated by plate and opposite fibular autograft strut. *Clin Orthop Relat Res*. 2009;467(8):2125-2134. doi: 10.1007/s11999-009-0827-5
29. Giannoudis PV, Harwood PJ, Tosounidis T, Kanakaris NK. Restoration of long bone defects treated with the induced membrane technique: protocol and outcomes. *Injury*. 2016;47 Suppl 6:S53-S61. doi: 10.1016/S0020-1383(16)30840-3
30. Wong TM, Lau TW, Li X, et al. Masquelet technique for treatment of posttraumatic bone defects. *ScientificWorldJournal*. 2014;2014:710302. doi: 10.1155/2014/710302
31. Davis JA, Choo A, O'Connor DP, et al. Treatment of Infected Forearm Nonunions With Large Complete Segmental Defects Using Bulk Allograft and Intramedullary Fixation. *J Hand Surg Am*. 2016;41(9):881-887. doi: 10.1016/j.jhsa.2016.05.021
32. Wood MB, Bishop AT. Massive bone defects of the upper limb: reconstruction by vascularized bone transfer. *Hand Clin*. 2007;23(1):49-56. doi: 10.1016/j.hcl.2007.01.002

33. Safoury Y. Free vascularized fibula for the treatment of traumatic bone defects and nonunion of the forearm bones. *J Hand Surg Br.* 2005;30(1):67-72. doi: 10.1016/j.jhsb.2004.09.007
34. Zhang Q, Yin P, Hao M, et al. Bone transport for the treatment of infected forearm nonunion. *Injury.* 2014;45(12):1880-1884. doi: 10.1016/j.injury.2014.07.029
35. Green SA. Skeletal defects. A comparison of bone grafting and bone transport for segmental skeletal defects. *Clin Orthop Relat Res.* 1994;(301):111-117.
36. Коваленко А.Н., Шубняков И.И., Бильяк С.С., Тихилов Р.М. Современные технологии лечения тяжелых костных дефектов в области вертлужной впадины: какие проблемы решают индивидуальные имплантаты? *Политравма.* 2017;(1):72-81.
37. Тихилов Р.М., Шубняков И.И., Коваленко А.Н. и др. Показания к ревизионному эндопротезированию тазобедренного сустава, планирование и техника ревизионной операции. В кн.: *Руководство по хирургии тазобедренного сустава.* Под ред. Тихилов Р.М., Шубняков И.И. СПб.: РНИИТО им. Р.Р. Вредена; 2015;2:258-355.
38. Efetov SK, Lychagin AV, Zubayraeva AA, et al. 3D-printed pubic bone for pelvic ring reconstruction after exenteration for anal cancer recurrence. *Br J Surg.* 2020;107(11):e512-e514. doi: 10.1002/bjs.11982
39. Пелешок С.А., Головки К.П. 3D-печать и медицина. *Известия Российской Военно-медицинской академии.* 2022;41(3):325-333. doi: 10.17816/rmmar88645
40. Keating JF, Simpson AH, Robinson CM. The management of fractures with bone loss. *J Bone Joint Surg Br.* 2005;87(2):142-150. doi: 10.1302/0301-620x.87b2.15874
41. Molina CS, Stinner DJ, Obrebsky WT. Treatment of Traumatic Segmental Long-Bone Defects: A Critical Analysis Review. *JBJS Rev.* 2014;2(4):e1. doi: 10.2106/JBJS.RVW.M.00062
42. Omid R, Stone MA, Zalavras CG, Marecek GS. Gunshot Wounds to the Upper Extremity. *J Am Acad Orthop Surg.* 2019;27(7):e301-e310. doi: 10.5435/JAAOS-D-17-00676
43. Ebrahimi A, Nejadzarvari N, Ebrahimi A, Rasouli HR. Early Reconstructions of Complex Lower Extremity Battlefield Soft Tissue Wounds. *World J Plast Surg.* 2017;6(3):332-342.
44. Migliorini F, La Padula G, Torsiello E, et al. Strategies for large bone defect reconstruction after trauma, infections or tumour excision: a comprehensive review of the literature. *Eur J Med Res.* 2021;26(1):118. doi: 10.1186/s40001-021-00593-9
45. Jebson P, Hayden RJ. AO Principles of Fracture Management. *JAMA.* 2008;300(20):2432-2433. doi:10.1001/jama.2008.703
46. Ebraheim NA, Elgafy H, Xu R. Bone-graft harvesting from iliac and fibular donor sites: techniques and complications. *J Am Acad Orthop Surg.* 2001;9(3):210-218. doi: 10.5435/00124635-200105000-00007
47. Tonoli C, Bechara AH, Rossanez R, et al. Use of the vascularized iliac-crest flap in musculoskeletal lesions. *Biomed Res Int.* 2013;2013:237146. doi: 10.1155/2013/237146
48. Roberts TT, Rosenbaum AJ. Bone grafts, bone substitutes and orthobiologics: the bridge between basic science and clinical advancements in fracture healing. *Organogenesis.* 2012;8(4):114-124. doi: 10.4161/org.23306
49. Lei P, Du W, Liu H, et al. Free vascularized iliac bone flap based on deep circumflex iliac vessels graft for the treatment of osteonecrosis of femoral head. *J Orthop Surg Res.* 2019;14(1):397. doi: 10.1186/s13018-019-1440-2
50. Kessler P, Thorwarth M, Bloch-Birkholz A, et al. Harvesting of bone from the iliac crest--comparison of the anterior and posterior sites. *Br J Oral Maxillofac Surg.* 2005;43(1):51-56. doi: 10.1016/j.bjoms.2004.08.026
51. Myeroff C, Archdeacon M. Autogenous bone graft: donor sites and techniques. *J Bone Joint Surg Am.* 2011;93(23):2227-2236. doi: 10.2106/JBJS.J.01513
52. Beris AE, Lykissas MG, Korompilias AV, et al. Vascularized fibula transfer for lower limb reconstruction. *Microsurgery.* 2011;31(3):205-211. doi: 10.1002/micr.20841
53. Kalra GS, Goel P, Singh PK. Reconstruction of post-traumatic long bone defect with vascularised free fibula: A series of 28 cases. *Indian J Plast Surg.* 2013;46(3):543-548. doi: 10.4103/0970-0358.122013
54. Zekry KM, Yamamoto N, Hayashi K, et al. Reconstruction of intercalary bone defect after resection of malignant bone tumor. *J Orthop Surg (Hong Kong).* 2019;27(1):2309499019832970. doi: 10.1177/2309499019832970
55. Bumbasirevic M, Stevanovic M, Bumbasirevic V, et al. Free vascularised fibular grafts in orthopaedics. *Int Orthop.* 2014;38(6):1277-82. doi: 10.1007/s00264-014-2281-6
56. Muramatsu K, Ihara K, Shigetomi M, Kawai S. Femoral reconstruction by single, folded or double free vascularised fibular grafts. *Br J Plast Surg.* 2004;57(6):550-555. doi: 10.1016/j.bjps.2003.08.021
57. Wieser K, Modaressi K, Seeli F, Fuchs B. Autologous double-barrel vascularized fibula bone graft for arthrodesis of the shoulder after tumor resection. *Arch Orthop Trauma Surg.* 2013;133(9):1219-1224. doi: 10.1007/s00402-013-1795-5
58. Roddy E, DeBaun MR, Daoud-Gray A, et al. Treatment of critical-sized bone defects: clinical and tissue engineering perspectives. *Eur J Orthop Surg Traumatol.* 2018;28(3):351-362. doi: 10.1007/s00590-017-2063-0
59. Estrella EP, Wang EH. A Comparison of Vascularized Free Fibular Flaps and Nonvascularized Fibular Grafts for Reconstruction of Long Bone Defects after Tumor Resection. *J Reconstr Microsurg.* 2017;33(3):194-205. doi: 10.1055/s-0036-1594299
60. McCullough MC, Arkader A, Ariani R, et al. Surgical Outcomes, Complications, and Long-Term Functionality for Free Vascularized Fibula Grafts in the Pediatric Population: A 17-Year Experience and Systematic Review of the Literature. *J Reconstr Microsurg.* 2020;36(5):386-396. doi: 10.1055/s-0040-1702147
61. Houdek MT, Bayne CO, Bishop AT, Shin AY. The outcome and complications of vascularised fibular grafts. *Bone Joint J.* 2017;99-B(1):134-138. doi: 10.1302/0301-620X.99B1.BJJ-2016-0160.R1
62. Liu S, Tao S, Tan J, et al. Long-term follow-up of fibular graft for the reconstruction of bone defects. *Medicine (Baltimore).* 2018;97(40):e12605. doi: 10.1097/MD.00000000000012605
63. Bakri K, Stans AA, Mardini S, Moran SL. Combined massive allograft and intramedullary vascularized fibula transfer: the capanna technique for lower-limb reconstruction. *Semin Plast Surg.* 2008;22(3):234-241. doi: 10.1055/s-2008-1081406
64. Zekry KM, Yamamoto N, Hayashi K, et al. Reconstruction of intercalary bone defect after resection of malignant bone tumor. *J Orthop Surg (Hong Kong).* 2019;27(1):2309499019832970. doi: 10.1177/2309499019832970
65. Panagopoulos GN, Mavrogenis AF, Mauffrey C, et al. Intercalary reconstructions after bone tumor resections: a review of treatments. *Eur J Orthop Surg Traumatol.* 2017;27(6):737-746. doi: 10.1007/s00590-017-1985-x
66. Zheng K, Yu XC, Hu YC, et al. Outcome of segmental prosthesis reconstruction for diaphyseal bone tumors: a multi-center retrospective study. *BMC Cancer.* 2019;19(1):638. doi: 10.1186/s12885-019-5865-0

67. Palumbo BT, Henderson ER, Groundland JS, et al. Advances in segmental endoprosthetic reconstruction for extremity tumors: a review of contemporary designs and techniques. *Cancer Control*. 2011;18(3):160-170. doi: 10.1177/107327481101800303

Статья поступила 04.04.2023; одобрена после рецензирования 11.09.2023; принята к публикации 21.02.2024.

The article was submitted 04.04.2023; approved after reviewing 11.09.2023; accepted for publication 21.02.2024.

Информация об авторах:

Денис Владимирович Давыдов — доктор медицинских наук, профессор, начальник госпиталя;

Леонид Карлович Брижань — доктор медицинских наук, профессор, заместитель начальника, brizhan.leonid@mail.ru;

Артур Асланович Керимов — кандидат медицинских наук, начальник центра, главный травматолог, kerartur@yandex.ru;

Андрей Андреевич Максимов — кандидат медицинских наук, заведующий группой, aam.moscow.hand.72@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-0891-4937>;

Игорь Владимирович Хоминец — кандидат медицинских наук, начальник отделения;

Алексей Владимирович Лычагин — доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой, dr.lychagin@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-2202-8149>;

Андрей Анатольевич Грицюк — доктор медицинских наук, профессор, профессор кафедры, drgaamma@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0003-4202-4468>;

Адам Зеудтинович Арсомаков — кандидат медицинских наук, заведующий кафедрой, arsamakov-a@mail.ru.

Information about the authors:

Denis V. Davydov — Doctor of Medical Sciences, Professor, Chief of the Hospital;

Leonid K. Brizan — Doctor of Medical Sciences, Professor, Deputy Head, brizhan.leonid@mail.ru;

Artur A. Kerimov — Candidate of Medical Sciences, Head of the Traumatology Center, kerartur@yandex.ru;

Andrey A. Maksimov — Candidate of Medical Sciences, Head of the Department, aam.moscow.hand.72@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-0891-4937>;

Igor V. Khominets — Candidate of Medical Sciences, Head of the Department;

Alexey V. Lychagin — Doctor of Medical Sciences, Professor, Head of the Department, dr.lychagin@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-2202-8149>;

Andrey A. Gritsyuk — Doctor of Medical Sciences, Professor, Professor of the Department, drgaamma@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0003-4202-4468>;

Adam Z. Arsomakov — Candidate of Sciences in Medicine, Head of the Department, arsamakov-a@mail.ru.