

ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ



<https://doi.org/10.17238/2226-2016-2023-1-82-89>

УДК 616.71-002.2-07-089

© А.В. Лычагин, О.Д. Подкосов, И.В. Крочек, Н.А. Набатчиков, П.И. Петров, 2023

Обзор литературы / Literature review

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ ДИАГНОСТИКИ И ЛЕЧЕНИЯ ХРОНИЧЕСКОГО ОСТЕОМИЕЛИТА КОСТЕЙ КОНЕЧНОСТЕЙ. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ.

А.В. ЛЫЧАГИН¹, О.Д. ПОДКОСОВ^{2,3}, И.В. КРОЧЕК⁴, Н.А. НАБАТЧИКОВ^{1,2}, П.И. ПЕТРОВ¹

¹ ФГАОУ ВО Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет), 119991, Москва, Россия

² ГБУЗ ГКБ им. С.П. Боткина ДЗМ, 125284, Москва, Россия

³ ФГБОУ ВО Московский государственный медико-стоматологический университет им. А.И. Евдокимова, 127473, Москва, Россия

⁴ ФГБОУ ВО «Южно-Уральский государственный медицинский университет» Минздрава России, 454092, Челябинск, Россия

Аннотация

Введение: данная статья посвящена одной из самых актуальных проблем в травматологии и ортопедии – диагностике и лечению хронического остеомиелита костей конечностей. С каждым годом данная проблема не теряет своей актуальности, сохраняются высокие цифры выявляемости остеомиелита, постепенно увеличивающиеся в количестве случаев посттравматического и постоперационного остеомиелита, которые в высоком проценте случаев приводят к стойкой утрате трудоспособности.

Материалы и методы: в работе представлены современные тенденции диагностики и лечения данного заболевания. Цель обзора – на основании анализа отечественной и зарубежной литературы рассмотреть и представить современные тенденции диагностики и лечения остеомиелита. В ходе работы было проанализировано более 1000 источников литературы из отечественных и зарубежных баз данных научного цитирования.

Выводы и обсуждение: на основе анализа литературы можно сделать следующие выводы, что несмотря на появляющиеся высокотехнологичные и инновационные методики и учитывая увеличивающуюся с каждым годом оперативную активность, травматизма гражданского населения, высокий уровень военной травмы, данная проблема требует разработки и внедрения новых методик, алгоритмов и концепций диагностики и лечения хронического остеомиелита. Разработка таких методик, алгоритмов и концепций способствует не только точной диагностике и выявлению на ранних стадиях, но и поиску оптимального решения для лечения хронического остеомиелита.

Ключевые слова: хронический остеомиелит, техника Masquelet, метод Илизарова, лазерная остеоперфорация, ОФЭКТ/КТ

Конфликт интересов: авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки.

Для цитирования: Лычагин А.В., Подкосов О.Д., Крочек И.В., Набатчиков Н.А., Петров П.И., СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ ДИАГНОСТИКИ И ЛЕЧЕНИЯ ХРОНИЧЕСКОГО ОСТЕОМИЕЛИТА КОСТЕЙ КОНЕЧНОСТЕЙ. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ. *Кафедра травматологии и ортопедии*. 2023. № 1(51). С. 82–89 <https://doi.org/10.17238/2226-2016-2023-1-82-89>

CURRENT TRENDS IN THE DIAGNOSIS AND TREATMENT OF CHRONIC OSTEOMYELITIS OF LIMB BONES. LITERATURE REVIEW.

ALEXEY V. LYCHAGIN¹, OLEG D. PODKOSOV^{2,3}, IGOR V. KROCHEK⁴, NIKOLAY N. NABATCHIKOV^{1,2}, PAVEL I. PETROV¹

¹ Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education I.M. Sechenov First Moscow State Medical University of the Ministry of Health of the Russia (Sechenov University), 119991, Moscow, Russia

² Botkin Hospital, 125894, Moscow, Russia

³ Federal State Budgetary Educational Institution of the Higher Education A.I. Yevdokimov Moscow State University of Medicine and Dentistry of the Ministry of Healthcare of the Russia, 127473, Moscow, Russia

4Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "South-Ural State Medical University" of the Ministry of Healthcare of the Russian Federation, 454092, Chelyabinsk, Russia

Abstract

Introduction: This article is devoted to one of the most urgent problems in traumatology and orthopedics – the diagnosis and treatment of chronic osteomyelitis of limb bones. Every year this problem does not lose its relevance, high numbers of osteomyelitis detectability remain, cases of post-traumatic and postoperative osteomyelitis are gradually increasing in number, which in a high percentage of cases lead to permanent disability.

Materials and methods: The paper presents current trends in the diagnosis and treatment of this disease. The purpose of the review is to review and present current trends in the diagnosis and treatment of osteomyelitis based on the analysis of domestic and foreign literature. During the work, more than 1000 literature sources from domestic and foreign scientific citation databases were analyzed.

Conclusions and discussion: Based on the analysis of the literature, the following conclusions can be drawn that despite the emerging high-tech and innovative methods and taking into account the increasing operational activity, injuries of the civilian population, the high level of military trauma, this problem requires the development and implementation of new methods, algorithms and concepts for the diagnosis and treatment of chronic osteomyelitis. The development of such techniques, algorithms and concepts contribute not only to accurate diagnosis and early detection, but also to finding the optimal solution for the treatment of chronic osteomyelitis.

Key words: chronic osteomyelitis, Masquelet technique, Ilizarov technique, laser osteoperforation, SPECT/CT

Conflict of interests: the authors declare no conflict of interest

Funding: the study had no sponsorship

For citation: Lychagin A.V., Podkosov O.D., Krochek I.V., Nabatchikov N.A., Petrov P.I., CURRENT TRENDS IN THE DIAGNOSIS AND TREATMENT OF CHRONIC OSTEOMYELITIS OF LIMB BONES. LITERATURE REVIEW. *Department of Traumatology and Orthopedics*. 2023. № 1 pp. 83–89 <https://doi.org/10.17238/2226-2016-2023-1-83-89>

Введение

В настоящее время одним из принципиально важных вопросов современной травматологии и ортопедии является лечение септических осложнений травм и оперативных вмешательств. Среди подобных осложнений отдельное место уделяется остеомиелиту. Если рассматривать частоту данного заболевания в структуре гнойно-хирургической патологии, то по данным авторов она составляет от 10 до 28% [1,2]. Еще 20 лет назад была зафиксирована связь между уровнем травматизма, оперативной активностью и увеличением выявляемости остеомиелита [3]. Подобная тенденция сохраняется и по сей день. Согласно статистическим данным последних 10 лет наблюдается постепенное увеличение доли посттравматического и послеоперационного остеомиелита, 60% и 17% соответственно [4,5,6], а при анализе статистических данных конца 20 века, отмечалось заметное превалирование доли хронического гематогенного остеомиелита, 40-55% случаев [1,2,7]. Отдельно стоит отметить, что хронический остеомиелит является несомненно актуальным для изучения заболеванием и в социальном аспекте, так как данная патология в 60% случаев приводит к стойкой утрате трудоспособности [1,5].

Материалы и методы: в ходе данной работы было проанализировано более 1000 отечественных и зарубежных источников литературы в сети Internet, используя базы данных Pubmed, Google Scholar, eLibrary, Cyberleninka с 1989 по 2022 год

Диагностические возможности: Современный диагностический потенциал позволяет с высокой точностью определить хронический остеомиелит. Диагностика хронического остеомиелита проводится по принципу «от простого

к сложному», то есть начинают с более технически простых, менее специфичных и более доступных методов и заканчивают более сложными и специфичными методиками. Из простых методик активно применяется рентгенография, фистулография, однако в разрезе современной медицины они обладают не самой высокой точностью, только 50-60% выявляемости при ранней диагностике (0-30 дней от начала заболевания) [8,9,10], а уже после 30 дней от начала заболевания процент увеличивается до 90% в связи с нарастающими изменениями костной ткани [11]. Далее следует отметить микробиологические исследования с изучением чувствительности к антибактериальным препаратам. Данные исследования можно проводить с обширным спектром материалов, например: посев отделяемого раны или свища, интраоперационный посев остеомиелитического очага, посев биоптата кости, посев костномозгового материала, взятого при аспирационной биопсии и др. Данный метод в 80-92% дает ответ на поставленный вопрос об остеомиелите [12,13,14]. Далее рассмотрим компьютерную томографию (КТ). На сегодняшний день КТ является золотым стандартом и методом выбора диагностики остеомиелита. Особенно это касается сложных локализаций, такие как кости таза [15]. Также КТ с применением внутривенного контрастирования активно применяется в случаях экстренной диагностики остеомиелита [16]. В исследовании Pineda C. et al, чувствительность методики компьютерной томографии с внутривенным контрастированием составила 67%, специфичность – 50%, точность – 91% [8]. Следующее исследование, которое также активно применяется в современной медицине – магнитно-резонансная томография (МРТ). В первую очередь необходимо отметить, что МРТ

эффективно при исследовании мягкотканых структур и ранних изменений костей [8]. Благодаря наличию различных режимов (T1, T2, STIR), диапазон исследования значительно расширяется, что способствует оценке наличия жидкостных скоплений, изменения плотности костной ткани, диагностике внутрикостного отека. Чувствительность метода составила 98%, специфичность – 75% [17]. С развитием лучевых методов диагностики, ультразвуковые методы исследования постепенно отходят на второй план. Ранее в практике можно было встретить такие методы исследования, как ультразвуковая эхолокация, реовазография и др., однако данные методы низкоэффективны в ранней диагностике, поэтому в настоящее время они не применяются [13,18]. Подробнее остановимся на радионуклидных исследованиях. Среди них можно выделить остеосцинтиграфию (ОС), позитронно-эмиссионную томографию (ПЭТ/КТ) и однофотонную эмиссионную компьютерную томографию (ОФЭКТ/КТ). Каждое из данных исследований в своей очереди дает необходимый точный результат в конкретном случае. Например, ПЭТ/КТ обладает особенно высокой точностью при исследовании костей таза, 97% случаев [19]. ОС может выполняться с использованием различных изотопов, в зависимости от цели исследования. Стандартная ОС с использованием изотопа технеция-99m активно используется в качестве метода диагностики острого инфекционного процесса костей [20]. Также для диагностики острого процесса используется ОС с лейкоцитами, мечеными галлием. Данная методика дает возможность более точно определить локализацию процесса за счет накопления галлия в тех местах, где отмечается сниженное накопление технеция с формированием так называемых «холодных очагов» [8]. ОС с использованием изотопа индия-111 более чувствительна при исследовании хронических инфекционных повреждений с низкой вероятностью ложноположительных результатов [20]. По данным различных исследований высокую эффективность показала смешанная ОС с применением различных изотопов. Чувствительность составила 78-89%, специфичность – 77-84% [21,22]. Основное отличие ОФЭКТ/КТ от ОС является более точная диагностика остеомиелита. При выполнении ОФЭКТ/КТ используется тот же изотоп технеция-99m, как и при стандартной ОС, методика введения радиофармпрепарата (РФП) идентична, время регистрации накопления РФП такое же, однако при ОФЭКТ/КТ выполняется компьютерная томография, что дает более точно определить границы начала накопления РФП, обнаружение как накостных, так и внутрикостных очагов. По данным исследований различных авторов чувствительность составила 78-88%, специфичность – 89-96% [23,24]. Однако, несмотря на многочисленные преимущества радионуклидных исследований, имеются и весомые недостатки, ввиду которых приходится ограничиваться более простыми методами диагностики. Среди недостатков можно выделить: высокую стоимость, необходимость в вы-

сококвалифицированном персонале, длительное время на обработку результатов исследования [15].

Современные возможности лечения хронического остеомиелита костей конечностей: Тенденция к комбинированному лечению хронического остеомиелита окончательно сформировалась в конце 20 века. Комбинированное лечение подразумевает этиотропную антибактериальную терапию, адекватную хирургическую санацию, создание условий чистой среды [25,26,27]. Подробнее остановимся на хирургической санации. Около 20 лет назад оперативная активность при этой патологии составляла 25-66% [7,28], сейчас же данный показатель вырос до 94% [5]. Создание новых глобальных и локальных методик лечения остеомиелита вывела возможности лечения на совершенно новый уровень. Изначально лечение сводилось к радикальной остеонекрэктомии, дренированию очага, трепанации кости и др. [29,30]. При этом костная полость ничем не заполнялась, что создавало прецедент для вторичного инфицирования или потере стабильности кости, а основной проблемой оставался костный дефект, который требовал замещения. С течением времени появлялись более современные решения, такие как: заполнение полости различными материалами (гемопломбой, хрящевой тканью, коллагеновой пломбой, полимерной пломбой) [13,29,31]. Данные методики активно используются по сей день, однако у них достаточно высокий процент рецидивов и осложнений – 20% [31].

В последнее десятилетие активно применяется двухэтапная методика лечения остеомиелита с применением техники Masquelet. Данная техника характеризуется временным замещением костного дефекта спейсером из полиметилметакрилата с импрегнацией антибактериальными препаратами [32]. Согласно опыту зарубежных авторов, рекомендуется удаление спейсера с костной пластикой через 6-8 недель [33]. За это время по периметру спейсера образуется вазоактивная мембрана, которая способствует более активному приживлению костного трансплантата за счет сосудистого обогащения мембраны [34,35]. Это подтвердилось гистологическими исследованиями в работе Д.Ю.Борзунова и соавт. [32]. Результаты исследований отечественных и зарубежных авторов указывают на более высокую эффективность применения техники Masquelet при лечении остеомиелита за счет снижения процента рецидива и осложнений до 9-15% случаев [32,33]. С 2016 по 2020 год Liu X et al провели исследование, в котором приняло участие 23 пациента с остеомиелитом костей различной локализации (плечевая – 3, бедренная, - 1, большеберцовая – 19). Всем пациентам было выполнен двухэтапный метод лечения. Первым этапом выполнялась радикальная санация очага инфекции, сегментарная резекция кости с формированием костного дефекта не более 4,5 см, установка цементного антибактериального спейсера. В ходе исследования проводилась как накостная, так и внешняя фиксация. Вторым этапом выполнялся через 4-6 недель, в ходе которого производилось удаление спейсера, комбинированная костная пластика аутооттрансплантатом из гребня подвздошной

кости и синтетическим аллотрансплантатом. При оценке результатов было отмечено, что в 91% случаев была полностью достигнута элиминация инфекционного процесса, а в 89% случаев был достигнут удовлетворительный результат, при этом отмечено, что максимальная эффективность в 100% была достигнута за счет применения внутренней фиксации [33].

Альтернативой свободной костной пластики также широко применяется метод несвободной костной пластики Г.А. Илизарова (костный транспорт). В случаях невозможности применения свободной пластики, применяется именно костный транспорт. Чаще всего данная методика встречается при замещении костных дефектов трубчатых костей посредством осуществления дозированной ежедневной distraction в аппарате Илизарова [36]. Если сравнить метод Г.А. Илизарова и технику Masquelet, то можно отметить несколько принципиальных отличий. При применении метода Илизарова образуется обильно васкуляризованный регенерат, который впоследствии оссифицируется [36,37]. В случае применения техники Masquelet используется ауто-, алло- и ксенотрансплантаты, которые не имеют обильной васкуляризации и оссифицируются только за счет питания от мембраны Masquelet [34]. Еще одним весомым отличием является фиксация области пластики, при методе Илизарова используется компрессионно-дистракционный аппарат внешней фиксации, когда как в технике Masquelet активно применяются накостные методы фиксации [34,37]. Однако, метод Илизарова, сопровождающийся distraction в аппарате Илизарова, требует полного комплаенса пациента с врачом, так как distraction проводится пациентом самостоятельно по назначению врача, когда как при технике Masquelet подобных манипуляций не требуется [34]. С 2012 по 2019 году Khaled A et al проводили исследование 30 пациентов с остеомиелитом большеберцовой кости. Всем пациентам был применен двухэтапный метод лечения; первым этапом – радикальная санация очага инфекции, сегментарная резекция большеберцовой кости с формированием костного дефекта не более 6 см, установка цементного антибактериального спейсера, фиксация в аппарате Илизарова. Вторым этапом выполнялся через 2 месяца, при котором производилось удаление спейсера, кортикотомия большеберцовой кости. В последующем пациенты самостоятельно производили distraction по 1 мм в сутки. Катамнез составлял 28 месяцев. В результатах наблюдения авторы отметили, что в 94% случаев полностью достигнута элиминация инфекционного процесса, а в 90% случаев был достигнут удовлетворительный функциональный результат [37].

В практике лечения хронического остеомиелита нередки случаи, когда санация необходима, но при этом не требуется выполнение сегментарной резекции. В таких случаях применяется трепанация кости с санацией очага, однако данный вид вмешательства является травматичным и может впоследствии привести к вторичному нарушению целостности кости. Специально для таких случаев, в начале 21 века была введена инновационная методика лазерной остеоперфорации. Данная

методика была предложена отечественной группой исследователей в качестве малоинвазивной альтернативы [38,39]. Методика заключается в выполнении чрескожных остеоперфораций посредством лазерного излучения в импульсно-периодическом режиме. Лазерная остеоперфорация показала себя эффективной методикой, в исследовании Привалова В.А. и соавт. приняло участие 273 пациента с различными формами хронического остеомиелита (гематогенный, посттравматический, Броди, Гарре, Олье, костными панарициями). В группе с применением лазерной остеоперфорации улучшение наступало вдвое быстрее, чем в группе с применением традиционных методик, при этом в основной группе через 1 месяц наблюдался рост васкуляризованных тканей без признаков нейтрофильной инфильтрации [38].

С начала 21 века все чаще и активнее стали применяться ортобиологические методики лечения хронического остеомиелита. В основном они направлены на стимуляцию репаративной способности костной ткани после радикальной остеонекротомии или сегментарной резекции остеомиелитического очага [40]. В качестве реконструктивно-пластического вмешательства предлагаются различные методы замещения костных дефектов, например: применение трансплантационных смесей, нанокристаллических имплантатов, обогащенной тромбоцитами аутологичной плазмы (PRP).

Коллектив авторов из Беларуси (И.И. Довгалевиц и соавт.) описывают использование трансплантационной смеси для костной пластики при остеомиелитических дефектах. Данная методика является как одноэтапной, так и двухэтапной: первоначально производится радикальная санация очага инфекции, остеонекротомия или сегментарная резекция, затем одномоментно или вторым этапом выполняется замещение костного дефекта при помощи трансплантационной смеси, в состав которой входят: 10 мл костного аллотрансплантата, измельченный деминерализованный костный аллотрансплантат, раствор дексаметазона фосфата 8 мг, раствор L-аскорбиновой кислоты 1000 мг, раствор кальция глюконата 20 мг, антибактериальный препарат по посеву. Полученную смесь имплантировали в сформированный костный дефект. При оценке результатов отмечено, что применение трансплантационной смеси оказалось более эффективным методом, чем аутопластика и аллопластика. Хороший анатомо-функциональный результат (тотальное замещение дефекта без деформации и признаков формирования ложного сустава) отмечен в 95,2%, 94,6% и 88,2% случаев соответственно [41].

Также активно изучается возможность использования нанокристаллических имплантатов. В экспериментальном исследовании В.Г. Самодая и соавт. описывается применение нанокристаллического скаффолда в качестве замены традиционным костным имплантатам. Данный материал является микропористым субстратом, обладающим остеокондуктивными свойствами и биологической совместимостью. Из основных преимуществ авторы выделяют стойкость скаффолда к воспалительной реакции костной ткани,

что способствует сохранению антибактериальной активности. Также авторы заявляют о большей продолжительности выделения антибактериальных препаратов из скаффолда по сравнению с традиционными имплантатами. Методика апробирована в эксперименте на 16 безвидовых кроликах, которым моделировали остеомиелит большеберцовой кости посредством введения 0,5 мл взвеси *S.aureus* 106 КОЕ/мл внутрикостно. Через 25 суток при помощи стандартной рентгенографии верифицировали остеомиелит большеберцовой кости. После подтверждения диагноза части экспериментальных животных (7 кроликов) выполнялось хирургическое пособие – остеонекрэктомия и имплантация скаффолда с линкомицином, остальным 5 кроликам имплантация не проводилась. Результаты эксперимента оценивались на 15 сутки после операции. Отмечено, что в основной группе явления воспалительного процесса купированы, зафиксирована интеграция скаффолда костной тканью, на основании чего был сделан вывод об удовлетворительных остеокондуктивных свойствах импланта. В контрольной группе отмечено увеличение ореола остеосклероза [40].

Применение аутологичной обогащенной тромбоцитами плазмы (PRP) также все чаще и чаще находит свое место в современной травматологии и ортопедии. В качестве методики лечения остеомиелита PRP используется относительно недавно. Суть метода заключается в интраоперационном введении в остеомиелитический очаг лиофилизата обогащенной плазмы [42]. В исследовании И.В.Гилевича и соавт. приняло участие 4 пациента с хроническим остеомиелитом. Всем пациентам было выполнено оперативное вмешательство – санация очага инфекции, введение в остеомиелитический очаг PRP. При оценке результатов авторы отмечают, что у всех исследуемых пациентов наступила стойкая ремиссия при послеоперационном наблюдении до 1,5 лет [43].

Обсуждение и выводы: Поиск оптимального метода лечения остеомиелита по сей день является актуальной темой для обсуждения. Разработка и введение в практику более новых и инновационных методов лечения является приоритетным направлением в современной травматологии и ортопедии. Исследования последних двух десятилетий показывают, что предпочтение в лечении хронического остеомиелита необходимо давать более прогрессивным высокотехнологичным методам лечения.

Техника Masquelet показала себя высокоэффективным методом лечения, однако наряду с альтернативой данной техники, метода Г.А.Илизарова, требуются высококвалифицированный персонал для обеспечения такой же высокой эффективности, полный комплаенс пациента с врачом, высокие оперативные навыки. На данный момент данные методы являются методами выбора для лечения остеомиелита любой локализации как в отечественных, так и в зарубежных клиниках за счет выполнения цели купирования инфекции и замещения костного дефекта пошагово двумя этапами, соблюдая принцип «шаг за шагом». Первым этапом достигается цель элиминации ин-

фекционного процесса из санируемой области, вторым этапом достигается цель восстановления кости. Также отмечено, что по исследованиям последних 5 лет специалисты отдают предпочтение технике Masquelet больше, чем методу Илизарова [32,33,34]. Подтверждением тому служит исследование Gupta AK et al, в котором провели сравнительное исследование техники Masquelet и метода Илизарова. В исследовании приняло участие 24 пациента, которые были разделены на 2 равные группы по 12 человек. В группе А пациентам выполнялось оперативное лечение с применением метода Илизарова, в группе В пациентам в ходе лечения была применена техника Masquelet. Катамнез в обеих группах составил 18 месяцев. При оценке результатов было отмечено, что в группе А за период наблюдения полное сращение было достигнуто в 67% случаев, в 8% случаев отмечена замедленная консолидация, а в 25% случаев полное сращение было достигнуто после костной пластики аутоотрансплантатом. В группе В полное сращение за период наблюдения было достигнуто в 75% случаев, а в 25% случаев – замедленная консолидация [43].

Лазерная остеоперфорация также показала свою высокую эффективность. Данный метод лечения может быть применим в тех случаях, когда двухэтапный метод лечения не требуется, и в тех случаях, когда традиционное оперативное вмешательство будет более травмирующим. Главное преимущество данного метода является малоинвазивность вмешательства. После операции, места остеоперфорации заживают в течение 2-3 суток, что наряду с проводимой антибактериальной терапией значительно снижает риск вторичного инфицирования [38,39]. Также стоит отметить, что лазерная остеоперфорация нашла свое применение в ортодонтии и стоматологической хирургии. При помощи данной методики зарубежные специалисты нашли решение для перемещения зубов после удаления первых премоляров [44]. Данных за использование лазерной остеоперфорации в качестве лечения остеомиелита в зарубежных источниках не обнаружено.

В отношении применения ортобиологических технологий еще не сформировано однозначного мнения об эффективности методик лечения, в особенности это касается использования аутологичной обогащенной тромбоцитами плазмы [43]. Безусловно как PRP, так и применение скаффолдов и трансплантационных смесей являются инновационными и перспективными направлениями в современном представлении о лечении хронического остеомиелита. Тем не менее, данные методики еще требуют более детального и методичного изучения, чтобы в дальнейшем предложить рациональное, оптимальное и эффективное лечение.

Несомненно, вопрос хронического остеомиелита заслуживает большого внимания. С увеличением оперативной активности, травматизма гражданского населения, высокого количества военной травмы, зависимо увеличивается выявляемость остеомиелита на разных стадиях, о чем было неоднократно засвидетельствовано в источниках литературы в конце

20 века. С развитием технологий предлагаются все больше высокотехнологичных и инновационных методик, однако вопрос разработки и внедрения практики более новых методов, алгоритмов и концепций диагностики и лечения остается по сей день актуальным вопросом для обсуждения такой проблемы, как хронический остеомиелит.

Список литературы / References:

1. Baertl S, Metsemakers WJ, Morgenstern M, Alt V, Richards RG, Moriarty TF, et al. Fracture-related infection // *Bone Joint Res.*, 2021, 10(6):351–3. DOI: 10.1302/2046-3758.106.BJR-2021-0167.R1
2. Lew DP, Waldvogel FA. Osteomyelitis // *Lancet*. 2004 Jul 24;364(9431):369–79. DOI: 10.1016/S0140-6736(04)16727-5
3. Lima AL, Oliveira PR, Carvalho VC, Cimerman S, Savio E; Diretrizes Panamericanas para el Tratamiento de las Osteomielitis e Infecciones de Tejidos Blandos Group. Recommendations for the treatment of osteomyelitis // *Braz J Infect Dis*. 2014 Sep-Oct;18(5):526–34. DOI: 10.1016/j.bjid.2013.12.005
4. Foster AL, Moriarty TF, Zalavras C, Morgenstern M, Jaiprakash A, Crawford R, The influence of biomechanical stability on bone healing and fracture-related infection: the legacy of Stephan Perren // *Injury*. (2021) 52(1):43–52. DOI: 10.1016/j.injury.2020.06.044
5. Миронов, С. П., Цискарашвили, А. В., Горбатьук, Д. С. Хронический посттравматический остеомиелит как проблема современной травматологии и ортопедии (обзор литературы) // *Гений ортопедии*, 2019; 25(4), 610–621. DOI: 10.18019/1028-4427-2019-25-4-610-621 [Mironov, S. P., Ciskarashvili, A. V., Gorbatyuk, D. S. Chronic osteomyelitis as a problem of orthopedics and traumatology (literature review) *Orthopedic genius* 2019; 25(4), 610–621. DOI: 10.18019/1028-4427-2019-25-4-610-621]
6. Гараев М.Р., Пантелеев В.С., Нартайлаков М.А., Дорофеев В.Д., Инюшев Д.В., Голков Д.С. Хирургическое лечение хронического остеомиелита // *Креативная хирургия и онкология*. 2019;9(3):209–215 DOI: 10.24060/2076-3093-2019-9-3-209-215 [Garaev M.R., Panteleev V.S., Nartajakov M.A., Dorofeev V.D., Inyushev D.V., Golkov D.S., Surgical treatment of chronic osteomyelitis Creative surgery and oncology 2019;9(3):209–215 DOI: 10.24060/2076-3093-2019-9-3-209-215]
7. Hofmann SR, Kapplusch F, Girschick HJ, Morbach H, Pablik J, Ferguson PJ, Hedrich CM. Chronic Recurrent Multifocal Osteomyelitis (CRMO): Presentation, Pathogenesis, and Treatment // *Curr Osteoporos Rep*. 2017 Dec;15(6):542–554. DOI: 10.1007/s11914-017-0405-9
8. Pineda C., Espinosa R., Pena A. Radiographic imaging in osteomyelitis: the role of plain radiography, computed tomography, ultrasonography, magnetic resonance imaging, and scintigraphy // *Semin Plast Surg*. 2009; 23: 80–89 DOI: 10.1055/s-0029-1214160
9. Van Belkum A, Gros MF, Ferry T, Lustig S, Laurent F, Durand G, et al. Novel strategies to diagnose prosthetic or native bone and joint infections // *Expert Rev Anti Infect Ther*. (2022) 20(3):391–405. DOI: 10.1080/14787210.2021.1967745
10. Bezstarosti, H., Van Lieshout, E. M. M., Voskamp, L. W., Kortram, K., Obremskey, W., McNally, M. A., Verhofstad, M. H. J. Insights into treatment and outcome of fracture-related infection: a systematic literature review // *Archives of orthopaedic and trauma surgery*, 2019; 139, 61–72. DOI: 10.1007/s00402-018-3048-0
11. Pineda C, Vargas A, Rodríguez A, Imaging of osteomyelitis: Current concepts // *Infect Dis Clin North Am* 2006; 20: 789– 825. DOI: 10.1016/j.jdc.2006.09.009
12. Metsemakers WJ, Kuehl R, Moriarty TF, Richards RG, Verhofstad MHJ, Borens O, Infection after fracture fixation: current surgical and microbiological concepts // *Injury*. (2018) 49(3):511–22. DOI: 10.1016/j.injury.2016.09.019
13. Pimentel de Araujo F, Monaco M, Del Grosso M, Pirolo M, Visca P, Pantosti A. Staphylococcus aureus clones causing osteomyelitis: a literature review (2000–2020) // *J Glob Antimicrob Resist*. 2021 Sep;26:29–36. DOI: 10.1016/j.jgar.2021.03.030
14. Masters EA, Ricciardi BF, Bentley KLM, Moriarty TF, Schwarz EM, Muthukrishnan G. Skeletal infections: Microbial pathogenesis, immunity and clinical management // *Nat Rev Microbiol* (2022) 20(7):385–400. DOI: 10.1038/s41579-022-00686-0
15. Lee YJ, Sadigh S, Mankad K, Kapse N, Rajeswaran G. The imaging of osteomyelitis // *Quant Imaging Med Surg*. 2016 Apr;6(2):184–98. DOI: 10.21037/qims.2016.04.01.
16. Fayad L.M., Carrino J.A., Fishman E.K., et al: Musculoskeletal infection: role of CT in the emergency department // *Radiographics* 2007; 27: 1723–1736 DOI: 10.1148/rg.276075033
17. Aydingoz U. Imaging Osteomyelitis: An Update // *Rofo*. 2023 Apr;195(4):297–308. English. DOI: 10.1055/a-1949-7641
18. Llewellyn A, Jones-Diette J, Kraft J, Holton C, Harden M, Simmonds M. Imaging tests for the detection of osteomyelitis: a systematic review // *Health Technol Assess*. 2019 Oct;23(61):1–128. DOI: 10.3310/hta23610
19. Conway JD, Hambardzumyan V, Patel NG, Giacobbe SD, Gesheff MG. Immunological evaluation of patients with orthopedic infections: taking the Cierny-Mader classification to the next level // *J Bone Jt Infect*. (2021) 6(9):433–41. DOI: 10.5194/jbji-6-433-2021
20. Arıcan P, Okudan B, Şefizade R, Naldöken S. Diagnostic Value of Bone SPECT/CT in Patients with Suspected Osteomyelitis // *Mol Imaging Radionucl Ther*. 2019 Sep 6;28(3):89–95. DOI: 10.4274/mirt.galenos.2019.20053.
21. Pakos E.E., Koumoullis H.D., Fotopoulos A.D., Ioannidis J.P. Osteomyelitis: antigranulocyte scintigraphy with 99mTc radiolabeled monoclonal antibodies for diagnosis-- meta-analysis // *Radiology*. 2007 Dec;245(3):732–41. DOI: 10.1148/radiol.2452061877
22. Termaat MF, Raijmakers PG, Scholten HJ, Bakker FC, Patka P, Haarman HJ. The accuracy of diagnostic imaging for the assessment of chronic osteomyelitis: a systematic review and meta-analysis // *J Bone Joint Surg Am*. 2005;87:2464–71. DOI: 10.2106/JBJS.D.02691
23. Uçkay İ, Hüllner MW, Achermann Y, Plate A, Schöni M, Rosskopf A, Berli MC. The Role of 99mTc-antigranulocyte SPECT/CT In Community-Acquired Diabetic Foot Osteomyelitis: A Clinical Experience // *Curr Diabetes Rev*. 2022;18(6):e030521193111. DOI: 10.2174/1573399817666210503140303.

24. Lee SJ, Won KS, Choi HJ, Choi YY. Early-Phase SPECT/CT for Diagnosing Osteomyelitis: A Retrospective Pilot Study // *Korean J Radiol.* 2021 Apr;22(4):604-611. DOI: 10.3348/kjr.2019.0746
25. Urish KL, Cassat JE. Staphylococcus aureus Osteomyelitis: Bone, Bugs, and Surgery // *Infect Immun.* 2020 Jun 22;88(7):e00932-19. DOI: 10.1128/IAI.00932-19
26. Mathieu L, Bilichtin E, Durand M, de l'Escalopier N, Murison JC, Collombet JM, et al. Masquelet technique for open tibia fractures in a military setting // *Eur J Trauma Emerg Surg.* 2020;46(5):1099-1105. DOI: 10.1007/s00068-019-01217-y.
27. Baus A, Bich CS, Grosset A, de Rousiers A, Duhoux A, Brachet M, et al. Medical and surgical management of lower extremity war-related injuries. Experience of the French military health service (FMHS) // *Ann Chir Plast Esthet.* 2020;65(5-6):447-478. DOI: 10.1016/j.anplas.2020.05.008.
28. Huff GR, Huff WE, Rath NC, Balog JM. Turkey osteomyelitis complex // *Poult Sci.* 2000 Jul;79(7):1050-6. DOI: 10.1093/ps/79.7.1050
29. Huneault LM, Lussier B, Dubreuil P, Chouinard L, Désévaux C. Prevention and treatment of experimental osteomyelitis in dogs with ciprofloxacin-loaded crosslinked high amylose starch implants // *J Orthop Res.* 2004 Nov;22(6):1351-7. DOI: 10.1016/j.orthres.2004.04.007
30. Chen WH, Jiang LS, Dai LY. Surgical treatment of pyogenic vertebral osteomyelitis with spinal instrumentation // *Eur Spine J.* 2007 Sep;16(9):1307-16. DOI: 10.1007/s00586-006-0251-4
31. Depypere M, Morgenstern M, Kuehl R, Senneville E, Moriarty TF, Obremskey WT, Pathogenesis and management of fracture-related infection // *Clin Microbiol Infect.* 2020; 26(5):572-8. DOI: 10.1016/j.cmi.2019.08.006
32. Борзунов, Д. Ю., Моховиков, Д. С., Колчин, С. Н., Горбач, Е. Н. Комбинированное применение несвободной костной пластики по Илизарову и техники Masquelet при реабилитации пациентов с приобретенными костными дефектами и ложными суставами // *Гений ортопедии.* 2020; 26(4), 532-538.. DOI 10.18019/1028-4427-2020-26-4-532-538 [Borzunov, D. YU., Mohovikov, D. S., Kolchin, S. N., Gorbach, E. N Combined application of non-free bone grafting according to Ilizarov and Masquelet technique in the rehabilitation of patients with acquired bone defects and nonunions *Orthopedic genius* 2020; 26(4), 532-538.. DOI 10.18019/1028-4427-2020-26-4-532-538]
33. Liu X, Min HS, Chai Y, Yu X, Wen G. Masquelet technique with radical debridement and alternative fixation in treatment of infected bone nonunion // *Front Surg.* 2022 Oct 6;9:1000340. DOI: 10.3389/fsurg.2022.
34. Masquelet A.C., Begue T. The concept of induced membrane for reconstruction of long bone defects. // *Orthop. Clin. North. Am.* 2010; 41(1). 27-31 DOI: 10.1016/j.ocl.2009.07.011
35. Greco VE, Hammarstedt JE, O'Connor S, Regal S. Masquelet Technique and Proximal Tibial Autograft Utilizing Avitus® Bone Harvester for Severely Comminuted Open Distal Radius Fracture with Extensive Bone Loss: A Case Report // *J Orthop Case Rep.* 2022 Apr;12(4):49-53. DOI: 10.13107/jocr.2022.v12.i04.2762.
36. Zhang L, Chen Y, Wang X, Hua H, Sheng J, Chen J, Guo Z. Simultaneous treatment of traumatic calcaneal osteomyelitis and defect deformity with near-arc bone transport by Ilizarov technique // *Zhongguo Xiu Fu Chong Jian Wai Ke Za Zhi.* 2021 Mar 15;35(3):323-329. Chinese. DOI: 10.7507/1002-1892.202010064
37. Khaled A, El-Gebaly O, El-Rosasy M. Masquelet-Ilizarov technique for the management of bone loss post debridement of infected tibial nonunion // *Int Orthop.* 2022 Sep;46(9):1937-1944. DOI: 10.1007/s00264-022-05494-y. Epub 2022 Jun 30.
38. Привалов В.А., Крочек И.В., Лаппа А.В. Остеоперфорация диодным лазером в лечении острого и хронического остеомиелита // *Бюлл. ВСНЦ СО РАМН.* 2001; 3(17)1, 115-121. [Privalov V.A., Krochek I.V., Lappa A.V. Osteoperforation with a diode laser in the treatment of acute and chronic osteomyelitis *Bulletin VSNC SO RAMN* 2001; 3(17)1, 115-121]
39. Krochek IV, Privalov VA, Lappa AV, Nikitin SV. Kliniko-morfologicheskaya otsenka rezul'tatov lazernoi osteoperforatsii pri lechenii khronicheskogo osteomielita [The clinical-morphological estimation of the results of laser osteoperforation in treatment of chronic osteomyelitis]. *Vestn Khir Im I I Grek.* 2004;163(6):68-72.
40. Самодай В.Г., Колядин Д.С., Борисов А.К., Пономарев П.Н. // Лечение хронического посттравматического остеомиелита с использованием наноуглеродных имплантатов в эксперименте / *Вестник Ивановской медицинской академии*, 2019; 24(4), 59-61 [V.G. Samodaj, D.S. Kolyadin, A.K. Borisov, P.N. Ponomarev Treatment of chronic post-traumatic osteomyelitis using nanocarbon implants in experiment *Bulletin of the Ivanovo Medical Academy* 2019; 24(4), 59-61]
41. Довгалевиц И.И., Титова А.Д., Мартинович А.В. Использование трансплантационной смеси в лечении остеомиелитических дефектов длинных костей. // *Материалы к конференции: III Конгресс Ортобиология*, 2022 г., стр. 52-54 [Dovgalevich I.I., Titova A.D., Martynovich A.V The use of transplant mixture in the treatment of osteomyelitic defects of long bones. // *Materials for the conference: III Congress of Orthobiology* 2022г., стр. 52-54]
42. Zhang W, Guo Y, Kuss M, et al. Platelet-Rich Plasma for the Treatment of Tissue Infection: Preparation and Clinical Evaluation // *Tissue Eng Part B Rev.* 2019;25(3):225-236 DOI: 10.1089/ten.teb.2018.0309
43. Гилевич И.В., Шубров Э.Н., Чучварев Р.В., Коломийцева Е.А., Триандафилов К.В., Сотниченко А.С., Мелконян К.И. Применение обогащенной тромбоцитами плазмы в лечении хронических воспалительных заболеваний нижних конечностей // *Наука и инновации в медицине.* 2021;6(3):63-68 DOI: 10.35693/2500-1388-2021-6-3-63-68 [Gilevich I.V., SHubrov E.N., CHuchvarev R.V., Kolomijceva E.A., Triandafilov K.V., Sotnichenko A.S., Melkonyan K.I The use of platelet-rich plasma in the treatment of chronic inflammatory diseases of the lower extremities // *Science and innovations in medicine* 2021;6(3):63-68 DOI: 10.35693/2500-1388-2021-6-3-63-68]
44. MacDonald L, Zanjir M, Laghapour Lighvan N, da Costa BR, Suri S, Azarpazhooh A. Efficacy and safety of different interventions to accelerate maxillary canine retraction following premolar extraction: A systematic review and network meta-analysis // *Orthod Craniofac Res.* 2021 Feb;24(1):17-38. DOI: 10.1111/ocr.12409
45. Gupta GK, Majhee AK, Rani S, Shekhar S, Prasad P, Chauhan G. A comparative study between bone transport technique using Ilizarov/LRS fixator and induced membrane (Masquelet) technique in management of

bone defects in the long bones of lower limb // J Family Med Prim Care. 2022 Jul;11(7):3660-3666. DOI: 10.4103/jfmpc.jfmpc_2447_21.

Информация об авторах:

Лычагин Алексей Владимирович – доктор медицинских наук, заведующий кафедрой травматологии, ортопедии и хирургии катастроф ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. И.М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет), ул. Трубецкая д.8, 119991, Москва, Россия e-mail: dr.lychagin@mail.ru

Подкосов Олег Дмитриевич – ассистент кафедры травматологии, ортопедии и медицины катастроф МГМСУ им. А.И. Евдокимова, заведующий отделением гнойной хирургии с костной патологией №21 ГБУЗ ГКБ им. С.П.Боткина ДЗМ, 127473, Москва, Россия e-mail: oleg.podkosov@gmail.com

Крочек Игорь Викторович – доктор медицинских наук, профессор кафедры общей и детской хирургии ФГБОУ ВО «ЮУГМУ» Минздрава России, 454092, Челябинск, Россия e-mail: igor_krochek@mail.ru

Набатчиков Николай Алексеевич – аспирант кафедры травматологии, ортопедии и хирургии катастроф ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. И.М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет), врач-травматолог-ортопед отделения гнойной хирургии с костной патологией №21 ГБУЗ ГКБ им. С.П.Боткина ДЗМ, 119991, Москва, Россия e-mail: nicknabatchikov@yandex.ru

Петров Павел Игоревич – кандидат медицинских наук, ассистент кафедры травматологии, ортопедии и хирургии катастроф ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. И.М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет), 119991, Москва, Россия e-mail: drpavelpetrov@gmail.com

Автор, ответственный за переписку: Набатчиков Николай Алексеевич. Адрес для переписки – 119991, Москва, улица Трубецкая, д.8, стр. 2, e-mail: nicknabatchikov@yandex.ru., контактный телефон - +7-915-373-71-49.

Information about authors:

Lychagin Alexey Vladimirovich – Doctor of Medicine, Head of the Department of Traumatology, Orthopaedics and Disaster Surgery, e-mail: dr.lychagin@mail.ru

Podkosov Oleg Dmitriyevich – Assistant of the Department of Traumatology, Orthopaedics and Disaster Surgery, Department head of purulent traumatology and surgery of Botkin Hospital e-mail: oleg.podkosov@gmail.com

Krochek Igor Viktorovich – Doctor of Medicine, Professor of the Department of surgery and paediatric surgery. e-mail: igor_krochek@mail.ru

Nabatchikov Nikolay Alekseevich – Postgraduate student at the Department of Traumatology, Orthopaedics and Disaster Surgery, doctor at the department of purulent traumatology and surgery of Botkin Hospital. e-mail: nicknabatchikov@yandex.ru

Petrov Pavel Igorevich – PhD of Medicine, Assistant of the Department of Traumatology, Orthopaedics and Disaster Surgery. e-mail: drpavelpetrov@gmail.com

Corresponding author: Nabatchikov Nikolay Alekseevich – e-mail: nicknabatchikov@yandex.ru, contact phone + 7-915-373-71-49.