

## Важность выполнения алгоритма диагностики поздней глубокой перипротезной инфекции тазобедренного сустава

Г.А. Куковенко<sup>1,2</sup>, П.М. Елизаров<sup>1,2</sup>, С.С. Алексеев<sup>2</sup>, Г.Л. Сорокина<sup>2</sup>, Л.Р. Иваненко<sup>1</sup>, Н.Е. Ерохин<sup>1</sup>, А.В. Музыченков<sup>1,2</sup>, В.Ю. Мурылев<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> ФГАОУ ВО «Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова (Сеченовский Университет)», Минздрава России, Москва, Россия

<sup>2</sup> ГБУЗ «Городская клиническая больница им. С.П. Боткина» Департамента здравоохранения г. Москвы, Москва, Россия

### Реферат

**Актуальность.** Поздняя глубокая перипротезная инфекция (ППИ) тазобедренного сустава является достаточно серьезным осложнением после артропластики, которое занимает ведущее место в мире по причинам ревизионных вмешательств. Правильно проведенная диагностика позволяет достичь хороших результатов и выбрать правильную тактику лечения. **Цель исследования** — оценить эффективность алгоритма диагностики глубокой поздней ППИ и влияние микробного пейзажа на риск рецидива инфекционного процесса. **Материал и методы.** Проанализированы две группы пациентов, которым было выполнено ревизионное вмешательство в период с 2002–2014 и с 2015–2018 гг. Первая группа (ретроспективная) представлена 144 пациентами, которым не проводилась детальная диагностика глубокой ППИ. Вторая группа (проспективная) — 157 пациентов, которым выполняли детальную диагностику глубокой поздней ППИ по алгоритму, включающему анализ рентгенограмм, КТ таза, трехкратную оценку показателей СОЭ и С-реактивного белка, выполнение пункций пораженного сустава и микробиологического исследования. Проведена оценка микробного пейзажа у 51 больного с поздней глубокой ППИ тазобедренного сустава. **Результаты.** В первой группе 12 (8,3%) пациентам первым этапом проводили санацию и установку спейсера, у 46 (59,7%) пациентов после ревизии были положительные интраоперационные посевы, что говорит о септической этиологии расшатывания имплантата, у 19 (24,67%) пациентов рост флоры отсутствовал, а оставшимся 67 (46,52%) больным интраоперационно не проводилось микробиологическое исследование. Во второй группе, после детально проведенной диагностики, 51 (32,4%) больному первым этапом выполнено удаление эндопротеза и установка спейсера, у других 13 (8,2%) пациентов после ревизии получен интраоперационный рост флоры, а у оставшихся 93 (59,2%) пациентов после ревизии рост флоры отсутствовал. В первой группе рецидив ППИ произошел у 21 (14,5%) пациента, а во второй группе — у 10 (6,3%). Во второй группе рецидив ППИ произошел у 40% пациентов с микробными ассоциациями, 30% с MRSA, 20% с культуroneгативными и 10% с *S. aureus*. **Заключение.** Трехкратное проведенное обследование позволяет правильно поставить диагноз и выделить возбудителя глубокой ППИ. Применение этого алгоритма диагностики позволяет в 2,1 раза уменьшить риск развития рецидива глубокой ППИ и в 4 раза сокращает выявление IV типа инфекции согласно классификации Coventry–Tsukayama.

**Ключевые слова:** ревизионное эндопротезирование тазобедренного сустава, перипротезная инфекция, алгоритм диагностики перипротезной инфекции, двухэтапное лечение перипротезной инфекции, микробные ассоциации.

Куковенко Г.А., Елизаров П.М., Алексеев С.С., Сорокина Г.Л., Иваненко Л.Р., Ерохин Н.Е., Музыченков А.В., Мурылев В.Ю. Важность выполнения алгоритма диагностики поздней глубокой перипротезной инфекции тазобедренного сустава. *Травматология и ортопедия России*. 2019;25(4):75-87. doi: 10.21823/2311-2905-2019-25-4-75-87.

**Cite as:** Kukovenko G.A., Elizarov P.M., Alekseev S.S., Sorokina G.L., Ivanenko L.R., Erokhin N.E., Muzychenkov A.V., Murylev V.Yu. [Importance of the Algorithm for Diagnosis of Late Deep Periprosthetic Hip Infection]. *Travmatologiya i ortopediya Rossii* [Traumatology and Orthopedics of Russia]. 2019;25(4):75-87. (In Russian). doi: 10.21823/2311-2905-2019-25-4-75-87.

Мурылев Валерий Юрьевич / Valery Yu. Murylev; e-mail: nmuril@yandex.ru

Рукопись поступила/Received: 18.10.2019. Принята в печать/Accepted for publication: 27.11.2019.

## Importance of the Algorithm for Diagnosis of Late Deep Periprosthetic Hip Infection

G.A. Kukovenko<sup>1,2</sup>, P.M. Elizarov<sup>1,2</sup>, S.S. Alekseev<sup>1,2</sup>, G.L. Sorokina<sup>2</sup>, L.R. Ivanenko<sup>1</sup>, N.E. Erokhin<sup>1</sup>, A.V. Muzychenkov<sup>1,2</sup>, V.Yu. Murylev<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University), Moscow, Russian Federation

<sup>2</sup> Botkin Moscow City Hospital, Moscow, Russian Federation

### Abstract

**Relevance.** Late deep periprosthetic infection (PJI) of the hip joint is a serious complication after arthroplasty which takes the lead among the world reasons for revision. Accurate diagnostics allows to achieve good results and select a proper treatment tactics. **Purpose of the study** — to evaluate the efficiency of diagnostics algorithm for late deep PJI and impact of the microbial landscape on the risk of infection recurrence. **Materials and methods.** The authors evaluated two groups of patients who underwent revision in the period from 2002 to 2014 and from 2015 to 2018. The first (retrospective) group included 144 patients who were not diagnosed for late deep PJI. The second (prospective) group included 157 patients who underwent detailed diagnostics for late deep PJI based on the algorithm including the analysis of X-rays, pelvic CT, triple evaluation of ESR and CRP, puncturing of affected joint and microbiology examination. The authors assessed the microbial landscape in 51 patients with late deep hip PJI. **Results.** In the first group 12 patients (8.3%) underwent sanation and spacer insertion during first stage of treatment, 46 patients (59.7%) after revision demonstrated positive intraoperative cultures confirming septic etiology of implant loosening, 19 patients (24.67%) had no flora growth, and no intraoperative microbiological examination was done for remaining 67 patients (46.52%). In the second group after detailed diagnostics 51 patients (32.4%) underwent removal of prosthesis and spacer insertion in the first stage, other 13 patients (8.2%) featured flora growth after revision, remaining 93 patients (59.2%) had no flora growth after revision. Recurrent PJI was observed in 21 patients (14.5%) in the first group, and in 10 patients (6.3%) in the second group. In the second group recurrent PJI was reported in 40% of patients due to microbial associations, in 30% — due to MRSA, in 20% — due to culture negative bacteria and in 10% — due to *S. aureus*. **Conclusion.** Triple examination allows to obtain an accurate diagnosis and isolate the pathogen for deep PJI. Application of such diagnostics algorithm allows to reduce 2.1 times the risk of recurrent deep PJI and to scale down 4 times the detection of type IV infection by Coventry–Tsukayama classification.

**Keywords:** revision hip arthroplasty, periprosthetic infection, algorithm for diagnostics of periprosthetic infection, two stage treatment of periprosthetic infection, microbial associations.

### Введение

Артропластика, по мнению многих авторов, является одной из самых успешных операций настоящего времени, активно применяемой при различных патологиях тазобедренного сустава [1]. По различным прогнозам, в связи с увеличением продолжительности жизни людей ожидается бóльшая потребность в данной операции, соответственно, ожидается рост и количества осложнений, в том числе развитие глубокой поздней перипротезной инфекции тазобедренного сустава [2, 3, 4]. Глубокая перипротезная инфекция — это достаточно серьезное осложнение, которое занимает ведущее место в мире по причинам ревизионных вмешательств. Так, по данным австралийского ре-

гистра за 2018 г. она является 4-й по частоте причиной повторных вмешательств на тазобедренном суставе, на ее долю приходится 18,1%\*. В отчете шведского регистра за 2017 г. проанализированы причины неудач в течение первых двух лет после имплантации эндопротеза, и именно перипротезная инфекция занимает первое место\*\*.

Перипротезная инфекция вызывает наиболее катастрофические последствия после артропластики крупных суставов, и ее вовремя проведенная диагностика увеличивает шансы на благоприятный исход лечения [5]. При неправильно и не вовремя проведенной диагностике, а также выбранной тактике лечения, некоторые авторы описывают такие осложнения, как развитие систем-

\* Australian Orthopaedic Association National Joint Replacement Registry (AOANJRR). Hip, Knee & Shoulder Arthroplasty: 2018. Annual Report. Adelaide: AOA, 2018. Available from: <https://aoanjrr.sahmri.com/annual-reports-2018>.

\*\* Swedish Hip Arthroplasty Register Annual Report 2017. Available from: [http://www.myknee.se/pdf/SVK\\_2017\\_Eng\\_1.0.pdf](http://www.myknee.se/pdf/SVK_2017_Eng_1.0.pdf)

ной воспалительной реакции, сепсиса, амилоидоза почек, дистрофических изменений паренхиматозных органов, появление септикопиемических очагов. Также это увеличивает срок госпитализации, что требует дополнительных финансовых затрат [6, 7, 8]. Детально проведенная диагностика позволяет не только правильно выбрать хирургический метод лечения, но и правильно назначить антибактериальную терапию. Исходя из всего вышеописанного, при наличии болевого синдрома после эндопротезирования тазобедренного сустава первым делом необходимо исключить именно перипротезную инфекцию [9, 10].

**Цель исследования** — проанализировать эффективность выполнения алгоритма диагностики глубокой поздней перипротезной инфекции и оценить влияние микробного пейзажа на рецидив инфекционного процесса.

### Материал и методы

В Московском городском центре эндопротезирования костей и суставов на базе ГКБ им. С.П. Боткина за период с 2002 по 2018 г. выполнена 301 ревизионная операция на тазобедренном суставе в связи с нестабильностью тех или иных компонентов эндопротеза. Для анализа мы разделили

пациентов на две большие группы. Группы сопоставимы по полу и возрасту, не отмечено существенной разницы в объеме кровопотери и ИМТ (табл. 1). Первая группа, ретроспективная, представленная 144 пациентами, которым за период 2002–2014 гг. выполнялись ревизии без проведения детальной диагностики глубокой ППИ. Вторая группа, проспективная, представлена 157 больными, которым за период 2015–2018 гг. перед выполнением ревизионного оперативного вмешательства проводился детальный алгоритм исключения септической нестабильности эндопротеза (рис. 1).

У пациентов второй группы, помимо тщательно собранного анамнеза, анализа клинической картины, оценки рентгенограмм таза, тазобедренного сустава в двух проекциях, поясничного отдела позвоночника, КТ таза, дополнительно проводилось комплексное обследование, включающее:

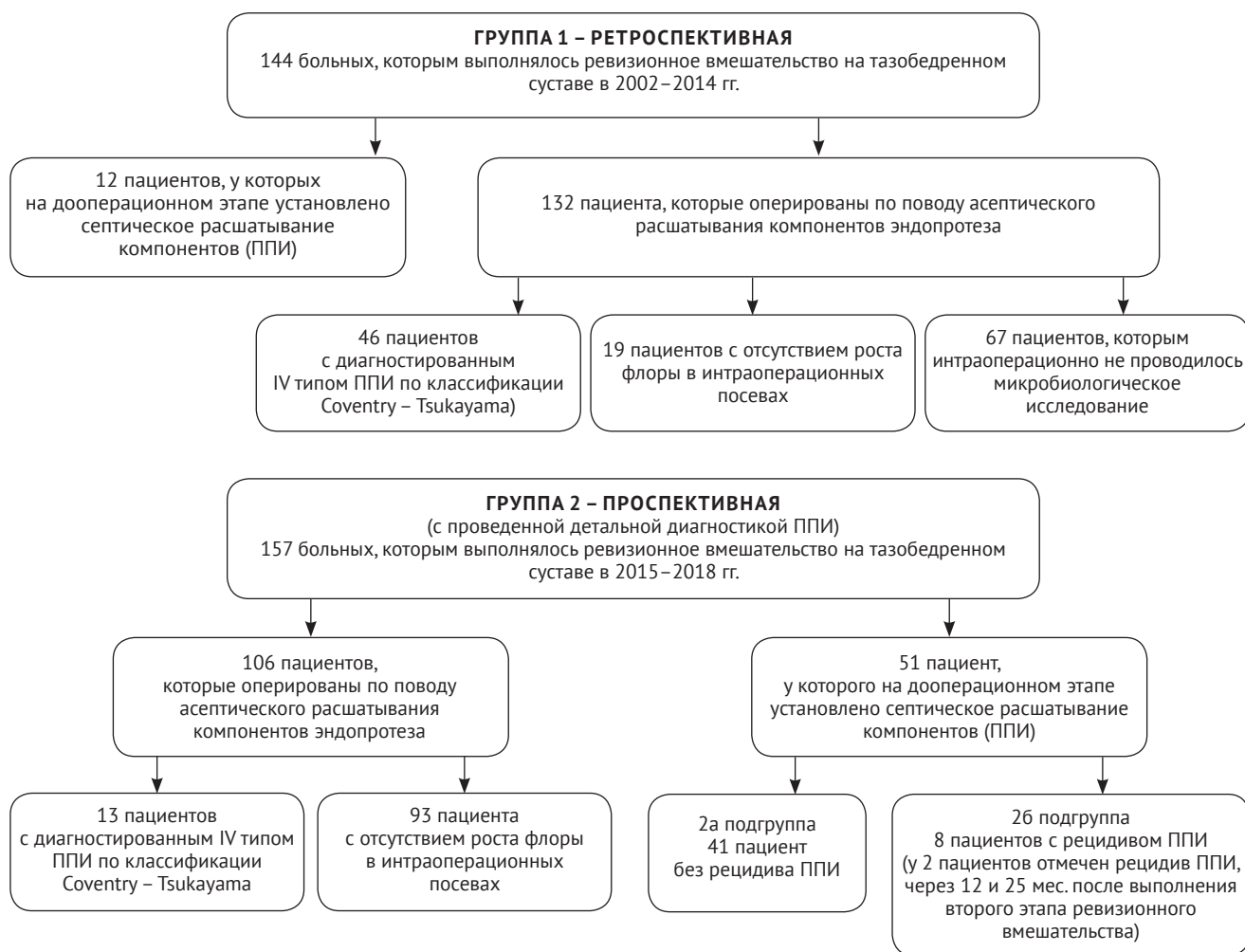
- 1) исследование крови на СОЭ и С-реактивный белок;
- 2) пункция тазобедренного сустава под УЗ-контролем;
- 3) экспресс-тест на лейкоцитарную эстеразу;
- 4) цитологическое и бактериологическое исследование пунктата с определением чувствительности к антибактериальным препаратам.

Таблица 1

### Характеристика пациентов, которым выполнялось ревизионное вмешательство

Характеристика	Группа 1 (n = 144)	Группа 2 (n = 157)	p
Возраст, лет	61 (40–75)	60 (46–72)	0,76
Индекс массы тела	31,4 (27,8–33,7)	29,3 (27,1–32,4)	0,65
Время до выполнения ревизионного вмешательства, недель	153 (23–265)	160 (32–260)	0,37
Общая кровопотеря, мл	1844 (1247–2085)	1620 (1160–2176)	0,13
Положительная интраоперационная культура (IV тип инфекции по классификации Coventry – Tsukayama, 1996)	46 (59,7%)	13 (8,3%)	<0,001
Количество установленных спейсеров	12 (8,33%)	51 (32,48%)	<0,001
Не получено роста флоры интраоперационно	19 (24,67%)	93 (59,23%)	0,002
Интраоперационно не проводился забор материала на микробиологическое исследование	67 (46,52%)	0 (0%)	<0,001
Частота рецидива инфекционного процесса	21 (14,58%)	10 (6,38%)	0,02

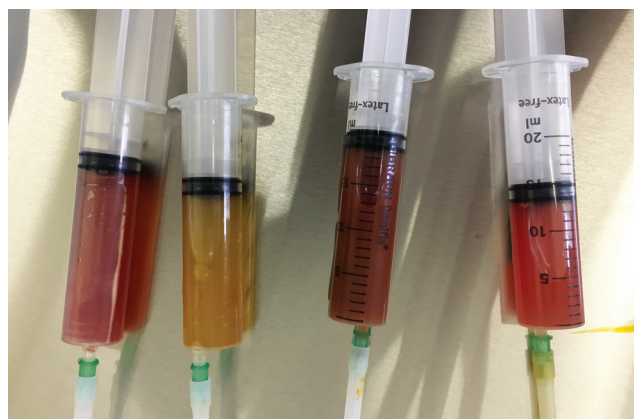
Данные представлены в формате медианы (интерквартильный размах).



**Рис. 1.** Блок-схема дизайна исследования  
**Fig. 1.** Study design flow chart

Стоит отметить, что пункция выполнялась пациентам, которые минимум 14 дней не принимали антибиотики. Перед выполнением пункции пораженного тазобедренного сустава обязательно выполнялось УЗИ области тазобедренного сустава для верификации каких-либо дополнительных полостей, сообщающихся с полостью сустава. Затем выполняли пункцию в асептических условиях перевязочного кабинета в положении пациента на здоровом боку или же на спине и забирали суставную жидкость. Сразу же проводился тест на лейкоцитарную эстеразу. Следующим этапом часть аспирата отправляли на цитологическое исследование, что позволяло провести подсчет лейкоцитов и процентное содержание полиморфноядерных нейтрофилов в  $1 \text{ мм}^3$ . При скудном пунктате цитологическое исследование не проводилось. Остальное содержимое доставлялось в лабораторию в шприце для микробиологического исследования. Важно то, что полученный пунктат визуально нельзя оценить и говорить о возможном инфекционном характере и септической неста-

бильности, так как синовиальная жидкость зачастую бывает окрашена в совершенно разные цвета (рис. 2).



**Рис. 2.** Внешний вид полученного пунктата у пациентов с перипротезной инфекцией  
**Fig. 2.** Aspirate from patients with periprosthetic infection

При выполнении теста на лейкоцитарную эстеразу также учитывалось, что полученный синовиальный должен быть геморрагически не окрашен, тест-полоска будет окрашиваться в положительный цвет на фоне содержания клеток более 500 в мкл, а пороговым значением для ППИ является повышенное содержание лейкоцитов — более 2000 в 1 мкл. При необходимости, с учетом макроскопической оценки жидкости на предмет наличия крови, осуществляли коррекцию числа содержания лейкоцитов по формуле E. Ghanem с соавторами [11]. Также при необходимости трехкратно производили повторные диагностические пункции через каждые 28 дней. После проведения обследования по вышеуказанному алгоритму пациенту давали рекомендации на период ожидания результатов цитологического и микробиологического исследований пунктата.

После проведенной диагностики больным выполняли первый этап ревизионного эндопротезирования. После разреза кожи выполняли пункцию сустава, тест на лейкоцитарную эстеразу, полученный пунктат отправляли на посев и на цитологическое исследование. После брали посев из полости сустава, затем удаляли все компоненты эндопротеза вне зависимости от их стабильности, после чего также брали посева. Удаленные компоненты обрабатывались в УЗ-камере с последующим взятием материала для микробиологического исследования.

### Статистический анализ

Статистическую обработку полученных данных выполняли с помощью программы STATISTICA 10 for Windows. Использовались следующие виды статистического анализа: расчет медиан и квартилей, расчет относительных и абсолютных частот, расчет отношения шансов с 95% доверительным интервалом, расчет статистической значимости с помощью критерия Манна–Уитни, критерия  $\chi^2$

Пирсона. Статистически значимыми считались различия с критерием  $p < 0,05$ .

### Результаты

В первой группе (рис. 3) при отсутствии явных признаков поздней глубокой ППИ, таких как наличие свищевого хода, не проводилось исключение септической этиологии нестабильности компонентов. Остальным 12 (8,33%) пациентам, у которых были явные признаки перипротезной инфекции, первым этапом проводилась установка спейсера.

Из 132 больных, которым не производилась установка спейсера, у 65 (45,13%) во время операции проводился забор мягких тканей для микробиологического исследования: у 46 (59,74%) пациентов была диагностирована септическая этиология нестабильности эндопротеза (они были отнесены по классификации Coventry–Tsukayama к IV типу) и у 19 (24,67%) пациентов инфекция не обнаружена. Оставшимся 67 (46,52%) больным интраоперационно не проводилось микробиологическое исследование.

Вторая группа представлена проспективным исследованием, включает 157 больных, которые обратились к нам с жалобами на боли в области эндопротеза (рис. 4).

Используя четкий алгоритм диагностики в проспективной группе, 51 (32,48%) больному был поставлен диагноз поздней глубокой перипротезной инфекции. Этим пациентам первым этапом проводилось удаление эндопротеза, санация и установка спейсера. Независимо от проведенной диагностики интраоперационно всем больным выполнялся забор тканей для микробиологического исследования. У 93 (59,23%) пациентов мы не получили роста флоры, у 13 (8,28%) мы получили рост флоры (эти больные были отнесены по классификации Coventry — Tsukayama к IV типу перипротезной инфекции).

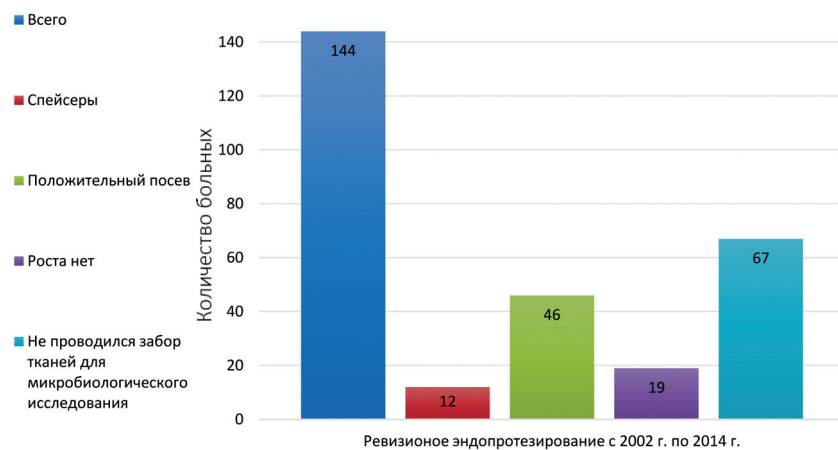
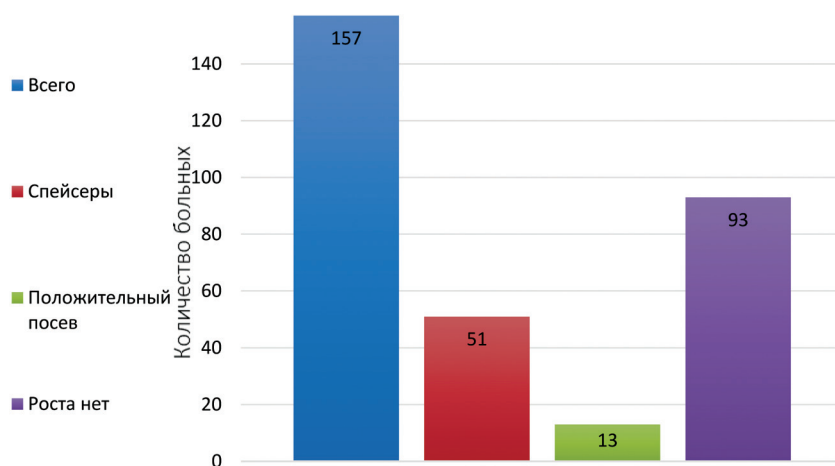


Рис. 3. Количество ревизионных вмешательств, выполненных в 2002–2014 гг.

Fig. 3. Number of revisions performed in the period from 2002 to 2014



**Рис. 4.** Количество ревизионных вмешательств, выполненных за 2015–2018 гг.

**Fig. 4.** Number of revisions performed in the period from 2015 to 2018

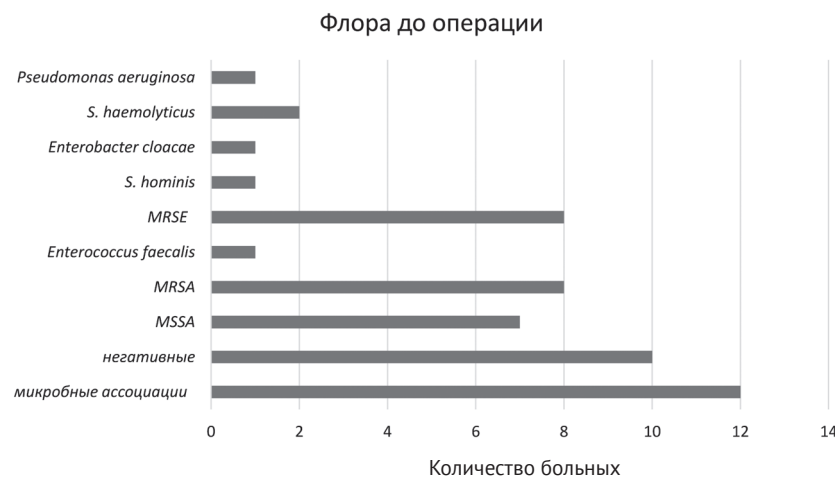
С целью оценки микробного пейзажа мы проанализировали отдельно 51 больного с поздней глубокой ППИ. Средний возраст этих пациентов составил  $Me = 61,4$  лет (интерквартильный размах от 42,3 до 72,3 лет), из них 27 женщин (52,6%) и 24 мужчины (47,4%). Изначально всем больным было выполнено тотальное эндопротезирование тазобедренного сустава по поводу посттравматического коксартроза III ст. — 13 (25,6%), из них наличие металлоконструкций в анамнезе у 9 (69,2%); дегенеративного коксартроза III ст. — 25 (49,1%); диспластического коксартроза III ст. — 3 (5,8%); асептического некроза головки бедренной кости — 3 (5,8%); перелома шейки бедренной кости — 7 (13,7%). Стоит отметить, что из 51 пациента у 15 (29,4%) было выполнено ревизионное вмешательство по поводу асептической нестабильности первично установленных компонентов.

Основным критерием постановки диагноза являлось выделение микрофлоры при микробиологическом исследовании. С этой целью всем пациентам выполнялись диагностические пункции пораженного тазобедренного сустава. В 41 (80,39%) случае получили флору до выполнения оперативного лечения, а в 10 (19,61%) случаях —

не получили. Эти пациенты были отнесены к группе культуронегативных, т.е. у кого не получалось высеять культуру с помощью пункции сустава, но присутствуют физические, рентгенологические и лабораторные признаки инфекционного процесса (СОЭ, С-реактивный белок, количество лейкоцитов в синовиальной жидкости и процентное содержание полиморфноядерных нейтрофилов в  $1\text{ мм}^3$ ) в области сустава (рис. 5).

Стоит отметить, что в результате выполнения трех пункций в 29 случаях мы получили один микроорганизм, а в 12 случаях — микробные ассоциации:

- MRSE + Enterococcus faecalis;*
- MSSE + S. capitis + S. hominis;*
- MSSE + S. saprophyticus;*
- MRSA + Proteus mirabilis + Enterococcus faecalis;*
- MRSA + Acinobacter baumannii + Proteus mirabilis;*
- MRSA + S. epermidis; S. aureus + Enterococcus faecalis;*
- MSSA + Corynebacterium spp.;*
- MSSA + S. constellatus;*
- Staphylococcus spp. + Bacillus cereus;*
- Staphylococcus spp. + Enterococcus faecalis;*
- Streptococcus viridans + Klebsiella pneumoniae.*



**Рис. 5.** Результаты исследования микрофлоры, полученной в пункциате

**Fig. 5.** Results of aspirate microflora examination

Достаточно важно, что в 29 (56,86%) случаях нашим пациентам выполнялась только одна пункция. Помимо полученной флоры у данных больных были отмечены клинические признаки инфекции, а также повышенные показатели СОЭ, С-реактивного белка и количество лейкоцитов с преобладанием полиморфноядерных нейтрофилов в синовии (рис. 6).

У 22 пациентов с целью верификации микроорганизма мы выполняли две пункции (рис. 7).

В 15 (29,41%) случаях нам понадобилось выполнение 3-й пункции (рис. 8).

У группы пациентов с культуронегативными возбудителями мы ориентировались на показатели СОЭ, С-реактивного белка и цитологического исследования. Интраоперационно проводился забор тканей для микробиологического исследования, и нам удалось получить у данных пациентов микрофлору (табл. 2).

В 14 (27,45%) случаях мы отметили разницу флоры, полученной при выполнении артроцентеза и в интраоперационном посеве (табл. 3).

С целью удобства статистической обработки мы разделили 51 пациента проспективной группы на две подгруппы с рецидивом инфекционного процесса и без рецидива (табл. 4). Нужно отметить, что мы не включили двух пациентов с инфекционными осложнениями, у которых они развились через 12 и 15 мес. после выполнения второго этапа.

Среднее время манифестации, т.е. время от первичной операции до диагностики септической нестабильности компонентов, составило 36 нед.

Однако в подгруппе пациентов с рецидивом — 28,2 нед., что демонстрирует клиническую разницу, т.е. манифестацию раньше на 8 нед., однако без статистически значимых отличий между подгруппами. Среднее время от диагностированной перипротезной инфекции до выполнения первого этапа ревизионного эндопротезирования составило 314 нед., без значимых различий между группами. Медиана показателя СОЭ во всех подгруппах до лечения составила 44,5 мм/ч без статистически значимой разницы между группами. В первой группе С-реактивный белок до выполнения первого этапа был равен 11,6 г/л, что статистически значимо ниже, чем во второй группе (31 г/л соответственно). Стоит отметить, что у пациентов второй подгруппы клинически значимо отмечается рост СОЭ в 1,8 раз и С-реактивного белка в 6,4 раз, что можно трактовать как наличие возможного рецидива инфекционного процесса.

Несмотря на проведенную диагностику и лечение, мы отметили рецидив инфекционного процесса в 10 (19,6%) случаях, после выполнения первого этапа ревизионного вмешательства. У 4 (7,84%) пациентов были отмечены микробные ассоциации, из них в трех случаях флора различалась между полученной при диагностике, т.е. во время выполнения пункции, и в интраоперационном посеве. Также двое больных изначально относились к группе культуронегативных (табл. 5). Наше исследование показало, что шансы выявить энтерококк в 8 раз выше среди пациентов с рецидивом инфекции (ОШ = 8,357; 95% ДИ от 1,175 до 59,437).

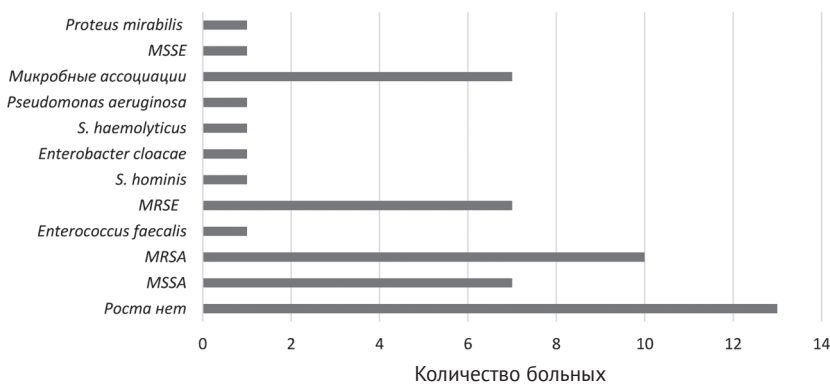


Рис. 6. Микробный пейзаж после выполнения первой пункции  
Fig. 6. Microbial landscape after first puncture

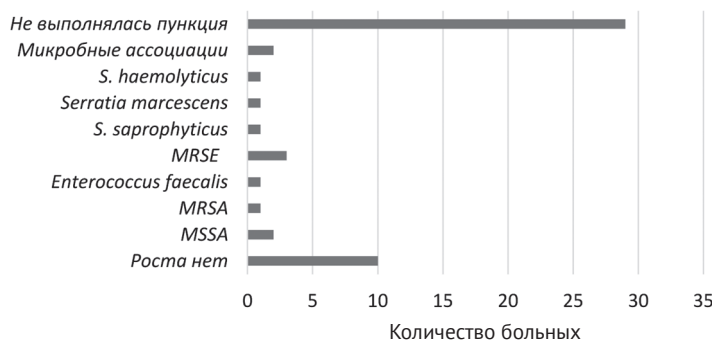
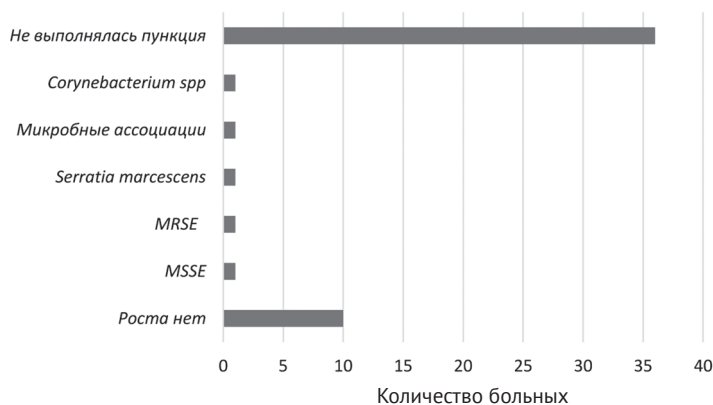


Рис. 7. Микробный пейзаж после выполнения второй пункции  
Fig. 7. Microbial landscape after second puncture



**Рис. 8.** Микробный пейзаж после выполнения третьей пункции  
**Fig. 8.** Microbial landscape after third puncture

Таблица 2

**Результаты микробиологического исследования у больных, которые до операции считались культуroneгативными**

№	Микрофлора	Количество больных
1.	MRSE	1
2.	<i>S. agalactiae</i>	1
3.	<i>S. warneri</i>	1
4.	MSSA	1
5.	<i>E. coli</i>	1
6.	MRSA	4
7.	<i>S. haemolyticus</i> + MRSE	1

Таблица 3

**Различие микрофлоры у 14 пациентов до и после операции**

№ пациента	Микрофлора до операции	Микрофлора после операции
1	<i>Staphylococcus spp.</i> + <i>Bacillus cereus</i>	<i>Klebsiella pneumoniae</i>
2	MSSA	MRSA
3	MRSE	MSSE + <i>Corynebacterium</i>
4	MRSA	MRSA + MRSE
5	MSSA	MSSA + <i>S. epidermidis</i>
6	MSSA + <i>S. constellatus</i>	MSSA
7	MRSA	MRSA + MRSE
8	MRSE + <i>Enterococcus faecalis</i>	<i>Enterococcus faecalis</i>
9	<i>Streptococcus viridans</i> + <i>Klebsiella pneumoniae</i>	<i>Enterococcus faecalis</i> + <i>S. aureus</i>
10	MSSE + <i>S. saprophyticus</i>	MRSE + MSSE
11	MSSA	MRSE
12	MRSA + <i>Proteus mirabilis</i> + <i>Enterococcus faecalis</i>	MRSA
13	MSSA + <i>Corynebacterium spp.</i>	Роста нет
14	<i>Staphylococcus spp.</i> + <i>Enterococcus faecalis</i>	Роста нет



Таблица 4

**Характеристики пациентов с рецидивом и без рецидива перипротезной инфекции**

Показатель	2а подгруппа Без рецидива инфекции (n = 41)		2б подгруппа С рецидивом инфекции (n = 8)		Среднее (n = 49)*		p	
	до	после	до	после	до	после	до	после
Медиана возраста, годы	61,3 (42,1–76,6)		57,4 (45,7–71,8)		61,4 (42,3–77,3)		0,07	
ИМТ	29,1 (23,3–35,2)		28,2 (22,5–31,6)		29,1 (23,3–34,5)		0,47	
Время манифестации инфекции, нед.	36 (24–120)		28 (4–48)		36 (20–108)		0,76	
Время существования до первого этапа, нед.	16 (12–16)		12 (8–32)		14 (12–16)		0,14	
СОЭ, мм/ч	до	после	до	после	до	после	до	после
	42 (35–47)	21 (16–30)	37 (37–37)	38 (35–41)	44,5 (37–57)	25,2 (11,9–42,8)	0,21	0,21
С-реактивный белок, г/л	до	после	до	после	до	после	до	после
	11,6 (8,9–12,4)	5,8 (3,7–8,4)	31 (31–31)	37,2 (18,7–37,2)	26 (16–42)	6,8 (3,7–16)	0,03	0,06

Данные представлены в формате медианы (интерквартильный размах).

\* В исследование не включили двух пациентов с инфекционными осложнениями, у которых они развились через 12 и 15 мес. после выполнения второго этапа.

Таблица 5

**Микробный пейзаж у пациентов с инфекционными осложнениями**

Микробный пейзаж	Процентное соотношение
<i>Staphylococcus spp.</i> + <i>Bacillus cereus</i>	10%
MRSA	30%
Культуронегативные случаи	20%
<i>Staphylococcus spp.</i> + <i>Enterococcus faecalis</i>	10%
MSSA	10%
<i>Enterococcus faecalis</i> + MRSE	10%
<i>Enterococcus faecalis</i> + MSSA	10%

**Обсуждение**

В шведском регистре 2017 г. продемонстрировано, что в 2000-х годах причиной ревизии в первые два года после имплантации эндопротеза являлись вывихи эндопротеза, а в настоящее время лидирующее место занимает именно перипротезная инфекция. В нашем исследовании мы отметили, что количество ревизий, связанных с ППИ, увеличилось в 4,25 раза.

Несмотря на широкий спектр возможных диагностических процедур, которые можно использовать для обследования пациента на наличие перипротезной инфекции, не стоит забывать, что клинически заподозрить инфекцию можно на ос-

новании сбора анамнеза и физического осмотра [12]. Постоянные боли в искусственном суставе следует рассматривать как один из симптомов возможной инфекции, пока не доказано обратное [13, 14].

После проведенного сбора анамнеза и осмотра рекомендовано исследование СОЭ и С-реактивного белка. Эти достаточно простые методы имеют высокую чувствительность, что позволяет улучшить диагностику инфекционного процесса в области эндопротеза [15]. Тем не менее, пороговые показатели СОЭ и С-реактивного белка не исключают наличие ППИ, особенно при наличии медленно растущих микроорганизмов [16]. У наших пациентов

с рецидивом инфекционного процесса после установки спейсера было отмечено, что показатель С-реактивного белка перед выполнением первого этапа лечения был выше в 3,3 раза по сравнению с пациентами без рецидива.

Однако ключевым моментом в успешном лечении перипротезной инфекции является диагностика, а именно определение типа выделенного микроорганизма и его резистентности к антибактериальным препаратам [17, 18]. Некоторые авторы отмечают, что наиболее частой причиной развития перипротезной инфекции являются грамположительные бактерии [18, 19, 20]. Однако встречаются публикации, где исследователи описывают худший прогноз при диагностированных грамотрицательных микроорганизмах [8, 21, 22].

На международной согласительной конференции по перипротезной инфекции, состоявшейся в 2018 г. в США, обсуждался вопрос о различиях в результатах посевов между предоперационными аспирациями и интраоперационными посевами, и 98% процентов проголосовало за то, что могут быть различия, особенно при полимикробных инфекциях или наличии организмов с низкой вирулентностью [23]. В нашем исследовании мы диагностировали у 14 пациентов разницу в полученной флоре до и после операции, а рецидив инфекции отмечен 3 случаях (5,8%).

В исследовании, проведенном S. Corvec и соавторами в 2012 г., продемонстрирован микробный пейзаж в случаях с перипротезной инфекцией: коагулазонегативные стафилококки (в т.ч. *S. epidermidis*) 30–43%; золотистый стафилококк 12–23%; стрептококки 9–10%; грамотрицательные палочки (*E. coli*, *K. pneumoniae*, *P. aeruginosa*, *Proteus spp.*, *Enterobacter spp.*, *Acinetobacter spp.*) 10–17%; энтерококки 3–7%; анаэробы 2–4%; *Candida spp.* — 2%; микробные ассоциации — 10–20%; культуронегативные случаи составили 10–25% [24].

По нашим данным, на долю микробных ассоциаций приходится 23%, на долю золотистого стафилококка (в том числе MRSA) — 27,4%, культуронегативные случаи — 19%; энтерококки (в т.ч. в микробных ассоциациях) — 9,8%, грамотрицательные микроорганизмы — 3,92%. Интересные данные получили V.K. Aggarwal с соавторами в исследовании 2014 г. при изучении микробного пейзажа в клиниках Европы и США. На долю микробных ассоциаций приходится 7,4% в США, а в Европе 3,5%, доля золотистого стафилококка составляет 32,6% в США, против 13,6% в Европе; культуронегативные случаи — 15,3% в США, 10,9% — в Европе, доля грамотрицательных бактерий — 6,8% в США и 4,2% в Европе [25].

В статье 2018 г. С.А. Божковой с соавторами показана тенденция к уменьшению доли золотистого стафилококка, но отмечается увеличение

*S. epidermidis*. В 2010–2012 гг. *S. epidermidis* выделялся в 16,8% случаев, а к 2016–2017 гг. данный показатель вырос до 22,5%, при этом доля MRSE составила 56,6% и 63,3% соответственно [8]. Авторы также ссылаются на исследование С. Triffault-Fillit с соавторами, где при анализе 567 пациентов с перипротезной инфекцией на долю MRSA приходится 16,1%, а на MRSE — 59,1% [26]. С.А. Божкова с соавт. описывают случай впервые выделенного *E. faecalis*, устойчивого к ванкомицину, также отмечают увеличение роли таких возбудителей, как *S. epidermidis* и *K. pneumoniae* в этиологии ортопедической инфекции [8]. В проведенном нами исследовании на долю MRSE пришлось 12 (23,5%) случаев, в том числе в составе микробных ассоциаций при полимикробной ППИ.

М.М. Kheir с соавторами в 2017 г. оценили более 2000 больных с ППИ и выделили 87 пациентов, из биологического материала которых был изолирован энтерококк. Успех двухэтапного лечения этих пациентов составил всего 51,7% (45 из 87 пациентов) [18]. В нашем исследовании риск развития рецидива инфекции у пациентов с энтерококком был в 8 раз больше. Таким образом, выявление энтерококков является фактором риска рецидива при лечении пациентов с ППИ тазобедренного сустава.

Основной задачей при выполнении диагностических манипуляций является выделение возбудителя перипротезной инфекции. В литературе говорится о больших признаках, которые включают в себя наличие свищевого хода и/или двукратное выделение микроорганизма при бактериологическом исследовании [27]. Учитывая наши данные, выполнение трех пункций позволило нам сократить группу культуронегативных пациентов.

Отметим, что при обращении пациента с жалобами на боли в области сустава после его имплантации необходимо тщательное обследование. Помимо сбора анамнеза и проведения физического осмотра необходима оценка СОЭ и С-реактивного белка. При повышении хотя бы одного из показателей больному необходимо выполнение пункции сустава.

Трехкратно проведенное обследование дает возможность правильно поставить диагноз, а также четко выделить возбудителя инфекционного процесса, определить наличие микробных ассоциаций, сократить группу культуронегативных пациентов. Проведенный анализ больных с рецидивом инфекции показал, что в 40% случаев причиной являлись микробные ассоциации, в 30% — MRSA. Мы отметили, что энтерококк является фактором риска рецидива ППИ.

Применение детальной диагностики поздней глубокой ППИ тазобедренного сустава позволяет уменьшить в 2,1 раза (8,32%) риск развития рецидива

ва перимплантной инфекции, сокращает в 4 раза выявление IV типа инфекции согласно классификации Coventry–Tsukayama.

**Конфликт интересов:** не заявлен.

**Источник финансирования:** государственное бюджетное финансирование.

**Вклад авторов**

Куковенко Г.А. — разработка дизайна исследования, обзор публикаций по теме статьи, сбор и анализ данных, написание текста рукописи.

Мурылев В.Ю. — разработка дизайна исследования, обзор публикаций по теме статьи, анализ полученных данных, написание текста рукописи, коррекция и окончательная редакция рукописи.

Елизаров П.М. — разработка дизайна исследования, анализ полученных данных.

Иваненко Л.Р. — разработка дизайна исследования, анализ полученных данных.

Алексеев С.С. — сбор и анализ данных.

Сорокина Г.Л. — сбор и анализ данных.

Ерохин Н.Е. — сбор и анализ данных.

Музыченков А.В. — сбор и анализ данных

**Литература [References]**

1. Koenig K., Huddleston J.I. 3rd, Huddleston H., Maloney W.J., Goodman S.B. Advanced age and comorbidity increase the risk for adverse events after revision total hip arthroplasty. *J Arthroplasty*. 2012;27(7):1402-1407.e1. doi: 10.1016/j.arth.2011.11.013.
2. Day J.S., Lau E., Ong K.L., Williams G.R., Ramsey M.L., Kurtz S.M. Prevalence and projections of total shoulder and elbow arthroplasty in the United States to 2015. *J Shoulder Elbow Surg*. 2010;19(8):1115-1120. doi: 10.1016/j.jse.2010.02.009.
3. Карбышева С.Б., Григоричева Л.Г., Жильцов И.В., Семенов В.М., Золовкина А.Г., Веремей И.С., Трампуш А. Д-лактат — маркер бактериального воспаления нативных и протезированных суставов. *Травматология и ортопедия России*. 2017;23(2):6-14. Karbysheva S.B., Grigoricheva L.G., Zhylytsov I.V., Semenov V.M., Zolovkina A.G., Veremei I.S., Trampuz A. [Synovial Fluid D-lactate — Bacterial-Specific Marker for Infection of Native and Prosthetic Joints]. *Travmatologiya i ortopediya Rossii* [Traumatology and Orthopedics of Russia]. 2017;23(2):6-14. (in Russian). doi: 10.21823/2311-2905-2017-23-2-6-14.
4. Мурылев В.Ю., Куковенко Г.А., Елизаров П.М., Иваненко Л.Р., Сорокина Г.Л., Рукин Я.А. и др. Алгоритм первого этапа лечения поздней глубокой перипротезной инфекции тазобедренного сустава. *Травматология и ортопедия России*. 2018;24(4):95-104. doi: 10.21823/2311-2905-2018-24-4-95-104. Murylev V.Y., Kukovenko G.A., Elizarov P.M., Ivanenko L.R., Sorokina G.L., Rukin Y.A. et al. [The first-stage treatment algorithm for deep infected total hip arthroplasty]. *Travmatologiya i ortopediya Rossii* [Traumatology and Orthopedics of Russia]. 2018;24(4):95-104. (In Russian). doi: 10.21823/2311-2905-2018-24-4-95-104.
5. Мурылев В.Ю., Елизаров П.М., Рукин Я.А., Рубин Г.Г., Куковенко Г.А. Эндопротезирование тазобедренного сустава как возможность улучшения качества жизни

пациентов старческого возраста с ложным суставом шейки бедренной кости. *Успехи геронтологии*. 2017;30(5):725-732.

Murylyov V.Yu., Elizarov P.M., Rukin Ya.A., Rubin G.G., Kukovenko G.A. [Hip arthroplasty as a chance to improve quality of life in elderly group of patients]. *Uspekhi gerontologii* [Advances in Gerontology]. 2017;30(5):725-732. (in Russian).

6. Nishimura S., Matsumae T., Murakami Y., Abe Y., Sasatomi Y., Nagayoshi I. et al. Chronic renal failure due to amyloid nephropathy caused by chronic infection after total hip replacement. *CEN Case Rep*. 2014;3(2):217-222. doi: 10.1007/s13730-014-0121-6.
7. Божкова С.А., Новокшонова А.А., Конев В.А. Современные возможности локальной антибиотикотерапии перипротезной инфекции и остеомиелита. *Травматология и ортопедия России*. 2015;77(3):92-103. doi: 10.21823/2311-2905-2015-0-3-92-107. Bozhkova S.A., Novokshonova A.A., Konev V.A. [Current trends in local antibacterial therapy of periprosthetic infection and osteomyelitis]. *Travmatologiya i ortopediya Rossii* [Traumatology and Orthopedics of Russia]. 2015;(3):92-107. (In Russian). doi: 10.21823/2311-2905-2015-0-3-92-107.
8. Божкова С.А., Касимова А.Р., Тихилов Р.М., Полякова Е.М., Рукина А.Н., Шабанова В.В., Ливенцов В.Н. Неблагоприятные тенденции в этиологии ортопедической инфекции: результаты 6-летнего мониторинга структуры и резистентности ведущих возбудителей. *Травматология и ортопедия России*. 2018;24(4):20-31. Bozhkova S.A., Kasimova A.R., Tikhilov R.M., Polyakova E.M., Rukina A.N., Shabanova V.V., Liventsov V.N. [Adverse trends in the etiology of orthopedic infection: results of 6-year monitoring of the structure and resistance of leading pathogens]. *Travmatologiya i ortopediya Rossii* [Traumatology and Orthopedics of Russia]. 2018;24(4):20-31. (In Russian). doi: 10.21823/2311-2905-2018-24-4-20-31.
9. Greidanus N.V., Masri B.A., Garbus D.S., Wilson S.D., McAlinden M.G., Xu M., Duncan C.P. Use of erythrocyte sedimentation rate and C-reactive protein level to diagnose infection before revision total knee arthroplasty. A prospective evaluation. *J Bone Joint Surg Am*. 2007;89(7):1409-1416. doi: 10.2106/BJS.D.02602.
10. Мурылев В.Ю., Куковенко Г.А., Елизаров П.М., Рукин Я.А., Цыгин Н.А. Перипротезная инфекция при эндопротезировании тазобедренного сустава. *Врач*. 2018;29(3):17-22. doi: 10.29296/25877305-2018-03-04. Murylyev V.Yu., Kukovenko G.A., Elizarov P.M., Rukin Ya.A., Tsygin N.A. [Periprosthetic infection during hip arthroplasty]. *Vrach* [The Doctor]. 2018;29(3):17-22. (In Russian). doi: 10.29296/25877305-2018-03-04.
11. Ghanem E., Houssock C., Pulido L., Han S., Jaber F.M., Parvizi J. Determining «true» leukocytosis in bloody joint aspiration. *J Arthroplasty*. 2008;23(2):182-187. doi: 10.1016/j.arth.2007.08.016.
12. Springer B.D. The Diagnosis of Periprosthetic Joint Infection. *J Arthroplasty*. 2015;30(6):908-911. doi: 10.1016/j.arth.2015.03.042.
13. Parvizi J., Saleh K.J., Ragland P.S., Pour A.E., Mont M.A. Efficacy of antibiotic-impregnated cement in total hip replacement. *Acta Orthop*. 2008;79(3):335-341. doi: 10.1080/17453670710015229.
14. Cassar Gheiti A.J., Mulhall K.J. Peri-prosthetic joint infection: prevention, diagnosis and management. In: *Arthroplasty — Update*. London; 2013. Available from:

- <https://www.intechopen.com/books/arthroplasty-update/peri-prosthetic-joint-infection-prevention-diagnosis-and-management>.
15. Diaz-Ledezma C., Lichstein P.M., Dolan J.G., Parvizi J. Diagnosis of periprosthetic joint infection in Medicare patients: multicriteria decision analysis. *Clin Orthop Relat Res.* 2014;472(11):3275-3284. doi: 10.1007/s11999-014-3492-2.
  16. Shahi A., Kheir M.M., Tarabichi M., Hosseinzadeh H.R.S., Tan T.L., Parvizi J. Serum D-dimer test is promising for the diagnosis of periprosthetic joint infection and timing of reimplantation. *J Bone Joint Surg Am.* 2017;99(17):1419-1427. doi: 10.2106/JBJS.16.01395.
  17. Zmistowski B., Fedorka C.J., Sheehan E., Deirmengian G., Austin M.S., Parvizi J. Prosthetic joint infection caused by gram-negative organisms. *J Arthroplasty.* 2011;26(6 Suppl):104-108. doi: 10.1016/j.arth.2011.03.044.
  18. Kheir M.M., Tan T.L., Higuera C., George J., Della Valle C.J., Shen M., Parvizi J. Periprosthetic Joint Infections Caused by Enterococci Have Poor Outcomes. *J Arthroplasty.* 2017;32(3):933-947. doi: 10.1016/j.arth.2016.09.017.
  19. Винклер Т., Трампуз А., Ренц Н., Перка К., Божкова С.А. Классификация и алгоритм диагностики и лечения перипротезной инфекции тазобедренного сустава. *Травматология и ортопедия России.* 2016;(1):33-45. doi: 10.21823/2311-2905-2016-0-1-33-45.  
Winkler T., Trampuz A., Renz N., Perka C., Bozhkova S.A. [Classification and algorithm for diagnosis and treatment of hip prosthetic joint infection]. *Травматология и Ортопедия России* [Traumatology and Orthopedics of Russia]. 2016;(1):33-45. (In Russian). doi: 10.21823/2311-2905-2016-0-1-33-45.
  20. Ключин Н.М., Ермаков А.М., Науменко З.С., Абабков Ю.В., Тряпичников А.С., Коюшков А.Н. Этиология острой перипротезной инфекции суставов и результаты ее хирургического лечения. *Гений ортопедии.* 2017;23(4):417-422. doi: 10.18019/1028-4427-2017-23-4-417-422.  
Kliushin N.M., Ermakov A.M., Naumenko Z.S., Ababkov I.V., Triapichnikov A.S., Koiushkov A.N. [Etiology of acute periprosthetic joint infection and the results of its surgical treatment]. *Genij Ortopedii.* 2017;23(4):417-422. (In Russian). doi: 10.18019/1028-4427-2017-23-4-417-422.
  21. Hsieh P.H., Lee M.S., Hsu K.Y., Chang Y.H., Shih H.N., Ueng S.W. Gram-negative prosthetic joint infections: risk factors and outcome of treatment. *Clin Infect Dis.* 2009;49(7):1036-1043. doi: 10.1086/605593.
  22. Aboltins C.A., Dowsey M.M., Buising K.L., Peel T.N., Daffy J.R., Choong P.F., Stanley P.A. Gram-negative prosthetic joint infection treated with debridement, prosthesis retention and antibiotic regimens including a fluoroquinolone. *Clin Microbiol Infect.* 2011;17(6):862-867. doi: 10.1111/j.1469-0691.2010.03361.x.
  23. Материалы второй международной согласительной конференции по скелетно-мышечной инфекции: пер. с англ. под общей ред. Р.М. Тихилова, С.А. Божковой, И.И. Шубнякова. СПб.; 2019. 314 с. [Proceedings of the Second International Consensus Meeting on Musculoskeletal Infection]. SPb; 2019. 314 p. (in Russian).
  24. Corvec S., Portillo M.E., Pasticci B.M., Borens O., Trampuz A. Epidemiology and new developments in the diagnosis of prosthetic joint infection. *Int J Artif Organs.* 2012;35(10):923-934. doi: 10.5301/ijao.5000168.
  25. Aggarwal V., Bakhshi H., Ecker N., Parvizi J., Gehrke T., Kendoff D. Organism Profile in Periprosthetic Joint Infection: Pathogens Differ at Two Arthroplasty Infection Referral Centers in Europe and in the United States. *J Knee Surg.* 2014;27(05):399-406. doi: 10.1055/c-0033-1364102.
  26. Triffault-Fillit C., Ferry T., Laurent F., Pradat P., Dupieux C., Conrad A. Microbiologic epidemiology depending on time to occurrence of prosthetic joint infection: a prospective cohort study. *Clin Microbiol Infect.* 2019;25(3):353-358. doi: 10.1016/j.cmi.2018.04.035.
  27. Shohat N., Bauer T., Buttaro M., Budhiparama N., Cashman J., Della Valle C.J. et al. Hip and knee section, what is the definition of a periprosthetic joint infection (PJI) of the knee and the hip? Can the same criteria be used for both joints?: Proceedings of international consensus on orthopedic infections. *J Arthroplasty.* 2019;34(2S):S325-S327. doi: 10.1016/j.arth.2018.09.045.

## СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Куковенко Григорий Андреевич — аспирант кафедры травматологии, ортопедии и хирургии катастроф, ФГАОУ ВО «Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова» (Сеченовский университет) Минздрава России; врач травматолог-ортопед, ГБУЗ «Городская клиническая больница им. С.П. Боткина» Департамента здравоохранения г. Москвы, Москва

Мурылев Валерий Юрьевич — д-р мед. наук, профессор кафедры травматологии, ортопедии и хирургии катастроф, ФГАОУ ВО «Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова» (Сеченовский университет) Минздрава России; заведующий Московским городским центром эндопротезирования на базе ГБУЗ «Городская клиническая больница им. С.П. Боткина» Департамента здравоохранения г. Москвы, Москва

## AUTHORS' AFFILIATIONS:

Grigori A. Kukovenko — PhD Student, Sechenov First Moscow State Medical University; Orthopaedic Surgeon, Botkin Moscow City Hospital, Moscow, Russian Federation

Valery Yu. Murylev — Dr. Sci (Med.), Professor, Department of Traumatology, Orthopaedic and Disaster Surgery, Sechenov First Moscow State Medical University; Head of Moscow City Arthroplasty Centre, Botkin Moscow City Hospital, Moscow, Russian Federation

*Елизаров Павел Михайлович* — канд. мед. наук, доцент кафедры травматологии, ортопедии и хирургии катастроф, ФГАОУ ВО «Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова» (Сеченовский университет) Минздрава России; врач травматолог-ортопед, ГБУЗ «Городская клиническая больница им. С.П. Боткина» Департамента здравоохранения г. Москвы, Москва

*Алексеев Семен Сергеевич* — аспирант кафедры травматологии, ортопедии и хирургии катастроф, ФГАОУ ВО «Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова» (Сеченовский университет) Минздрава России; врач травматолог-ортопед, ГБУЗ «Городская клиническая больница им. С.П. Боткина» Департамента здравоохранения г. Москвы, Москва

*Леонид Родиславович Иваненко* — аспирант кафедры травматологии, ортопедии и хирургии катастроф, ФГАОУ ВО «Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова» Минздрава России, Москва

*Галина Леонидовна Сорокина* — врач травматолог-ортопед, ГБУЗ «Городская клиническая больница им. С.П. Боткина» Департамента здравоохранения г. Москвы, Москва

*Ерохин Николай Евгеньевич* — ординатор кафедры травматологии, ортопедии и хирургии катастроф, ФГАОУ ВО «Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова» Минздрава России, Москва

*Музыченков Алексей Владимирович* — канд. мед. наук, ассистент кафедры травматологии, ортопедии и хирургии катастроф, ФГАОУ ВО «Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова» (Сеченовский университет) Минздрава России; врач травматолог-ортопед, ГБУЗ «Городская клиническая больница им. С.П. Боткина» Департамента здравоохранения г. Москвы, Москва

*Pavel M. Elizarov* — Cand. Sci. (Med.), Assistant Professor, Department of Traumatology, Orthopaedics and Disaster Surgery, Sechenov First Moscow State Medical University; Orthopaedic Surgeon, Botkin Moscow City Hospital, Moscow, Russian Federation

*Semen S. Alekseev* — PhD Student, Sechenov First Moscow State Medical University; Orthopaedic Surgeon, Botkin Moscow City Hospital, Moscow, Russian Federation

*Leonid R. Ivanenko* — PhD Student, Sechenov First Moscow State Medical University, Moscow, Russian Federation

*Galina L. Sorokina* — Orthopaedic Surgeon, Botkin Moscow City Hospital, Moscow, Russian Federation

*Nikolay E. Erokhin* — Resident, Sechenov First Moscow State Medical University, Moscow, Russian Federation

*Aleksey V. Muzychenkov* — Cand. Sci. (Med.), Assistant Department of Traumatology, Orthopaedics and Disaster Surgery, Sechenov First Moscow State Medical University; Orthopaedic Surgeon, Botkin Moscow City Hospital, Moscow, Russian Federation