

УДК 616.02.022

3.3.6 Фармакология, клиническая фармакология

DOI: 10.37903/vsgma.2025.1.2 EDN: CGUNWZ

ДОМИНИРУЮЩАЯ РОЛЬ В ЭТИОЛОГИИ ПЕРИПРОТЕЗНОЙ ИНФЕКЦИИ – КОЛОНИЗАЦИЕЙ СТАФИЛОКОККАМИ, ЭВОЛЮЦИЯ ИХ РЕЗИСТЕНТНОСТИ

© Плиска Н.Н.

*Национальный научный центр травматологии и ортопедии им. академика Батпенова Н.Д. Министерства здравоохранения Республики Казахстан, 010000, Астана, пр. Абылай хана, 15А**Резюме*

Цель. Изучение изменений в популяции стафилококков при инфекциях протезированных суставов, анализ резистентности для повышения эффективности антибактериальной терапии.

Методика. Для выявления инфекции после оперативного вмешательства по замене сустава, биологический материал пациента подвергали специальному микробиологическому исследованию. В частности, его помещали в питательную среду (агар Шадлера) с повышенной концентрации углекислого газа выращивали бактерии. После этого определяли фенотип штамма, количество выросших бактерий, чувствительность бактерий к различным видам антибиотиков.

Результаты. Исследовались все пациенты, поступившие с перипротезными инфекциями в РГП на ПХВ «Национальный научный центр травматологии и ортопедии имени академика Батпенова Н.Д.» МЗ РК г. Астана за период 2020-2024 гг., которые обращались из всех регионов Казахстана. Проведенные нами в течение данного времени исследование микроорганизмов, выделенных у пациентов с подозрением на перипротезную инфекцию после оказания ортопедической травматологической помощи пациентам показало следующие результаты. В динамике пяти лет биоматериал исследовался со следующей периодичностью: 2020 г. проведено 257 исследований, 2021 г. исследований 479, 2022 г. 500 исследований, 2023 г. 653 исследования, 2024 г. 819 исследований (11 месяцев); за исследуемый период было идентифицировано 31,7% отрицательных результатов. В ходе пятилетнего исследования пациентов с перипротезной инфекцией было идентифицировано 74 вида микроорганизмов. Проведенная типизация позволила выделить пять основных групп патогенов: *Staphylococcus aureus*, коагулазонегативные стафилококки, семейство *Enterobacterales*, неферментирующие грамотрицательные бактерии и прочие микроорганизмы.

Заключение. В ходе исследования было установлено, что стафилококки являются доминирующим этиологическим агентом перипротезной инфекции, составляя 64,3% от общего числа выделенных микроорганизмов. Результаты исследования свидетельствуют о необходимости пересмотра существующих схем антибактериальной терапии перипротезных инфекций, вызванных стафилококками, с учетом растущей резистентности патогенов.

Ключевые слова: этиология перипротезных инфекций, чувствительность к антибиотикам, перипротезные инфекции

DOMINANT ROLE IN THE ETIOLOGY OF PERIPROSTHETIC INFECTION IS PLAYED BY STAPHYLOCOCCAL COLONIZATION AND THE EVOLUTION OF THEIR RESISTANCE

Pliska N.N.

*National Research Center of Traumatology and Orthopedics named after academician Batpenov N.D. of the Ministry of Health of the Republic of Kazakhstan, 15A, Abylai Khan Av., 010000, Astana, Kazakhstan**Abstract*

Objective. Study of changes in the population of staphylococci in infections of prosthetic joints, analysis of resistance to improve the effectiveness of antibacterial therapy

Methods. To detect infection after joint replacement surgery, the patient's biological material was subjected to a special microbiological study. In particular, it was placed in a nutrient medium (Schadler agar) with an increased concentration of carbon dioxide and bacteria were grown. After that, the phenotype of the strain, the number of grown bacteria, and the sensitivity of the bacteria to various types of antibiotics were determined.

Results. All patients were admitted with periprosthetic infections to the Republican State Enterprise on the REM "National Scientific Center of Traumatology and Orthopedics named after academician Batpenov N.D." Ministry of Health of the Republic of Kazakhstan Astana for the period 2020 - 2024, which applied from all regions of Kazakhstan. Our study of microorganisms isolated from patients with suspected periprosthetic infection after providing orthopedic trauma care to patients during this period showed the following. In the dynamics of five years, the biomaterial was studied with the following frequency: 257 studies were conducted in 2020, 479 studies in 2021, 500 studies in 2022, 653 studies in 2023, 819 studies in 2024 (10 months); 31,7% of negative results were identified during the study period.

During the five-year study of patients with peri-implant infection, 74 types of microorganisms were identified. The typing made it possible to identify five main groups of pathogens: *Staphylococcus aureus*, coagulase-negative staphylococci, the Enterobacteriales family, non-fermenting gram-negative bacteria and other microorganisms.

Conclusion. The study found that staphylococci are the dominant etiological agent of periprosthetic infection, accounting for 64.3% of the total number of isolated microorganisms. The results of the study indicate the need to review existing antibacterial treatment regimens for periprosthetic infections caused by staphylococci, taking into account the growing resistance of pathogens

Keywords: etiology of periprosthetic infections, sensitivity to antibiotics, periprosthetic infections

Введение

С каждым годом наблюдаем рост числа эндопротезирований во многих странах мира. С увеличением продолжительности жизни и улучшением качества жизни, все больше людей обращаются к эндопротезированию для лечения артроза и других заболеваний суставов. Это, в свою очередь, приводит к увеличению числа случаев перипротезной инфекции (ППИ) [3, 18]. В современной ортопедии ППИ представляют собой серьезную проблему у пациентов после эндопротезирования суставов и могут привести к серьезным осложнениям, повторного хирургического вмешательства для удаления инфицированного протеза и проведения длительной антибактериальной терапии, в неблагоприятных случаях сепсису и летальному исходу [23, 26]. Затраты на лечение увеличиваются в 8-10 раз, что приводит к значительному удорожанию медицинской помощи по сравнению с первичным эндопротезированием [16, 20]. Перипротезные инфекции существенно снижают качество жизни пациентов, ограничивая их физическую активность и вызывая психологический дискомфорт [29]. Заболевание лишает части пациентов трудоспособного возраста возможности трудиться. Длительное лечение может привести к формированию резистентных штаммов, что ухудшает возможности лечения [24]. Сочетание хронических заболеваний, возраста и других факторов создает благоприятную почву для развития перипротезной инфекции [21, 30].

По данным различных исследований, риск осложнений после первой операции по замене крупных суставов колеблется от 1 до 3% [2, 15]. При этом следует учитывать, что осложнения могут проявиться в течение всего срока службы имплантата [10, 12]. Инфекции являются одной из наиболее распространенных причин ревизионных операций на суставах. Примерно 17,1% пациентов, которым проводили повторное эндопротезирование тазобедренного сустава, и 22,2% пациентов, которым проводили повторное эндопротезирование коленного сустава [9], столкнулись с этой проблемой. Однако, учитывая, что многие инфекции протезов протекают бессимптомно или их сложно диагностировать, реальное количество таких случаев может быть значительно выше, достигая, по мнению некоторых исследователей до 40% [10]. Согласно данным Шведского регистра эндопротезирования, средняя частота повторных операций на суставах из-за инфекции в период с 1979 по 2012 гг. составила 12,9% [22].

Чаще всего инфекции после операции по замене сустава вызывают стафилококки, такие как золотистый стафилококк (*Staphylococcus aureus*) и коагулазонегативные стафилококки, их доля среди всех возбудителей составляет 50-60% [16]. Способность стафилококков длительно сохраняться в организме человека, особенно на коже, делает их основными виновниками инфекций после эндопротезирования [25]. Кожа – это как склад для бактерий, и стафилококки – одни из самых распространенных обитателей кожи, постоянно присутствующие на ней делают их легко доступными для проникновения в рану во время операции [7]. В то же время, стрептококки и энтерококки также могут вызывать инфекции после эндопротезирования, но встречаются реже – примерно в 10% случаев. Спектр возбудителей инфекций после эндопротезирования достаточно широк. Помимо стафилококков и других бактерий, грамотрицательные бактерии вызывают около 10% таких инфекций, что необходимо учитывать при выборе антибактериальной терапии [15]. Тип

бактерий, вызывающих инфекцию после эндопротезирования (ППИ), влияет на то, как протекает болезнь. В 60% случаев ранние инфекции после эндопротезирования вызваны золотистым стафилококком и грамотрицательными бактериями. Часто эти бактерии «работают в команде», что усложняет лечение, утяжеляет течение заболевания при совместном действии нескольких видов бактерий, это может усиливать воспалительный процесс и приводить к более тяжелым осложнениям, это повышает устойчивость к антибиотикам у бактерий, находящиеся в сообществе, могут обмениваться генами, что приводит к появлению штаммов, устойчивых к нескольким антибиотикам. В патогенезе поздней перипротезной инфекции доминирующее значение приобретают микроорганизмы с низкой вирулентностью, в частности, коагулазонегативные стафилококки и энтерококки. При гематогенном попадании микроорганизмов в перипротезные ткани, которые попадают в область эндопротеза с током крови из другого очага инфекции организма и в отдаленном послеоперационном периоде вновь возрастает роль вирулентной флоры (*S. aureus*, *E. coli*) [17].

Следует иметь в виду, что результаты анализов бактериологического исследования при инфекциях эндопротезов бывают отрицательными в 5-34% случаев [19]. Негативный результат бактериологического анализа не исключает наличие перипротезной инфекции, поэтому необходимо учитывать клинические проявления заболевания, которые могут иметь решающее значение для диагностики [11]. Иногда бактерии могут быть в очень небольшом количестве или находиться в латентном состоянии, также способны локализоваться в биопленках, что затрудняет их обнаружение [5, 6, 19, 27]. Количество бактерий может быть недостаточным для обнаружения стандартными бактериологическим методом. Поэтому, для микробиологической диагностики используют специальный метод диагностики [7], который предусматривает длительную инкубацию в условиях повышенной концентрации CO₂, дополнительные пересевы биоматериала [4, 23]. Наиболее эффективным методом лабораторной диагностики является отмывание биопленки с поверхности удаленного протеза с помощью ультразвука [13, 19].

Одной из первостепенных задач научных исследований является определение и учет специфических факторов, повышающих вероятность развития ППИ у каждого пациента, чтобы обеспечить наиболее эффективную профилактику и лечение [18, 21]. Количество случаев с осложнениями после эндопротезирования относительно невелико [24]. Несмотря на относительно небольшое количество случаев, каждая перипротезная инфекция имеет катастрофические последствия, способные лишить пациента не только подвижности, но и самой жизни [4, 9]. Литературные данные о влиянии таких факторов, как пол, возраст и сопутствующие заболевания на развитие инфекции протезов, являются противоречивыми и могут существенно различаться в зависимости от изучаемой популяции пациентов в различных регионах [17].

Целью исследования явилось стремление охарактеризовать микробный пейзаж инфекционного процесса развивающегося после эндопротезирования суставов, отследить динамику изменений в резистентности патогенов к антимикробным препаратам.

Методика

Исследование было выполнено в строгом соответствии с этическими принципами, установленными Хельсинкской декларацией, принятой Всемирной медицинской ассоциацией в 2008 г. Это гарантирует, что права и безопасность всех участников исследования были защищены.

В качестве объекта исследования были использованы биологические образцы, полученные путем пункции свищевых ходов, а также во время оперативного вмешательства (синовиальная жидкость, биоптаты, металлоконструкции) проведенного с целью ревизии эндопротеза. В исследование были включены пациенты на всех стадиях перипротезной инфекции, от подозрения до подтвержденного диагноза, в РГП «Научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии имени академика Батпенова Н.Д.» Министерства здравоохранения Республики Казахстан в городе Астана за период с 2020 г. по 2023 г. и 11 месяцев 2024 г. Эти пациенты обращались за медицинской помощью из различных регионов Казахстана.

Биологический материал был исследован специальным методом, который повышает выявление и идентификация микроорганизмов в биологическом материале [12, 15]. После первичного посева на дифференциально-диагностические среды, окраски мазков по Граму, далее фенотипирование выделенных культур осуществлялась на бактериологическом анализаторе ErbaScan. Антибиотикограмма была выполнена методом диффузии дисков в соответствии с действующими клиническими рекомендациями [14]. Статистическая обработка полученных данных позволила оценить значимость полученных результатов.

Результаты исследования и их обсуждение

В ходе нашего исследования биоматериала на перипротезную инфекцию у пациентов, получивших травматологическую и ортопедическую помощь, были получены следующие результаты. За период с 2020 по 2024 гг. было исследовано биоматериала 2852, при этом отрицательных результатов было получено 862 случая образцов. Частота выявления инфекций демонстрировала тенденцию к увеличению по количеству исследованного биоматериала и из них отрицательные результаты в динамике пяти лет колебались в значениях 32-39,2%. В 2024 г. снизилось количество отрицательных результатов по сравнению с предыдущим годом в 2 раза, что скорее всего связано с увеличением исследований извлеченных металлоконструкций после ревизионной операции. В 2020 г. исследовано биоматериала 401 из них 128 негативных результата, что составляет 32%, 2021 году 479 пробы негативных 128 результата – 39,2%, 2022 г. 500 пробы негативных из них 173 – 34,6%, 2023 г. 653 пробы негативных 223 – 34,2%, 2024 год 11 месяцев 819 пробы негативных 151 – 18,4%. Среднее количество отрицательных результатов за исследуемый период – 31,7%. Далее представлен рисунок 1 с динамикой полученных негативных результатов в процентах по годам, 2024 г. представлен статистическими данными за 11 месяцев.



Рис. 1. Количество отрицательных результатов при исследовании биоматериала на перипротезные инфекции 2020-2024 гг.

Теперь подробнее рассмотрим, какие микроорганизмы были чаще обнаружены в образцах у пациентов с перипротезной инфекцией, выделим основные виды микробов, которые создают наш «микробный пейзаж». Анализ научных публикаций свидетельствует о доминирующей роли стафилококков, в том числе *Staphylococcus aureus* (12-23%) и коагулазонегативных стафилококков (30-43%), в этиологии перипротезных инфекций [19].

Динамика результатов исследования биоматериала на предмет перипротезных инфекций за последние пять лет свидетельствует о преобладающей роли стафилококков, их было выявлено 64,3%. Коагулазонегативные штаммы были идентифицированы в 34,8% случаев, а золотистый стафилококк – в 29,5%.

Таблица 1. Основные виды и группы микроорганизмов при ППИ 2020-2024 годы «ННЦТО» Астана

| Микроорганизмы | 2020 год | | 2021 год | | 2022 год | | 2023 год | | 2024 год | | Всего | |
|-------------------------------|----------|------|----------|------|----------|------|----------|------|----------|------|-------|------|
| | абс. | % | абс. | % | абс. | % | абс. | % | абс. | % | абс. | % |
| <i>Staphylococcus aureus</i> | 51 | 19,8 | 98 | 27,8 | 110 | 32,3 | 158 | 32,7 | 214 | 34,4 | 673 | 29,5 |
| <i>Staphylococcus spp.</i> | 108 | 42 | 147 | 41,7 | 128 | 37,5 | 162 | 33,5 | 186 | 30 | 792 | 34,8 |
| НГОБ | 0 | 0 | 5 | 1,4 | 19 | 5,6 | 5 | 1,1 | 12 | 1,9 | 68 | 3 |
| <i>Pseudomonas aeruginosa</i> | 43 | 16,7 | 32 | 8,9 | 39 | 11,4 | 63 | 13,1 | 97 | 15,6 | 304 | 13,3 |
| Enterobacterales | 33 | 12,8 | 49 | 14 | 27 | 7,9 | 78 | 16,1 | 67 | 10,7 | 278 | 12,2 |
| Др. микроорганизмы | 22 | 8,7 | 25 | 7,1 | 18 | 5,3 | 16 | 3,5 | 46 | 7,4 | 161 | 7,06 |
| Анаэробы | - | - | - | - | - | - | 1 | 0,2 | 0 | 0 | 1 | 0,04 |
| Итого: | 257 | - | 352 | - | 341 | - | 483 | - | 622 | - | 2279 | - |

Синегнойная палочка в наших исследованиях встречалась реже, чем стафилококки, но все равно была второй по частоте – 13,3%. Группа Enterobacteriales была идентифицирована в 12,2% случаев, что позволило ей занять третье место по распространенности среди всех выделенных микроорганизмов. Остальные микроорганизмы, включая стрептококки, энтерококки и грибы рода *Candida*, составили гетерогенную группу, которая была идентифицирована в 7,06% случаев, заняв четвертое место по частоте выделения. Род *Acinetobacter* был выявлен в 1,9% случаев, а анаэробные микроорганизмы – в 0,04%, что свидетельствует об их редкой встречаемости в исследуемых образцах.

Результаты пятилетнего исследования однозначно свидетельствуют о доминирующей роли стафилококков в этиологии перипротезных инфекций, которые были идентифицированы в 64,3% случаев, что соответствует тому, что мы знаем из научных работ.

В дальнейшем мы проанализируем данные рисунка, чтобы глубже понять, как менялась устойчивость стафилококков к антимикробным препаратам за последние пять лет.

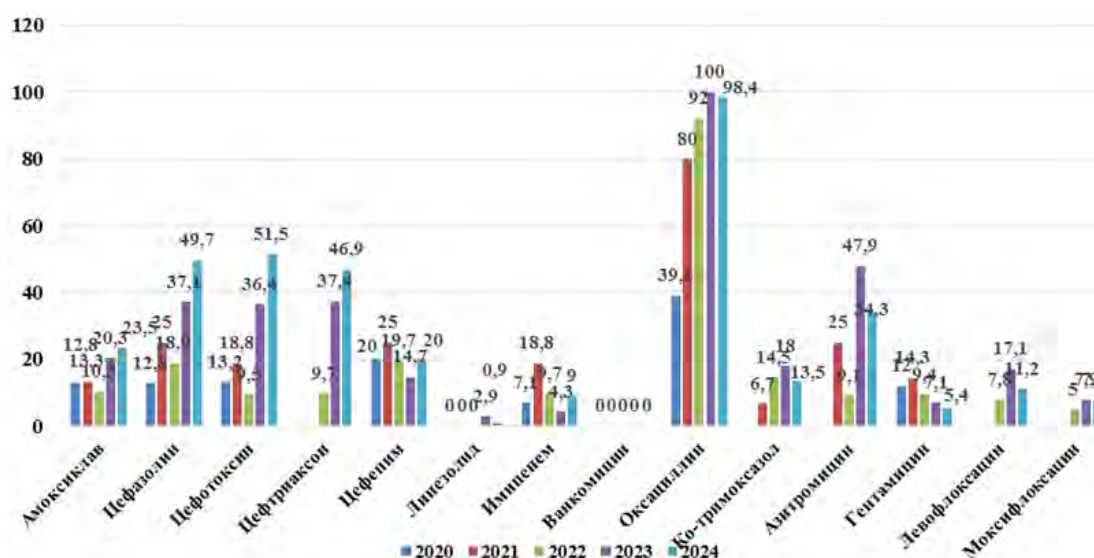


Рис. 2. Динамика резистентности стафилококков 2020-2024 гг.

В результате исследования было выявлено, что устойчивость оксациллина достигла максимального значения среди пенициллинов, увеличившись в 2,5 раза до 100%. Амоксицилав также показал рост резистентности, достигнув отметки в 23,5% почти вдвое больше исходного значения.

Группа цефалоспоринов также продемонстрировала рост устойчивости. Например, у цефазолина I поколения резистентность колебалась от 12,8% до 49,7%, увеличившись в 3,8 раза. Анализ данных показал, что резистентность к цефотоксиму (II-поколение) колебалась от 13,2% до 51,5%. Поскольку цефотоксим служит индикатором устойчивости к бета-лактамам, то четырехкратное увеличение резистентности к нему напрямую указывает на аналогичный рост резистентности у всего рода стафилококков к этой группе антибиотиков. Анализ данных за три тестируемых года показал, что резистентность цефтриаксона увеличилась с 9,7% до 46,9%, то есть в 4,8 раза. Широкое применение цефтриаксона в период пандемии COVID-19, вероятно, стало основной причиной почти пятикратного роста резистентности к этому антибиотику за последние три года.

Резистентность к имипенему демонстрировала неравномерный характер, варьируя от 4,3% до 18,8%. Такая динамика может свидетельствовать о том, что этот антибиотик используется нерегулярно и в ограниченных количествах.

Ванкомицин относится к группе гликопептидных антибиотиков, сохранял 100% чувствительность к стафилококкам на протяжении всего периода исследования, демонстрируя высокую стабильность своего действия.

Изучение резистентности аминогликозидов на примере гентамицина показало, что в первые два года наблюдался рост резистентности до 14,3%. Однако в последующие годы был отмечен ее спад до 5,4%. Такая динамика, вероятно, связана с сокращением применения гентамицина из-за его значительных побочных эффектов.

Азитромицин, представитель макролидов, продемонстрировал значительные колебания резистентности – от 9,1% до 47,9%, она увеличилась более чем в 5 раз. Такая динамика может быть обусловлена его активным использованием во время пандемии COVID-19.

Анализ показал, что устойчивость к ко-тримоксазолу, представителю группы сульфаниламидов, постепенно увеличивалась, достигнув 18%, что свидетельствует о более чем двукратном росте резистентности по сравнению с исходным уровнем в 6,7%.

Линезолид относится к группе антибиотиков, называемых оксазолидинонами, прошедший тестирование в нашей лаборатории в течение последних двух лет, продемонстрировал низкий уровень резистентности (0,9-2,9%), что может свидетельствовать о его перспективности для клинического применения.

Мы изучали фторхинолоны только последние три года. Результаты показали, что уровень резистентности к левофлоксацину демонстрировал колебания в пределах от 7,9% до 17,1%. В то же время, резистентность к моксифлоксацину оставалась стабильно низкой, варьируя от 5% до 7,9%.

Анализ данных указывает на серьезную проблему растущей резистентности стафилококков к большинству антибиотиков. Это требует тщательного индивидуального подбора антибактериальной терапии при лечении перипротезных инфекций, вызванных этими бактериями. Наши исследования выявили, что фторхинолоны (в частности, моксифлоксацин), линезолид и ванкомицин могут быть эффективными альтернативами в таких случаях.

Заключение

В ходе исследования было установлено, что стафилококки являются доминирующим этиологическим агентом перипротезной инфекции, составляя 64,3% от общего числа выделенных микроорганизмов. Результаты исследования свидетельствуют о необходимости пересмотра существующих схем антибактериальной терапии перипротезных инфекций, вызванных стафилококками, с учетом растущей резистентности патогенов.

Литература (references)

1. Артюх В.А., Божкова С.А., Бояров А.А., Муравьева Ю.В., Кочиш А.А. Эффективность одноэтапного ревизионного эндопротезирования при свищевой форме хронической перипротезной инфекции тазобедренного сустава // Травматология и ортопедия России. – 2021. – №27. – С. 9-22. [Artyukh V.A., Bozhkova S.A., Boyarov A.A., Muravyova Yu.V., Kochish A.A. *Travmatologiya i ortopediya Rossii*. Traumatology and Orthopedics of Russia. – 2021. – N.27. – P. 9-22. (in Russian)]
2. Божкова С.А., Преображенский П.М., Кочиш А.А., Тихилов Р.М. и др. Перипротезная инфекция коленного и тазобедренного суставов - можно ли сравнивать результаты лечения? // Травматология ортопедия России. – 2023. – Т.29(4). Статья опубликована онлайн: 20.11.2023. <https://doi.org/10.17816/2311-2905-15526>. [Bozhkova S.A., Preobrazhensky P.M., Kochish A.A., Tikhilov R.M. i dr. Periprosthetic infection of the knee and hip joints - is it possible to compare treatment results? // Traumatology and orthopedics of Russia. – 2023. – V.29(4). Article published online: 20.11.2023 (in Russian)]
3. Винклер Т., Трампуш А., Ренц Н., Перка К., Божкова С. Классификация и алгоритм диагностики и лечения перипротезной инфекции тазобедренного сустава // Травматология и ортопедия России. – 2016. – Т.1(79). – С. 33-45. [Winkler T., Trampush A., Renz N., Perka K., Bozhkova S. *Travmatologiya i ortopediya Rossii*. Traumatology and orthopedics of Russia. – 2016. – V.1(79). – P. 33-45. (in Russian)]
4. Гузюкина С.А., Москаленко А.А., Овсянкин А.В. Исследование синовиальной жидкости на гематологических анализаторах нового поколения // Профилактическая и клиническая медицина. – 2024. – №1(90). – 2024. – С. 96-103. [Guzyukina S.A., Moskalenko A.A., Ovsyankin A.V. *Profilakticheskaya i klinicheskaya medicina*. Preventive and clinical medicine. – 2024. – N.1(90). – 2024. – P. 96-103.. (in Russian)]
5. Данилов А.И., Жаркова Л.П. Антибиотикорезистентность: аргументы и факты // Клиническая фармакология и терапия. – 2017. – Т.26, №5. – С. 6-9. [Danilov A.I., Jarkova L.P. *Klinicheskaya farmakologiya i terapiya*. Clinical pharmacology and therapy. – 2017. – V.26, N5. – P. 6-9. (in Russian)]
6. Данилов А.И., Литвинов А.В. Начало антибактериальной эры // Клиническая микробиология и антимикробная химиотерапия. – 2010. – Т.12, №2. – С. 163-169. [Danilov A.I., Litvinov A.V. *Klinicheskaya mikrobiologiya i antimikrobnaya himioterapiya*. Clinical microbiology and antimicrobial chemotherapy. – 2010. – V.12, N2. – P. 163-169. (in Russian)]

7. Иванцов В.А., Богданович И.П., Лашковский В.В., Аносов В.С. Клинические и микробиологические характеристики перипротезной инфекции тазобедренного и коленного суставов // Клиническая микробиология и антимикробная химиотерапия. – 2020. – Т(3). – С. 237-240. [Ivantsov V.A., Bogdanovich I.P., Lashkovsky V.V., Anosov V.S. *Klinicheskaya mikrobiologiya i antimikrobnaya himioterapiya*. Clinical microbiology and antimicrobial chemotherapy. – 2020. – V.(3). – P. 237-240. (in Russian)]
8. Карбышева С., Ренц Н., Ермак К., Кабрик С., Трампуз А. Новые методы диагностики перипротезной инфекции // Травматология и ортопедия России. – 2019. – Т.25(4). – С. 56-63. [Karbysheva S., Renz N., yermak K., Cabric S., Trampuz A. *Travmatologiya i ortopediya Rossii*. Traumatology and Orthopedics of Russia. – 2019. – V.25(4). – P. 56-63. (in Russian)]
9. Ключин Н.М., Абабков Ю.В., Ермаков А.М. Наш опыт лечения перипротезной инфекции коленного сустава // Гений ортопедии. – 2019. – Т.25, №2. – С. 162-171. [Kliushin N.M., Ababkov Iu.V., Ermakov A.M. *Genij ortopedii*. Genius of Orthopedics. – 2019. – V.25, N2. – P. 162-171. (in Russian)]
10. Мuryлев В.Ю., Руднев А.И., Куковенко Г.А., Елизаров П.М. и др. Диагностика глубокой перипротезной инфекции тазобедренного сустава // Травматология и ортопедия России. – 2022. – Т.(3). – С. 123-135. [Murylev V.Yu., Rudnev A.I., Kukovenko G.A., Elizarov P.M. i dr. *Travmatologiya i ortopediya Rossii*. Traumatology and orthopedics of Russia. – 2022. – V.(3). – P. 123-135. (in Russian)]
11. Николаев Н.С., Пчелова Н.Н., Преображенская Е.В., Назарова В.В., Добровольская Н.Ю. «Неожиданные» инфекции при асептических ревизиях // Травматология и ортопедия России. – 2021. – Т.27, №3. – С. 56-70. [Nikolaev N.S., Pchelova N.N., Preobrazhenskaya E.V., Nazarova V.V., Dobrovolskaya N.Yu. *Travmatologiya i ortopediya Rossii*. Traumatology and Orthopedics of Russia. – 2021. – V.27, N3. – P. 56-70. (in Russian)]
12. Оболенский В.Н., Семенистый А.А., Степаненко С.М. Бурсюк З.М. Использование метода соникации в диагностике периимплатной инфекции // Трансплантология и искусственные органы. Клиническая и экспериментальная хирургия. – 2016. – №2. – С. 104-109. [Obolensky V.N., Semenisty A.A., Stepanenko S.M., Bursyuk Z.M. *Transplantologiya i iskusstvennye organy. Klinicheskaya i eksperimental'naya hirurgiya*. Transplantation and artificial organs. Clinical and experimental surgery. – 2016. – N2. – P. 104-109. (in Russian)]
13. Очерети Р.Ю., Науменко З. Стереоультраструктурное исследование биопленок бактерий воспалительного очага пациентов с хроническим остеомиелитом // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2015. – Т.12(часть 4). – С. 650-652. [Ochereti R.Yu., Naumenko Z. *Mezhdunarodnyj zhurnal prikladnyh i fundamental'nyh issledovanij*. International Journal of Applied and Fundamental Research. – 2015. – V.12(part 4) – P. 650-652. (in Russian)]
14. Российские рекомендации. Определение чувствительности микроорганизмов к антимикробным препаратам. Версия 2024-02. МАКМАХ, СГМУ: Смоленск, 2024. – 192 с. ISBN 978-5-91812-253-2 [Russian recommendations. Determination of the sensitivity of microorganisms to antimicrobial drugs. Version 2024-02. – МАКМАН, SSMU: Smolensk, 2024. – 192 p. (in Russian)]
15. Середа А.П., Кочиш А.А., Черный А.А., Антипов А.П. и др. Эпидемиология эндопротезирования тазобедренного и коленного суставов и перипротезной инфекции в Российской Федерации // Травматология и ортопедия России. – 2021. – Т.27(3). – С. 84-93. [Sereda A.P., Kochish A.A., Cherny A.A., Antipov A.P. i dr. *Travmatologiya i ortopediya Rossii*. Traumatology and Orthopedics of Russia. – 2021. – V.27(3). – P. 84-93. (in Russian)]
16. Сиваконь С.В., Сретенский С.В., Митрофанова Н.Н., Мишин В.А., Мурзаева К.Ю. Основные возбудители и значение перипротезной инфекции в современной ортопедии // Хирургическая практика. – 2024. – Т.9, №2. – С. 55-67. [Sivakon S.V., Sretensky S.V. Mitrofanova N.N., Mishin V.A., Murzaeva K.Yu. *Surgical practice*. – 2024. – V.9, N2. – P. 55-67. (in Russian)]
17. Цискарашвили А.В., Меликова Р.Э., Новожилова Е.А. Анализ шестилетнего мониторинга основных возбудителей перипротезной инфекции крупных суставов и их тенденция к резистентности // Гений ортопедии. – 2022. – Т.2. – С. 179-188. [Tsiskarashvili A.V., Melikova R.E., Novozhilova E.A. *Genius of Orthopedics*. – 2022. – V.2. – P. 179-188. (in Russian)]
18. Шубняков И.И., Тихилов Р.М., Денисов А.О., Ахмедиллов М.А. и др. Что изменилось в структуре ревизионного эндопротезирования тазобедренного сустава в последние годы? // Травматология и ортопедия России. – 2019. – Т.25, №4 – С. 9-27. [Shubnyakov I.I., Tikhilov R.M., Denisov A.O., Akhmedilov M.A. i dr. *Traumatology and Orthopedics of Russia*. – 2019. – V.25, N.4. – P. 9-27. (in Russian)]
19. Эрлих Г.Д., ДиМео П.Дж., Костертон Дж.У., Винклер Х. Культуроотрицательные биопленочные инфекции в ортопедической хирургии. (перевод: Цискарашвили А. В., Загородний Н. В., Горбатюк Д.С.). М., ГЭОТАР-Медиа. – 2021. – 208 с. [Ehrlich GD, Dimer PJ, Kosterton JW, Vinkler X. Culture-negative biofilm infections in orthopedic surgery (Translation: Ciskarashvili AV, Zagorodnij NV, Gorbatyuk DS). М., GEOTAR-Media, 2021. – 208 p. (in Russian)]
20. Blanco J.F., Díaz A., Melchor F.R., da Casa C., Pescador D. Risk factors for periprosthetic joint infection after total knee arthroplasty // Archives of Orthopaedic and Trauma Surgery. – 2020. – V.140(2). – P. 239-245.

21. Diaz Balzani L., Ciuffreda M., Vadalà G., Di Pino G. et al. Osseointegration for lower and upper-limb amputation a systematic review of clinical outcomes and complications // Journal of Biological Regulators and Homeostatic Agents. – 2020. – V.34(4 Suppl. 3). – P. 315-326.
22. Hebert J.S., Rehani M., Stiegelmar R. Osseointegration for lower-limb amputation: a systematic review of clinical outcomes // JBJS Reviews. – 2017. – V.5(10). – e10.
23. Kurtz S.M., Lau E., Schmier J., Ong K.L. et al. Infection Burden for Hip and Knee Arthroplasty in the United States // Journal of Arthroplasty. – 2008. – V.23(7). – P. 984-991.
24. Gehrke T., Zahar A., Kendoff D. One-stage exchange: it all began here // Bone & Joint Journal. – 2013. – V.95-B(11 Suppl A). – P. 77-83.
25. Lindgren V., Zhang X., Swiontkowski M. Перипротезная инфекция: Современные концепции и направления на будущее // Журнал Ортопедической Хирургии. – 2021. – Т.103(2). – С. 169-179.
26. McCulloch R.A., Martin A., Young B.C., Kendrick B.J. et al. Frequent microbiological profile changes are seen in subsequent-revision hip and knee arthroplasty for prosthetic joint infection // Journal of Bone and Joint Infection. – 2023. – V.8(6). – P. 229-234.
27. Ontario Health (Quality). Osseointegrated prosthetic implants for people with lower-limb amputation: a health technology assessment // Ontario Health Technology Assessment Series. – 2019. – V.19(7). – P. 1-126.
28. Patel R. Periprosthetic Joint Infection // New England Journal of Medicine. – 2023. – V.388. – N3. – P. 251-262.
29. Rodriguez-Merchan E.C., Delgado-Martinez A.D. Risk Factors for Periprosthetic Joint Infection after Primary Total Knee Arthroplasty // Journal of Clinical Medicine. – 2022. – V.11(20). – P. 6128.
30. Seok H-G., Park J-J., Park S-g. Risk Factors for Periprosthetic Joint Infection after Shoulder Arthroplasty: Systematic Review and Meta-Analysis // Journal of Clinical Medicine. – 2022. – V.11(14). – P. 4245.
31. Thakrar R.R., Horriat S., Kayani B., Haddad F.S. Indications for a single-stage exchange arthroplasty for chronic prosthetic joint infection: a systematic review // Journal of Bone & Joint Surgery. – 2019. – V.101-B(1_Supple_A). – P. 19-24.

Информация об авторе

Плиска Наталья Николаевна – кандидат медицинских наук, заведующая бактериологической лабораторией, РГП на ПХВ «Национальный научный центр травматологии и ортопедии имени академика Батпенова Н.Д» Министерства здравоохранения Республики Казахстан. E-mail: Pliska6363@mail.ru

Конфликт интересов: автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

Поступила 21.11.2024

Принята к печати 20.03.2025