

Гений ортопедии. 2023;29(5):512-517.*Genij Ortopedii.* 2023;29(5):512-517.

Научная статья

УДК 616.15:616.728.2-089.227.843-77-089.168.1-002

<https://doi.org/10.18019/1028-4427-2023-29-5-512-517>**Гематологические маркеры перипротезной инфекции
при ревизионном эндопротезировании тазобедренного сустава****Е.Л. Матвеева, А.Г. Гасанова[✉], Е.С. Спиркина, С.Н. Лунева, А.М. Ермаков**

Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии имени академика Г.А. Илизарова, Курган, Россия

Автор, ответственный за переписку: Анна Георгиевна Гасанова, gasanova.08@mail.ru**Аннотация**

Анализ клинико-лабораторных тестов для контроля течения гнойно-воспалительных осложнений после эндопротезирования тазобедренного сустава остается актуальным вопросом травматологии и ортопедии. **Цель.** Дать оценку достоверности различных гематологических показателей у пациентов с перипротезной инфекцией тазобедренного сустава для мониторинга инфекционного процесса. **Материалы и методы** Пациентам с острым (продолжительность инфекции в среднем 21,8 дня) и хроническим (продолжительность инфекции в среднем 26,3 месяца) типом перипротезной инфекции проводили скрининг гематологических показателей при поступлении и в процессе лечения с целью контроля течения гнойно-воспалительного процесса. **Результаты.** В дооперационных значениях у пациентов с острой перипротезной инфекцией (ППИ) была обнаружена легкая анемия, у пациентов с хронической ППИ концентрация гемоглобина соответствовала норме. Общий уровень лейкоцитов у пациентов обеих групп соответствовал норме. Однако показатели СОЭ и С-реактивного белка кратно превышали пороговые значения. У пациентов в остром периоде гнойно-воспалительного процесса уровень С-реактивного белка более чем в 2 раза превышал таковой у пациентов с хроническим инфекционным процессом. Отношение СОЭ/С-реактивного белка в норме составляет более 5 единиц, при хронической ППИ от 3 до 4,5 единиц и при острой ППИ – от 1,5 до 2,3. **Обсуждение.** Исследование клинически значимых показателей в до- и послеоперационном периоде должно привести к решению проблемы выбора критериев оценки риска развития перипротезной инфекции в хронической форме. **Заключение.** Пациенты с острой ППИ не нуждаются в дополнительном клинико-лабораторном обследовании, необходимо применение интегральных лабораторных показателей, позволяющих более точно оценивать степень воспаления в гнойной ране. **Ключевые слова:** тазобедренный сустав, ревизионное эндопротезирование, кровь, перипротезная инфекция

Для цитирования: Матвеева Е.Л., Гасанова А.Г., Спиркина Е.С., Лунева С.Н., Ермаков А.М. Гематологические маркеры перипротезной инфекции при ревизионном эндопротезировании тазобедренного сустава. *Гений ортопедии.* 2023;29(5):512-517. doi: 10.18019/1028-4427-2023-29-5-512-517. EDN: CMPRPR.

Original article

Hematological markers of periprosthetic joint infection after revision total hip arthroplasty**E.L. Matveeva, A.G. Gasanova[✉], E.S. Spirkina, S.N. Luneva, A.M. Ermakov**

Ilizarov National Medical Research Centre for Traumatology and Orthopedics, Kurgan, Russian Federation

Corresponding author: Anna G. Gasanova, gasanova.08@mail.ru**Abstract**

Analysis of clinical and laboratory tests is essential for monitoring the course of infectious complications after total hip arthroplasty (THA). **The objective** was to assess the reliability of differences in hematological parameters in patients with periprosthetic joint infection (PJI) for monitoring the infectious process. **Material and methods** Patients with acute (lasting 21.8 days on average) and chronic (lasting for 26.3 months on average) PJI were screened for hematological parameters on admission and during treatment in order to control the course of the purulent-inflammatory process. **Results** Preoperative parameters demonstrated mild anemia in patients with acute PJI, and the hemoglobin concentration was normal in patients with chronic PJI. Patients of both groups showed normal total leukocyte count. ESR and C-reactive protein levels were many times higher than the threshold values. The C-reactive protein level was more than 2 times higher in patients with acute PJI than that in patients with a chronic infection. The ratio of ESR / C-reactive protein was normally greater than 5 units, from 3 to 4.5 in chronic PJI and from 1.5 to 2.3 in acute PJI. Discussion Examination of pre- and postoperative clinically significant parameters is practical for identification of the criteria to assess the risk of chronic PJI. **Conclusion** Patients with acute PJI need no additional clinical and laboratory examination, integral laboratory parameters can be employed for accurate assessment of the extent of inflammation in a purulent wound.

Keywords: hip joint, revision total hip arthroplasty, blood, periprosthetic joint infection

For citation: Matveeva E.L., Gasanova A.G., Spirkina E.S., Luneva S.N., Ermakov A.M. Hematological markers of periprosthetic joint infection after revision total hip arthroplasty. *Genij Ortopedii.* 2023;29(5):512-517. doi: 10.18019/1028-4427-2023-29-5-512-517

ВВЕДЕНИЕ

Эндопротезирование крупных суставов зачастую сопровождается развитием перипротезной инфекции (ППИ), что является серьезным осложнением для больного, а для системы здравоохранения ведет к значительным финансовым затратам. Это связано с высокими показателями рецидива гнойно-воспалительного процесса, а также значительным уровнем летальных исходов у пациентов преклонного возраста [1, 2]. Недостаточная эффективность проводимого лечения перипротезной инфекции обусловлена ограниченностью

данных о периоде формирования на поверхности эндопротеза необратимой формы микробиологической биопленки [3]. На низком уровне остается эффективность проводимого лечения при использовании различных методик, безуспешность которых составляет 24-75 % от числа пролеченных больных в отношении купирования инфекции [4-6].

В настоящее время предусмотрен целый комплекс диагностических мероприятий для лечения больных с ППИ суставов. Использование клинико-лабораторно-

го диагностического алгоритма позволяет выбрать оптимальный вариант лечения пациента и снизить риск рецидива [7-10].

На II Международной согласительной конференции по скелетно-мышечной инфекции (Филадельфия, 2018) обсуждался вопрос о разработке новых клинико-лабораторных критериев диагностики ППИ [11-15]. Клинические рекомендации МЗ РФ «Профилактика инфекций в области оперативного вмешательства» указывают на необходимость проведения клинических (жалобы, анамнез, физикальный осмотр), гематологических (уровень лейкоцитов, СОЭ, СРБ), цитологических (уровень лейкоцитов, нейтрофилов), микробиологических и рентгенологических (рентгенография, фистулография и КТ – при необходимости) диагностических мероприятий [16].

Для определения степени тяжести гнойного процесса проводят клинические и биохимические исследования крови. Анемия, гипопротейнемия, тромбоцитоз и гиперфибриногенемия являются наиболее характерными признаками ППИ [17]. Кроме класси-

ческого изменения острофазовых белков (интерлейкина-1, интерлейкина-6) отмечена альтерация Д-димера, липополисахарид-связывающего белка и пресепсина (sCD14-ST) [18-23].

Наиболее чувствительным диагностическим критерием является комбинация показателей СОЭ (> 30 мм/ч) и СРБ (> 10 мг/л), что в 90-100 % подтверждает наличие инфекции, что было отмечено нами ранее [24-26]. Однако в условиях вялотекущей инфекции (low grade infection) диагностическая ценность этих показателей не так высока [27, 28].

Сопоставляя большое количество литературных данных, посвященных диагностике ППИ, и, в частности, острофазовым гематологическим показателям, мы посчитали необходимым оценить эти данные при разных типах ППИ (острой и хронической).

Цель – дать оценку достоверности различий гематологических показателей у пациентов с перипротезной инфекцией тазобедренного сустава для мониторинга инфекционного процесса.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Проанализированы результаты гематологических исследований у больных с ППИ тазобедренного сустава, пролеченных одной хирургической бригадой в ФГБУ «НМИЦ ТО» им. академика Г.А. Илизарова Минздрава РФ за период с 2005 по 2020 год. Критериями исключения были несоответствие возрастной группе и неполные данные в медицинской карте, а также наличие злокачественных и сопутствующих хронических заболеваний в стадии декомпенсации. Критериями включения являлись такие характеристики как возраст, диагноз, длительность и тяжесть заболевания. Диагностику заболевания проводили на основании данных клинического осмотра и лабораторного исследования. Всеми обследованными лицами было подписано информированное согласие на публикацию данных, полученных в результате исследований. На проведение клинического исследования получено разрешение комитета по этике ФГБУ «НМИЦ ТО» имени академика Г.А. Илизарова» Минздрава России.

Средний возраст обследованных пациентов составил $54,7 \pm 12,7$ года (Ме – 56; 95 % ДИ от 52,7 до 56,8; МКИ 46–65), при этом 36 % ($n = 53$) пациентов были старше 60 лет, преобладали мужчины – 56 % ($n = 82$). На момент госпитализации у большинства пациентов – 71 % ($n = 105$) – была диагностирована свищевая форма ППИ, однако в 9 % ($n = 13$) случаев были отмечены открытые раны и у 20 % ($n = 29$) – отек и гиперемия области послеоперационного шва. Операцией, после которой развилось гнойно-воспалительное осложнение, в 78 % ($n = 114$) случаев было первичное эндопротезирование и только в 22 % ($n = 33$) – ревизионное вмешательство.

Абсолютные признаки ППИ диагностированы у 114 (77,5 %) больных с наличием свищевого хода, сообщающегося с полостью сустава, и/или с выделением из двух биологических образцов штаммом возбудителя с одинаковым фенотипом. **Относительные** признаки выявлены у 33 (22,5 %) пациентов со средним баллом по ИМС $5,96 \pm 2,70$ (от 2 до 14); Ме – 6,0;

95 % ДИ от 5,0 до 6,9; МКИ 2,1-3,5, согласно материалам II Международной согласительной конференции по скелетно-мышечной инфекции.

По характеру инфекционного процесса пациенты были разделены на две группы. В **1 группу** ($n = 28$ или 19 % от общего числа) вошли пациенты с острым типом ППИ (продолжительность инфекции в среднем 21,8 дня, Ме – 22; 95 % ДИ от 19,7 до 24,0; МКИ 17-27,5). Во **2 группе** ($n = 119$ или 81 % соответственно) был отмечен хронический тип ППИ (продолжительность инфекции в среднем 26,3 месяца, Ме – 13; 95 % ДИ от 20,5 до 32,3; МКИ 8-35).

Для оценки сопоставимости микрофлоры в обеих группах приводим данные изолированной грамположительной (44 и 55 %) и грамотрицательной (7 и 10 %) микрофлоры (табл. 1). Отметим, что практический каждый третий (29 %) случай острой ППИ был вызван резистентными к метициллину штаммами эпидермального стафилококка, а у пациентов с острым характером воспаления чаще, чем при хроническом течении ППИ, в этиологии инфекционного процесса принимали участие микробные ассоциации ($p = 0,04$) и штаммы метициллин-резистентных стафилококков MRSE ($p = 0,03$).

Соматическое состояние больных оценивали по шкале American Society of Anesthesiology. У 56 % ($n = 82$) выявлено тяжелое коморбидное состояние, и только у 7 % пациентов не было задокументировано сопутствующей патологии. Всем пациентам проводили скрининг гематологических показателей при поступлении и в процессе лечения с целью контроля динамики заболевания. В ходе исследования использовалось следующее оборудование: биохимический анализатор Hitachi/ВМ 902 (Япония, регистрационный № 2000/564 МЗ РФ); анализатор белковых фракций Paragon (Beckman, США, регистрационный № 2005/282); спектрофотометр StatFax (регистрационный № 2004/1258). В качестве нормы были взяты референсные интервалы, полученные в лаборатории исследования.

Таблица 1

Микробиологическая характеристика больных с острой и хронической формами ППИ тазобедренного сустава

Критерии оценки	Характеристика больных с ППИ (n = 147)		Статистическая значимость (p)
	Острая ППИ (n = 28)	Хроническая ППИ (n = 119)	
Тип ППИ			
Манифестация инфекции в среднем	21,8 (13-28) дня	26,3 (1-204) месяца	–
Грамположительная микрофлора	43 % (n = 12)	55 % (n = 66)	p = 0,23
Грамотрицательная микрофлора	7 % (n = 2)	10 % (n = 12)	p = 0,64
Микробные ассоциации	46 % (n = 13)	27 % (n = 32)	p = 0,04*
Роста не обнаружено	4 % (n = 1)	8 % (n = 9)	p = 0,46
MRSA	7 % (n = 2)	12 % (n = 14)	p = 0,48
MRSE	29 % (n = 8)	13 % (n = 15)	p = 0,03*
BLPC	7 % (n = 2)	3 % (n = 4)	p = 0,36
<i>P. aeruginosa</i>	11 % (n = 3)	10 % (n = 12)	p = 0,92

Примечание: статистически значимые различия в исследуемых группах обнаружены по уровню полимикробной инфекции (p = 0,04) и присутствию штаммов MRSE (p = 0,03).

Для обработки полученных данных использовали методы непараметрической статистики, достоверность различий в группах сравнения оценивали с помощью критерия Вилкоксона. Выборки были проверены на нормальность распределения, различия считались

статистически значимыми при $p < 0,05$. Статистическая обработка проводилась на основе сформированной электронной базы данных с использованием интеграторного модуля AtteStat 1.0 для программы Microsoft Excel.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Наиболее информативными лабораторными тестами являлись клинически значимые показатели воспаления и послеоперационной кровопотери. В таблице 2 представлены показатели гемоглобина и общего количества лейкоцитов, СОЭ и С-реактивного белка, остальные гематологические показатели были в пределах референсных значений и мы их в данной работе не приводим.

В дооперационных значениях у пациентов с острой ППИ была обнаружена легкая анемия (Ме гемоглобина 118 г/л, МКИ 105-121), у пациентов с хронической

ППИ концентрация гемоглобина соответствовала норме (Ме гемоглобина 136,5 г/л, МКИ 101-156). Общий уровень лейкоцитов у пациентов обеих групп соответствовал норме. Однако показатели СОЭ (в среднем $61,5 \pm 29,7$ мм/ч по Вестергрену) и СРБ (в среднем $24,3 \pm 23,5$ мг/л) кратно превышали пороговые значения. У пациентов с коротким периодом течения инфекции уровень С-реактивного белка более чем в 2 раза превышал таковой у пациентов с хроническим инфекционным процессом (рис. 1).

Таблица 2

Лабораторные показатели крови у больных с ППИ тазобедренного сустава в дооперационном периоде

Показатели	С острой ППИ (n = 28)	С хронической ППИ (n = 119)
Hb (Гемоглобин), г/л	Ме 118 МКИ (105-121)	Ме 136,5 МКИ (101-156)
WBC (Лейкоциты), 10^9 /л	Ме 6,3 МКИ (6,2-7,2)	Ме 7,7 МКИ (6,2-8,8)
ESR (Скорость оседания эритроцитов), мм/час	Ме 52*# МКИ (48-61)	Ме 40,5* МКИ (19,5-79,5)
CRP (С-реактивный белок), мг/л	Ме 26*# МКИ (10-64)	Ме 11,5* МКИ (6-18)
ESR/CRP , ед.	Ме 2,03*# МКИ (1,5-2,3)	Ме 3,6* МКИ (3,0-4,5)

Примечание: * – показатели, имеющие статистически значимые различия с референсными значениями при уровне значимости $p < 0,05$; # – показатели, имеющие статистически значимые различия между группами при уровне значимости $p < 0,05$.

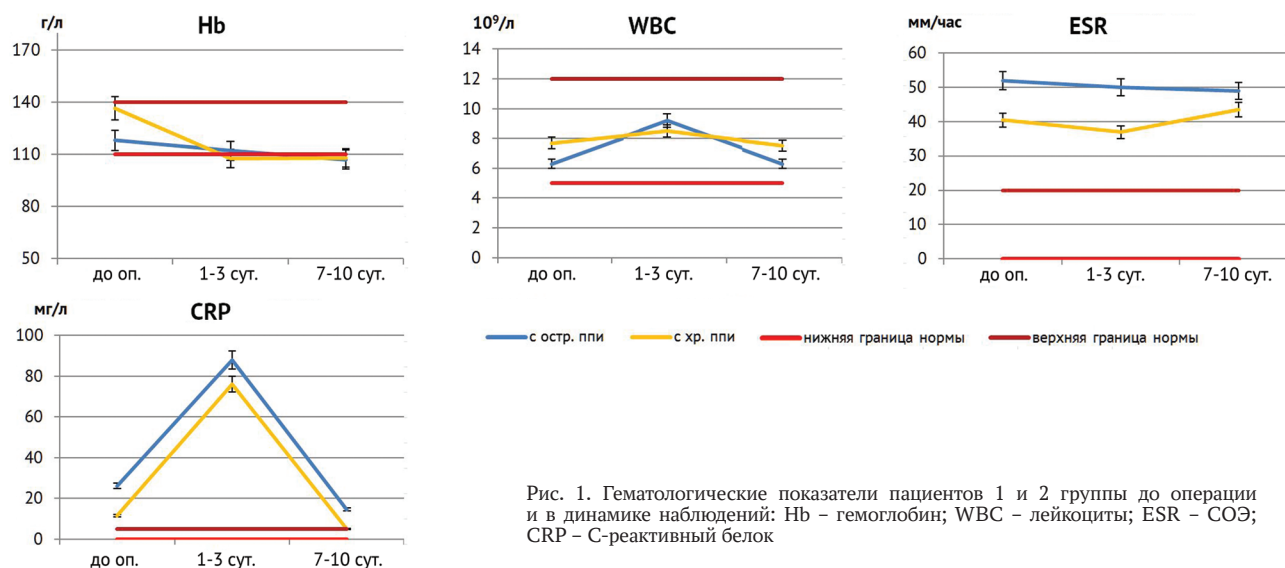


Рис. 1. Гематологические показатели пациентов 1 и 2 группы до операции и в динамике наблюдений: Hb – гемоглобин; WBC – лейкоциты; ESR – СОЭ; CRP – С-реактивный белок

Значения гемоглобина в обеих группах были сопоставимы и ожидаемо ниже дооперационного уровня, к 7-10 суткам после операции оставались на нижних границах значений нормы. Кроме того, у пациентов обеих групп оставались в границах референсных значений показатели лейкоцитов, несущественно повы-

шаясь на 1-3 сутки после оперативного вмешательства. Значительно выше нормы в течение всего периода наблюдений были показатели СОЭ и С-реактивного белка. В группе с хроническим течением воспалительного процесса они статистически значимо превышали показатели пациентов с острой инфекцией.

ОБСУЖДЕНИЕ

Завершение острого воспалительного процесса выздоровлением – оптимальный путь решения проблемы осложнений в виде присоединения ППИ после эндопротезирования тазобедренного сустава. Однако лечение хронической формы ППИ не утрачивает своей актуальности. Исследование клинически значимых показателей в до- и послеоперационном периоде должно привести к решению проблемы выбора критериев оценки риска развития перипротезной инфекции в хронической форме. Дооперационные и динамические наблюдения основных клинически значимых гематологических тестов в группе пациентов с острым (продолжительность инфекции в среднем 21,8 дня) и хроническим (продолжительность в среднем 26,3 месяца) типом перипротезной инфекции показали, что у всех обследованных пациентов уже при поступлении был зарегистрирован высокий уровень СОЭ – одного из неспецифических маркеров воспаления. Его значения в несколько раз превышали референсные и составляли 520 % в первой группе и 405 % во второй группе. Аналогичная закономерность была обнаружена для показателя С-реактивного белка – еще одного хорошо известного неспецифического маркера воспалительной реакции. У пациентов обеих групп он был выше референсных значений. Однако различия между группами были более существенными. Средние значения у пациентов с острым воспалением в 2,3 раза превышали средние значения у пациентов с хроническим воспалительным процессом. Согласно литературным данным, существует тесная взаимосвязь между уровнем гемоглобина и активностью воспалительного процесса [29, 30]. И, хотя наиболее частой причиной снижения уровня гемоглобина является хроническое воспаление, некоторые признаки анемии были обна-

ружены у пациентов уже в остром периоде. Известно также, что местные клинические проявления гнойного хирургического заболевания не всегда соответствуют количеству лейкоцитов в общем анализе крови [31]. Количество лейкоцитов у пациентов в обеих группах в дооперационном периоде от нормальных величин не отличалось. В раннем послеоперационном периоде и на 7-10-е сутки было выявлено увеличение данного показателя в обеих обследованных группах. Известно, что лейкоциты являются основной линией защиты против бактериальных агентов и одним из основных критериев оценки степени гнойно-воспалительного процесса, а изученные гематологические показатели не позволяют провести дифференциальную оценку между острым и хроническим воспалительным процессом при ревизионном эндопротезировании тазобедренного сустава. Такую возможность зачастую дает применение интегральных лабораторных показателей, и некоторые исследователи предлагают интересные математические модели, позволяющие более точно оценивать степень воспаления в гнойной ране [32, 33, 34]. В нашей работе мы использовали расчет отношения СОЭ/С-реактивного белка. Было выявлено, что в норме этот расчетный показатель составляет более 5 единиц, при хронической ППИ от 3 до 4,5 единиц и при острой ППИ – от 1,5 до 2,3. Применение, расчета отношения СОЭ/С-реактивного белка, а также лейкоцитарных индексов, таких как индекс резистентности организма, индекс соотношения лейкоцитов и СОЭ, индекс сдвига лейкоцитов крови [5-7] не требует дополнительных экономических затрат, давая ощутимые преимущества в прогнозировании рисков и потенциальную косвенную экономическую эффективность.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Сочетание клинических и лабораторных признаков ППИ после первичного эндопротезирования имеет высокую диагностическую ценность. Однако при наличии низковирулентных возбудителей значимость клинико-лабораторных методов существенно снижается. Оценка эффективности санации перед ревизионным эндопротезированием крупных суставов или своевременное выявление латентной фазы ППИ остается актуальной задачей.

Нами показано, что изменение гематологических показателей пациентов с острой и хронической формой ППИ в течение первых 10 суток после ревизионного эндопротезирования было однонаправленным. Динамика показателей в обеих группах соответствует

стереотипной реакции организма на оперативное вмешательство.

Таким образом, лабораторные методы диагностики в рамках стандартных предоперационных процедур не позволяют сделать прогноз о переходе клинической формы острой перипротезной инфекции в хроническую стадию. Стратегия дальнейшего улучшения результатов ревизионного эндопротезирования, по всей видимости, должна базироваться на совершенствовании диагностических алгоритмов комплексного обследования пациентов, нуждающихся в ревизионной операции, что позволит своевременно выявить или исключить латентную ППИ и скорректировать при необходимости тактику лечения.

Конфликт интересов отсутствует.

Финансирование исследования. Работа проведена на базе и при поддержке ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии имени академика Г.А. Илизарова» Минздрава России».

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Рожков Н.И., Ермаков А.М., Бурцев А.В. и др. Анализ экономической и клинической эффективности одно- и двухэтапных ревизий при лечении перипротезной инфекции тазобедренного сустава (обзор литературы). *Гений ортопедии*. 2022;28(6):842-851. doi: 10.18019/1028-4427-2022-28-6-842-851. EDN: АУСНУК.
2. Тряпичников А.С., Камшилов Б.В., Колотыгин Д.А., Белокрылов Н.М. Результаты двухэтапного эндопротезирования у пациентов с перипротезной инфекцией тазобедренного сустава (ретроспективное когортное исследование). *Гений ортопедии*. 2022;28(2):173-178. doi: 10.18019/1028-4427-2022-28-2-173-178
3. Зубавленко Р.А., Бабушкина И.В., Ульянов В.Ю., Норкин И.А., Бондаренко А.С. Особенности диагностики биопленочных (сессиальных) имплантат-ассоциированных инфекционных осложнений эндопротезирования коленных суставов. *Quantum Satis*. 2022;5(1-2):56-59.
4. Куковенко Г.А., Елизаров П.М., Алексеев С.С. и др. 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
5. Gallo J, Kamínek M. Předoperační diagnostika infekcí kloubních náhrad [Preoperative diagnosis of prosthetic joint infection]. *Acta Chir Orthop Traumatol Cech*. 2011;78(6):510-8.
6. Стогов М.В., Судницын А.С., Киреева Е.А., Ключин Н.М. Новые лабораторные тесты для оценки эффективности лечения больных с хроническим остеомиелитом костей стопы в условиях использования метода чрескостного остеосинтеза. *Гений ортопедии*. 2022;28(2):194-199. doi: 10.18019/1028-4427-2022-28-2-194-199.
7. Винклер Т., Трампш А., Ренц Н. и др. Классификация и алгоритм диагностики и лечения перипротезной инфекции тазобедренного сустава. *Травматология и ортопедия России*. 2016;22(1):33-45. doi: 10.21823/2311-2905-2016-0-1-33-45
8. Пантелеев А.Н., Божкова С.А., Преображенский П.М. Диагностика перипротезной инфекции при ревизионном эндопротезировании коленного сустава: обзор литературы. *Кафедра травматологии и ортопедии*. 2022;(2):106-120. doi: 10.17238/2226-2016-2022-2-106-120
9. Матвеева Е.Л., Гасанова А.Г., Ермаков А.М. Биохимические показатели сыворотки крови больных с перипротезной инфекцией тазобедренного сустава при нарушениях углеводного обмена. *Гений ортопедии*. 2022;28(2):200-203. doi: 10.18019/1028-4427-2022-28-2-200-203
10. Каминский А.В., Матвеева Е.Л., Гасанова А.Г. и др. Анализ биохимических показателей сыворотки крови у больных с ревизионным эндопротезированием тазобедренного сустава и нарушением углеводного обмена. *Наука молодых*. 2023;11(1):5-14. doi: 10.23888/HMJ20231115-14
11. Frank RM, Cross MB, Della Valle CJ. Periprosthetic joint infection: modern aspects of prevention, diagnosis, and treatment. *J Knee Surg*. 2015;28(2):105-12. doi: 10.1055/s-0034-1396015
12. Koh IJ, Cho WS, Choi NY, et al. How accurate are orthopedic surgeons in diagnosing periprosthetic joint infection after total knee arthroplasty?: A multicenter study. *Knee*. 2015;22(3):180-5. doi: 10.1016/j.knee.2015.02.004
13. Parvizi J, Tan TL, Goswami K, et al. The 2018 Definition of Periprosthetic Hip and Knee Infection: An Evidence-Based and Validated Criteria. *J Arthroplasty*. 2018;33(5):1309-1314.e2. doi: 10.1016/j.arth.2018.02.078
14. Schwarz EM, Parvizi J, Gehrke T, et al. 2018 International Consensus Meeting on Musculoskeletal Infection: Research Priorities from the General Assembly Questions. *J Orthop Res*. 2019;37(5):997-1006. doi: 10.1002/jor.24293
15. Ji B, Xu E, Cao L, et al. The method and result analyses of pathogenic bacteria culture on chronic periprosthetic joint infection after total knee arthroplasty and total hip arthroplasty. *Zhonghua Wai Ke Za Zhi*. 2015 Feb;53(2):130-134. (In Chinese)
16. Шералиев Т.У., Федоров Е.А., Гольник В.Н., Павлов В.В. *Перипротезная инфекция при эндопротезировании тазобедренного сустава: особенности современной этиологии, проблемы и перспективы диагностики: монография*. Красноярск: Научно-инновационный центр; 2021;229. doi: 10.12731/978-5-907208-50-6.
17. Петрова Н.В. Диагностика имплант-ассоциированных инфекций в ортопедии с позиции доказательной медицины. *Хирургия позвоночника*. 2012;(1):74-83. doi: 10.14531/ss2012.1.74-83
18. Климовицкий В.Г., Вакуленко А.В. Основные показатели крови в диагностике инфекционных осложнений эндопротезирования тазобедренного сустава. *Травма*. 2008;9(2):123-126.
19. Ghanem E, Parvizi J, Burnett RS, et al. Cell count and differential of aspirated fluid in the diagnosis of infection at the site of total knee arthroplasty. *J Bone Joint Surg Am*. 2008;90(8):1637-43. doi: 10.2106/JBJS.G.00470
20. Pfitzner T, Krockner D, Perka C, Matziolis G. C-reactive protein. An independent risk factor for the development of infection after primary arthroplasty. *Orthopade*. 2008;37(11):1116-20. (in German) doi: 10.1007/s00132-008-1342-1
21. Husain TM, Kim DH. C-reactive protein and erythrocyte sedimentation rate in orthopaedics. *U. Penn. Orthop J*. 2002;15:13-16.
22. Berbari E, Mabry T, Saras G, et al. Inflammatory blood laboratory levels as markers of prosthetic joint infection: a systematic review and meta-analysis. *J Bone Joint Surg Am*. 2010;92(11):2102-2109. doi: 10.2106/JBJS.I.01199
23. Friedrich MJ, Randau TM, Wimmer MD, et al. Lipopolysaccharide-binding protein: a valuable biomarker in the differentiation between periprosthetic joint infection and aseptic loosening? *Int Orthop*. 2014;38(10):2201-2207. doi: 10.1007/s00264-014-2351-9
24. Koudela K Jr, Geigerová L, Hes O, Koudela K Sr. Comprehensive diagnosis of infection in revision total replacements of large joints. *Acta Chir Orthop Traumatol Cech*. 2010;77(5):425-431. (In Czech)
25. Costa CR, Johnson AJ, Naziri Q, et al. Efficacy of erythrocyte sedimentation rate and C-reactive protein level in determining periprosthetic hip infections. *Am J Orthop (Belle Mead NJ)*. 2012;41(4):160-5.
26. Schinsky MF, Della Valle CJ, et al. Perioperative testing for joint infection in patients undergoing revision total hip arthroplasty. *J Bone Joint Surg Am*. 2008;90(9):1869-1875. doi: 10.2106/JBJS.G.01255
27. Xu HY, Zha JN, Bao NR. Clinical value of the ECT bone scan in diagnosis of prosthesis infection for revision. *Zhongguo Gu Shang*. 2015;28(3):219-221. (in Chinese)
28. McArthur BA, Abdel MP, Taunton MJ, et al. Seronegative infections in hip and knee arthroplasty: periprosthetic infections with normal erythrocyte sedimentation rate and C-reactive protein level. *Bone Joint J*. 2015;97-B(7):939-944. doi: 10.1302/0301-620X.97B7.35500
29. Касатов А.В., Трефилова Ю.В., Горовиц Э.С. и др. Динамика показателей клинических лабораторных тестов у больных с послеоперационным остеомиелитом грудины и ребер. *Пермский медицинский журнал*. 2015;32(1):18-23. doi: 10.17816/pmj32118-23.
30. Мирзоев С.З., Холмуродова З.А., Тулаганова С.М., Алимова Н.А. Особенности течения ревматоидного артрита у пациентов со сниженным уровнем гемоглобина. *Вестник Авиценны*. 2013;15(4):68-71. doi: 10.25005/2074-0581-2013-15-4-68-71
31. Рыбдылов Д.Д., Хитрихеев В.Е. Применение лейкоцитарного индекса воспаления в гнойной хирургии. *Вестник Бурятского государственного университета*. 2011;12:62-64.
32. Рыбдылов Д.Д. Лейкоцитарный индекс воспаления. *Бюллетень Восточно-Сибирского научного центра Сибирского отделения Российской академии медицинских наук*. 2010;(2):84-85.
33. Чепелева М.В., Ключин Н.М., Ермаков А.М., Абабков Ю.В. Интерлейкин-6 в прогнозировании течения послеоперационного периода у пациентов с перипротезной инфекцией тазобедренного сустава. *Сибирский научный медицинский журнал*. 2015;35(4):45-48.
34. Чепелева М.В., Волокитина Е.А., Кармацких О.Л. Информативность иммунологических показателей в раннем послеоперационном периоде при эндопротезировании тазобедренного сустава. *Гений ортопедии*. 2004;(4):58-62.

Статья поступила в редакцию 12.05.2023; одобрена после рецензирования 06.06.2023; принята к публикации 25.08.2023.

The article was submitted 12.05.2023; approved after reviewing 06.06.2023; accepted for publication 25.08.2023.

Информация об авторах:

1. Елена Леонидовна Матвеева – доктор биологических наук, ведущий научный сотрудник, matveevan@mail.ru, SPIN: 8195-5618, <https://orcid.org/0000-0002-7444-2077>;
2. Анна Георгиевна Гасанова – младший научный сотрудник, gasanova.08@mail.ru, SPIN: 4629-2875, <https://orcid.org/0000-0001-7734-2808>;
3. Елена Сергеевна Спиркина – младший научный сотрудник, spirkina.82@mail.ru, SPIN: 4971-4902, <https://orcid.org/0000-0003-2506-2657>;
4. Светлана Николаевна Лунева – доктор биологических наук, профессор, ведущий научный сотрудник, luneva_s@mail.ru, SPIN: 9572-2655, <https://orcid.org/0000-0002-0578-1964>;
5. Артем Михайлович Ермаков – кандидат медицинских наук, руководитель Клиники, научный сотрудник, ema_cab@mail.ru, SPIN: 9292-8469, <https://orcid.org/0000-0002-5420-4637>.

Information about the authors:

1. Elena L. Matveeva – Doctor of Biological Sciences, Leading Researcher, matveevan@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-7444-2077>;
2. Anna G. Gasanova – Junior Researcher, gasanova.08@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-7734-2808>;
3. Elena S. Spirkina – Junior Researcher, spirkina.82@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-2506-2657>;
4. Svetlana N. Luneva – Doctor of Biological Sciences, Professor, Leading Researcher, luneva_s@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-0578-1964>;
5. Artem M. Ermakov – Candidate of Medical Sciences, Head of the Clinic, Researcher, ema_cab@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-5420-4637>.

Вклад авторов:

Матвеева Е.Л., Ермаков А.М., Лунева С.Н. – концепция и дизайн исследования.

Матвеева Е.Л., Гасанова А.Г., Спиркина Е.С. – сбор и обработка материала.

Гасанова А.Г., Спиркина Е.С. – статистическая обработка.

Матвеева Е.Л., Лунева С.Н. – написание текста.

Ермаков А.М., Матвеева Е.Л., Лунева С.Н., Гасанова А.Г., Спиркина Е.С. – редактирование.