

УДК 616.728.2+616.72-089.843+616-089-06

DOI 10.52246/1606-8157_2026_31_3_23

ФАКТОРЫ РИСКА И ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ИНФЕКЦИОННЫХ ОСЛОЖНЕНИЙ ПЕРВИЧНОГО ЭНДОПРОТЕЗИРОВАНИЯ ТАЗОБЕДРЕННОГО СУСТАВА

И. Р. Глазков^{1*}, glazkovi95@gmail.com,

А. В. Вакуленко², кандидат медицинских наук, anton.vakulenko@gmail.com,

А. А. Штутин³, доктор медицинских наук, shtaa60@gmail.com

¹ ГБУ ДНР «Республиканский центр травматологии, ортопедии и нейрохирургии» минздрава ДНР, 283048, Россия, Донецкая Народная Республика, г. Донецк, ул. Артема, д. 106.

² ООО «Клиника Екатерининская, Сочи», 354057, Россия, г. Сочи, ул. Дагомысская, д. 42а

³ ФГБОУ ВО «Донецкий государственный медицинский университет имени М. Горького» Минздрава России, 283048, Россия, Донецкая Народная Республика, г. Донецк, просп. Ильича, д. 16

РЕЗЮМЕ Несмотря на постоянное развитие оперативной ортопедии, частота перипротезной инфекции после первичного эндопротезирования тазобедренного сустава не имеет тенденции к снижению.

Цель – выявление факторов риска развития перипротезной инфекции при первичной замене тазобедренного сустава, а также создание метода математического прогнозирования данного осложнения.

Материал и методы. Проведено одноцентровое ретроспективное исследование «случай-контроль» (период выборки с 12.07.1994 по 01.01.2025). В исследование вошли 23 пациента с перипротезной инфекцией и 100 больных с неосложненным течением послеоперационного периода. Были проанализированы пол, возраст, индекс массы тела, первичный диагноз, индекс коморбидности Charlson в модификации Deyo, предшествующие оперативные вмешательства на тазобедренном суставе, тип артропластики и способ фиксации эндопротеза, интраоперационные трансфузии, продолжительность операции.

Результаты и обсуждение. Анализ показал, что мужской пол, диагноз «Ложный сустав шейки бедренной кости», предшествующие операции на тазобедренном суставе, однополюсное эндопротезирование, интраоперационные трансфузии, а также увеличение продолжительности операции достоверно повышали вероятность развития перипротезной инфекции. На основании выявленных факторов риска была построена математическая модель, прогнозирующая формирование осложнений у конкретных пациентов. Модель имела общую точность 86,2 %, чувствительность – 34,8 %, специфичность – 98,0 %, положительную прогностическую ценность – 80,0 %, отрицательную прогностическую ценность – 86,7 %.

Заключение. По мнению авторов, положительный прогноз модели дает основания для внесения конкретного пациента в группу риска и для соответствующей модификации стандартного послеоперационного протокола лечения. Таким образом, в сложных клинических ситуациях, когда трудно принять окончательное решение, полученный прогноз может оказаться полезными.

Ключевые слова: тазобедренный сустав, эндопротезирование, инфекционные осложнения, факторы риска; прогнозирование.

RISK FACTORS AND PREDICTION OF INFECTIOUS COMPLICATIONS OF PRIMARY TOTAL HIP ARTHROPLASTY

I. R. Glazkov, A. V. Vakulenko, A. A. Shtutin

ABSTRACT Despite the continuous development of operative orthopedics, the incidence of periprosthetic joint infection after primary total hip arthroplasty shows no tendency to decrease.

Objective – to identify risk factors for the development of periprosthetic joint infection during primary hip replacement, as well as to create a mathematical method for predicting this complication.

Materials and Methods. A single-center retrospective case-control study was conducted (sampling period from 12.07.1994 to 01.01.2025). The study included 23 patients with periprosthetic joint infection and 100 patients with an uncomplicated postoperative course. Gender, age, body mass index, primary diagnosis, Charlson comorbidity index in the Deyo modification, previous surgical interventions on the hip joint, type of arthroplasty and method of prosthesis fixation, intraoperative transfusions, and operation duration were analyzed.

Results and Discussion. The analysis showed that male gender, the diagnosis of “nonunion of the femoral neck”, previous surgeries on the hip joint, unipolar arthroplasty, intraoperative transfusions, and an increase in operation duration significantly increased the probability of developing periprosthetic joint infection. Based on the identified risk factors, a mathematical model predicting the formation of complications in specific patients was constructed. The model had an overall accuracy of 86.2 %, sensitivity of 34.8 %, specificity of 98.0 %, positive predictive value of 80.0 %, and negative predictive value of 86.7 %.

Conclusion. According to the authors, a positive prognosis from the model provides grounds for including a specific patient in a risk group and for the corresponding modification of the standard postoperative treatment protocol. Thus, in complex clinical situations where it is difficult to make a final decision, the obtained prognosis may prove useful.

Keywords: hip joint, arthroplasty, infectious complications, risk factors, prediction.

В последние годы артропластика тазобедренного сустава (ТБС) переживает бурное развитие: создаются новые материалы, разработаны и активно применяются системы компьютерной навигации, совершенствуются протоколы послеоперационной реабилитации пациентов [1–3, 26]. Тем не менее проблема осложнений, развивающихся после замены ТБС, еще далека от своего окончательного разрешения. В особенности это актуально для перипротезной инфекции (ППИ) [4, 5].

Диагностика и лечение ППИ является непростой задачей и тяжким бременем ложится на и без того перегруженную систему национального здравоохранения. Частота этого грозного осложнения, полностью перечеркивающего результаты великолепно выполненной операции, сравнительно невелика, и при первичном эндопротезировании колеблется на отметке 0,5–1,5 % [6]. Однако, принимая во внимание, что в Российской Федерации ежегодно проводит-

ся более 150 000 артропластик ТБС, становится очевидной актуальность данной проблемы [7]. В такой ситуации особенно важным нам представляется предупреждение инфекционных осложнений эндопротезирования и их ранее прогнозирование.

Цель исследования – выявление факторов риска развития перипротезной инфекции при первичной замене тазобедренного сустава, а также создание метода математического прогнозирования возникновения данного осложнения.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

По своему дизайну работа является ретроспективным обсервационным исследованием типа «случай-контроль». Период выборки составил с 12.07.1994 по 01.01.2025. Диагноз ППИ устанавливался в соответствии с рекомендациями Общества скелетно-мышечной инфекции (Musculoskeletal Infection Society) [8]. Пациенты включались в исследование, если им выполня-

лась первичная тотальная или однополюсная артропластика ТБС, а в базе данных учреждения имелись архивные записи в необходимом объеме. Установленным критериям включения соответствовали 23 пациента с послеоперационными нагноениями (основная группа). В качестве контрольной группы нами было случайным образом отобрано 100 больных с неосложненным течением послеоперационного периода.

Мы рассматривали следующие показатели: пол и возраст больных, индекс массы тела (ИМТ), первичный диагноз, индекс коморбидности Charlson в модификации Deyo [9, 10], предшествующие оперативные вмешательства на данном ТБС, тип артропластики и способ фиксации эндопротеза; интраоперационные трансфузии; продолжительность операции, а также факт развития ППИ.

Показатели, распределение которых не являлось нормальным, описывали в виде Ме (25%; 75%), где Ме – медиана, а 25 % и 75 % – интерквартильный размах (25 и 75 % процентиля). В противном случае использовали представление $M \pm \sigma$, где M – среднее арифметическое, а σ – среднеквадратичное отклонение. Межгрупповые сравнения проводились при помощи теста сумм рангов Wilcoxon с коррекцией на непрерывность и t -теста Welch для двух выборок (в зависимости от типа распределения переменной). Частоты факторов сравнивали между собой при помощи критерия соответствия χ^2 с поправкой Yates (при частоте признака менее 5 наблюдений применялся двусторонний тест Fisher). Прогнозирование

вероятности ППИ осуществляли по методу логистической регрессии [11].

Первичная информация извлекалась из специализированной компьютерной базы данных E-Ortho Database [12], а также медицинских карт стационарных пациентов. Анализ полученных сведений производился в свободно распространяемой статистической программной среде R версии 4.5.1 [13].

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Такие показатели, как возраст пациентов, ИМТ, индекс коморбидности Deyo-Charlson, некоторые предоперационные диагнозы (коксартроз, асептический некроз головки бедренной кости, перелом шейки бедренной кости) в обеих группах исследования были примерно равными (табл. 1).

Показатели, которые достоверно различались у пациентов обеих групп, представлены в таблице 2. Было обнаружено, что ППИ достоверно чаще встречались у мужчин ($p = 0,015$). Потенциально увеличивали вероятность развития инфекционных осложнений предшествующие операции на данном ТБС без уточнения их типа ($p < 0,001$), а также предоперационный диагноз «Ложный сустав шейки бедренной кости» ($p = 0,039$).

Среди пациентов с ППИ было достоверно больше лиц, перенесших однополюсную артропластику ТБС ($p = 0,011$), а также тех, кому выполнялись интраоперационные трансфузии ($p < 0,001$).

Таблица 1. Показатели пациентов без достоверных межгрупповых различий

Показатель	Основная группа	Контрольная группа	Статистическая оценка
Возраст, лет	$54,4 \pm 16,9$	$60,7 \pm 11,6$	$t = -1,668, p = 0,107$
ИМТ, кг/м ²	26,8 (24,7; 29,0)	28,3 (24,8; 32,4)	$W = 1023,0, p = 0,412$
Диагноз КА, абс./%	Да – 6/26,1 Нет – 17/73,9	Да – 40/40,0 Нет – 60/60,0	$\chi^2 = 1,009, p = 0,315$
Диагноз АНГБ, абс./%	Да – 8/34,8 Нет – 15/65,2	Да – 41/41,0 Нет – 59/59,0	$\chi^2 = 0,098, p = 0,754$
Диагноз ПШ, абс./%	Да – 5/21,7 Нет – 18/78,3	Да – 15/15,0 Нет – 85/85,0	$\chi^2 = 0,227, p = 0,634$
Индекс коморбидности	2 (1; 4)	2 (1; 3)	$W = 1174,5, p = 0,873$
Способ фиксации	Б – 10/43,5 Ц – 13/56,5	Б – 63/63,0 Ц – 37/37,0	$\chi^2 = 2,2, p = 0,138$

Примечания. КА – коксартроз; АНГБ – асептический некроз головки бедренной кости; ПШ – перелом шейки бедренной кости; Б – безцементная фиксация; Ц – цементная фиксация.

Кроме того, операции в основной группе в среднем продолжались на 30 минут больше, чем в контрольной ($p = 0,008$).

Далее с помощью метода логистической регрессии нами была построена математическая модель, описывающая вероятность развития ППИ на основании установленных факторов риска или предикторов осложнений. В модель мы включили только те факторы риска, добавление которых реально улучшало ее прогностические характеристики (табл. 3).

В процессе анализа нами были определены так называемые отношения шансов (ОШ) (то есть во сколько раз вероятность развития ППИ выше при наличии конкретного фактора риска). Так, для мужчин ОШ равнялось 2,993

(вероятность развития нагноений примерно в 3 раза выше в сравнении с женщинами). Для пациентов с оперативными вмешательствами в анамнезе шансы развития ППИ были выше более чем в 4 раза по сравнению с остальными больными.

Что касается фактора продолжительности операции, то для него было возможно определить, насколько возрастет вероятность развития ППИ при удлинении вмешательства на заданное время (формула 1):

$$y = e^{0,022x} \quad (1)$$

где y – увеличение вероятности развития ППИ;

x – увеличение длительности операции в минутах;

e – основание натурального логарифма ($\approx 2,718$).

Таблица 2. Факторы риска развития перипротезной инфекции

Показатель	Основная группа	Контрольная группа	Статистическая оценка
Пол, абс./%	Ж – 7/30,4 М – 16/69,6	Ж – 61/61,0 М – 39/39,0	$\chi^2 = 5,884$, $p = 0,015$
Диагноз ЛСШ, абс./%	Да – 4/17,4 Нет – 19/82,6	Да – 4/4,0 Нет – 96/96,0	$p = 0,039$, ОШ = 0,202
Операции в анамнезе, абс./%	Есть – 6/26,1 Нет – 17/73,9	Есть – 2/2,0 Нет – 98/98,0	$p < 0,001$, ОШ = 16,658
Тип артропластики, абс./%	ОЭ – 4/17,4 ТЭ – 19/82,6	ОЭ – 2/2,0 ТЭ – 98/98,0	$p = 0,011$, ОШ = 10,018
Трансфузии, абс./%	Да – 18/78,3 Нет – 5/21,7	Да – 9/9,0 Нет – 91/91,0	$\chi^2 = 48,392$, $p < 0,001$
Длительность операции, мин	125 (105; 138)	95 (85; 115)	$W = 1555,5$, $p = 0,008$

Примечания. М – мужчины; Ж – женщины; ЛСШ – ложный сустав шейки бедренной кости; ОЭ – однополюсное эндопротезирование; ТЭ – тотальное эндопротезирование.

Таблица 3. Основные характеристики предикторов

Предикторы	Оценка	Стандартная ошибка	ОШ (95% ДИ)	z-статистика	$p_r(> z)$
Константа	-4,624	1,141	–	-4,051	<0,001
Пол: мужской = 1 женский = 0	1,097	0,567	2,993 (0,985–9,097)	1,933	0,053
Длительность операции, мин.	0,022	0,009	1,022 (1,004–1,039)	2,434	0,015
Предыдущие операции: да = 1 нет = 0	1,489	0,971	4,428 (0,663–29,668)	1,532	0,125

Примечание. ДИ – доверительный интервал.

Например, удлинение операции на 60 минут приведет к увеличению вероятности развития нагноения в почти 3,7 раза ($e^{0,022 \times 60} = 3,671$).

В окончательном виде модель прогнозирования инфекционных осложнений представлена в виде формулы 2 и на рисунке. Ее прикладные характеристики оказались таковыми: общая точность – 86,2 %, чувствительность – 34,8 %, специфичность – 98,0 %, положительная прогностическая ценность – 80,0 %, отрицательные прогностическая ценность – 86,7 %.

$$p = \frac{1}{1 + e^{-(-4,624 + 1,097x_1 + 0,022x_2 + 1,489x_3)}} \quad (2)$$

где p – вероятность развития ППИ;

x_1 – пол пациента (мужской = 1, женский = 0);

x_2 – длительность операции в минутах;

x_3 – наличие у пациента предыдущих операций на данном ТБС (да = 1, нет = 0);

e – основание натурального логарифма ($\approx 2,718$).

На практике прогнозирование осуществляется следующим образом. В формулу 2 подставляются значения предикторов конкретного пациента и осуществляются необходимые вычисления. Если расчетная величина $p \geq 0,5$, то развитие ППИ вероятно. В противном случае – нет.

Приведем пример расчета (формула 3). У пациента ($x_1 = 1$) операция продолжалась 130 минут

($x_2 = 130$), предшествующих операций на ТБС не было ($x_3 = 0$),

$$p = \frac{1}{1 + e^{-(-4,624 + 1,097 \times 1 + 0,022 \times 130 + 1,489 \times 0)}} = 0,339 \quad (3)$$

Поскольку полученная величина p меньше 0,5, то у данного пациента прогнозируется благоприятное течение послеоперационного периода. Чтобы упростить вычисления, мы создали файл электронной таблицы, автоматизирующей процесс (рис.) [14].

В доступной литературе в качестве факторов риска развития ППИ после артропластики чаще всего упоминаются пол и возраст пациентов, ИМТ, коморбидность, вредные привычки, продолжительность операции и т. п. [15–17]. Главное отличие данного исследования от подобных заключается в том, что нами была дана количественная оценка таких факторов. В свою очередь это позволило нам пойти немного дальше и создать хотя и не идеальную, но вполне рабочую методику прогнозирования ППИ.

Анализ подтверждает, что мужской пол действительно достоверно повышает вероятность развития послеоперационных нагноений. Объяснений этому факту в литературе приводится множество – от вредных привычек до более сложных условий труда и пренебрежения собственным состоянием здоровья [17–19]. По всей видимости, таких причин несколько.

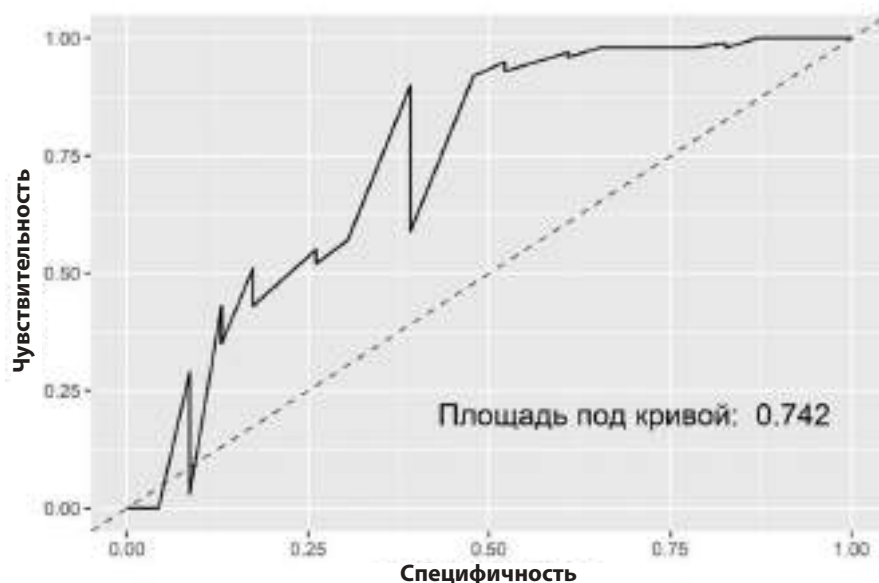


Рис. Основные характеристики модели прогнозирования

Нами не обнаружено значимого влияния преклонного возраста пациентов, их ИМТ и коморбидности на вероятность развития ППИ. Объяснение, по нашему мнению, простое – малый объем выборки. С позиций здравого смысла, эти факторы негативно влияют на исход операции. Тем не менее продемонстрировать это на имеющихся данных мы не смогли.

Эндопротезирование у пациентов с ложными суставами шейки бедренной кости, а также с предшествующими операциями на ТБС (а часто это одни и те же лица) нередко представляет собой непростую задачу. Такие операции более травматичны и сопровождаются большей кровопотерей [20–22]. В то же самое время мы видим, что трансфузии и увеличение времени операции ассоциированы с более высоким риском осложнений [23]. Мы считаем, что все эти факторы риска тесно связаны друг с другом и в целом могут быть описаны общим термином «тяжесть операции».

Определенные трудности возникли при интерпретации типа операции (тотальная или однополюсная замена). В нашей работе гемиаартропластика была достоверно связана с более высоким риском развития ППИ, хотя здравый смысл свидетельствует об обратном. Эта операция менее травматична и занимает меньше времени. Мы видим здесь два возможных объяснения. Первое (наиболее вероятное) – малый объем выборки. Второе – более быстрое и менее травматичное однополюсное эндопротезирование применялось из-за опасений выполнять более сложную процедуру у пожилых больных с массой сопутствующих заболеваний. В итоге осложнения все равно развивались.

Наличие у пациента одного или даже нескольких факторов риска, конечно же, не обязательно приведет к развитию осложнения. Поэтому для получения более точного прогноза нередко используется регрессионный анализ, который учитывает взаимное влияние отдельных факторов риска на исход лечения [24, 25].

Именно на этой основе нами и была разработана модель для многофакторного прогнозирования ППИ. Конечно же, модель «пропускает» ряд

осложнений за счет низкой чувствительности (34,8 %). Однако этот недостаток компенсируется высокой точностью выявления пациентов без осложнений, а также малым процентом ложноположительных и ложноотрицательных прогнозов.

Простыми словами: если модель прогнозирует развитие ППИ, то фактическая вероятность такого события весьма велика (80,0 %). Мы считаем, что положительный прогноз дает основания для внесения конкретного пациента в группу риска и соответствующей модификации стандартного послеоперационного протокола лечения. Вполне вероятно, что развития инфекции в таком случае удастся избежать. По нашему мнению, именно в этом и заключается практическая ценность модели. В сложных клинических ситуациях, когда трудно принять окончательное решение, ее прогноз может оказаться весьма полезными.

Основным недостатком нашего исследования (как и большинства подобных работ) является небольшой объем выборки. Тем не менее надеемся, что наше исследование внесет свою лепту в этот важный аспект ортопедии.

ВЫВОДЫ

1. Установлено, что мужской пол, наличие ложного сустава шейки бедренной кости, предшествующие операции на тазобедренном суставе, однополюсное эндопротезирование, интраоперационные гемотрансфузии и увеличение длительности операции достоверно повышают вероятность развития перипротезной инфекции. Возраст, индекс массы тела и коморбидность в данной выборке значимого влияния не показали.
2. Разработанная математическая модель прогнозирования развития перипротезной инфекции (логистическая регрессия) демонстрирует общую точность 86,2 % и специфичность – 98,0 %, что позволяет с высокой достоверностью подтверждать наличие риска у конкретного пациента. Положительный прогноз (вероятность – $\geq 0,5$) служит основанием для отнесения больного в группу повышенного риска.

ЛИТЕРАТУРА

1. Borsinger TM, Chandi SK, Puri S, Debbi EM, Blevins JL, Chalmers BP. Total Hip Arthroplasty: An Update on Navigation, Robotics, and Contemporary Advancements. *HSS J.* 2023 Nov;19(4):478-485.
2. Ekhtiari S, Sefton AK, Wood TJ, Petruccioli DT, Wine-maker MJ, de Beer JD. The Changing Characteristics of Arthroplasty Patients: A Retrospective Cohort Study. *J Arthroplasty.* 2021 Jul;36(7):2418-2423.
3. Ang JJM, Onggo JR, Stokes CM, Ambikaipalan A. Comparing direct anterior approach versus posterior approach or lateral approach in total hip arthroplasty: a systematic review and meta-analysis. *Eur J Orthop Surg Traumatol.* 2023 Oct;33(7):2773-2792.
4. Kong L, Cao J, Zhang Y, Ding W, Shen Y. Risk factors for periprosthetic joint infection following primary total hip or knee arthroplasty: a meta-analysis. *Int Wound J.* 2017 Jun;14(3):529-536.
5. Rubin J, Potluri AS, Jan K, Dandamudi S, Levine BR. A Systematic Review and Meta-Analysis of Periprosthetic Joint Infection Rates in Morbidly Obese Patients Undergoing Total Hip Arthroplasty. *J Am Acad Orthop Surg Glob Res Rev.* 2025 Apr 4;9(4):e24.00306.
6. Zeng ZJ, Yao FM, He W, Wei QS, He MC. Incidence of periprosthetic joint infection after primary total hip arthroplasty is underestimated: a synthesis of meta-analysis and bibliometric analysis. *J Orthop Surg Res.* 2023;Aug21;18(1):610.
7. Середя А.П., Кочиш А.А., Черный А.А., Антипов А.П., Алиев А.Г., Вебер Е.В., Воронцова Т.Н., Божкова С.А., Шубняков И.И., Тихилов Р.М. Эпидемиология эндопротезирования тазобедренного и коленного суставов и перипротезной инфекции в Российской Федерации. *Травматология и ортопедия России.* 2021;27(3):84-93.
8. Parvizi J, Zmistowski B, Berbari EF, Bauer TW. New Definition for Periprosthetic Joint Infection. *Clin Orthop Relat Res.* 2011;469:2992-2994.
9. Charlson ME, Pompei P, Ales KL, MacKenzie CR. A new method of classifying prognostic comorbidity in longitudinal studies: Development and validation. *J Chronic Dis.* 1987;40(5):373-383.
10. Deyo RA, Cherkin DC, Ciol MA. Adapting a clinical comorbidity index for use with ICD-9-CM administrative databases. *J. Clin. Epidemiol.* 1992;45(6):613-619.
11. Munro BH. Statistical methods for health care research. 5th ed. Lippincott Williams & Wilkins; 2005:494.
12. Вакуленко А.В., Вакуленко В.М., Неделько А.А. Система управления базой данных Eortho Database: 8 лет практического применения (проблемы и перспективы). *Укр. ж. телемед. мед. телемат.* 2009;7(2):183-187.
13. Шипунов А.Б., Балдин Е.М., Волкова П.А., Коробейников А.И., Назарова С.А., Петров С.В., Суфиянов В.Г. Наглядная статистика. Используем R! Москва: ДМК Пресс; 2014:298.
14. PPI_calc.xlsx – автоматизированный расчет прогнозирования вероятности перипротезной инфекции после эндопротезирования тазобедренного сустава. Github.com; 2025. URL: https://github.com/anton-vakulenko/medicine/raw/refs/heads/main/PPI_calc.xlsx.
15. Kong L, Cao J, Zhang Y, Ding W, Shen Y. Risk factors for periprosthetic joint infection following primary total hip or knee arthroplasty: a meta-analysis. *Int. Wound J.* Blackwell Publishing Ltd. 2017;14(3):529-536.
16. Kunutsor SK, Whitehouse MR, Blom AW, Beswick AD. Patient-related risk factors for periprosthetic joint infection after total joint arthroplasty: A systematic review and meta-analysis. *PLoS One.* 2016;11(3):1-18.
17. Мясоедов А.А., Торопов С.С., Березин Г.В., Карелкин В.В., Тотоев З.А., Шубняков И.И., Тихилов Р.М. Факторы риска развития перипротезной инфекции после первичного эндопротезирования тазобедренного сустава. *Травматология и ортопедия России.* 2020;26(1):40-47. <https://doi.org/10.21823/2311-2905-2020-26-1-40-47>.
18. Eka A, Chen AF. Patient-related medical risk factors for periprosthetic joint infection of the hip and knee. *Ann Transl Med.* 2015 Sep;3(16):233.
19. Resende VAC, Neto AC, Nunes C, Andrade R, Espregueira-Mendes J, Lopes S. Higher age, female gender, osteoarthritis and blood transfusion protect against periprosthetic joint infection in total hip or knee arthroplasties: a systematic review and meta-analysis. *Knee Surgery, Sport. Traumatol. Arthrosc.* Springer Verlag; 2018.
20. Yu W, Han X, Chen W, Mao S, Zhao M, Zhang X, Han G, Ye J, Chen M, Zhuang J. Conversion from a failed proximal femoral nail anti-rotation to a cemented or uncemented total hip arthroplasty device: a retrospective review of 198 hips with previous intertrochanteric femur fractures. *BMC Musculoskelet Disord.* 2020;Nov;30;21(1):791.
21. Zeng X, Zhan K, Zhang L, Zeng D, Yu W, Zhang X, Zhao M. Conversion to total hip arthroplasty after failed proximal femoral nail antirotations or dynamic hip screw fixations for stable intertrochanteric femur fractures: a retrospective study with a minimum follow-up of 3 years. *BMC Musculoskelet Disord.* 2017;Jan;25;18(1):38.
22. Chammout G, Muren O, Laurencikas E, Bodén H, Kelly-Pettersson P, Sjö H, Stark A, Sköldenberg O. More complications with uncemented than cemented femoral stems in total hip replacement for displaced femoral neck fractures in the elderly. *Acta Orthop.* 2017;Apr;88(2):145-151.
23. Peng C, Qiao L. Risk factors for perioperative blood transfusion in total hip arthroplasty: a meta-analysis. *BMC Musculoskelet Disord.* 2025;Jun; 7;26(1):569.
24. Abati TAS, Bononi MA, Lima RC, Veiga IS. Risk factors, prevention, and treatment of infections related to total hip arthroplasty: synthesis of clinical evidence. *Acta Ortop Bras.* 2025;Nov;10;33(6):e290069.
25. Kunutsor SK, Whitehouse MR, Blom AW, Beswick AD; INFORM Team. patient-related risk factors for periprosthetic joint infection after total joint arthroplasty: a systematic review and meta-analysis. *PLoS One.* 2016;Mar;3;11(3):e0150866.
26. Шавырин Д.А., Мартыненко Д.В., Шевырев К.В., Устинов А.А., Сергунин И.Ю. Удаление металлофиксаторов из области тазобедренного сустава при тотальном эндопротезировании. *Вестник Ивановской медицинской академии.* 2024;29(1):17-22. https://doi.org/10.52246/1606-8157_2024_29_1_17.