

ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ
ORIGINAL ARTICLE

<https://doi.org/10.20340/vmi-rvz.2025.5.ITM.1>
УДК 616.728.2-089.844-06-022.7-037



ВОЗМОЖНОСТЬ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ РЕЦИДИВА ПРИ АНАЛИЗЕ БАНКА ДАННЫХ ПАЦИЕНТОВ С ПЕРИПРОТЕЗНОЙ ИНФЕКЦИЕЙ ТАЗОБЕДРЕННОГО СУСТАВА

М.С. Божокин^{1, 2}, С.А. Божкова¹, А.А. Кочиш¹, Ю.С. Корнева^{1, 3, 4}, М.Л. Никонорова⁵, Ф. Далул⁶, В.А. Артюх¹

¹Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии имени Р.Р. Вредена, Рахмановский пер., д. 3, г. Москва, 127994, Россия

²Институт цитологии Российской Академии наук, Тихорецкий пр., д. 4, г. Санкт-Петербург, 194064, Россия

³Северо-Западный медицинский университет им. И.И. Мечникова, ул. Кирочная, д. 41, г. Санкт-Петербург, 191015, Россия

⁴Смоленский государственный медицинский университет, ул. Крупской, д. 28, г. Смоленск, 214019, Россия

⁵Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет имени академика И.П. Павлова, ул. Льва Толстого, д. 6-8, г. Санкт-Петербург, 197022, Россия

⁶Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), пр. Московский, д. 24-26/49, литер А, г. Санкт-Петербург, 190013, Россия

Резюме. Введение. Заболевания и травмы опорно-двигательного аппарата являются актуальной проблемой для миллионов людей. Заболевания и повреждения гиалинового хряща приводят к дальнейшей деградации крупных суставов, которая не поддаётся консервативным методам лечения и на поздних стадиях требует выполнения эндопротезирования сустава, что в 3% случаев приводит к развитию инфекционных осложнений, принятое называть перипротезной инфекцией. Цель: оценка возможности предсказания рецидива перипротезной инфекции тазобедренного сустава с применением языка программирования Python на основе структурированного банка данных с последующим анализом факторов, влияющих на исход лечения профильных пациентов. Материал и методы. В качестве исходных данных для выполнения работы была использована информация о пациентах, прошедших лечение с 2010 по 2022 год в Центре Р.Р. Вредена по поводу перипротезной инфекции тазобедренного сустава. Результаты. Итоговый банк данных включает 1611 пациентов, описание каждого пациента включает 101 атрибут. Создан авторский алгоритм прогнозирования риска развития перипротезной инфекции на основе созданного банка данных. Обсуждение. Банк данных даёт возможность прогнозировать риск развития рецидива перипротезной инфекции и проанализировать причины, которые к этому приводят. После коррекции схемы лечения пациентов можно избежать или минимизировать его дальнейшее развитие. Заключение. Анализ архивных данных уточняет понимание причин рецидива перипротезной инфекции и позволяет консолидировать опыт травматологов-ортопедов относительно ведения данной группы пациентов. Подтверждается гипотеза о том, что прогнозирование риска рецидива перипротезной инфекции возможно осуществить сразу после санирующей операции.

Ключевые слова: перипротезная инфекция [D016459]; эндопротезирование тазобедренного сустава [D019644]; рецидив [D012008]; прогнозирование [D011379]; базы данных [D030541]; машинное обучение [D000069550]; факторы риска [D012307]; Python [D012984]; реэндопротезирование [D012086]; анализ больших данных [D057225].

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Финансирование. Исследование проводилось без спонсорской поддержки.

Соответствие нормам этики. Авторы подтверждают, что соблюдены права людей, принимавших участие в исследовании, включая обязательное получение информированного согласия.

Для цитирования: Божокин М.С., Божкова С.А., Кочиш А.А., Корнева Ю.С., Никонорова М.Л., Далул Ф., Артюх В.А. Возможность прогнозирования рецидива при анализе банка данных пациентов с перипротезной инфекцией тазобедренного сустава. Вестник медицинского института «РЕАВИЗ»: Реабилитация, Врач и Здоровье. 2025;15(5):289-296. <https://doi.org/10.20340/vmi-rvz.2025.5.ITM.1>

POSSIBILITY OF PREDICTING RECURRENCE IN THE ANALYSIS OF A DATABASE OF PATIENTS WITH PERIPROSTHETIC HIP JOINT INFECTION

Mikhail S. Bozhokin^{1, 2}, Svetlana A. Bozhkova¹, Andrey A. Kochish¹, Yuliya S. Korneva^{1, 3, 4},
Margarita L. Nikonorova⁵, Fakhed Daloul⁶, Vasiliy A. Artyukh¹

¹R.R. Vreden National Medical Research Center of Traumatology and Orthopedics, Rakhmanovsky Lane, Bldg. 3, Moscow, 127994, Russia

²Institute of Cytology of the Russian Academy of Sciences, Tikhoretsky Ave., Bldg. 4, St. Petersburg, 194064, Russia

³North-Western Medical University named after I.I. Mechnikov, Kirochnaya St., Bldg. 41, St. Petersburg, 191015, Russia

⁴Smolensk State Medical University, Krupskoy St., Bldg. 28, Smolensk, 214019, Russia

⁵I.P. Pavlov First St. Petersburg State Medical University, ul. Lev Tolstoy St., 6-8, St. Petersburg, 197022, Russia

⁶St. Petersburg State Technological Institute (Technical University), Moskovsky Ave., 24-26/49, Building A, St. Petersburg, 190013, Russia

Abstract. *Introduction.* Musculoskeletal diseases and injuries are a pressing problem for millions of people. Damage to the hyaline cartilage leads to further degradation of the articular surface. Conservative treatment methods are ineffective, and at the final stage, a highly traumatic, costly procedure of joint arthroplasty is required. After it, in 3% of cases, complications occur in the form of periprosthetic infection, the treatment of which requires significant additional economic costs, reducing the quality of life and increasing the risk of disability of patients. Of particular interest is the prediction of recurrence of periprosthetic infection associated with the chronicity of the process and a significant increase in the duration of treatment and its costs. *The aim of the study.* Creation of a structured database for subsequent analysis of factors influencing the risk of recurrence of periprosthetic infection of the hip joint using the Python programming language based on archival data of patients with hip joint arthroplasty. *Materials and methods.* The work was carried out using information about patients with periprosthetic infection of the hip joint, who were treated at the Center in the period from 2010 to 2022. *Discussion.* The obtained data allow predicting the risk of recurrent PJI, as well as analyzing the causes leading to it, which will allow adjusting the further treatment regimen for such patients in order to avoid or minimize the development of recurrent periprosthetic infection. *Results.* A structured database of cleaned and prepared data for further analysis was obtained with 1611 unique patients, each of whom was described by 101 unique attributes. The possibility of predicting the risk of developing periprosthetic infection based on the information obtained using an automatic algorithm was shown. *Conclusion:* further analysis of the data bank will allow us to deepen our understanding of the causes of recurrent periprosthetic infection and consolidate the experience of traumatologists and orthopedists regarding the management of this cohort of patients.

Keywords: prosthesis-related infections [D016459]; arthroplasty, replacement, hip [D019644]; recurrence [D012008]; forecasting [D011379]; databases [D030541]; machine learning [D000069550]; risk factors [D012307]; Python/software [D012984]; reoperation [D012086]; data mining [D057225].

Competing interests. The authors declare no competing interests.

Funding. This research received no external funding.

Compliance with ethical principles. The authors confirm that they respect the rights of the people participated in the study, including obtaining informed consent when it is necessary.

Cite as: Bozhokin M.S., Bozhkova S.A., Kochish A.A., Korneva Yu.S., Nikonorova M.L., Dalul F., Artyukh V.A. Possibility of predicting recurrence in the analysis of a database of patients with periprosthetic hip joint infection. *Bulletin of the Medical Institute "REAVIZ": Rehabilitation, Doctor and Health.* 2025;15(5):289-296. <https://doi.org/10.20340/vmi-rvz.2025.5.ITM.1>

Введение

Заболевания и травмы опорно-двигательного аппарата являются актуальной проблемой для миллионов людей. Среди них остеоартрит крупных суставов занимает особое место, поражая каждый год около 500 миллионов человек по всему миру [1]. При терминальной стадии остеоартрита выполняется эндопротезирование поражённого сустава. Тотальное эндопротезирование тазобедренного сустава (ЭП ТБС) является высокоэффективным вмешательством, которое позволяет повысить качество жизни и восстановить прежнюю двигательную активность пациента [2]. Однако в 1-3% случаев развиваются инфекционные осложнения в виде перипротезной инфекции (ППИ), лечение которой требует значительных дополнительных экономических затрат. При этом хронизация инфекционного процесса существенно снижает качество жизни и повышает риск инвалидизации пациентов [3-5]. Таким образом, лечение и профилактика ППИ являются актуальной задачей современной ортопедии.

Особый интерес вызывает прогнозирование риска рецидива ППИ, что также значительно увеличивает продолжительность лечения и затраты на него системы здравоохранения [6]. Определение факторов, повышающих риск рецидива, является важной задачей, решение которой может позволить своевременно скорректировать схему лечения ППИ и предупредить развитие неблагоприятного исхода лечения [7]. В НМИЦ ТО имени Р.Р. Вредена (Центр) накоплен большой опыт лечения пациентов с ППИ, разработаны алгоритмы определения рисков развития рецидива, но данные алгоритмы не автоматизированы и определены на небольших группах пациентов [8, 9].

Целью статьи является анализ возможности прогнозирования рецидива ППИ тазобедренного сустава с помощью Python на основе создания структурированной базы данных и последующего анализа факторов, влияющих на исход лечения профильных пациентов.

Материалы и методы

Работа была проведена с использованием информации о пациентах с ППИ ТБС, пролеченных в Центре в период с 2010 до 2022 гг. В 2010 году в Центре был создан локальный регистр пациентов ППИ ТБС на основе прикладной программы Access (2007 г.) фирмы Microsoft Office. За прошедшие годы в регистр внесены данные более 1892 пациентов с ППИ ТБС. Кроме того, в базу данных добавлены данные о рецидиве хронического инфекционного процесса у пациентов. В 2022 г. весь накопленный материал был перенесён в прикладную программу Microsoft Excel (2016 г.).

Выделим следующие блоки в исходных данных:

Информационный блок

1. *Пациенты*: информационная карта пациентов с диагнозом ППИ, создана сотрудниками Центра в 2012 году на основе архивов болезней (например, телефон, email, СНИЛС и пр.).

2. *Неинфекционные ревизии*: данные о всех асептических ревизиях в области ТБС до возникновения инфекции.

3. *Инфекционные ревизии*: данные о всех инфекционных ревизиях в области ТБС до первой госпитализации в Центр.

4. *Предыдущие инфекции*: данные о предыдущих случаях инфекционного процесса (абсцесс, флегмона, остеомиелит) в области ТБС до первой госпитализации в Центр.

5. *Другие операционные вмешательства*: данные о любых обширных хирургических вмешательствах до первой госпитализации в Центр.

Блок госпитализации в отделение гнойной хирургии Центра

1. *История болезни*: клинический диагноз, тип ППИ, дата манифестации ППИ, общесоматический статус пациента.

2. *Операция*: данные о санирующей операции (тип, длительность, объём кровопотери, используемые металлоконструкции) и деталях (доступ, наличие/расположение свищевого хода, признаки инфекционного поражения мягких тканей и кости, дефекты костной ткани).

3. *Гемотрансфузии общее*: тип и объём перелитых компонентов крови.

4. *Антимикробный гель*: использование антимикробного геля для локального применения.

5. *Трансплантаты*: использование костных трансплантатов.

6. *Дооперационная микробиология*: возбудитель ППИ со спектром антимикробной чувствительности.

7. *Послеоперационная*: возбудитель ППИ со спектром антимикробной чувствительности.

Все пациенты при поступлении в Центр подписывали информированное согласие для обработки персональных и медицинских данных. При создании банка данных на основе перечисленных блоков использовался программный код на языке программирования Python 3.10.9. Сбор данных осуществлялся с использованием различных инструментов и библиотек Python. Для работы с файлами Excel использовалась библиотека *openpyxl*, которая позволяет переключаться между листами в одном файле форматов *.xlsx*, *.xism*, *.xltx* и *.xlsm*.

Предварительная обработка и очистка данных – это важные этапы в подготовке данных при анализе методами машинного обучения, *Очистка данных* включала поиск пропусков в данных. Пропущенные значения заполняли, исходя из логической целесообразности, средним, медианным значением или модой. Для обнаружения аномалий и выбросов в данных применялся кластерный анализ. *Обработка выбросов* проводилась методом межквартильного размаха (IQR).

Инструменты Python, используемые для предварительной подготовки

Pandas: очистка, фильтрация и преобразования данных. На каждом этапе код дописывался таким образом, чтобы финальный результат получался за одну итерацию с сохранением резервных копий. Дубликаты данных, информация о пациентах не заполненная более чем на 30%, и пациенты с отсутствующей характеристикой по рецидиву автоматически удалялись общем регистре (регистрах).

NumPy: преобразование категориальных переменных. По некоторым показателям качественные атрибуты заменялись количественными с последующим логическим анализом.

Datetime: вычисление разницы в месяцах (например, дата поступления – дата выписки), количественная оценка даты.

Matplotlib, Seaborn: визуализация данных, выявления выбросов и аномалий.

Все этапы предварительной обработки медицинских данных авторами были автоматизированы путём написания кода на языке Python.

Перечислим проведённые этапы, которые позволяют в дальнейшем проводить анализ методами машинного обучения:

1. Сбор данных – обеспечивает полноту и репрезентативность выборки.

2. Оценка данных – включает проверку данных на наличие пропущенных значений, дубликатов или аномалий.

3. Очистка данных – позволяет удалить дубликаты, обработать пропущенные значения, определить и устранить выбросы.

4. Трансформация данных – при трансформации кодируются категориальные критерии, создаются новые признаки или атрибуты.

5. Обработка данных – окончательная обработка удаляет ненужные атрибуты и подготавливает dataframe для дальнейшего обучения моделей машинного обучения. Визуализация тепловой карты базировалась на библиотеках Matplotlib и Numpy. Диаграмма рассеивания построена методом t-SNE (T-distributed stochastic neighbor embedding).

Результаты и обсуждение

Финальное количество пациентов в созданном банке данных составило 1809 человек, описание каждого пациента включало 146 атрибутов. После формирования единого файла удалось получить вторичные данные о пациентах, которые первоначально располагались в разных базах данных: разница дат исследуемых событий, суммирование различных комбинаций коморбидных факторов, выраженных в балльном исчислении.

После проведения очистки и предварительной подготовки данных получен единый банк данных с 1611 уникальными пациентами, каждый из которых описан 101 уникальным атрибутом. Условием уникальности пациентов является одновременное

совпадение фамилии (string) и даты рождения в формате (datetime). Добавились новые атрибуты описания пациентов: продолжительность влияния развития риска рецидива ППИ, суммарное количество баллов по коморбидным заболеваниям. При переводе качественных данных в количественные учитывалась «тяжесть» категориального признака.

Сформированный банк данных отражён в тепловой карте корреляционной матрицы (рис. 1), где каждая ячейка окрашена в соответствии с коэффициентом корреляции между соответствующей парой атрибутов.

Тепловая карта представляет важную и структурированную информацию о корреляции атрибутов, влияющих на риск рецидива ППИ. Наиболее значимые взаимные корреляции, выявленные с помощью тепловой карты: диабет и его тип, наркомания, курение, алкогольная зависимость, количество дренажей, кровопотеря при операции, время удаления дренажа, показатели крови (СРБ, количество тромбоцитов), тип спейсера, применение антибиотика в спейсере, а также суммарный балл коморбидных факторов. Следует отметить, что до настоящего времени аналогичные построения анализа рисков рецидива ППИ не проводились.

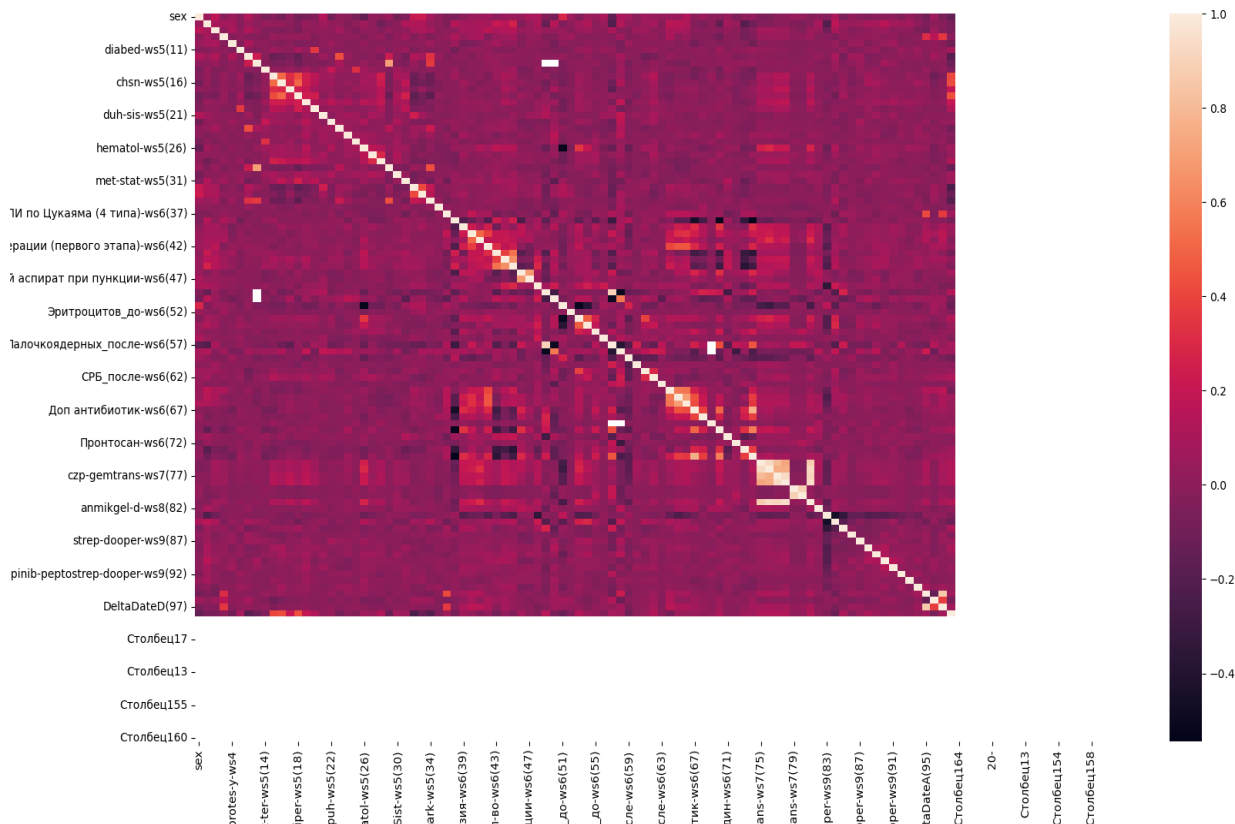


Рисунок 1. Тепловая карта корреляции
Figure 1. Correlation heatmap

Разработаны следующие алгоритмы:

- заполнения атрибута «рецидив»: поиск пациентов с рецидивом на всех листах по фамилии и дате рождения, учитывается частота встречаемости рецидива у пациента. При выполнении всех условий в столбец записывается «1» при наличии рецидива и «0», если рецидив не подтверждается;
- определения даты санирующей операции: совпадение минимальной даты операционного вмешательства у пациента в двух различных листах за исключением даты ЭС.

Построенная диаграмма рассеивания (рис. 2) отображает присутствие или отсутствие рецидива в виде точек в двумерной плоскости. Пациенты с рецидивом окрашены жёлтым цветом, без рецидива – синим. Методом t-SNE (T-distributed stochastic neighbor embedding) многомерные данные преобразуются в двумерный массив, и новое распределение переменных в максимальной степени сохраняет закономерности и общую структуру исходных данных.

Следует отметить, что облако рассеивания вытянуто вдоль горизонтальной оси и не имеет

наклона, что визуально характеризует отсутствие связи между пациентами с рецидивом и без рецидива. Этот важнейший факт, на наш взгляд, подтверждает нашу гипотезу о том, что на основе большого объёма данных принципиально возможно прогнозировать развитие рецидива ППИ в ранние после санирующей операции сроки и своевременно внести коррективы в тактику лечения для предупреждения неблагоприятного исхода лечения.

Процесс добавления новых пациентов в созданный банк данных представлен на рисунке 3.

За последние 50 лет накопилось огромное количество информации о пациентах, которое позволяет изучать популяции людей и определять статистическую силу научных гипотез на качественно новом уровне. Цифровизация здравоохранения с внесением данных пациентов в электронные регистры позволяет задействовать современный инструментарий при проведении статистического анализа.

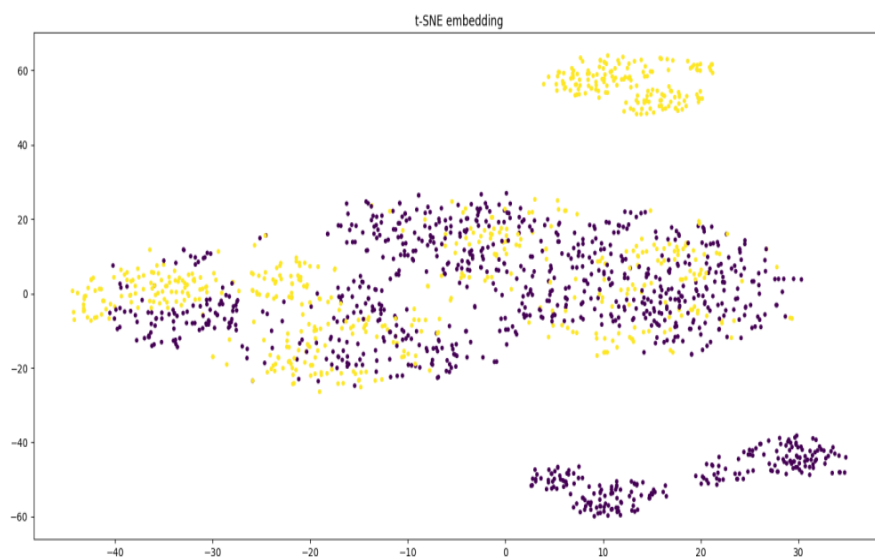


Рисунок 2. Диаграмма рассеивания данных методом t-SNE: жёлтый – рецидив, синий – без рецидива
Figure 2. Scatter diagram of data using the t-SNE method: yellow – relapse, blue – no relapse



Рисунок 3. Процесс добавления данных
Figure 3. Process of adding data

Оценка риска развития ППИ имеет основополагающее значение для проведения её профилактики после тотального ЭС. Разработаны шкалы и калькуляторы, включающие различные факторы риска, оценкой релевантности которых в настоящее время занимаются исследователи [11]. Так, в 2018 г. на основании данных 1035 случаев ППИ ТБС и коленного сустава учёные проанализировали 42 вероятных фактора риска развития ППИ, из которых лишь 17 оказались прогностически значимыми. Среди них – перенесённые ранее открытые хирургические вмешательства, злоупотребление наркотиками, процедура ревизии и инфицирование вирусом иммунодефицита человека (ВИЧ). Результатом исследования стало создание первичного калькулятора расчёта риска развития рецидива перипротезной инфекции (РП) [10].

Исследования, посвящённые изучению прогнозирования исходов лечения пациентов с ППИ немногочисленны, а описанные факторы риска развития рецидива гетерогенны. Отдельной сложностью является отсутствие большого набора данных для всестороннего анализа предпосылок развития рецидива ППИ. До недавнего времени исследователи заостряли своё внимание на отдельных факторах и анализировали корреляционную связь их непосредственно с РП. Например, Schwolow F. и соавт. (2022) анализировали факторы, связанные с имплантацией конкретного протеза, а Wang Q. и соавт. (2022) уже учитывали данные лабораторного анализа [11]. Расширение списка анализируемых параметров лабораторных исследований дало исследователям новые факторы, влияющие на исход лечения, что отражено в работе [12]. В дальнейшем выборку показателей начали расширять, и в неё вошли микробные ассоциации, которые также значимо влияют на риск развития рецидива [13]. В другом исследовании было показано, что на исход лечения значимо влияют особенности антибактериальной терапии, что является ещё одной группой факторов, связанных с вероятностью развития рецидива инфекционного процесса [14]. Однако в этих исследованиях взаимосвязь разнообразных факторов между собой никак не учитывалась, несмотря на то, что, по мнению авторов, она несо-

мненно есть. Отдельно следует отметить, что все исследования, посвящённые оценке риска рецидива ППИ, были выполнены на небольших выборках [15, 16], что не позволяет оценить вклад совокупности факторов, либо оценивались какие-то определённые группы факторов, в то время как, по видимому, необходимо включать в анализ всю многокомпонентную систему пациент-эндопротез-операция-микроорганизмы.

На наш взгляд, необходима принципиально новая методика – разработка автоматизированной системы прогнозирования риска рецидива ППИ, которая будет учитывать отдельные факторы, а также их сочетание и взаимосвязь. Для решения задачи необходимо выполнить большой объём подготовительной работы, сформировать массив структурированных и очищенных данных для дальнейшего анализа с помощью цифровых технологий. Наиболее эффективным вариантом расчёта риска рецидива ППИ станет создание автоматической программы, основанной на разработанном алгоритме, которая позволит однозначно ответить на вопрос о возможности рецидива и вероятности этого события.

Заключение

По результатам работы был сформирован структурированный банк данных пациентов с рецидивом ППИ и доказана возможность предсказания риска рецидива ППИ на основании большого объёма данных. Появилась возможность проанализировать атрибуты (факторы и их комбинации), влияющие на рецидив ППИ, а также статистически оценить взаимную корреляцию факторов между собой. В дальнейшем планируется создание программного инструмента, прогнозирующего риск развития рецидива ППИ, следовательно, появится возможность изменять тактику ведения пациента в зависимости от присутствующих факторов риска и их сочетания. Настоящее исследование стало первым шагом в этом направлении. В дальнейшем анализ банка данных позволит уточнить понимание причин рецидива ППИ и консолидировать опыт травматологов-ортопедов относительно ведения данной когорты пациентов.

Литература [References]

- 1 Van Buuren MMA, Riedstra NS, van den Berg MA, Boel FDEM, Ahedi H, Arbabi V et al. Cohort profile: Worldwide Collaboration on Osteoarthritis prediCtion for the Hip (World COACH) – an international consortium of prospective cohort studies with individual participant data on hip osteoarthritis. *BMJ Open*. 2024 Apr 18;14(4):e077907. PMID: 38637130; PMCID: PMC11029301. <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2023-077907>
- 2 Ferguson RJ, Palmer AJr, Taylor A, Porter ML, Malchau H, Glyn-Jones S. Hip replacement. *Lancet*. 2018;1662-1672. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(18\)31777-X](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(18)31777-X)
- 3 Schwolow F, Füchtmeier B, Müller F. Factors associated with infection recurrence after two-stage exchange for periprosthetic hip infection. // *Int Orthop*. 2022 May;46(5):953-961. <https://doi.org/10.1007/s00264-022-05333-0>
- 4 Li C., Trampuz A., Hip P. Management of Periprosthetic Joint Infection. 2018;30(3):138-146. Epub 2018 Sep 4 PMID: 30202747. <https://doi.org/10.5371/hp.2018.30.3.138>

- 5 Nelson SB, Pinkney JA, Chen AF, Tande AJ. Periprosthetic Joint Infection: Current Clinical Challenges. *Clin Infect Dis*. 2023 Oct 5;77(7):e34-e45. <https://doi.org/10.1093/cid/ciad360>
- 6 Brown T.S., Fehring K.A., Ollivier M., Mabry T.M. Repeat two-stage exchange arthroplasty for prosthetic hip re-infection. *Bone Joint J*. 2018;100-B(9):1157-1161. <https://doi.org/10.1302/0301-620X.100B9.BJJ-2018-0470.R1>
- 7 Zhang Z, Chien BY, Noori N, Day J, Robertson C, Schon L. Application of the Mayo Periprosthetic Joint Infection Risk Score for Total Ankle Arthroplasty. *Foot Ankle Int*. 2023 May;44(5):451-458. <https://doi.org/10.1177/10711007231157697>
- 8 Божкова С.А., Олейник Ю.В., Артюх В.А., Антипов А.П., Торопов С.С. Санирующий этап лечения пациентов с хронической перипротезной инфекцией тазобедренного сустава: от чего зависит результат? *Травматология и ортопедия России*. 2024;30(2):5-15. Bozhkova S.A., Olejnik YU.V., Artyuh V.A., Antipov A.P., Toropov S.S. Saniruyushchij etap lecheniya pacientov s hronicheskoy periproteznoj infekciej tazobedrennogo sustava: ot chego zavisit rezul'tat? *Travmatologiya i ortopediya Rossii*. 2024;30(2):5-15. (In Russ.) <https://doi.org/10.17816/2311-2905-17518>
- 9 Преображенский П.М., Божкова С.А., Каземирский А.В. Расчет индекса коморбидности как фактора риска рецидива перипротезной инфекции после установки спейсера коленного сустава. *Травматология и ортопедия России*. 2022;28(1):7-18. Preobrazhenskij P.M., Bozhkova S.A., Kazemirskij A.V. Raschet indeksa komorbidnosti kak faktora riska recidiva periproteznoj infekcii posle ustanovki spejsera kolennogo sustava. *Travmatologiya i ortopediya Rossii*. 2022;28(1):7-18. (In Russ.) <https://doi.org/10.17816/2311-2905-1718>
- 10 Tan, Timothy L. MD; Maltenfort, Mitchell G. PhD; Chen, Antonia F. MD, MBA; Shahi, AliSina MD; Higuera, Carlos A. MD; Siqueira, Marcelo MD; Parvizi, Javad MD. Development and Evaluation of a Preoperative Risk Calculator for Periprosthetic Joint Infection Following Total Joint Arthroplasty. *The Journal of Bone and Joint Surgery*. 100(9):p 777-785, May 2, 2018. <https://doi.org/10.2106/JBJS.16.01435>
- 11 Schwolow F., Füchtmeier B., Müller F. Factors associated with infection recurrence after two-stage exchange for periprosthetic hip infection. *Int Orthop*. 2022 May;46(5):953-961. <https://doi.org/10.1007/s00264-022-05333-0>
- 12 Hartman CW, Daubach EC, Richard BT, Lyden ER, Haider H, Kildow BJ, Konigsberg BS, Garvin KL. Predictors of Reinfection in Prosthetic Joint Infections Following Two-Stage Reimplantation. *J Arthroplasty*. 2022 Jul;37(7S):S674-S677.
- 13 Breznicky J, Hlavac M, Novak M, Hrnecar M. Risk factors for periprosthetic joint infection of the hip and knee. *Med Glas (Zenica)*. 2020 Feb 1;17(1):92-97. <https://doi.org/10.17392/1046-20>
- 14 Heng Guo, Chi Xu, Jiying Chen Risk factors for periprosthetic joint infection after primary artificial hip and knee joint replacements. *J Infect Dev Ctries*. 2020 Jun 30;14(6):565-571. <https://doi.org/10.3855/jidc.11013>
- 15 Божкова С.А., Преображенский П.М., Кочиш А.А., Тихилов Р.М., Артюх В.А., Клиценко О.А. Перипротезная инфекция коленного и тазобедренного суставов – можно ли сравнивать результаты лечения? *Травматология и Ортопедия России*. 2023;29(4):5-13. Bozhkova S.A., Preobrazhensky P.M., Kochish A.A., Tikhilov R.M., Artyukh V.A., Klitsenko O.A. Periproteznaya infekciya kolennogo i tazobedrennogo sustavov – možno li sravnivat' rezul'taty lecheniya? *Travmatologiya i Ortopediya Rocsii*. 2023;29(4):5-13. (In Russ.) <https://doi.org/10.17816/2311-2905-15526>
- 16 Slullitel PA, Oñativia JI, Cima I, Zanotti G, Comba F, Piccaluga F, Buttaro MA. Patients with no recurrence of infection five years after two-stage revision hip arthroplasty may be classified as periprosthetic infection 'in remission'. *Bone Joint J*. 2021 Jan;103-B(1):79-86. <https://doi.org/10.1302/0301-620X.103B1.BJJ-2020-0955.R1>

Авторская справка

Божокин Михаил Сергеевич

Канд. биол. наук, научный сотрудник отделения профилактики и лечения раневой инфекции, Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии имени Р.Р. Вредена; Институт цитологии Российской Академии наук.

ORCID 0000-0002-9931-3394; writeback@mail.ru

Вклад автора: анализ и подбор источников литературы.

Божкова Светлана Анатольевна

Д-р мед. наук, профессор, руководитель отделения лечения и профилактики раневой инфекции, Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии имени Р.Р. Вредена.

ORCID 0000-0002-2083-2424; clinpharm-rniito@yandex.ru

Вклад автора: дизайн работы, научное редактирование текста работы.

Кочиш Андрей Александрович

Канд. мед. наук, научный сотрудник, Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии имени Р.Р. Вредена.

ORCID 0000-0001-8573-1096; kochishman@gmail.com

Вклад автора: анализ и подбор источников литературы.

Корнева Юлия Сергеевна

Канд. мед. наук, доцент кафедры патологической анатомии, Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии имени Р.Р. Вредена; научный сотрудник научного отделения профилактики и лечения раневой инфекции; Северо-Западный медицинский университет им. И.И. Мечникова; Смоленский государственный медицинский университет.

ORCID 0000-0002-8080-904X; ksu1546@yandex.ru

Вклад автора: анализ полученных данных, написание текста.

Author's reference

Mikhail S. Bozhokin

Cand. Sci. (Biol.), Researcher, Department of Wound Infection Prevention and Treatment, R.R. Vreden National Medical Research Center of Traumatology and Orthopedics; Institute of Cytology, Russian Academy of Sciences.

ORCID 0000-0002-9931-3394; writeback@mail.ru

Author's contribution: analysis and selection of literature sources.

Svetlana A. Bozhkova

Dr. Sci. (Med.), Professor, Head of the Department of Wound Infection Treatment and Prevention, R.R. Vreden National Medical Research Center of Traumatology and Orthopedics.

ORCID 0000-0002-2083-2424; clinpharm-rniito@yandex.ru

Author's contribution: study design, scientific editing of the text.

Andrey A. Kochish

Cand. Sci. (Med.), Researcher, R.R. Vreden National Medical Research Center of Traumatology and Orthopedics.

ORCID 0000-0001-8573-1096; kochishman@gmail.com

Author's contribution: analysis and selection of literature sources.

Yuliya S. Korneva

Cand. Sci. (Med.), Associate Professor of Department of Pathological Anatomy, R.R. Vreden National Medical Research Center of Traumatology and Orthopedics; Researcher, Department of Wound Infection Prevention and Treatment; I.I. Mechnikov North-West Medical University; Smolensk State Medical University.

ORCID 0000-0002-8080-904X; ksu1546@yandex.ru

Author's contribution: analysis of the obtained data, writing the text.

Никонорова Маргарита Леонидовна

Канд. пед. наук, доцент кафедры физики, математики и информатики, Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет имени академика И.П. Павлова.

ORCID 0000-0002-4770-4932; nikonorovaml@1spbgmu.ru

Вклад автора: анализ полученных данных, написание текста.

Далул Фахед

Студент, Санкт-Петербургский государственный технологический институт.

ORCID 0009-0009-2228-9160; faheddaloul@mail.ru

Вклад автора: анализ полученных данных, написание текста.

Артюх Василий Алексеевич

Д-р мед. наук, заведующий отделением гнойной хирургии, Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии имени Р.Р. Вредена.

ORCID 0000-0002-5087-6081; artyukhva@mail.ru

Вклад автора: дизайн работы, научное редактирование текста работы.

Margarita L. Nikonorova

Cand. Sci. (Ped.), Associate Professor of Department of Physics, Mathematics, and Computer Science, First Saint Petersburg State Medical University named after Academician I.P. Pavlov.

ORCID 0000-0002-4770-4932; nikonorovaml@1spbgmu.ru

Author's contribution: data analysis, writing.

Dalul Fahed

Student, Saint Petersburg State Technological Institute.

ORCID 0009-0009-2228-9160; faheddaloul@mail.ru

Author's contribution: data analysis, writing.

Vasiliy A. Artyukh

Dr. Sci. (Med.), Head of the Purulent Surgery Department, R.R. Vreden National Medical Research Center of Traumatology and Orthopedics.

ORCID 0000-0002-5087-6081; artyukhva@mail.ru

Author's contributions: paper design, scientific editing of the text.