

## Хирургическая обработка при остеомиелите длинных костей

**И. В. Борисов**

ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр хирургии им. А. В. Вишневского» Минздрава России  
Россия, 117997, Москва, ул. Большая Серпуховская, д. 27

ФГАОУ ВО «Российский университет дружбы народов им. П. Лумумбы» Минобрнауки России  
Россия, 117198, Москва, ул. Миклухо-Маклая, д. 8

Контактное лицо: Игорь Викторович Борисов, boris-62@list.ru

В статье представлен обзор литературы, посвященный проблеме хирургической обработки при остеомиелите длинных костей, обсуждаются вопросы современного протокола комплексного хирургического лечения при остеомиелите длинных костей разной этиологии и локализации.

**Ключевые слова:** остеомиелит, хирургическая обработка, диагностика, комплексное хирургическое лечение, длинные кости.

**Для цитирования:** Борисов И. В. Хирургическая обработка при остеомиелите длинных костей. Раны и раневые инфекции. Журнал им. проф. Б. М. Костюченка. 2023; 10 (1): 30-37.

DOI: 10.25199/2408-9613-2023-10-1-30-37

cc by 4.0

### Surgical debridement in long bones osteomyelitis

**I. V. Borisov**

Federal State Budgetary Institution "A. V. Vishnevsky National Medical Research Center of Surgery" Ministry of Health of Russia  
27 Bolshaya Serpukhovskaya Str., Moscow, 117997, Russia

Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education "Peoples' Friendship University of Russia named after P. Lumumba" Ministry of Education and Science of Russia  
8 Miklukho-Maklaya Str., Moscow, 117198, Russia

The article presents a literature review on the problem of surgical debridement for treatment osteomyelitis of long bones, discusses the issues of the modern protocol for complex surgical treatment for osteomyelitis of long bones of various etiology and localization.

**Key words:** osteomyelitis, surgical debridement, diagnostics, complex surgical treatment, long bones.

**For citation:** Borisov I. V. Surgical debridement in long bones osteomyelitis. Wounds and wound infections. The Prof. B. M. Kostyuchenok Journal. 2023; 10 (1): 30-37.

### Введение

В 30–40-х гг. XX в. выдающийся отечественный хирург С. С. Гирголав считал остеомиелит неизлечимой болезнью [1]. К сожалению, и в наши дни это заболевание считается сложным и имеет неблагоприятный прогноз, даже после лечения. Хронический остеомиелит длинных костей остается наиболее распространенной и тяжелой проблемой в структуре патологии опорно-двигательного аппарата человека. Это связано со значительным ростом количества пострадавших в дорожно-транспортных происшествиях и военных конфликтах. К основным особенностям травм настоящего времени можно отнести:

- тенденцию утяжеления повреждений;
- широкое применение имплантатов;
- ятрогенные дефекты диагностики и лечения;
- изменения микрофлоры, способные вызвать нагноение;

- наличие у пациентов тяжелой сопутствующей патологии.

Следует констатировать отсутствие тенденции к снижению частоты развития остеомиелита даже в специализированных травматолого-ортопедических клиниках. Так, при плановых операциях остеомиелит возникает в 1–5 % при закрытых переломах и в 3–50 % — при открытых переломах костей в зависимости от их тяжести. Количество больных остеомиелитом составляет 3–5 % от всех пациентов с заболеваниями костей, и имеется тенденция к их значительному увеличению. В США остеомиелит является одним из самых сложных состояний как для врачей, так и для пациентов и регистрируется с частотой 21,8 на 100 тыс. человек в год [2–5].

Неблагоприятные результаты лечения — это рецидивы, ампутации, функциональная неполноценность конечностей, которые отмечаются у каждого 3–5-го пациента [6, 7].

Рецидивы заболевания могут возникнуть через 50 и даже 80 лет после «успешного» лечения, поэтому ряд исследователей, например J. N. Calhoun и M. M. Manging, убеждены, что термин «выздоровление» неприемлем для остеомиелита [8].

Важным этапом хирургического лечения больных остеомиелитом длинных костей остается хирургическая обработка гнойного очага. Хирургическая философия и техническое исполнение большого количества видов этой операции были подробно представлены в многочисленных отечественных и зарубежных работах [1–19].

М. В. Гринев в своей известной монографии отмечал, что основной целью секвестрнекрэктомии как наиболее распространенной операции при остеомиелите является не ликвидация костной полости, как считалось ранее, а устранение гнойно-некротического очага [10].

В частности, в этих работах представлено, что выбор доступа к костной полости должен удовлетворять следующим требованиям:

- быть расположенным в непосредственной близости к очагу поражения;
- учитывать направление выкраиваемого мышечного лоскута;
- проходить через рубцово-измененную кожу.

При этом, несмотря на необходимость хирургической обработки, нельзя ожидать, что вся инфицированная и некротизированная ткань будет удалена, и поэтому хирургическое вмешательство должно сочетаться как с местной, так и с системной антибактериальной терапией. Хирургическая обработка кости в сочетании с удалением любого нижележащего имплантата следует за хирургической обработкой мягких тканей. Выбор инструментария — острых остеотомов, долот, кюреток — имеет решающее значение для эффективной санации. Следует избегать удаления надкостницы, чтобы сохранить васкуляризацию. И уже на этапе хирургической обработки требуется планирование дальнейшего пластического закрытия образовавшегося костного дефекта [9, 12, 19].

В эволюции взглядов на хирургическое лечение при остеомиелите выделяются два основных этапа.

На первом этапе, более 80 лет назад, основоположники ортопедической хирургии подчеркивали важность хирургического лечения инфекции кости. Однако изначальными принципами лечения остеомиелита были только атравматичный доступ и удаление всех некротизированных и нежизнеспособных тканей. Для ликвидации костной полости как одного из основных патогенетических факторов остеомиелита (как считалось) стремились к уплощению или саусеризации костной полости с помощью удаления до 3 стенок длинной кости. Неудачи при таком подходе и рецидив инфекции достигали 30,0 %.

Внедрение в последние пять десятилетий оптимальных доступов к очагу поражения с бережным отношением к костной ткани, пересадок тканевых лоскутов, в том числе с использованием микрососудистой техники, развитие приспособлений для внешней фиксации с методами контролируемой постепенной дистракции по Г. А. Илизарову, использование имплантатов для заполнения костных полостей и современной антибактериальной терапии создало условия для более полноценной хирургической обработки и тем самым к существенному улучшению результатов лечения с клиническим излечением костной инфекции в более чем 90,0 % случаев.

Однако хирургическая обработка при хроническом остеомиелите длинных костей остается технически сложной операцией и самым критическим фактором в лечении ортопедических инфекций. Нередко объем костного повреждения можно определить только в операционной при удалении некротизированной, некровоточащей кости [20, 21].

Основное хирургическое вмешательство — секвестрнекрэктомию — в настоящее время можно признать лишь условно-радикальной операцией [22]. Нерадикально выполненная хирургическая обработка, даже при современной антибактериальной терапии, в большинстве случаев приводит к нагноениям при пересадке лоскутов и рецидивам остеомиелита [23].

Атравматичный доступ и бережное отношение к костям и мягким тканям являются важными моментами хирургической обработки. Хотя эти операции в острой стадии открытого перелома и при остеомиелите принципиально не отличаются, хирургическая обработка при последнем деликатней [24].

Дополнительной проблемой при выборе лечения и прогнозировании результатов является несовершенство методов для измерения эрадикации инфекции. При обработке костной раны по-прежнему полагаются на появление точечного кровотечения из гаверсовых каналов (признак «кровяной росы», или «паприки»), которое определяет жизнеспособность кости и интраоперационные края ее санации.

Большинство специалистов предпочитают обработку кости проводить высокоскоростными электроинструментами. Другие полагают, что обработка кости без электроинструментов и кюретаж лучше, так как кость не перегревается и костные осколки не попадают в гаверсову систему кости [18].

Обязательным условием успешной хирургической обработки считается комплексное предоперационное обследование, включающее тщательный осмотр не только пораженной конечности, но и всего пациента со сбором полного анамнеза. Хотя некротизированный сегмент кортикальной кости может быть легко выявлен, требуется большое мастерство для идентификации глубины и протяженности нежизнеспособной

кости и наличия инфицированного материала в костномозговом канале. В настоящее время для этого используют современные возможности обзорной рентгенографии, компьютерной и магнитно-резонансной томографии.

Для выявления нежизнеспособных тканей во время хирургической обработки костной раны предложены метод лазерной доплеровской флоуметрии [21], визуализация свечения в ультрафиолетовом излучении меченых тетрациклином секвестров [25], а также использование фиброскопии для интраоперационной оценки изменений тканей костномозгового канала [26].

Влияние сопутствующей патологии на объем хирургической обработки костной раны было представлено в работе А. Н. Simpson et al. [27]. Продемонстрировано, что пациентам с компрометирующими факторами (по классификации остеомиелита Cierny–Mader) показана более протяженная резекция кости (больше 5 мм от краев раны), так как при проведении краевой резекции (то есть резекции краев кости меньше 5 мм) имеется более высокий риск рецидива остеомиелита.

Ю. А. Амирасланов и соавт. указывают, что трудности в определении нежизнеспособной костной ткани требуют удаления остеомиелитического очага в пределах здоровых тканей, вплоть до сегментарной резекции [28].

Этой же позиции придерживается ряд иностранных авторов, которые считают сегментарную резекцию большеберцовой и бедренной костей отличным средством лечения ложных суставов при наличии остеомиелита, дающим хирургу возможность реконструировать дефект и сохранить удовлетворительную функцию конечности [13, 29–31].

Ведущий специалист по лечению остеомиелита американец G. Cierny популяризировал концепцию лечения остеомиелита по аналогии с лечением опухолей костно-мышечной системы, согласно которой удаление очага остеомиелита должно осуществляться единым блоком (“carcinologic” resection), как в костной онкологии [32, 33].

Не все специалисты придерживаются этой точки зрения, считая, что сегментарная резекция кости не ликвидирует остеомиелитический процесс и в 100,0 % случаев приводит к инвалидности. Хирургическая же обработка должна заключаться лишь в иссечении свищевых ходов, в удалении нежизнеспособных тканей, грануляций и инородных тел [34].

К. Tetsworth и G. Cierny полагают, что хирургическая обработка при остеомиелите должна следовать скорее экспансивному (обработке от некроза к живой ткани) подходу, чем экстенсивному (то есть удалению очага единым блоком) [19].

Спорной является концепция Г. А. Илизарова и его учеников, считающих, что при применении

чрескостного компрессионно-дистракционного остеосинтеза путем направленного формирования «высокой естественной антимикробной активности» в тканях очага остеомиелита возможно купирование воспалительного процесса — «остеомиелит сгорает в огне регенерации» [35]. Уже в работе М. А. Catagni было показано, что с помощью только компрессии и дистракции нельзя ликвидировать инфекцию (рецидив заболевания отмечен в 17,5 % случаев) [36].

Так как до настоящего времени отсутствуют надежные и простые объективные критерии оценки жизнеспособности костной ткани, продолжает обсуждаться вопрос о кратности хирургической обработки при остеомиелите длинных костей.

В ряде работ была показана возможность успешной хирургической обработки при лечении больных хроническим остеомиелитом длинных костей и одновременной мышечной пластики [37, 38].

Большинство специалистов рекомендуют 2-этапное хирургическое лечение, включающее начальную хирургическую обработку с последующим местным лечением раны и повторную обработку с мышечной пластикой. Например, М. А. McNally et al. предложили модификацию 2-этапного лечения остеомиелита (The Belfast technique). На первом этапе проводятся хирургическая обработка и закрытие мягкотканного дефекта васкуляризованным лоскутом с заполнением раны шариками с антибиотиками. Второй этап выполняется между 3-й и 6-й нед от первого этапа после заживления раны. Через старый доступ обнажается костный дефект с целью ревизии. После повторной обработки костная полость заполняется мелкими фрагментами аутокости, после чего рана зашивается без натяжения [39].

J. J. Eckardt et al. с положительными результатами применили «агрессивный» хирургический подход при лечении хронического остеомиелита длинных костей, при котором количество серийных обработок варьирует от 3 до 8 (в среднем 4,2), которые проводятся программованно каждые 2–3 сут [13].

Этот вопрос остается дискуссионным и в настоящее время [40]. Следует согласиться с мнением третьих авторов, которые отмечают, что радикальности хирургической обработки можно достигнуть как при однократной, так и при многократных процедурах, что зависит только от клинических условий [41].

Существенным элементом хирургической обработки при остеомиелите является дренирование послеоперационной раны, поэтому активно шло совершенствование его вариантов. Так, при лечении пациентов с гнойными осложнениями открытых переломов длинных костей разработан метод комбинированного дренирования, позволяющий одновременно санировать весь очаг воспаления, включая костномозговой канал, секвестральную и раневую полости [42–44].

Получены положительные результаты при использовании метода программированного орошения и дренирования интрамедуллярных флегмон [26].

В Западной Европе применяется метод длительного (14–18 сут) промывания костномозгового канала с помощью двух двухпросветных трубок растворами антисептиков (Lautenbach method) [45].

Однако К. J. Koval et al. получили удовлетворительные результаты при первичном закрытии раны с проточно-аспирационным дренированием при посттравматическом остеомиелите большеберцовой кости только в 45,5 % случаев [14].

С. Е. Шафит и соавт. на основании сравнения различных способов дренирования при оперативном лечении хронического посттравматического остеомиелита бедра пришли к выводу, что активное дренирование способствует существенному уменьшению продолжительности пребывания в стационаре, но увеличивает количество послеоперационных осложнений по сравнению с группой больных, которым выполняли тампонирование [46].

М. J. Padzakis et al. по результатам клинических и микробиологических исследований отмечают, что после 7 сут с дренажами в ране возрастает возможность нагноения [47].

Поэтому категорическое отрицание использования тампонирования и стремление во всех случаях заменить его активным дренированием авторам представляется преждевременным. А. А. Кутин и Н. И. Мосиенко считают важной задачей совершенствование открытого (тампонного) метода ведения раны у тяжелых больных хроническим гематогенным остеомиелитом [22]. При этом успех лечения во многом зависит от местной антибактериальной терапии (антисептики, мази на водорастворимой основе), направленной на предупреждение реинфицирования раневой поверхности высокорезистентными госпитальными штаммами микроорганизмов. Важным моментом при выборе препарата для местного лечения при остеомиелите является отсутствие у него повреждающего действия на костную ткань.

Рациональный доступ – важное условие при проведении адекватной хирургической обработки. Особенно это касается медуллярного остеомиелита. Биопсия материала, взятого в костномозговом канале больных остеомиелитом бедренной кости после интрамедуллярного остеосинтеза, выявляет изменения, характерные для хронического воспаления, на всем протяжении контакта кости с металлической конструкцией. Для обеспечения радикализма хирургической обработки требуется обширная резекция тканей, окружающих штифт, которые содержат «резервы нагноения» [48].

У взрослых традиционное лечение этого типа поражения состоит из трепанации кости для вскрытия

костномозгового канала, хирургической обработки эндостальных структур до симптома «кровяной росы», дополнительных методов санации раны. Операцию обычно заканчивают пломбировкой, пластикой или проточно-аспирационным дренированием. При этом нередко рецидивы заболевания, одной из причин которых считается реинфекция костной полости в результате нагноения в мягких тканях и внедрения мягкотканых структур в костную полость через трепанационный дефект [22].

Г. Н. Акжигитов и Я. Б. Юдин видят причину неудач при лечении хронического гематогенного остеомиелита в «неадекватности оперативной техники», так как оперативные пособия только по типу ограниченных окончатых резекций дают недостаточный доступ к костномозговому каналу [9]. При других традиционных операциях уплощения костной полости, например при продольной резекции по Пикину, приходится удалять переднюю и боковые жизнеспособные стенки кости, что нарушает кровоснабжение и прочность оставшейся кости.

J. S. Isenberg и W. Costigan для лечения остеомиелита после интрамедуллярного остеосинтеза используют обширную переднюю декортикацию в виде «выдолбленного каное». По мнению авторов, такой доступ обеспечивает радикальность обработки при условии тщательного заполнения костной полости мышечным лоскутом на микрососудистых анастомозах [49].

Для доступа к костномозговому каналу предлагается создание в кости длинных овальных дефектов. Размеры таких порталов обычно составляют 3–9 см в длину и 7–10 мм в ширину. Дефект может быть расширен продольно до 30 см в длину и более без значительного снижения торсионной прочности кости, однако для снижения риска перелома ширина их не должна превышать 5–7 мм [19].

Возможности управляемого чрескостного остеосинтеза использованы в методике лечения остеомиелита бедренной кости с выполнением остеотомии через остеомиелитический очаг, которая позволяет более качественно провести хирургическую обработку и максимально дренировать рану [50].

В некоторых случаях хронического остеомиелита, когда внутрикостная инфекция локализуется в диафизе длинной кости, проводится интрамедуллярное рассверливание [22, 44, 45, 51]. Целью этой операции является не только удаление некротизированных тканей, но и восстановление непрерывности костномозгового канала, что создает условия для восстановления нормальной функции кости. Операция считается технически несложной, не вызывающей большого количества осложнений. Хотя в литературе описан интраоперационный летальный случай в связи с жировой легочной эмболией пациента со склерозирующим остеомиелитом Garpe [52].

Однако уже в основополагающей работе I. Rusdea et al. подчеркивалось, что для успеха этой операции важны два момента: рассверливание должно быть тщательным, с удалением всех патологических тканей, а очаг должен быть расположен в диафизе длинной кости. На практике же это не всегда выполнимо, особенно при эпифизарных очагах поражения [53].

G. Gualdrini et al., анализируя собственный опыт (83,2 % выздоровлений) и опыт других авторов, приходят к выводу, что результаты рассверливания не могут считаться блестящими. Но рассверливание, учитывая простое техническое исполнение, может иметь право на существование как альтернатива сложным и травматичным методам, пусть даже имеющим и лучшие результаты [54].

Чтобы преодолеть проблемы с термическим некрозом костной ткани во время проведения хирургической обработки при медуллярном остеомиелите, используют систему ример-ирригатора-аспиратора (RIA). Однако, несмотря на сообщаемые обнадеживающие результаты и низкий уровень осложнений, его высокая стоимость требует дальнейших исследований, чтобы определить его роль в лечении инфекций длинных костей. Если инфекция распространяется на метафиз или на предоперационной рентгенограмме выявляется фестончатость эндоста, интрамедуллярное рассверливание может быть неэффективным [55, 56].

В настоящее время отмечено появление новой стратегии при лечении хронического гематогенного остеомиелита длинных костей у взрослых, суть которой заключается в реконструкции кости с использованием полнослойных лоскутов и максимального сохранения надкостницы для восстановления анатомо-функциональных свойств костной ткани. Это достигается восстановлением непрерывности костномозгового канала (реканализацией длинной кости) и обязательной пластикой дефекта кортикальной пластины различными способами для профилактики реинфекции костной полости [22].

Ряд авторов считают, что при медуллярном остеомиелите операцией выбора является модификация операции Бира (1892) – костнопластическая трепанация длинной кости [22, 57–59]. Эта операция позволяет обеспечить широкий доступ к очагу поражения и провести полноценную секвестрнекрэктомию, восстановить проходимость костномозгового канала. Данную операцию считают пластической, так в результате ее проведения не образуется дефектов тканей и не нарушается целостность кости [60, 61].

### Заключение

Хронический остеомиелит длинных костей остается сложным заболеванием с точки зрения диагностики и разработки стратегии комплексного лечения. Соответствующая терапия требует комплексного

подхода, краугольным камнем которого остается хирургическое вмешательство.

Успех лечения остеомиелита зависит от качества хирургической обработки, что является сложной задачей ввиду необходимости удаления всех некротизированных и нежизнеспособных тканей и сохранении при этом как можно больше непораженных тканей и функций органов. Это связано с несовершенством наших возможностей для измерения эрадикации инфекции. При выполнении хирургической обработки мы по-прежнему полагаемся на визуальный признак «кровяной росы», или «паприки», для определения интраоперационных краев санации.

Нерадикально выполненная хирургическая обработка раны является одной из наиболее частых причин рецидива хронического остеомиелита. В дополнение к хирургической обработке требуется направленная системная антимикробная терапия, трудности при проведении которой сопряжены со сложностью подбора препарата, проникающего в очаг поражения, множественной лекарственной устойчивостью микроорганизмов, формированием ими биопленок как на некротизированной кости, так и на металлоконструкциях, а также с побочными эффектами длительной антимикробной терапии.

Основные проблемы в лечении этого заболевания могут быть связаны с особенностями *S. aureus* как основного патогенного возбудителя остеомиелита с широким спектром факторов вирулентности. Современные открытия в патогенезе костной инфекции, в частности относительно недавно открытые механизмы ускользания *S. aureus* от иммунной системы (образование абсцесса, формирование биопленки, инвазия остеоцитарно-лакуноканаликулярной сети и внутриклеточная персистенция), позволяют приблизиться к пониманию персистенции инфекции и рецидивов остеомиелита [2, 62–65].

Разработка и использование новых эффективных инструментов для проведения хирургической обработки, таких, например, как ример-ирригатор-аспиратор, позволят улучшить результаты лечения остеомиелита.

Понятно, что интерес к хирургической обработке при остеомиелите не ослабевает до настоящего времени, и ни при каком другом заболевании не представлено такого многообразия методов оперативного лечения. Однако, к сожалению, фундаментальных научных исследований по хирургической философии этой операции за последнее десятилетие крайне мало. Область, изучающая посттравматические инфекции, отстает от литературы по эндопротезной инфекции на несколько лет. Поэтому сообщества ортопедов-травматологов должны начать сотрудничество, чтобы приумножить те знания, которые у нас есть в настоящее время, и разработать более надежные алгоритмы и методы лечения.

**Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**Conflict of interests.** The authors declare no conflict of interest.

**Финансирование.** Исследование не имело спонсорской поддержки.

**Funding.** The study had no sponsorship.

## ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. Арьев Е. Я., Никитин Г. Д. Мышечная пластика костных полостей. М.: Медгиз, 1955. [Aryev E. Ya., Nikitin G. D. *Muscle plasticity of bone cavities* = Ar'yeve E. Ya., Nikitin G. D. *Myshechnaya plastika kostnykh polostey*. M.: Medgiz, 1955. (In Russ.)]
2. Миронов С. П., Цискарашвили А. В., Горбатюк Д. С. Хронический посттравматический остеомиелит как проблема современной травматологии и ортопедии (обзор литературы). Гений ортопедии. 2019; 25 (4): 610–621. [Mironov S. P., Tsiskarashvili A. V., Gorbatyuk D. S. *Chronic post-traumatic osteomyelitis as a problem of modern traumatology and orthopedics (literature review)* = Mironov S. P., Tsiskarashvili A. V., Gorbatyuk D. S. *Khronicheskiy posttravmaticheskiy osteomyelit kak problema sovremennoy travmatologii i ortopedii (obzor literatury)*. *Geniy ortopedii*. 2019; 25 (4): 610–621. (In Russ.)]
3. Kremers H. M., Nwojo M. E., Ransom J. E., et al. Trends in the epidemiology of osteomyelitis: a population-based study, 1969 to 2009. *J Bone Joint Surg Am* 2015; 97 (10): 837–845.
4. Walter N., Baertl S., Alt V., Rupp M. What is the burden of osteomyelitis in Germany? An analysis of inpatient data from 2008 through 2018. *BMC Infect Dis*. 2021; 21 (1): 550.
5. Zhou A. K., Girish M., Thahir A., et al. Radiological evaluation of postoperative osteomyelitis in long bones: Which is the best tool? *J Perioper Pract*. 2022; 32 (1-2): 15–21.
6. Леончук Д. С., Сазонова Н. В., Ширияева Е. В., Ключин Н. М. Хронический посттравматический остеомиелит плеча: экономические аспекты лечения методом чрескостного остеосинтеза аппаратом Илизарова. Гений ортопедии. 2017; 23 (1): 74–79. [Leonchuk D. S., Sazonova N. V., Shiryayeva E. V., Klyushin N. M. *Chronic post-traumatic osteomyelitis of the shoulder: economic aspects of treatment using transosseous osteosynthesis using the Ilizarov apparatus* = Leonchuk D. S., Sazonova N. V., Shiryayeva E. V., Klyushin N. M. *Khronicheskiy posttravmaticheskiy osteomyelili plecha: ekonomicheskiye aspekty lecheniya metodom chreskostnogo osteosinteza apparatom Ilizarova*. *Geniy ortopedii*. 2017; 23 (1): 74–79. (In Russ.)]
7. Микулич Е. В. Современные принципы лечения хронического остеомиелита. Вестник новых медицинских технологий. 2012; 19 (2): 180–184. [Mikulich E. V. *Modern principles of treatment of chronic osteomyelitis* = Mikulich E. V. *Sovremennyye printsipy lecheniya khronicheskogo osteomyelita*. *Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologiy*. 2012; 19 (2): 180–184. (In Russ.)]
8. Calhoun J. H., Manring M. M. Adult osteomyelitis. *Infect Dis Clin N Am*. 2005; 19 (4): 765–786.
9. Аджигитов Г. Н., Юдин Я. Б. Гематогенный остеомиелит. М.: Медицина, 1998. [Akzhigitov G. N., Yudin Ya. B. *Hematogenous osteomyelitis* = Akzhigitov G. N., Yudin Ya. B. *Gematogennyi osteomyelit*. M.: Meditsina, 1998. (In Russ.)]
10. Гринев М. В. Остеомиелит. Л.: Медицина, 1977. [Grinev M. V. *Osteomyelitis* = Grinev M. V. *Osteomyelit*. L.: Meditsina, 1977. (In Russ.)]
11. Никитин Г. Д., Рак А. В., Линник С. А. и др. Хронический остеомиелит. Л.: Медицина, 1990. [Nikitin G. D., Rak A. V., Linnik S. A. et al. *Chronic osteomyelitis* = Nikitin G. D., Rak A. V., Linnik S. A. et al. *Khronicheskiy osteomyelit*. L.: Meditsina, 1990. (In Russ.)]
12. Никитин Г. Д., Рак А. В., Линник С. А. и др. Хирургическое лечение остеомиелита. СПб.: Русская графика, 2000. [Nikitin G. D., Rak A. V., Linnik S. A., et al. *Surgical treatment of osteomyelitis* = Nikitin G. D., Rak A. V., Linnik S. A. et al. *Khirurgicheskoye lecheniye osteomyelita*. SPb.: Russkaya grafika, 2000. (In Russ.)]
13. Eckardt J. J., Wirganowicz P. Z., Mar T. An aggressive surgical approach to the management of chronic osteomyelitis. *Clin Orthop*. 1994; (298): 229–239.
14. Koval K. J., Meadows S. E., Rosen H., et al. Posttraumatic tibial osteomyelitis: a comparison of three treatment approaches. *Orthopedics*. 1992; 15 (4): 455–460.
15. Lazarini L., Mader J. T., Calhoun J. H. Osteomyelitis in long bones. *J Bone Joint Surg Am*. 2004; 86 (10): 2305–2318.
16. Meadows S. E., Zuckerman J. D., Koval K. J. Posttraumatic tibial osteomyelitis: diagnosis, classification, and treatment. *Bull Hosp Joint Dis*. 1993; 52 (2): 11–16.
17. Parsons B., Straus E. Surgical management of chronic osteomyelitis. *Am J Surg*. 2004; 188 (1A Suppl): 57–66.
18. Seligson D., Klemm K. Adult posttraumatic osteomyelitis of the tibial diaphysis of the tibial shaft. *Clin Orthop*. 1999; (360): 30–36.
19. Tetworth K., Cierny G. Osteomyelitis debridement techniques. *Clin Orthop*. 1999; (360): 87–96.
20. May J. W., Jupiter J. B., Weiland A. J., Byrd H. S. Clinical classification of posttraumatic tibial osteomyelitis. *J Bone Joint Surg Am*. 1989; 71 (9): 1422–1428.
21. Swiontkowski M. F. Criteria for bone debridement in massive lower limb trauma. *Clin Orthop*. 1989; (243): 41–47.
22. Кутин А. А., Мосиенко Н. И. Гематогенный остеомиелит. М.: Медицина и жизнь, 2000. [Kutin A. A., Mosienko N. I. *Hematogenous osteomyelitis* = Kutin A. A., Mosiyenko N. I. *Gematogennyi osteomyelit*. M.: Meditsina i zhizn', 2000. (In Russ.)]
23. Siegel H. J., Patzakis M. J., Holtom P. D., et al. Limb salvage for chronic tibial osteomyelitis: an outcomes study. *J Trauma*. 2000; 48 (3): 484–489.
24. Heitmann C. H., Patzakis M. J., Tetsworth K. D., Levin L. S. Musculoskeletal sepsis: principles of treatment. *AAOS Instr Course Lect*. 2003; 52: 733–743.
25. Dahnel L. E., Bos G. Fluorescent tetracycline labeling as an aid to debridement of necrotic bone in the treatment of chronic osteomyelitis. *J Orthop Trauma*. 2002; 16 (5): 345–346.
26. Юсупов Ю. Н., Епифанов М. В. Программированное орошение и дренирование в лечении больных с гнойными артритом и интрамедуллярными флегмонами. Вестник хирургии им. И. И. Грекова. 2000; (2): 57–59. [Yusupov Yu. N., Epifanov M. V. *Programmed irrigation and drainage in the treatment of patients with purulent arthritis and intramedullary phlegmon* = Yusupov Yu. N., Yepifanov M. V. *Programmirovannoye orosheniye i drenirovaniye v lechenii bol'nykh s gnoynymi artritam i intramedullyarnymi flegmonami*. *Vestnik khirurgii im. I. I. Grekova*. 2000; (2): 57–59. (In Russ.)]
27. Simpson A. H., Deakin M., Latham J. M. The effect of the extent of surgical re-

- section on infection-free survival. *J Bone Joint Surg (Br)*. 2001; 83 (3): 403–407.
28. Амрасланов Ю. А., Светухин А. М., Митиш В. А. и др. Хирургическое лечение хронического остеомиелита длинных костей. *Хирургия. Журнал им. Н. И. Пирогова*. 2000; (5): 30–33. [*Amiraslanov Yu. A., Svetukhin A. M., Mitish V. A., et al. Surgical treatment of chronic osteomyelitis of long bones = Amiraslanov Yu. A., Svetukhin A. M., Mitish V. A. i dr. Khirurgicheskoye lecheniye khronicheskogo osteomiyelita dlinnykh kostey. Khirurgiya. Zhurnal im. N. I. Pirogova*. 2000; (5): 30–33. (In Russ.)]
29. Heppert V., Wagner C., Glatzel U., et al. Osteitis unterschenkel. *Trauma Berufskrankh*. 2002; 4 (1): 114–120.
30. Paley D., Catagni M. A., Argnani F., et al. Ilizarov treatment of tibial nonunion with bone loss. *Clin Orthop*. 1989; (241): 146–165.
31. Watson J. T., Anders M., Moed B. R. Management strategies for bone loss in tibial shaft fractures. *Clin Orthop*. 1995; (315): 138–152.
32. Cierny G. Chronic osteomyelitis: Results of treatment. *Instr Course Lect*. 1990; 39: 495–508.
33. Cierny G. Infected tibial nonunion (1981–1995). The evolution of change. *Clin Orth*. 1999; (360): 97–105.
34. Штейнле А. В. Профилактика и лечение посттравматического остеомиелита голени методом чрескостного компрессионно-дистракционного остеосинтеза (клинико-экспериментальное исследование): дисс. ...канд. мед. наук. Томск, 1997. [*Steinle A. V. Prevention and treatment of post-traumatic osteomyelitis of the leg using transosseous compression-distraction osteosynthesis (clinical and experimental study) = Shteynle A. V. Profilaktika i lecheniye posttravmaticheskogo osteomiyelita goleni metodom chreskostnogo kompressiionno-distraktsionnogo osteosinteza (kliniko-eksperimental'noye issledovaniye): diss. ...kand. med. nauk. Tomsk, 1997. (In Russ.)]*
35. Аранович А. М., Паевский С. А., Ключин Н. М. Опыт клинического использования направленного формирования высокой естественной антимикробной активности в тканях очага остеомиелита. *Гений ортопедии*. 1995; (2): 20–23. [*Aranovich A. M., Paevsky S. A., Klyushin N. M. Experience in the clinical use of targeted formation of high natural antimicrobial activity in the tissues of the osteomyelitis focus = Aranovich A. M., Paevskiy S. A., Klyushin N. M. Opyt klinicheskogo ispol'zovaniya napravlennogo formirovaniya vysokoy yestestvennoy antimikrobnoy aktivnosti v tkanyakh ochaga osteomiyelita. Geniy ortopedii*. 1995; (2): 20–23. (In Russ.)]
36. Catagni M. A. Treatment of infected nonunion. Treatment of fracture nonunions and bone loss of tibia with the Ilizarov method. *Clin Orthop*. 1993; (292): 143–158.
37. Antony J. P., Mathes S. J., Alpert B. S. The muscle flap in the treatment of chronic lower extremity osteomyelitis: Results in Patients over 5 years after treatment. *Plast Reconstr Surg*. 1991; 88 (2): 311–318.
38. Isenberg J. S. It is never too late: limb salvage following a half-century of long-bone osteomyelitis. *J Reconst Microsurg*. 2000; 16 (4): 269–271.
39. McNally M. A., Small J. O., Tofighi H. G., et al. Two-stage management of chronic osteomyelitis of the long bones. The Belfast technique. *J Bone Joint Surg (Br)*. 1993; 75 (3): 375–380.
40. Pincher B., Fenton C., Jeyapalan R., et al. A systematic review of the single-stage treatment of chronic osteomyelitis. *J Orthop Surg Res*. 2019; 14 (1): 393.
41. Arnold P. G. Reply on correspondence Ragoowansi R., Powell B.: Soft-tissue reconstruction following debridement for chronic osteomyelitis of the lower limb. *Plast Reconstr Surg*. 2000; 106 (2): 503–504.
42. Бялик Е. И., Соколов В. А., Семенова М. Н. и др. Особенности лечения открытых переломов длинных костей у пострадавших с политравмой. *Вестник травматологии и ортопедии*. 2002; (4): 30–38. [*Byalik E. I., Sokolov V. A., Semenova M. N., et al. Features of the treatment of open fractures of long bones in victims with polytrauma = Byalik E. I., Sokolov V. A., Semenova M. N. i dr. Osobennosti lecheniya otkrytykh perelomov dlinnykh kostey u postradavshikh s politravмой. Vestnik travmatologii i ortopedii*. 2002; (4): 30–38. (In Russ.)]
43. Ключкин И. Ю., Охотский В. П., Бялик И. Ф. и др. Хирургические аспекты профилактики гнойных осложнений у пострадавших с открытыми переломами длинных костей. *Вестник травматологии и ортопедии*. 1997; (2): 37–41. [*Klyukvin I. Yu., Okhotskiy V. P., Byalik I. F., et al. Surgical aspects of the prevention of purulent complications in victims with open fractures of long bones = Klyukvin I. Yu., Okhotskiy V. P., Byalik I. F. i dr. Khirurgicheskiye aspekty profilaktiki gnoynnykh oslozhneniy u postradavshikh s otkrytymi perelomami dlinnykh kostey. Vestnik travmatologii i ortopedii*. 1997; (2): 37–41. (In Russ.)]
44. Охотский В. П., Бялик И. Ф., Ключкин И. Ю. Лечение больных с гнойными осложнениями открытых переломов длинных костей. *Хирургия. Журнал им. Н. И. Пирогова*. 1998; (10): 51–53. [*Okhotskiy V. P., Byalik I. F., Klyukvin I. Yu. Treatment of patients with purulent complications of open fractures of long bones. Surgery = Okhotskiy V. P., Byalik I. F., Klyukvin I. Yu. Lecheniye bol'nykh s gnoynnymi oslozhneniyami otkrytykh perelomov dlinnykh kostey. Khirurgiya. Zhurnal im. N. I. Pirogova*. 1998; (10): 51–53. (In Russ.)]
45. Hashmi M. A., Norman P., Saleh M. The management of chronic osteomyelitis using the Lautenbach method. *J Bone Joint Surg (Br)*. 2004; 86 (2): 269–275.
46. Шафит С. Е., Самойлов В. А., Королев С. Б. Способы дренирования при оперативном лечении хронического посттравматического остеомиелита бедра. *Нижегородский медицинский журнал*. 1996; (2): 33–37. [*Shafit S. E., Samoilov V. A., Korolev S. B. Methods of drainage in the surgical treatment of chronic post-traumatic osteomyelitis of the femur = Shafit S. Ye., Samoilov V. A., Korolev S. B. Sposoby drenirovaniya pri operativnom lechenii khronicheskogo posttravmaticheskogo osteomiyelita bedra. Nizhegorodskiy meditsinskiy zhurnal*. 1996; (2): 33–37. (In Russ.)]
47. Patzakis M. J., Greene N., Holton P., et al. Culture results in open wound treatment with muscle transfer for tibial osteomyelitis. *Clin Orthop*. 1999; (360): 66–70.
48. Данилов Д. Г., Шендерова Е. А. Некоторые особенности остеомиелита бедренной кости, развившегося после интрамедуллярного остеосинтеза. *Травматология и ортопедия России*. 1996; (2): 19–22. [*Danilov D. G., Shenderova E. A. Some features of osteomyelitis of the femur that developed after intramedullary osteosynthesis = Danilov D. G., Shenderova E. A. Nekotoryye osobennosti osteomiyelita bedrennoy kosti, razvivshegosya posle intramedullyarnogo osteosinteza. Travmatologiya i ortopediya Rossii*. 1996; (2): 19–22. (In Russ.)]
49. Isenberg J. S., Costigan W. Microvascular transfers in the treatment of massive long-bone osteomyelitis: filling the dugout canoe. *J Reconst Microsurg*. 1998; 14 (2): 83–86.
50. Девятова Т. А., Шляхов В. И., Аранович А. М., Чакушин Б. Э. Лечение остеомиелита бедренной кости методом чрескостного остеосинтеза с выполнением остеотомии через остеомиелитический очаг. *Гений ортопедии*. 2002; (2): 100–103. [*Devyatova T. A., Shlyakhov V. I., Aranovich A. M., Chakushin B. E. Treatment of osteomyelitis of the femur by transosseous osteosynthesis with osteotomy through the osteomyelitic focus = Devyatova T. A., Shlyakhov V. I., Aranovich A. M., Chakushin B. E. Lecheniye osteomiyelita bedrennoy kosti metodom chreskostnogo osteosinteza s vypolneniyem osteotomii cherez osteomiyeliticheskiy ochag. Geniy ortopedii*. 2002; (2): 100–103. (In Russ.)]

51. Ochsner P. E., Gosele A., Buess P. The value of intramedullary reaming in the treatment of chronic osteomyelitis of long bones. *Arch Orthop Trauma Surg.* 1990; 109 (6): 341–347.
52. Pape H. C., Zwipp G., Regel G., et al. Chronic treatment refractory osteomyelitis of long tubular bones – possibilities and risk of intramedullary boring. *Unfallchirurg.* 1995; 93 (3): 139–144.
53. Rusdea I., Costa C., Dull I., et al. Alesage percutaneu du canal medullar dans l'osteomyelite chronique des os longs. *Acta Orthop Belg.* 1967: 34–42.
54. Gualdrini G, Barchetti M, Trono M., Palumbi P. Intramedullary reaming in the treatment of chronic osteomyelitis of the femur and tibia. *Chir Organi Mov.* 2000; 85 (3): 257–263.
55. Cox G., Jones E., McGonagle D. Reamer-irrigator aspirator indications and clinical results: a systematic review. *Int Orthop.* 2011; 35 (7): 951–956.
56. Tosounidis T. H., Calori G. M., Gianpoudis P. V. The use of Reamer – irrigator-aspirator in the management of long bone osteomyelitis: an update. *Eur J Trauma Emerg Surg.* 2016; 42 (4): 417–423.
57. Житницкий Р. Е., Виноградов В. Г., Шапурма Д. Г. Хронический травматический остеомиелит длинных костей. Иркутск, 1989. [*Zhimitsky R. E., Vinogradov V. G., Shapurma D. G. Chronic traumatic osteomyelitis of long bones = Zhitnitskiy R. E., Vinogradov V. G., Shapurma D. G. Khronicheskij travmaticheskij osteomyelit dlinnykh kostey. Irkutsk, 1989. (In Russ.)*]
58. Копанев В. А., Львов Б. М., Чихирев А. А. Костнопластическая трепанация как метод выбора при лечении хронического остеомиелита трубчатых костей. *Вестник новых медицинских технологий.* 2000; 7 (1): 91. [*Kopanev V. A., Lvov B. M., Chikhirev A. A. Osteoplastic trepanation as a method of choice in the treatment of chronic osteomyelitis of long bones = Kopanev V. A., Lvov B. M., Chikhirev A. A. Kostnoplachesticheskaya trepanatsiya kak metod vybora pri lechenii khronicheskogo osteomyelita trubchatykh kostey. Vestnik novykh meditsinskikh tekhnology. 2000; 7 (1): 91. (In Russ.)*]
59. Шумскас С. С. Оперативное лечение гнойных костных полостей остеопластической некрэктомией и пломбированием гипсом с антибиотиками: дисс. ... канд. мед. наук. Вильнюс, 1968. [*Shumskas S. S. Surgical treatment of purulent bone cavities with osteoplastic necrectomy and plaster filling with antibiotics = Shumskas S. S. Operativnoye lecheniye gnoynnykh kostnykh polostey osteoplasticheskoy nekrektoziyey i plombirovaniyem gipsom s antibiotikami: diss. ... kand. med. nauk. Vil'nyus, 1968. (In Russ.)*]
60. Амирасланов Ю. А., Светухин А. М., Борисов И. В. Способ хирургического лечения хронического остеомиелита бедренной и большеберцовой костей. Новая медицинская технология: пособие для врачей. М., 2006. С. 1–15. [*Amiraslanov Yu. A., Svetukhin A. M., Borisov I. V. Method of surgical treatment of chronic osteomyelitis of the femur and tibia. New medical technology = Amiraslanov Yu. A., Svetukhin A. M., Borisov I. V. Spособ khirurgicheskogo lecheniya khronicheskogo osteomyelita bedrennoy i bol'shebertsovoy kostey. Novaya meditsinskaya tekhnologiya: posobiye dlya vrachey. M., 2006. S. 1–15. (In Russ.)*]
61. Светухин А. М., Амирасланов Ю. А., Борисов И. В. Способ хирургического лечения остеомиелита длинных костей. *Анналы хирургии.* 2001; (1): 65–69. [*Svetukhin A. M., Amiraslanov Yu. A., Borisov I. V. Method of surgical treatment of osteomyelitis of long bones = Svetukhin A. M., Amiraslanov Yu. A., Borisov I. V. Spособ khirurgicheskogo lecheniya osteomyelita dlinnykh kostey. Vestnik travmatologii i ortopedii im. N.N. Priorova. 2020; (4): 53–64. (In Russ.)*]
62. Рымашевский Д. В., Ахтямов И. Ф., Федулечев П. Н. и др. Патогенетические особенности лечения хронического остеомиелита. *Гений ортопедии.* 2021; 27 (5): 628–635. [*Rimashevsky D. V., Akhtyamov I. F., Fedulichev P. N., et al. Pathogenetic features of the treatment of chronic osteomyelitis = Rimashevskiy D. V., Akhtyamov I. F., Fedulichev P. N. i dr. Patogeneticheskiye osobennosti lecheniya khronicheskogo osteomyelita. Geniy ortopedii. 2021; 27 (5): 628–635. (In Russ.)*]
63. Цискарашвили А. В., Родионова С. С., Миронов С. П. и др. Динамика метаболического состояния костной ткани при комплексном лечении хронического посттравматического остеомиелита длинных костей. *Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова.* 2020; (4): 53–64. [*Tsiskarashvili A. V., Rodionova S. S., Mironov S. P., et al. Dynamics of the metabolic state of bone tissue during complex treatment of chronic post-traumatic osteomyelitis of long bones = Tsiskarashvili A. V., Rodionova S. S., Mironov S. P. i dr. Dinamika metabolicheskogo sostoyaniya kostnoy tkani pri kompleksnom lechenii khronicheskogo posttravmaticheskogo osteomyelita dlinnykh kostey. Vestnik travmatologii i ortopedii im. N.N. Priorova. 2020; (4): 53–64. (In Russ.)*]
64. Masters E. F., Ricciardi B. F., de Mesy Bentley K. L., et al. Skeletal infections: microbial pathogenesis, immunity and clinical management. *Nat Rev Microbiol.* 2022; 20 (7): 385–400.
65. Urish K. L., Cassat J. E. Staphylococcus aureus Osteomyelitis: Bone, Bugs, and Surgery. *Infect Immun.* 2020; 88 (7): e00932-19.

## СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

**Борисов Игорь Викторович** – доктор медицинских наук, заведующий кабинетом диабетической стопы отдела ран и раневых инфекций ФГБУ «НМИЦ хирургии им. А. В. Вишневского» МЗ РФ, доцент кафедры медицины катастроф МИ РУДН им. П. Лумумбы  
**Borisov Igor Viktorovich** – Doctor of Medical Sciences, Head of the Diabetic Foot Office in Wounds and Wound Infections Department of the Federal State Budgetary Institution “A. V. Vishnevsky National Medical Research Center of Surgery” Ministry of Health of the Russian Federation, Associate Professor of the Disaster Medicine Department P. Lumumba RUDN University

**Авторы:**  
И. В. Борисов

**Authors:**  
I. V. Borisov

**Участие авторов:**  
Концепция и дизайн – И. В. Борисов  
Сбор и обработка материала – И. В. Борисов  
Написание текста – И. В. Борисов  
Редактирование – И. В. Борисов

**Author contribution:**  
Concept and design – I. V. Borisov  
Material collection and processing – I. V. Borisov  
Text writing – I. V. Borisov  
Editing – I. V. Borisov