Современные взгляды на диагностику и лечение пациентов с перипротезной инфекцией после эндопротезирования коленного сустава

П.М. Преображенский, А.В. Каземирский, М.Ю. Гончаров

Федеральное государственное учреждение

«Российский орден Трудового Красного Знамени научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии имени Р.Р. Вредена»
Министерства здравоохранения Российской Федерации, г. Санкт-Петербург

Current views on diagnosing and treatment of patients with periprosthetic infection after the knee arthroplasty

P.M. Preobrazhenskii, A.V. Kazemirskii, M.Iu. Goncharov

FSBI The Russian Vreden Scientific Research Institute of Traumatology and Orthopaedics of the RF Ministry of Health, St. Petersburg

На долю операций ревизионного эндопротезирования коленного сустава, выполненных по причине перипротезной инфекции, приходится более 58 % от всех ревизионных вмешательств. В представленном обзоре литературы проанализированы данные многочисленных литературных источников, освещающих вопросы современной диагностики, а также, подходов к лечению перипротезной инфекции. Большинство авторов сообщает об эффективности двухэтапного лечения, причем тип спейсера, имплантируемого на первом этапе, не влияет на эффективность санации очага инфекционного воспаления. Однако использование на первом этапе артикулирующих санирующих конструкций имеет ряд преимуществ над неартикулирующими, среди которых одно из наиболее важных – это лучшая амплитуда движений в оперированном коленном суставе.

Ключевые слова: коленный сустав, перипротезная инфекция, двухэтапное лечение, спейсер, реэндопротезирование, амплитуда движений.

The proportion of the procedures of the knee surgical revision arthroplasty performed due to infection is above 58% of all revision interventions. In their presented review of the literature the authors analyzed the data of numerous references covering the problems of current diagnosis, as well as the approaches to treatment of periprosthetic infection. Most authors report of the efficiency of two-staged treatment, wherein a type of the spacer implanted at the first stage does not influence the effectiveness of the debridement of infection inflammation focus. However, the use of articulating debriding structures at the first stage has some advantages over non-articulating ones, and among them the better range of motions in the operated knee is one of the most important.

Keywords: the knee (joint), periprosthetic infection, two-staged treatment, spacer, rearthroplasty, range of motions.

ВВЕДЕНИЕ

В России заболеваемость остеоартрозом составляет 18 человек на 10000 населения [1]. В настоящее время эндопротезирование коленного сустава является востребованным и высокоэффективным методом лечения многих заболеваний и последствий травм коленного сустава, в частности остеоартроза. В 2008 г. в США было выполнено 602600 операций эндопротезирования коленного сустава, по перспективному прогнозу к 2030 году количество таких вмешательств достигнет 3,5 миллионов. Наибольшая потребность в этом виде хирургического лечения в последние годы возникает среди пациентов моложе 65 лет. Это связано с прогрессивным ростом населения Земли, числа людей, страдающих от ожирения, а также увеличением доли людей, желающих вести активный образ жизни, несмотря на возраст и наличие заболеваний опорно-двигательной системы [34].

Аналогичная тенденция отмечается в Российской Федерации и других странах, где увеличивается продолжительность активной жизни населения. В первое десятилетие после первичного тотального эндопротезирования коленного сустава (ТЭКС) наблюдаются отличные и хорошие результаты более чем в 90 % случаев [2]. Обращение к результатам анализа данных регистра эндопротезирования коленного сустава РНИИТО им. Р.Р. Вредена за период с 2011 по 2014 г. показывает, что на долю реэндопротезирования коленного сустава в связи с возникновением перипро-

тезной инфекции приходится более 58 % от всех ревизионных вмешательств [3].

Отечественные и зарубежные авторы выделяют следующие причины ревизионной артропластики: асептическое расшатывание компонентов эндопротеза, перипротезная инфекция, нестабильность сустава по причине несостоятельности капсульно-связочных структур, неправильная пространственная ориентация компонентов эндопротеза, механическое повреждение компонентов эндопротеза, несостоятельность разгибательного аппарата, контрактура, травматические и усталостные переломы бедренной и большеберцовой костей вблизи компонентов эндопротеза и другие [2, 42].

Dalury D.F. с соавт. в своем исследовании на 623 пациентах, которым были выполнены 820 операций реэндопротезирования коленного сустава за десятилетний период, выявили следующее соотношение семи наиболее частых причин ревизионных вмешательств: 23,1 % приходится на асептическое расшатывание компонентов эндопротеза, 18,4 % ревизий производится из-за возникновения инфекционных осложнений, 18,1 % – из-за износа полиэтиленового вкладыша, 17,7 % – в связи с несостоятельностью капсульно-связочного аппарата, 9,3 % пациентов беспокоили боли и тугоподвижность в оперированном суставе, в 4,5 % случаев ревизионное вмешательство выполнено по поводу остеолита вокруг компонентов эндопротеза, в

2,9 % диагностировано некорректное позиционирование компонентов эндопротеза [13].

Лечение пациентов, которым выполняются ревизионные вмешательства, связано с большей продолжительностью операций, кровопотерей, частотой осложнений, а также со значительными затратами на используемые импланты, сестринский уход, анестезию, обеспечение операционной и общей длительностью пребывания в стационаре по сравнению с первичным эндопротезированием. В результате, итоговая стоимость ревизионного вмешательства для клиник и страховых компаний по причине асептического расшатывания увеличивается на 24-100 % по отношению к первичным случаям, а при инфекционных осложнениях до 8 раз [18]. Более того, существует значительная разница в затратах на лечение в зависимости от микрофлоры, вызвавшей перипротезную инфекцию.

Parvisi J. с соавт. проследили зависимость между продолжительностью койко-дня, стоимостью лечения и типа выявленного микроорганизма – метициллин-резистентный *Staphylococcus Aureus* (MRSA) и метициллин-чувствительный *Staphylococcus Aureus* (MSSA). В случае лечения пациентов, у которых выявлены метициллин-резистентные штаммы стафилококка в 2 раза увеличивалась длительность лечения, а затраты на санацию инфекции возрастали до 3 раз [45].

Факторы риска возникновения и рецидива перипротезной инфекции

В результате проведенной в 2013 г. международной согласительной конференции по перипротезной инфекции путем достижения сильного консенсуса (94 %) были определены основные факторы риска возникновения инфекционных осложнений после операций эндопротезирования суставов [44].

Предшествующие хирургические вмешательства на сегменте

В своем исследовании на 113 пациентах, у которых возникли инфекционные осложнения, Peersman G. с соавт. доказали четкую взаимосвязь между более высоким процентом произошедших инфекционных осложнений и анамнестическими данными у этих пациентов на какие-либо открытые хирургические манипуляции на сегменте по сравнению с более, чем 6000 пациентов контрольной группы [47]. Поэтому важно достоверно и полно собрать и проанализировать анамнестические данные, с установлением количества, вида и сроков выполнения всех предшествующих операций в зоне предстоящего хирургического вмешательства. Следующим этапом необходимо проводить полноценное клиническое и лабораторное обследование с целью планирования предстоящей операции и минимизации риска возникновения осложнений.

Ожирение

По данным Dowsey N.N. с соавт. за 2009 г., при обследовании 1211 пациентов, которым было выполнено первичное эндопротезирование коленного сустава, в 59 % случаев ИМТ превышал 30 кг/м². У этой категории пациентов зарегистрирована большая частота ревизий по причине параэндопротезной инфекции (5 %) по сравнению с пациентами контрольной группы с нормальным ИМТ (0,8 %). Этот факт может быть связан с большей продолжительностью операции, необходимостью гемотрансфузий, наличием у пациентов

различных сопутствующих заболеваний (сахарный диабет, заболевания почек и печени), а также с неправильно подобранной дозировкой антибиотиков. При подготовке к операции пациенты должны быть проинформированы врачом о значительно более высоком риске возможных инфекционных осложнений [15].

Неконтролируемый сахарный диабет

Некоторые исследования показывают, что гипергликемия на предоперационном этапе выше 10 ммоль/л приводит к увеличению числа неудовлетворительных результатов и инфекционных осложнений. Более того, при сравнении результатов лечения пациентов с контролируемым и неконтролируемым диабетом, которым было выполнено первичное эндопротезирование сустава, сообщают о значительно большей частоте возникновения таких тяжелых общесоматических осложнений при гликемии выше 10 ммоль/л как инфаркт или инсульт, кровотечение, кишечная непроходимость, инфекция мочевыводящих путей [37].

Некоторыми авторами помимо исследования уровня глюкозы описывается также необходимость учитывать уровень гликозилированного гемоглобина, как прогностического показателя риска перипротезной инфекции, однако его роль остается спорной. Несмотря на этот факт в ходе предоперационного обследования рекомендуется учитывать вышеупомянутые показатели и с осторожностью предлагать эндопротезирование суставов пациентам с уровнем глюкозы выше 10 ммоль/л и гликозилированного гемоглобина более 7 % [30].

Курение и злоупотребление алкоголем

Курение приводит к росту числа инфекционных осложнений и смертности в послеоперационном периоде, однако своевременный отказ от этой вредной привычки на предоперационном этапе существенно снижает этот риск, о чем говорят результаты систематического обзора 21 исследования Mills E. с соавторами. Было подсчитано, что каждая неделя отказа от курения снижает потенциальный риск на 19 %, а оптимальный срок отказа - 4-6 недель [40]. Также доказано, что отказ от употребления алкоголя при бытовом пьянстве за 4 недели до операции полностью нивелирует отклонения, вызванные данной привычкой [57].

Наркомания и ВИЧ-инфекция

Лица, практикующие внутривенное употребление наркотиков, согласно данным ряда исследований, относятся к группе крайне высокого риска ППИ. Пациенты этой группы часто имеют значительное количество сопутствующих заболеваний, в том числе ВИЧ и хронический вирусный гепатит «С», а путь введения наркотических средств повышает вероятность гематогенного распространения инфекции. При этом, согласно результатам исследования Hicks J.L. с соавт., ВИЧ-инфицированные пациенты, не употребляющие наркотики, систематически получающие поддерживающую терапию, имеющие уровень CD4 лимфоцитов в крови выше 400 клеток/мл с невыявляемой вирусной нагрузкой, могут быть прооперированы, несмотря на более высокий риск инфекционных осложнений по сравнению с обычным населением [24].

Заболевания печени в стадии обострения

К группе риска относятся как пациенты с бессимптомным течением хронического вирусного гепатита

«С», так и с прогрессирующим циррозом печени, причем у большинства пациентов возникли ранние инфекционные осложнения (в первые 30 дней), а пятилетняя выживаемость составила всего 77,8 %. Однако при тщательной предоперационной подготовке риски первичного эндопротезирования не превышают стандартных значений [28].

Иммуносупрессия

Пациенты с системными, аутоиммунными, онкологическими заболеваниями после трансплантации органов зачастую вынуждены пожизненно принимать препараты с иммуносупрессивным действием (цитостатики, глюкокортикоиды, ингибиторы фактора некроза опухоли), а по данным Berbari с соавторами, создавшим шкалу оценки риска развития ХГИОХВ и ППИ, иммуносупрессия является одним из существенных факторов. Для снижения риска подобных осложнений необходимо за 2 недели отменить такие препараты с целью нормализации репаративных процессов в послеоперационном периоде [8].

В ряд доказанных факторов риска входят принадлежность к мужскому полу, выполнение эндопротезирования в многопрофильных стационарах, перевод из других лечебных учреждений и длительный койкодень для людей пожилого возраста, ревматоидный артрит или другие ревматологические заболевания, нарушение легочного кровообращения, острый инфаркт миокарда, застойная сердечная недостаточность, заболевания периферических сосудов, клапанов сердца, анемия, несанированные очаги одонтогенной инфекции, а также активный инфекционный процесс в суставе, мягких тканях сегмента и септицемия [32].

По сведениям из различных источников, для комплексной оценки факторов риска перипротезной инфекции чаще всего используются шкала Американского общества анестезиологов, входящая в состав шкалы национального общества по надзору за нозокомиальными инфекциями (более 2 баллов) [7] и предоперационный индекс коморбидности, обоснованный Charlson (свыше 3 баллов) [12]. Вышеописанные результаты по этим шкалам позволяют спрогнозировать высокую вероятность возникновения инфекции после выполненного оперативного вмешательства.

Диагностика перипротезной инфекции

По словам Parvisi J. с соавторами, до недавнего времени не существовало единого определения, специфичного для диагностики перипротезной инфекции (ППИ). Поэтому Общество по борьбе с инфекциями опорно-двигательной системы с целью адаптации для клинического и научного использования сформулировало следующее определение [43].

О наличии перипротезной инфекции можно говорить, если присутствует один из следующих критериев:

- два положительных результата микробиологического исследования биоптатов из различных локализаций с фенотипически идентичными выделенными микроорганизмами;
- функционирующий свищевой ход, сообщающийся с полостью сустава.

Или три из нижеизложенных критериев:

- повышенный уровень С-реактивного белка (СРБ) и скорости оседания эритроцитов (СОЭ);
- повышенное содержание лейкоцитов в синовиаль-

ной жидкости или наличие ++ на тест-полоске эстеразы лейкоцитов;

- повышенное количество полиморфноядерных нейтрофилов в синовиальной жидкости;
- положительный результат микробиологического исследования биоптата из полости сустава;
- однократный положительный посев.

Однако авторы напоминают, что окончательное решение при постановке диагноза всегда остается за хирургом, и существуют низковирулентные микроорганизмы, более сложные для диагностики. В подобной ситуации можно не получить необходимого сочетания диагностических критериев.

Существует более громоздкое определение перипротезной инфекции, сформулированное в Центре Контроля и Предотвращения Заболеваний (ЦКЗ) США. В соответствии с ним, диагноз может быть установлен при наличии роста микроорганизмов в культуре, полученной из синовиальной жидкости, выявлении признаков инфекции в ходе хирургического вмешательства или положительного микробного роста тканевых биоптатов, а также как минимум двух симптомов, не вызванных иными причинами: боль в суставе, гиперемия, отек, наличие выпота, контрактура. Один из вышеперечисленных критериев должен быть в связке с как минимум одним из следующих признаков: положительное окрашивание по Граму; цитологическое исследование синовиальной жидкости и биохимические показатели крови и внутрисуставной жидкости, соответствующие инфекционному процессу и необъясняемые другими заболеваниями; положительный антигенный тест крови, мочи или синовиальной жидкости; рентгенологические признаки инфекции. Данная формулировка достаточно обширна и оставляет большую свободу хирургу в интерпретации этих данных для диагностики перипротезной инфекции [42].

Scott W.N. с соавторами говорит, что немаловажным является изучение анамнестических сведений – указания на наличие инфекции после предыдущих оперативных вмешательств: интенсивность, частоту и время возникновения болевого синдрома; клинический осмотр, позволяющий выявить локальную гипертермию, отек, контрактуру оперированного сустава [51].

В результате согласительной конференции по перипротезной инфекции определены пороговые значения для основных лабораторных показателей при диагностике острой и хронической ППИ [44].

При острой ППИ в течение первых 6 недель СОЭ не имеет диагностического значения, что подтверждает анализ, выполненный Olshaker JS: уровень СРБ должен превышать 100 мг/л. При цитологическом исследовании синовиальной жидкости цитоз должен превосходить 10000 кл/мкл, а доля полиморфноядерных нейтрофилов (ПМН) превышать 90 %. Для хронической ППИ (позднее 6 недель после операции) характерно ускорение СОЭ более 30 мм/ч, увеличение концентрации С-реактивного белка свыше 10 мг/л и количества лейкоцитов в синовиальной жидкости более 3000 кл/мкл, из них ПМН > 80 % [41].

При выполнении микробиологического исследования пунктата из полости оперированного сустава или интраоперационно взятого тканевого биоптата срок экспозиции на питательных средах, по единодушно-

му мнению ряда авторов, должен составлять от 5 до 14 дней, в зависимости от клинической ситуации. В ряде случаев, когда возбудителями являются низковирulentные микроорганизмы и есть сомнения в постановке диагноза, увеличение сроков наблюдения перипротезных культур увеличивает чувствительность посевов, практически без риска контаминации образцов [50].

Перспективным и высокоточным методом исследования можно считать интерлейкин-6. Glehr M., на основании анализа материала от 120 пациентов с подозрением на ППИ, доказал лучшую чувствительность этого лабораторного показателя по сравнению с С-реактивным белком и определил пороговое значение для плазмы крови и синовиальной жидкости в 2,6 пг/мл и 2100 пг/мл, превышение которых говорит о вероятном наличии у пациента инфекции. Чувствительность метода составила 93 %, специфичность 59 % [49].

Применение современных высокоточных методов исследования, при соблюдении современных алгоритмов, поможет увеличить эффективность диагностики и уменьшить количество рецидивов при многоэтапном лечении ППИ. Однако Середа А.П. в своем обзоре акцентирует внимание на том, что на настоящий момент еще не выявлено оптимальное сочетание лабораторных показателей, позволяющих с наибольшей точностью диагностировать наличие у пациента перипротезной инфекции [4].

Существует большое количество разнообразных микроорганизмов, способных стать возбудителями перипротезной инфекции. Типирование микроорганизма во многом определяет вероятность успешной санации очага инфекции. Распространенность того или иного типа зависит от региона. Так, по данным Patel A., обосновано утверждение, что в странах Европейского региона самым частым возбудителем ППИ является метициллин-резистентный стафилококк (36 %). При сравнении с ним сопоставима частота выявления в качестве возбудителя ППИ золотистого стафилококка – 29 %. Значительно реже типировются грамотрицательные микроорганизмы – 12 %, энтерококк – 9 %, стрептококк – 7 % [46].

Примерно в 10 % случаев не удастся выявить возбудителя инфекции, это может быть связано с неконтролируемым приемом антибактериальных препаратов, некорректно выполненной диагностической пункцией сустава или образованием микробной пленки. Различные типы стафилококка составляют от 50 до 65 % всех случаев параэндопротезной инфекции по всему миру, что подтвердил Del Pozo JL в своей работе [14].

Наиболее сложными для санации остаются метициллин-резистентные стафилококки. К сожалению, за последние годы заболеваемость, связанная с этим типом микроорганизмов, неуклонно растет и имеет тенденцию к дальнейшей прогрессии при том, что в некоторых лечебных учреждениях они уже лидируют по частоте выявления, их доля превышает 50 % от случаев диагностированной ППИ. Лечение ППИ, вызванной метициллин-резистентными стафилококками, связано с крайне высоким процентом неудач. Так, при одноэтапном алгоритме хирургического лечения ППИ риск рецидива достигает 63 %, а после двухэтапной ревизии рецидив возможен в каждом четвертом случае [45]. Не менее остро стоит проблема с эрадикаци-

ей грамотрицательных микроорганизмов, которые, как правило, резистентны к различным группам антибиотиков, и микробных ассоциаций (2 и более микроорганизма), так как подобные инфекции включают в себя метициллин-резистентные стафилококки и анаэробы, а также грибковые инфекции и микобактерии [38].

Способность некоторых бактерий (*Staphylococcus aureus*, *epidermidis*; *Pseudomonas aeruginosa*) формировать микробные пленки (биофильмы) значительно усложняет процесс санации инфекции в связи с неспособностью большинства антибиотиков проникать сквозь гликокаликс, образованный колониями бактерий. Отмечена склонность к хронизации подобных инфекций. Данный аспект является одним из активно обсуждаемых вопросов лечения ППИ. По словам автора, микробные пленки являются сообществом микроорганизмов, фиксированных при помощи сил адгезии к импланту и между собой, заключенных в полимерный матрикс, образованный самими бактериями.

Тихилов Р.М. с соавторами описывает в своем руководстве два механизма бактериальной колонизации импланта. В первом случае происходит прямое неспецифическое взаимодействие между бактерией и искусственной поверхностью за счет сил электростатического поля, поверхностного натяжения, гидрофобности и водородных связей. Второй механизм связан со взаимодействием рецепторов плазменных белков, покрывающих имплант, с микроорганизмами [5].

В условиях микробной пленки микроорганизмы начинают демонстрировать абсолютно иное поведение: до 500 раз повышается резистентность к антибиотикам, благодаря подавлению пролиферации Т-лимфоцитов угнетается собственный иммунный ответ. Формирование биофильмов происходит в несколько стадий: адгезия, формирование микроколоний, созревание, распространение. В ходе созревания образуется трехмерная структура микробной пленки, создаются условия для развития анаэробных микроорганизмов, а в дальнейшем происходит распространение отдельных фрагментов колонии по иным локализациям [54].

Подходы к лечению пациентов с перипротезной инфекцией

Целью лечения пациентов с ППИ является эффективная эрадикация инфекции, облегчение болевого синдрома, максимальное восстановление и поддержание функции оперированного сегмента. Пациенты с инфекционными осложнениями требуют комплексного подхода как на этапе диагностики, так и при определении тактики лечения. При выборе оптимального метода эффективной санации инфекции и достижения хорошего функционального результата он необходим для лечащего врача и оперирующего хирурга. А также для анестезиолога, которому необходимо проанализировать непростой анамнез и оценить объективный статус больного с ППИ, имеющий свои особенности, для выбора наиболее эффективного и безопасного способа анестезии.

Вопо J.V. с соавторами выделяет следующие варианты тактики лечения перипротезной инфекции [9]:

1. Антибактериальное подавление инфекции.
2. Открытый дебридмент с заменой полиэтиленового вкладыша и сохранением компонентов эндопротеза.
3. Тактика, подразумевающая удаление компонентов эндопротеза:

одноэтапная реимплантация;
двухэтапная реимплантация.

4. Альтернативные виды хирургических вмешательств:

- резекционная артропластика;
- артродез;
- ампутация.

Антибактериальное подавление инфекции

Существует практически единогласное мнение, высказанное на основании работ целого ряда авторов, о том, что путем лишь одного приема антибиотиков невозможно добиться санации инфекции. Мультицентровое исследование Hanssen AD. с соавторами показало, что из 225 случаев ППИ путем антибактериальной терапии удалось достичь успеха лишь у 18 % (40 человек) пациентов [22].

Подобной тактики лечения инфекции можно придерживаться только в присутствии всех нижеперечисленных критериев: невозможностью удалить компоненты эндопротеза (как правило, в связи с выраженной сопутствующей патологией, являющейся противопоказанием к оперативному лечению), выявленным низковирулентным микроорганизмом, поддающимся терапии пероральными антибиотиками, антибактериальная терапия не окажет серьезного токсического эффекта на пациента, эндопротез не имеет признаков нестабильности. Несмотря на то, что большинство пациентов не подходят под эти критерии, практика антибактериального подавления широко распространена, подобные попытки консервативного лечения, как правило, приводят к хронизации инфекционного процесса или перехода в его осложненную форму, которая в дальнейшем может потребовать более серьезного и продолжительного лечения с менее успешными результатами [58].

Открытый дебридмент

Достаточно популярный у многих хирургов метод лечения ППИ, при котором можно сохранить хорошо фиксированный эндопротез, уменьшить травматичность вмешательства, обеспечить реабилитацию в ранние сроки. Brandt С.М. с соавторами считает, что этот вид хирургического лечения может быть выполнен пациентам с ранней локальной инфекцией, возникшей не более, чем через 3 недели после хирургического вмешательства, или поздней гематогенной инфекцией. Другими критериями являются выявленные низковирулентные микроорганизмы, отсутствие свищевого хода и остеомиелита, стабильность импланта [10].

Несмотря на соблюдение показаний, открытый дебридмент, заключающийся в артротомии, хирургической обработке всех вовлеченных в процесс мягких тканей, обильном промывании полости сустава, замене полиэтиленового вкладыша, демонстрирует противоречивые результаты. Большинство авторов склоняются к тому, что существует лишь единственная попытка хирургической обработки инфицированного сустава, повторные вмешательства неэффективны и могут негативно сказаться на эффективности дальнейшего двухэтапного лечения с удалением компонентов эндопротеза. Sherell JC приводит результаты лечения 83 пациентов, которым была выполнена двухэтапная ревизия после неудачного открытого дебридмента. У 28 (34 %) человек произошел повторный рецидив инфекции [53].

Артроскопический дебридмент зарекомендовал себя как неэффективный метод лечения, ввиду невозможности выполнения полноценной санации всех отделов сустава и замены полиэтиленового вкладыша [59].

Двухэтапное резэндопротезирование

Двухэтапное лечение пациентов с ППИ после эндопротезирования коленного сустава было предложено Insall J. в 1977 г. В исследование были включены 60 пациентов (64 случая) с инфекционными осложнениями, которым была проведена санация коленного сустава с удалением компонентов эндопротеза, дебридментом мягких тканей и костных структур. В послеоперационном периоде в течение 6 недель проводилась антибактериальная терапия с последующей реимплантацией нового эндопротеза. Этот способ оказался эффективным – десятилетняя выживаемость составила 77,4 %. По настоящее время двухэтапное эндопротезирование остается «золотым стандартом» при лечении пациентов с ХГИОХВ [20].

В дальнейшем методика была модифицирована, и сразу несколько авторов описывают двухэтапную ревизию с применением цементных спейсеров с антибиотиками, это позволило решить сразу несколько задач: обеспечить локальную доставку высоких доз антибиотика в ткани сустава, заполнение полости сустава, подготавливая мягкие ткани для последующей реимплантации. Это усовершенствование позволило, по данным Hirakawa K., увеличить процент успешных ревизионных вмешательств до 82, что он доказал на примере анализа лечения 54 пациентов за тринадцатилетний период [25].

Использование костного цемента, импрегнированного антибиотиками, для изготовления цементного спейсера и фиксации компонентов ревизионного эндопротеза сократило длительность внутривенного и перорального курсов антибактериальных препаратов как между этапами лечения, так и после резэндопротезирования без ущерба для эффективности эрадикации инфекции [22].

Тип и количество антибиотика подбираются индивидуально с учетом чувствительности микроорганизма. С большей частотой используются ванкомицин и тобрамицин или их сочетания. Springer B.D. с соавторами утверждает, что 1 г ванкомицина и 3,6 г тобрамицина на 40 г цемента достаточно для достижения рекомендуемой концентрации. Однако даже 10,5 г ванкомицина или 12,5 г тобрамицина не оказывают гепато- или нефротоксического эффекта на организм пациента и не ухудшают свойств костного цемента. Поэтому при необходимости дозировка может значительно варьировать [56].

Показаниями для двухэтапной реимплантации являются [60]:

- невыявленный возбудитель инфекции;
- мультирезистентные микроорганизмы, микробные ассоциации;
- наличие свищевого хода;
- системные проявления инфекции;
- рубцово-измененные или нежизнеспособные мягкие ткани.

Одним из самых дискуссионных вопросов в лечении ППИ является: какой тип спейсера предпочтителен на первом этапе лечения пациентов с ППИ?

Существуют два типа цементных спейсеров:

- блоковидный или статический;
- артикулирующий или динамический.

Блоковидный спейсер

Изначально использовалась методика, при которой предварительно изготавливался блок из костного цемента с антибиотиком, своей формой напоминающий хоккейную шайбу, далее достигалась полимеризация, и цементный блок помещался в пространство между бедренной и большеберцовой костями. Этот способ имел ряд значительных недостатков: поверхность спейсера не совпадала со сложной формой метаэпифизов бедренной и большеберцовой костей, что провоцировало возникновение подвывихов, нестабильности, повреждение разгибательного аппарата и, как следствие, прогрессирующую потерю костной массы. Calton T.F. с соавторами, проанализировав в своем ретроспективном исследовании результаты лечения 24 пациентов с ППИ, сообщает о наличии массивных костных дефектов (в среднем 12,8 мм) как бедренной, так и большеберцовой костей у 44 % пациентов, а также отмечает необходимость дополнительного использования интрамедуллярных фиксаторов [11].

Поэтому позднее стали применять так называемый «формованный» спейсер, который помещался в полость сустава на этапе «тестообразной» консистенции костного цемента, что позволило достичь максимального контакта с суставными поверхностями, обеспечив большую доставку антибиотика в окружающие ткани, уменьшить величину потери костной массы и достигнуть стабильности в коленном суставе. Эта методика позволяет пациентам быть более мобильными в период между этапами лечения. Однако, в это же время, разгибательный аппарат вследствие иммобилизации претерпевает рубцовую перестройку, а хирургический доступ при ревизионном вмешательстве и удаление такого спейсера связаны с дополнительными техническими трудностями и могут приводить в перспективе к функциональной недостаточности [29].

Артикулирующий спейсер

С целью минимизации всех вышеописанных трудностей, связанных с использованием блоковидных спейсеров, было предложено использование артикулирующих санирующих конструкций, которые способны сохранять подвижность в коленном суставе, а также допускать осевую нагрузку в течение интервала между первым и вторым этапами лечения. Данная особенность позволяет сохранить тонус разгибательного аппарата, эластичность мягких тканей, обеспечить сохранность костной массы, предупреждая формирование массивных костных дефектов без ущерба для эффективности санации очага инфекции. Также вышеописанный тип спейсеров предпочтителен для пациентов с продолжительным интервалом между этапами лечения (более 3 месяцев) [39].

Существует два типа артикулирующих спейсеров: изготавливаемые при помощи специальных шаблонов и выполненные из перестерилизованного бедренного компонента и костного цемента с антибиотиком. В первом случае (система PROSTALAC) используются формы для заливки бедренного и большеберцового компонентов, металлические пластины, имитирующие мышечки бедренной кости и полиэтиленовые на-

кладки, фиксируемые при помощи костного цемента с антибиотиком на суставных поверхностях бедренной и большеберцовой костей. Haddad F.S. с соавторами получил убедительные результаты эффективности такой методики: у 41 пациента (91 %) из 45 удалось санировать очаг инфекции с сохранением хорошего функционального результата и стабильности сустава [21]. Однако эта система достаточно дорога в использовании и состоит из значительного количества модульных компонентов, требующих постоянного пополнения.

Наибольшую популярность получила методика, описанная Hofmann A.A., при которой после удаления компонентов эндопротеза и адекватного дебридмента костных структур и мягких тканей выполняется освобождение бедренного компонента эндопротеза от остатков костного цемента и его перестерилизация. Из костного цемента с антибиотиком формируется большеберцовый компонент толщиной, соответствующей величине сгибательного и разгибательного промежутков, и производится установка бедренного и большеберцового компонентов на этапе «тестообразной» консистенции костного цемента во избежание их чрезмерно прочной фиксации для более легкого извлечения спейсера во время второго этапа лечения [26].

В результате анализа многочисленных литературных источников, описывающих двухэтапное лечение более 2000 пациентов с ППИ, на согласительной конференции по перипротезной инфекции от 2013 г. авторы пришли к выводу о сопоставимой эффективности применения обоих типов спейсеров (91,5 % у артикулирующих и 87,0 % у неартикулирующих). При этом авторы говорят, что та небольшая разница в результатах, которая существует, может быть связана с неоднородностью групп сравнения (тип возбудителя) и длительностью наблюдений. Если судить о функциональных результатах после двухэтапного лечения по материалам согласительной конференции на основании 1195 случаев ППИ, то здесь некоторое преимущество на стороне пациентов, которым на первом этапе был имплантирован артикулирующий спейсер: амплитуда движений 96,4° при сроке наблюдений 44,3 месяца после артикулирующего спейсера и 91,2° при сроке наблюдений 52 месяца после неартикулирующего [44].

Лучшие функциональные исходы иллюстрируют сведения, приведенные Anderson с соавторами, осуществившими метаанализ 5 исследований, проведенных за период с 1995 по 2011 год четырьмя различными авторами. В работах сообщалось о результатах двухэтапного эндопротезирования пациентов с ХГИОХВ при использовании на первом этапе артикулирующих спейсеров. Всего оценены 150 пациентов, средний срок наблюдений составил 61,5 месяцев, со средней частотой рецидивов 6,6 %, а средняя величина амплитуды движений в оперированном коленном суставе на момент наиболее позднего осмотра после 2 этапа лечения достигла 108,6°. Авторы единодушно пришли к выводам, что наиболее предпочтительным является двухэтапная тактика лечения, а использование блоковидных спейсеров на первом этапе существенно снижает мобильность пациента и приводит к обострению сопутствующих заболеваний, что потенциально, может увеличивать количество осложнений. В то же время, применение артикулирующих спейсеров позволяет

сохранить пациентам мобильность, уменьшить процент осложнений, обеспечивая при этом высокую эффективность санации очага хронической инфекции [6].

Одним из перспективных методов улучшения эффективности санации инфекции является применение антимикробных композиций в области оперативного вмешательства, как правило, состоящих из антисептиков и антибактериальных препаратов широкого спектра действия и существующих в виде геля или губки. В условиях низкой перфузии крови в костной ткани и высокого риска формирования бактериальных пленок эти препараты позволяют поддерживать высокую концентрацию действующих веществ в зоне операции в раннем послеоперационном периоде и являются рациональным и полезным дополнением к системной терапии [35].

Одноэтапная ревизия

Одномоментное ревизионное эндопротезирование пациентов с хронической глубокой инфекцией получило достаточно широкое распространение в практике многих клиник. Существуют следующие показания для одномоментной ревизии:

- отсутствие системных проявлений инфекции;
- четко выявленный низковирулентный патогенный микроорганизм, чувствительный к антибактериальным препаратам, доступным в данной клинике;
- отсутствие свищевого хода;
- состоятельность разгибательного аппарата;
- отсутствие массивных костных дефектов;
- состоятельность мягких тканей в зоне операции;
- использование костного цемента с антибиотиком.

В ходе операции обязательным является соблюдение базовых принципов ревизионного вмешательства: тщательный дебридмент пораженных инфекционным процессом мягких тканей, резекция нежизнеспособных участков костной ткани, удаление остатков костного цемента, обильный лаваж сустава растворами антисептиков, смена перчаток у всей операционной бригады, стерильной драпировки перед установкой ревизионного эндопротеза, использование цемента с антибиотиками. Несмотря на это, Severson E.P. и Hanssen A.D. предупреждают нас, что подобные операции требуют высокой квалификации и большого опыта от хирурга. Способность интраоперационно оценить состояние мягких тканей, объем костных дефектов и при необходимости перейти к двухэтапному сценарию лечения инфекции, а затем выполнить адекватное ушивание раны обеспечит высокую эффективность этого способа санации инфекции. Также авторы говорят, что, если в 80-е годы возбудителями являлись, в основном, низковирулентные микроорганизмы, то в настоящее время велика доля полирезистентных стафилококков, одноэтапная тактика в отношении которых крайне неэффективна, а в связи с агрессивным течением инфекционного процесса хирурги чаще встречаются со значительными костными дефектами. К одноэтапному лечению, популярному в 80-е годы, сейчас следует относиться с высокой долей настороженности, соблюдая все критерии включения и исключения [52].

Альтернативные виды хирургических вмешательств

Резекционная артропластика

Это вариант паллиативного лечения, заключающийся в удалении компонентов эндопротеза, санации

очага инфекции, с дальнейшим ушиванием послеоперационной раны. Этот вид хирургического вмешательства показан пациентам с тяжелыми сопутствующими заболеваниями, прикованным к инвалидному креслу по причине своего общесоматического статуса. Идеальными кандидатами, с точки зрения Falahee M.H. с соавторами, являются пациенты с полисуставной формой ревматоидного артрита и резко ограниченными функциональными возможностями, для которых нахождение в положении сидя с согнутой в коленном суставе ногой более предпочтительно, нежели с выпрямленной артродезированной в коленном суставе конечностью. Вышеупомянутым автором выполнен анализ лечения 26 пациентов (28 коленных суставов) с резко ограниченными функциональными возможностями, которые после резекционной артропластики были удовлетворены результатами лечения, у 89 % пациентов удалось санировать очаг инфекции. Авторы предупреждают, что использование подобной методики для более активных пациентов с высокой долей вероятности не сможет обеспечить желаемый результат, так как они будут предъявлять жалобы на персистирующие боли, нестабильность в коленном суставе, невозможность ходить без дополнительной опоры и внешнего фиксатора [17].

Артродезирование

Позволяет эффективно бороться с инфекционными осложнениями, стабилизировать коленный сустав во фронтальной и сагиттальной плоскости, купировать болевой синдром, сохранить опороспособность нижней конечности. Но все эти преимущества нивелируются невозможностью артикуляции в коленном суставе, что делает весьма затруднительным пребывание в положении сидя, а также многие аспекты повседневной жизни.

Артродез является операцией выбора при наличии массивного дефекта мягких тканей, не позволяющего «укрыть» ревизионный эндопротез и артикулировать сегменту. Другими показаниями являются несостоятельность или отсутствие разгибательного аппарата, многократные рецидивы инфекции, а также наличие полирезистентных микроорганизмов или микробных ассоциаций, трудно поддающихся антибактериальной терапии. Существует несколько методик артродезирования коленного сустава: при помощи аппарата внешней фиксации (АВФ), интрамедуллярного стержня, двух пластин или винтов. Наибольшую популярность получили использование АВФ и артродезирование при помощи блокируемого стержня. Применение той или иной методики зависит от типа использованного ранее ревизионного эндопротеза, массивности костных дефектов, состояния мягких тканей. Однако, как и все вышеописанные подходы к лечению ХГИОХВ, использование АВФ может сопровождаться рядом осложнений (от 20 до 65 %): повреждение сосудисто-нервного пучка, воспаление мягких тканей и переломы в местах проведения спиц и стержней. Артродезирование интрамедуллярным стержнем нередко осложняется переломом или миграцией стержня или рецидивом инфекции (от 40 до 56 %) [48].

С другой стороны, некоторые современные авторы говорят об этих методиках как о достаточно высокоэффективном способе борьбы с ХГИОХВ. Из 85

пациентов, которым был выполнен артродез, у 61 использован АВФ, в 41 случае достигнута консолидация, частота рецидива инфекции – 4,9 %. У 23 из 24 пациентов состоялся артродез на блокируемом стержне, рецидив инфекции у 8,3 % пациентов. Общее количество осложнений – 34 (40 %). Таким образом, применение блокируемых стержней является более эффективным способом, но с большей частотой приводит к рецидиву ХГИОХВ. Авторы предупреждают о том, что артродезирование требует тщательной селекции пациентов и применяется строго по показаниям [36].

Ампутация

Операция отчаяния, выполняемая по жизненным показаниям при тяжелых системных проявлениях ин-

фекции (сепсис), а также длительно персистирующей локальной инфекции с массивными костными и мягкоткаными дефектами. Ампутация выполняется в менее чем в 5 % случаев ППИ, уменьшить количество ампутаций возможно путем своевременного успешного применения артродезирования, когда еще остается достаточный массив костной ткани. Уровень ампутации определяется степенью распространенности инфекционного процесса в пределах здоровых тканей с учетом максимально возможного сохранения функции сегмента, зачастую с использованием мышечной пластики для восполнения костных дефектов и формирования полноценной культи, позволяющей, в дальнейшем, использовать экзопротез и сохранить конечность опорной [31].

ВЫВОДЫ

В многочисленных научных работах, сравнивая типы применяемых спейсеров во время первого этапа лечения, исследователи сообщают об эффективности санации инфекции, функциональном исходе после реэндопротезирования, лишь упоминая при этом о различных технических сложностях в ходе ревизионного вмешательства после обоих типов спейсеров. Не проводился статистический анализ таких факторов, влияющих на функциональный результат, сроки реабилитации и риск рецидива инфекции, как частота использования расширенных доступов, размеры и типы костных дефектов, образовавшихся после удаления компонентов спейсера, величина кровопотери, продолжительность операции, частота применения конструкций с различной степенью связанности, необходимость использования остеозамещающих технологий при выполнении операции реэндо-

протезирования после артикулирующих и блокирующих спейсеров. Анализ вышеупомянутых параметров может выявить преимущества и недостатки применения артикулирующих и неартикулирующих санирующих конструкций. Перспективным представляется применение местных антимикробных композиций, препятствующих образованию микробных пленок и увеличивающих эффективность санации очага глубокой инфекции.

В настоящее время многие аспекты профилактики, своевременной корректной диагностики и лечения инфекционных осложнений до сих пор вызывают обширную дискуссию среди специалистов, причем по многим позициям до сих пор не существует единого подхода. Дальнейшие исследования позволят выработать оптимальный алгоритм лечения пациентов с перипротезной инфекцией.

ЛИТЕРАТУРА

1. Корнилов Н. В. Травматология и ортопедия : учебник для вузов / под ред. Н. В. Корнилова. 3-е изд. М. : ГЭОТАР-Медиа, 2011. С. 423-425.
2. Корнилов Н. Н., Куляба Т. А. Артропластика коленного сустава. СПб. : РНИИТО им. Р.Р. Вредена, 2012. С. 168-169.
3. Данные регистра эндопротезирования коленного сустава РНИИТО им. Р.Р. Вредена за 2011–2013 годы / Н.Н. Корнилов, Т.А. Куляба, А.С. Филь, Ю.В. Муравьева // Травматология и ортопедия России. 2015. № 1 (75). С. 136-151.
4. Диагностика перипротезной инфекции. Часть 1: Серология (обзор литературы) / А.П. Середа, Г.М. Кавалерский, В.Ю. Мурылев, Я.А. Рукин // Травматология и ортопедия России. 2014. № 4 (74). С. 115-126.
5. Руководство по эндопротезированию тазобедренного сустава / под ред. Р.М. Тихилова, В.М. Шаповалова. СПб. : РНИИТО им. Р.Р. Вредена, 2008. С. 272-273.
6. An articulating spacer to treat and mobilize patients with infected total knee arthroplasty / J.A. Anderson, P.K. Sculco, S. Heitkemper, D.J. Mayman, M.P. Bostrom, T.P. Sculco // J. Arthroplasty. 2009. Vol. 24, N 4. P. 631-635. doi: 10.1016/j.arth.2008.04.003.
7. Risk factors for prosthetic joint infection: case-control study / E.F. Berbari, A.D. Hanssen, M.C. Duffy, J.M. Steckelberg, D.M. Ilstrup, W.S. Harmsen, D.R. Osmon // Clin. Infect. Dis. 1998. Vol. 27, N 5. P. 1247-1254.
8. The Mayo prosthetic joint infection risk score: implication for surgical site infection reporting and risk stratification / E.F. Berbari, D.R. Osmon, B. Lahr, J.E. Eckel-Passow, G. Talaris, A.D. Hanssen, T. Mabry, J. Steckelberg, R. Thompson // Infect. Control Hosp. Epidemiol. 2012. Vol. 33, N 8. P. 774-781. doi: 10.1086/666641.
9. Revision total knee arthroplasty / Eds. J.V. Bono, R.D. Scott. New York: Springer, 2005.
10. Staphylococcus aureus prosthetic joint infection treated with debridement and prosthesis retention / C.M. Brandt, W.W. Sistrunk, M.C. Duffy, A.D. Hanssen, J.M. Steckelberg, D.M. Ilstrup, D.R. Osmon // Clin. Infect. Dis. 1997. Vol. 24, N 5. P. 914-919.
11. Calton T.F., Fehring T.K., Griffin W.L. Bone loss associated with the use of spacer blocks in infected total knee arthroplasty // Clin. Orthop. Relat. Res. 1997. N 345. P. 148-154.
12. A new method of classifying prognostic comorbidity in longitudinal studies: development and validation / M.E. Charlson, P. Pompei, K.L. Ales, C.R. MacKenzie // J. Chronic Dis. 1987. Vol. 40, N 5. P. 373-383.
13. Why are total knee arthroplasties being revised? / D.F. Dalury, D.L. Pomeroy, R.S. Gorab, M.J. Adams // J. Arthroplasty. 2013. Vol. 28, N 8 Suppl. P. 120-121. doi:10.1016/j.arth.2013.04.051.
14. Del Pozo J.L., Patel R. Clinical practice. Infection associated with prosthetic joints // N. Engl. J. Med. 2009. Vol. 361, N 8. P. 787-794. doi: 10.1056/NEJMc0905029.
15. Dowsey M.M., Choong P.F. Obese diabetic patients are at substantial risk for deep infection after primary TKA // Clin. Orthop. Relat. Res. 2009. Vol. 467, N 6. P. 1577-1581. doi: 10.1007/s11999-008-0551-6.
16. Elders M.J. The increasing impact of arthritis on public health // J. Rheumatol. Suppl. 2000. Vol. 60. P. 6-8.
17. Falahee M.H., Matthews L.S., Kaufer H. Resection arthroplasty as a salvage procedure for a knee with infection after a total arthroplasty // J. Bone Joint Surg. Am. 1987. Vol. 69, N 7. P. 1013-1021.
18. Economical analysis on prophylaxis, diagnosis, and treatment of periprosthetic infections / M. Fernandez-Fairen, A. Torres, A. Menzie, D. Hernandez-Vaquero, J.M. Fernandez-Carreira, A. Murcia-Mazon, E. Guerado, L. Merzthal // Open Orthop. J. 2013. Vol. 7. P. 227-242. doi: 10.2174/1874325001307010227.
19. Göksan S.B., Freeman M.A. One-stage reimplantation for infected total knee arthroplasty // J. Bone Joint Surg. Br. 1992. Vol. 74, N 1. P. 78-82.
20. Goldman R.T., Scuderi G.R., Insall J.N. 2-stage reimplantation for infected total knee replacement // Clin. Orthop. Relat. Res. 1996. N 331. P. 118-124.
21. The PROSTALAC functional spacer in two-stage revision for infected knee replacements. Prosthesis of antibiotic-loaded acrylic cement / F.S. Haddad, B.A.

- Masri, D. Campbell, R.W. McGraw, C.P. Beauchamp, C.P. Duncan // J. Bone Joint Surg. Br. 2000. Vol. 82, N 6. P. 807-812.
22. Hanssen A.D., Rand J.A. Evaluation and treatment of infection at the site of a total hip or knee arthroplasty // Instr. Course Lect. 1999. Vol. 48. P. 111-122.
23. Hanssen A.D., Rand J.A., Osmon D.R. Treatment of the infected total knee arthroplasty with insertion of another prosthesis. The effect of antibiotic-impregnated bone cement // Clin. Orthop. Relat. Res. 1994. N 309. P. 44-55.
24. Infected joint replacements in HIV-positive patients with haemophilia / J.L. Hicks, W.J. Ribbans, B. Buzzard, S.S. Kelley, L. Toft, G. Torri, J.D. Wiedel, J. York // J. Bone Joint Surg. Br. 2001. Vol. 83, N 7. P. 1050-1054.
25. Results of 2-stage reimplantation for infected total knee arthroplasty / K. Hirakawa, B.N. Stulberg, A.H. Wilde, T.W. Bauer, M. Secic // J. Arthroplasty. 1998. Vol. 13, N 1. P. 22-28.
26. Treatment of infected total knee arthroplasty using an articulating spacer / A.A. Hofmann, K.R. Kane, T.K. Tkach, R.L. Plaster, M.P. Camargo // Clin. Orthop. Relat. Res. 1995. N 321. P. 45-54.
27. Horan T.C., Andrus M., Dudeck M.A. CDC/NHSN surveillance definition of health care-associated infection and criteria for specific types of infections in the acute care setting // Am. J. Infect. Control. 2008. Vol. 36, N 5. P. 309-332.
28. Hip arthroplasty in patients with cirrhosis of the liver / P.H. Hsieh, L.H. Chen, M.S. Lee, W.E. Yang, C.H. Shih // J. Bone Joint Surg. Br. 2003. Vol. 85, N 6. P. 818-821.
29. Two-stage revision of infected total knee arthroplasty using an antibiotic-impregnated static cement-spacer / C.S. Hsu, C.C. Hsu, J.W. Wang, P.C. Lin // Chang. Gung. Med. J. 2008. Vol. 31, N 6. P. 583-591.
30. Diabetes mellitus, hemoglobin A1C, and the incidence of total joint arthroplasty infection / R. Iorio, K.M. Williams, A.J. Marcantonio, L.M. Specht, J.F. Tilzey, W.L. Healy // J. Arthroplasty. 2012. Vol. 27, N 5. P. 726-729.e1. doi: 10.1016/j.arth.2011.09.013.
31. Isiklar Z.U., Landon G.C., Tullos H.S. Amputation after failed total knee arthroplasty // Clin. Orthop. Relat. Res. 1994. N 299. P. 173-178.
32. Risk factors for infection after knee arthroplasty. A register-based analysis of 43,149 cases / E. Jämsen, H. Huhtala, T. Puolakka, T. Moilanen // J. Bone Joint Surg. Am. 2009. Vol. 91, N 1. P. 38-47. doi: 10.2106/JBJS.G.01686.
33. Prevalence of primary and revision total hip and knee arthroplasty in the United States from 1990 through 2002 / S. Kurtz, F. Mowat, K. Ong, N. Chan, E. Lau, M. Halpern // J. Bone Joint Surg. Am. 2005. Vol. 87, N 7. P. 1487-1497.
34. Projections of primary and revision hip and knee arthroplasty in the United States from 2005 to 2030 / S. Kurtz, K. Ong, E. Lau, F. Mowat, M. Halpern // J. Bone Joint Surg. Am. 2007. Vol. 89, N 4. P. 780-785.
35. The use of collatamp in total hip arthroplasty / G. Logroscino, G. Malerba, E. Pagano, A. Ziranu, V. Ciriello // Acta Biomed. 2011. Vol. 82, N 2. P. 154-159.
36. Comparison of intramedullary nailing and external fixation knee arthrodesis for the infected knee replacement / T.M. Mabry, D.J. Jacofsky, G.J. Haidukewych, A.D. Hanssen // Clin. Orthop. Relat. Res. 2007. Vol. 464. P. 11-15.
37. The impact of glycemic control and diabetes mellitus on perioperative outcomes after total joint arthroplasty / M.H. Marchant Jr., N.A. Viens, C. Cook, T.P. Vail, M.P. Bolognesi // J. Bone Joint Surg. Am. 2009. Vol. 91, N 7. P. 1621-1629.
38. Marculescu C.E., Cantey J.R. Polymicrobial prosthetic joint infections: risk factors and outcome // Clin. Orthop. Relat. Res. 2008. Vol. 466, N 6. P. 1397-1404. doi: 10.1007/s11999-008-0230-7.
39. Two-stage exchange arthroplasty using a functional antibiotic-loaded spacer in the treatment of the infected knee replacement: the Vancouver experience / B.A. Masri, R.W. Kendall, C.P. Duncan, C.P. Beauchamp, R.W. McGraw, B. Bora // Semin. Arthroplasty. 1994. Vol. 5, N 3. P. 122-136.
40. Smoking cessation reduces postoperative complications: a systematic review and meta-analysis / E. Mills, O. Eyawo, I. Lockhart, S. Kelly, P. Wu, J.O. Ebbert // Am. J. Med. 2011. Vol. 124, N 2. P. 144-154.e8. doi: 10.1016/j.amjmed.2010.09.013.
41. Olshaker J.S., Jerrard D.A. The erythrocyte sedimentation rate // J. Emerg. Med. 1997. Vol. 15, N 6. P. 869-874.
42. Principles and Techniques in Revision Total Knee Arthroplasty / Ed. J. Parvizi. AAOS Store, 2012. 119 pp.
43. Proceedings of the International Consensus Meeting on Periprosthetic Joint Infection / Chairmen T. Gehrke, J. Parvizi. International Consensus Group LLC, 2013, p.253-255.
44. Parvizi J., Gehrke T., Chen A.F. Proceedings of the International Consensus on Periprosthetic Joint Infection // Bone Joint J. 2013. Vol. 95-B, N 11. P. 1450-1452. doi: 10.1302/0301-620X.95B11.33135.
45. Periprosthetic joint infection: the economic impact of methicillin-resistant infections / J. Parvizi, I.M. Pawasarat, K.A. Azzam, A. Joshi, E.N. Hansen, K.J. Bozic // J. Arthroplasty. 2010. Vol. 25, N 6 Suppl. P. 103-107. doi:10.1016/j.arth.2010.04.011.
46. Methicillin-resistant Staphylococcus aureus in orthopaedic surgery / A. Patel, R.P. Calfee, M. Plante, S.A. Fischer, N. Arcand, C. Born // J. Bone Joint Surg. Br. 2008. Vol. 90, N 11. P. 1401-1406. doi: 10.1302/0301-620X.90B11.20771.
47. Infection in total knee replacement: a retrospective review of 6489 total knee replacements / G. Peersman, R. Laskin, J. Davis, M. Peterson // Clin. Orthop. Relat. Res. 2001. N 392. P. 15-23.
48. Rand J.A. Evaluation and management of infected total knee arthroplasty // Semin. Arthroplasty. 1994. Vol. 5, N 4. P. 178-182.
49. Interleukin-6 in serum and in synovial fluid enhances the differentiation between periprosthetic joint infection and aseptic loosening / T.M. Randau, M.J. Friedrich, M.D. Wimmer, B. Reichert, D. Kuberra, B. Stoffel-Wagner, A. Limmer, D.C. Wirtz, S. Gravius // PLoS One. 2014. Vol. 9, N 2. P. e89045. doi: 10.1371/journal.pone.0089045.
50. Prolonged bacterial culture to identify late periprosthetic joint infection: a promising strategy / P. Schäfer, B. Fink, D. Sandow, A. Margull, I. Berger, L. Frommelt // Clin. Infect. Dis. 2008. Vol. 47, N 11. P. 1403-1409. doi: 10.1086/592973.
51. Insall and Scott Surgery of the Knee / Ed. W.N. Scott. 5th ed. Elsevier, 2012. 1504 pp.
52. Severson E.P., Hanssen A.D. The infected total knee arthroplasty. In: Scott W.N. Surgery of the knee / Ed. W.N. Scott. 5th ed. Philadelphia, PA: Churchill Livingstone, 2011. P. 1346-1358.
53. The Chitranjan Ranawat Award: fate of two-stage reimplantation after failed irrigation and débridement for periprosthetic knee infection / J.C. Sherrell, T.K. Fehring, S. Odum, E. Hansen, B. Zmistowski, A. Dennos, N. Kalore; Periprosthetic Infection Consortium // Clin. Orthop. Relat. Res. 2011. Vol. 469, N 1. P. 18-25. doi: 10.1007/s11999-010-1434-1.
54. Shirtliff M.E., Mader J.T., Camper A.K. Molecular interactions in biofilms // Chem. Biol. 2002. Vol. 9, N 8. P. 859-871.
55. Silva M., Tharani R., Schmalzried T.P. Results of direct exchange or debridement of the infected total knee arthroplasty // Clin. Orthop. Relat. Res. 2002. N 404. P. 125-131.
56. Systemic safety of high-dose antibiotic-loaded cement spacers after resection of an infected total knee arthroplasty / B.D. Springer, G.C. Lee, D. Osmon, G.J. Haidukewych, A.D. Hanssen, D.J. Jacofsky // Clin. Orthop. Relat. Res. 2004. N 427. P. 47-51.
57. Effect of preoperative abstinence on poor postoperative outcome in alcohol misusers: randomised controlled trial / H. Tonnesen, J. Rosenberg, H.J. Nielsen, V. Rasmussen, C. Hauge, I.K. Pedersen, H. Kehlet // BMJ. 1999. Vol. 318, N 7194. P. 1311-1316.
58. Tsukayama D.T., Goldberg V.M., Kyle R. Diagnosis and management of infection after total knee arthroplasty // J. Bone Joint Surg. Am. 2003. Vol. 85-A, N Suppl. 1. P. S75-S80.
59. Infected total knee arthroplasty treated by arthroscopic irrigation and debridement / B.J. Waldman, E. Hostin, M.A. Mont, D.S. Hungerford // J. Arthroplasty. 2000. Vol. 15, N 4. P. 430-436.
60. Wongworawat M.D. Clinical faceoff: One- versus two-stage exchange arthroplasty for prosthetic joint infections // Clin. Orthop. Relat. Res. 2013. Vol. 471, N 6. P. 1750-1753. doi: 10.1007/s11999-013-2882-1.

REFERENCES

1. Kornilov N.V. Travmatologiya i ortopediya: uchebnik dlia vuzov / pod red. N. V. Kornilova. 3-e izd. [Traumatology and Orthopaedics: a textbook for high schools]. M.: GEOTAR-Media, 2011. S. 423-425.
2. Kornilov N.N., Kuliaba T.A. Artroplastika kolennogo sustava [Arthroplasty of the knee]. Spb.: RNIITO im. R.R. Vredena, 2012. S. 168-169.
3. Dannye registra endoprotezirovaniia kolennogo sustava RNIITO im. R.R. Vredena za 2011–2013 gody [The data of the register of the knee arthroplasty of

- the Russian Vreden Scientific Research Institute of Traumatology and Orthopaedics for the period of 2011-2013] / N.N. Kornilov, T.A. Kuliaba, A.S. Fil', Iu.V. Murav'eva // *Travmatol. Ortop. Rossii*. 2015. N 1 (75). S. 136-151.
4. Diagnostika periproteznoi infektsii. Chast' 1: Serologiya (obzor literatury) [Diagnosing periprosthetic infection. Part 1: Serology (a review of the literature)] / A.P. Sereda, G.M. Kavalerskii, V.Iu. Murylev, Ia.A. Rukin // *Travmatol. Ortop. Rossii*. 2014. N 4 (74). S. 115-126.
5. Rukovodstvo po endoprotezirovaniu tazobedrennogo sustava / pod red. R.M. Tikhilova, V.M. Shapovalova [A guide to the hip arthroplasty / Eds. R.M. Tikhilov, V.M. Shapovalov]. SPB.: RNIITO im. R.R. Vredena, 2008. S. 272-273.
6. An articulating spacer to treat and mobilize patients with infected total knee arthroplasty / J.A. Anderson, P.K. Sulco, S. Heitkemper, D.J. Mayman, M.P. Bostrom, T.P. Sculco // *J. Arthroplasty*. 2009. Vol. 24, N 4. P. 631-635. doi: 10.1016/j.arth.2008.04.003.
7. Risk factors for prosthetic joint infection: case-control study / E.F. Berbari, A.D. Hanssen, M.C. Duffy, J.M. Steckelberg, D.M. Ilstrup, W.S. Harmsen, D.R. Osmon // *Clin. Infect. Dis.* 1998. Vol. 27, N 5. P. 1247-1254.
8. The Mayo prosthetic joint infection risk score: implication for surgical site infection reporting and risk stratification / E.F. Berbari, D.R. Osmon, B. Lahr, J.E. Eckel-Passow, G. Tsaras, A.D. Hanssen, T. Mabry, J. Steckelberg, R. Thompson // *Infect. Control Hosp. Epidemiol.* 2012. Vol. 33, N 8. P. 774-781. doi: 10.1086/666641.
9. Revision total knee arthroplasty / Eds. J.V. Bono, R.D. Scott. New York: Springer, 2005.
10. Staphylococcus aureus prosthetic joint infection treated with debridement and prosthesis retention / C.M. Brandt, W.W. Sistrunk, M.C. Duffy, A.D. Hanssen, J.M. Steckelberg, D.M. Ilstrup, D.R. Osmon // *Clin. Infect. Dis.* 1997. Vol. 24, N 5. P. 914-919.
11. Calton T.F., Fehring T.K., Griffin W.L. Bone loss associated with the use of spacer blocks in infected total knee arthroplasty // *Clin. Orthop. Relat. Res.* 1997. N 345. P. 148-154.
12. A new method of classifying prognostic comorbidity in longitudinal studies: development and validation / M.E. Charlson, P. Pompei, K.L. Ales, C.R. MacKenzie // *J. Chronic Dis.* 1987. Vol. 40, N 5. P. 373-383.
13. Why are total knee arthroplasties being revised? / D.F. Dalury, D.L. Pomeroy, R.S. Gorab, M.J. Adams // *J. Arthroplasty*. 2013. Vol. 28, N 8 Suppl. P. 120-121. doi:10.1016/j.arth.2013.04.051.
14. Del Pozo J.L., Patel R. Clinical practice. Infection associated with prosthetic joints // *N. Engl. J. Med.* 2009. Vol. 361, N 8. P. 787-794. doi: 10.1056/NEJMcp0905029.
15. Dowsey M.M., Choong P.F. Obese diabetic patients are at substantial risk for deep infection after primary TKA // *Clin. Orthop. Relat. Res.* 2009. Vol. 467, N 6. P. 1577-1581. doi: 10.1007/s11999-008-0551-6.
16. Elders M.J. The increasing impact of arthritis on public health // *J. Rheumatol. Suppl.* 2000. Vol. 60. P. 6-8.
17. Falahee M.H., Matthews L.S., Kaufer H. Resection arthroplasty as a salvage procedure for a knee with infection after a total arthroplasty // *J. Bone Joint Surg. Am.* 1987. Vol. 69, N 7. P. 1013-1021.
18. Economical analysis on prophylaxis, diagnosis, and treatment of periprosthetic infections / M. Fernandez-Fairen, A. Torres, A. Menzie, D. Hernandez-Vaquero, J.M. Fernandez-Carreira, A. Murcia-Mazon, E. Guerado, L. Merzthal // *Open Orthop. J.* 2013. Vol. 7. P. 227-242. doi: 10.2174/1874325001307010227.
19. Göksan S.B., Freeman M.A. One-stage reimplantation for infected total knee arthroplasty // *J. Bone Joint Surg. Br.* 1992. Vol. 74, N 1. P. 78-82.
20. Goldman R.T., Scuderi G.R., Insall J.N. 2-stage reimplantation for infected total knee replacement // *Clin. Orthop. Relat. Res.* 1996. N 331. P. 118-124.
21. The PROSTALAC functional spacer in two-stage revision for infected knee replacements. Prosthesis of antibiotic-loaded acrylic cement / F.S. Haddad, B.A. Masri, D. Campbell, R.W. McGraw, C.P. Beauchamp, C.P. Duncan // *J. Bone Joint Surg. Br.* 2000. Vol. 82, N 6. P. 807-812.
22. Hanssen A.D., Rand J.A. Evaluation and treatment of infection at the site of a total hip or knee arthroplasty // *Instr. Course Lect.* 1999. Vol. 48. P. 111-122.
23. Hanssen A.D., Rand J.A., Osmon D.R. Treatment of the infected total knee arthroplasty with insertion of another prosthesis. The effect of antibiotic-impregnated bone cement // *Clin. Orthop. Relat. Res.* 1994. N 309. P. 44-55.
24. Infected joint replacements in HIV-positive patients with haemophilia / J.L. Hicks, W.J. Ribbans, B. Buzzard, S.S. Kelley, L. Toft, G. Torri, J.D. Wiedel, J. York // *J. Bone Joint Surg. Br.* 2001. Vol. 83, N 7. P. 1050-1054.
25. Results of 2-stage reimplantation for infected total knee arthroplasty / K. Hirakawa, B.N. Stulberg, A.H. Wilde, T.W. Bauer, M. Secic // *J. Arthroplasty*. 1998. Vol. 13, N 1. P. 22-28.
26. Treatment of infected total knee arthroplasty using an articulating spacer / A.A. Hofmann, K.R. Kane, T.K. Tkach, R.L. Plaster, M.P. Camargo // *Clin. Orthop. Relat. Res.* 1995. N 321. P. 45-54.
27. Horan T.C., Andrus M., Dudeck M.A. CDC/NHSN surveillance definition of health care-associated infection and criteria for specific types of infections in the acute care setting // *Am. J. Infect. Control.* 2008. Vol. 36, N 5. P. 309-332.
28. Hip arthroplasty in patients with cirrhosis of the liver / P.H. Hsieh, L.H. Chen, M.S. Lee, W.E. Yang, C.H. Shih // *J. Bone Joint Surg. Br.* 2003. Vol. 85, N 6. P. 818-821.
29. Two-stage revision of infected total knee arthroplasty using an antibiotic-impregnated static cement-spacer / C.S. Hsu, C.C. Hsu, J.W. Wang, P.C. Lin // *Chang. Gung. Med. J.* 2008. Vol. 31, N 6. P. 583-591.
30. Diabetes mellitus, hemoglobin A1C, and the incidence of total joint arthroplasty infection / R. Iorio, K.M. Williams, A.J. Marcantonio, L.M. Specht, J.F. Tilzey, W.L. Healy // *J. Arthroplasty*. 2012. Vol. 27, N 5. P. 726-729.e1. doi: 10.1016/j.arth.2011.09.013.
31. Isiklar Z.U., Landon G.C., Tullos H.S. Amputation after failed total knee arthroplasty // *Clin. Orthop. Relat. Res.* 1994. N 299. P. 173-178.
32. Risk factors for infection after knee arthroplasty. A register-based analysis of 43,149 cases / E. Jämsen, H. Huhtala, T. Puolakkka, T. Moilanen // *J. Bone Joint Surg. Am.* 2009. Vol. 91, N 1. P. 38-47. doi: 10.2106/JBJS.G.01686.
33. Prevalence of primary and revision total hip and knee arthroplasty in the United States from 1990 through 2002 / S. Kurtz, F. Mowat, K. Ong, N. Chan, E. Lau, M. Halpern // *J. Bone Joint Surg. Am.* 2005. Vol. 87, N 7. P. 1487-1497.
34. Projections of primary and revision hip and knee arthroplasty in the United States from 2005 to 2030 / S. Kurtz, K. Ong, E. Lau, F. Mowat, M. Halpern // *J. Bone Joint Surg. Am.* 2007. Vol. 89, N 4. P. 780-785.
35. The use of collatamp in total hip arthroplasty / G. Logroscino, G. Malerba, E. Pagano, A. Ziranu, V. Ciriello // *Acta Biomed.* 2011. Vol. 82, N 2. P. 154-159.
36. Comparison of intramedullary nailing and external fixation knee arthrodesis for the infected knee replacement / T.M. Mabry, D.J. Jacofsky, G.J. Haidukewych, A.D. Hanssen // *Clin. Orthop. Relat. Res.* 2007. Vol. 464. P. 11-15.
37. The impact of glycemic control and diabetes mellitus on perioperative outcomes after total joint arthroplasty / M.H. Marchant Jr., N.A. Viens, C. Cook, T.P. Vail, M.P. Bolognesi // *J. Bone Joint Surg. Am.* 2009. Vol. 91, N 7. P. 1621-1629.
38. Marculescu C.E., Cantey J.R. Polymicrobial prosthetic joint infections: risk factors and outcome // *Clin. Orthop. Relat. Res.* 2008. Vol. 466, N 6. P. 1397-1404. doi: 10.1007/s11999-008-0230-7.
39. Two-stage exchange arthroplasty using a functional antibiotic-loaded spacer in the treatment of the infected knee replacement: the Vancouver experience / B.A. Masri, R.W. Kendall, C.P. Duncan, C.P. Beauchamp, R.W. McGraw, B. Bora // *Semin. Arthroplasty*. 1994. Vol. 5, N 3. P. 122-136.
40. Smoking cessation reduces postoperative complications: a systematic review and meta-analysis / E. Mills, O. Eyawo, I. Lockhart, S. Kelly, P. Wu, J.O. Ebbert // *Am. J. Med.* 2011. Vol. 124, N 2. P. 144-154.e8. doi: 10.1016/j.amjmed.2010.09.013.
41. Olshaker J.S., Jerrard D.A. The erythrocyte sedimentation rate // *J. Emerg. Med.* 1997. Vol. 15, N 6. P. 869-874.
42. Principles and Techniques in Revision Total Knee Arthroplasty / Ed. J. Parvizi. AAOS Store, 2012. 119 pp.
43. Proceedings of the International Consensus Meeting on Periprosthetic Joint Infection / Chairmen T. Gehrke, J. Parvizi. International Consensus Group LLC, 2013, p.253-255.
44. Parvizi J., Gehrke T., Chen A.F. Proceedings of the International Consensus on Periprosthetic Joint Infection // *Bone Joint J.* 2013. Vol. 95-B, N 11. P. 1450-1452. doi: 10.1302/0301-620X.95B11.33135.
45. Periprosthetic joint infection: the economic impact of methicillin-resistant infections / J. Parvizi, I.M. Pawasarat, K.A. Azzam, A. Joshi, E.N. Hansen, K.J. Bozic // *J. Arthroplasty*. 2010. Vol. 25, N 6 Suppl. P. 103-107. doi:10.1016/j.arth.2010.04.011.
46. Methicillin-resistant Staphylococcus aureus in orthopaedic surgery / A. Patel, R.P. Calfee, M. Plante, S.A. Fischer, N. Arcand, C. Born // *J. Bone Joint Surg. Br.* 2008. Vol. 90, N 11. P. 1401-1406. doi: 10.1302/0301-620X.90B11.20771.

47. Infection in total knee replacement: a retrospective review of 6489 total knee replacements / G. Peersman, R. Laskin, J. Davis, M. Peterson // Clin. Orthop. Relat. Res. 2001. N 392. P. 15-23.
48. Rand J.A. Evaluation and management of infected total knee arthroplasty // Semin. Arthroplasty. 1994. Vol. 5, N 4. P. 178-182.
49. Interleukin-6 in serum and in synovial fluid enhances the differentiation between periprosthetic joint infection and aseptic loosening / T.M. Randau, M.J. Friedrich, M.D. Wimmer, B. Reichert, D. Kuberra, B. Stoffel-Wagner, A. Limmer, D.C. Wirtz, S. Gravius // PLoS One. 2014. Vol. 9, N 2. P. e89045. doi: 10.1371/journal.pone.0089045.
50. Prolonged bacterial culture to identify late periprosthetic joint infection: a promising strategy / P. Schäfer, B. Fink, D. Sandow, A. Margull, I. Berger, L. Frommelt // Clin. Infect. Dis. 2008. Vol. 47, N 11. P. 1403-1409. doi: 10.1086/592973.
51. Insall and Scott Surgery of the Knee / Ed. W.N. Scott. 5th ed. Elsevier, 2012. 1504 pp.
52. Severson E.P., Hanssen A.D. The infected total knee arthroplasty. In: Scott W.N. Surgery of the knee / Ed. W.N. Scott. 5th ed. Philadelphia, PA: Churchill Livingstone, 2011. P. 1346-1358.
53. The Chitranjan Ranawat Award: fate of two-stage reimplantation after failed irrigation and débridement for periprosthetic knee infection / J.C. Sherrell, T.K. Fehring, S. Odum, E. Hansen, B. Zmistowski, A. Dennis, N. Kalore; Periprosthetic Infection Consortium // Clin. Orthop. Relat. Res. 2011. Vol. 469, N 1. P. 18-25. doi: 10.1007/s11999-010-1434-1.
54. Shirliff M.E., Mader J.T., Camper A.K. Molecular interactions in biofilms // Chem. Biol. 2002. Vol. 9, N 8. P. 859-871.
55. Silva M., Tharani R., Schmalzried T.P. Results of direct exchange or debridement of the infected total knee arthroplasty // Clin. Orthop. Relat. Res. 2002. N 404. P. 125-131.
56. Systemic safety of high-dose antibiotic-loaded cement spacers after resection of an infected total knee arthroplasty / B.D. Springer, G.C. Lee, D. Osmon, G.J. Haidukewych, A.D. Hanssen, D.J. Jacofsky // Clin. Orthop. Relat. Res. 2004. N 427. P. 47-51.
57. Effect of preoperative abstinence on poor postoperative outcome in alcohol misusers: randomised controlled trial / H. Tonnesen, J. Rosenberg, H.J. Nielsen, V. Rasmussen, C. Hauge, I.K. Pedersen, H. Kehlet // BMJ. 1999. Vol. 318, N 7194. P. 1311-1316.
58. Tsukayama D.T., Goldberg V.M., Kyle R. Diagnosis and management of infection after total knee arthroplasty // J. Bone Joint Surg. Am. 2003. Vol. 85-A, N Suppl. 1. P. S75-S80.
59. Infected total knee arthroplasty treated by arthroscopic irrigation and debridement / B.J. Waldman, E. Hostin, M.A. Mont, D.S. Hungerford // J. Arthroplasty. 2000. Vol. 15, N 4. P. 430-436.
60. Wongworawat M.D. Clinical faceoff: One- versus two-stage exchange arthroplasty for prosthetic joint infections // Clin. Orthop. Relat. Res. 2013. Vol. 471, N 6. P. 1750-1753. doi: 10.1007/s11999-013-2882-1.

Рукопись поступила 20.06.2016.

Сведения об авторах:

1. Преображенский Петр Михайлович – ФГБУ «РНИИТО им. Р.Р. Вредена» Минздрава России, лаборант-исследователь; e-mail: p.preobrazhensky@gmail.com.
2. Каземирский Александр Викторович – ФГБУ «РНИИТО им. Р.Р. Вредена» Минздрава России, врач травматолог-ортопед, к. м. н.
3. Гончаров Максим Юрьевич – ФГБУ «РНИИТО им. Р.Р. Вредена» Минздрава России, заведующий отделением № 5, к. м. н.

Information about the authors:

1. Preobrazhenskii Petr Mikhailovich – FSBI The Russian Vreden Scientific Research Institute of Traumatology and Orthopaedics of the RF Ministry of Health, St. Petersburg, an assistant researcher; e-mail: p.preobrazhensky@gmail.com.
2. Kazemirskii Aleksandr Viktorovich – FSBI The Russian Vreden Scientific Research Institute of Traumatology and Orthopaedics of the RF Ministry of Health, St. Petersburg, a traumatologist-orthopedist, Candidate of Medical Sciences.
3. Goncharov Maksim Iur'evich – FSBI The Russian Vreden Scientific Research Institute of Traumatology and Orthopaedics of the RF Ministry of Health, St. Petersburg, Head of Department No 5, Candidate of Medical Sciences.