

На правах рукописи

ДЕНИСОВ
Алексей Олегович

**СИСТЕМНЫЙ ПОДХОД
К РАЦИОНАЛЬНОЙ РЕВИЗИИ ВЕРТЛУЖНОГО КОМПОНЕНТА
ЭНДОПРОТЕЗА ТАЗОБЕДРЕННОГО СУСТАВА**

3.1.8. Травматология и ортопедия

АВТОРЕФЕРАТ
диссертации на соискание ученой степени
доктора медицинских наук

Санкт-Петербург
2023

Работа выполнена в федеральном государственном бюджетном учреждении «Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии имени Р.Р. Вредена» Министерства здравоохранения Российской Федерации.

Научный консультант:

член-корреспондент РАН, доктор медицинских наук, профессор
Тихилов Рашид Муртузалиевич

Официальные оппоненты:

Волошин Виктор Парфентьевич - доктор медицинских наук, профессор, ГБУЗ МО «Московский областной научно-исследовательский клинический институт им. М.Ф. Владимирского», отделение травматологии и ортопедии, ведущий научный сотрудник;

Мурылев Валерий Юрьевич - доктор медицинских наук, профессор, ФГАОУ ВО «Первый Московский государственный медицинский университет имени И.М. Сеченова» Минздрава России (Сеченовский Университет), кафедра травматологии, ортопедии и хирургии катастроф, профессор;

Павлов Виталий Викторович - доктор медицинских наук, ФГБУ «Новосибирский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии им. Я.Л. Цивьяна» Минздрава России, научно-исследовательский отдел эндопротезирования и эндоскопической хирургии суставов, начальник;

Ведущая организация – Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Северо-Западный государственный медицинский университет имени И.И. Мечникова» Министерства здравоохранения Российской Федерации.

Защита состоится 19 декабря 2023 года в _____ часов на заседании объединенного диссертационного совета 99.0.008.02 в ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии имени Р.Р. Вредена» Минздрава России (195427, Санкт-Петербург, ул. акад. Байкова, дом 8).

С диссертацией можно ознакомиться в научной библиотеке ФГБУ «НМИЦ ТО им. Р.Р. Вредена» Минздрава России и на сайте <http://dissovet.rniito.ru/>

Автореферат разослан «_____» _____ 2023 г.

И.о. Ученого секретаря диссертационного совета 99.0.008.02
доктор медицинских наук

Шильников В.А.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы исследования.

Эндопротезирование является в последние десятилетия наиболее распространенной и экономически эффективной операцией у большинства пациентов с последствиями тяжелых травм и поздними стадиями прогрессирования хронических заболеваний тазобедренного сустава (Неверов В.А. с соавт., 1995; Мурылев В.Ю., 2009; Lenguerrand E. et al., 2016). Поэтому первичную артропластику этого сустава обоснованно считают одним из величайших достижений в области здравоохранения XX века (Malchau H. et al., 1996; Eisler T. et al., 2002; Mahomed N.N. et al. 2003; Puthiya Veettil M. et al., 2015).

В настоящее время показатели выживаемости тотальных эндопротезов тазобедренного сустава (ТБС) в течение 10 лет и более превышают 95% (Furnes O. et al., 2001; Older J. et al., 2002; Xing S.X. et al., 2023). В связи с этим все больше пациентов ежегодно подвергаются эндопротезированию этого сустава, что закономерно увеличивает и число операций ревизионной (повторной) артропластики. (Kurtz S. et al., 2007; Springer B.D. et al., 2009; Bozic K.J. et al., 2010).

Ревизионное эндопротезирование тазобедренного сустава выполняется по разным причинам, таким как асептическое расшатывание компонентов эндопротеза (около 40% случаев), перипротезная инфекция (около 35%), а также вывихи, износ полиэтиленового вкладыша, стойкий болевой синдром, перипротезные переломы и другие (Машков В.М. с соавт., 2011; Абдулнасыров Р.К. с соавт., 2015; Каминский А.В. с соавт., 2015; Lie S.A. et al., 2004; Clohisy J.C. et al., 2004; Sheth N.P. et al., 2013; Ben-Shlomo Y. et al., 2021; Deere K. et al., 2022). При этом пациенты, нуждающиеся в такой операции, весьма гетерогенны и требуют индивидуального подхода в каждом конкретном случае, который может ограничиваться как заменой только модульных компонентов без существенного увеличения травматичности вмешательства, так и

предполагать серьезную реконструкцию области ТБС с применением индивидуальных имплантатов (Бухтин К.М. с соавт., 2013; Yenigul A.E. et al., 2023).

Несмотря на развитие современных технологий, наличие значительного «парка» имплантатов и современных методик их установки, результаты ревизионного эндопротезирования ТБС обычно существенно хуже по сравнению с первичными операциями по функциональному состоянию и последующему качеству жизни пациентов. При этом степень инвалидизации и риск послеоперационных осложнений в разы отличается от первичной артропластики и увеличивается с каждой новой операцией (Слободской А.Б. с соавт., 2011; Павлов В.В. с соавт., 2019; Yenigul A.E. et al., 2023). Повторные ревизионные операции по эндопротезированию ТБС ложатся тяжелым финансовым и психологическим бременем на пациентов, не достигших желаемых результатов лечения, а также и на всю систему здравоохранения в целом (Xing S.X. et al., 2023).

В настоящее время отсутствует какой-либо обоснованный консенсус профильных специалистов в отношении диагностических подходов и выбора тактики хирургического лечения при ревизионной артропластике ТБС, особенно – в сложных клинических ситуациях.

Степень разработанности темы исследования.

По данным ежегодных отчетов наиболее популярных регистров артропластики и научных публикаций замена вертлужного компонента эндопротеза ТБС выполняется при ревизионном эндопротезировании в два раза чаще бедренного, а патологические изменения в области вертлужной впадины имеют первостепенное значение и представляют наибольшие трудности для диагностики и коррекции (Тихилов Р.М. с соавт., 2020, Шубняков И.И. с соавт., 2021; Australian Orthopaedic Association National Joint Replacement Registry, Annual Report, 2022; The Swedish Arthroplasty Register Annual Report, 2022).

Предоперационное обследование пациентов при ревизионной артропластике ТБС в настоящее время не всегда отражает тяжесть патологии и всю сложность планируемого вмешательства, так как, в ряде случаев, особенно при тяжелых вариантах костных дефектов в области вертлужной впадины, как раз и вызывающих наибольшее количество проблем и осложнений, применяется анализ только стандартных плоскостных рентгенограмм (Коваленко А.Н. с соавт., 2020). В некоторых ситуациях такой диагностики может быть достаточно для выполнения так называемых «малых» ревизий, заключающихся в замене только модульных компонентов и различных вариантах мышечной пластики, что встречается при износе полиэтиленового вкладыша, болевом синдроме и вывихах. Однако в настоящее время отсутствуют согласованные алгоритмы принятия решений в рассматриваемых вариантах, а также объективные методы оценки величины остеоинтеграции компонентов эндопротеза, что делает указанные модульные ревизии не всегда эффективными (Bedard N.A. et al., 2020; Malahias M.A. et al., 2022).

Основные проблемы ревизионной хирургии ТБС обусловлены выбором методики операции и типа имплантата при наличии асептического расшатывания и дефицита костной ткани, возникающего в ответ на естественный износ компонентов эндопротеза преимущественно в области вертлужной впадины. Именно износ полиэтиленового вкладыша ведет к высвобождению частиц в параартикулярные ткани, вызывая прогрессирование остеолита, разрушение костной ткани и приводит к нестабильности эндопротеза (Каграманов С.В., 2009; Шебашев, А.В. с соавт., 2010; Мурылев В.Ю. с соавт., 2012; Николаев И.А. 2015; Максимов А.Л., 2017; Сивков В.С. с соавт., 2019; Claus A.M. et al., 2003; DeBoer D.K. et al., 2009; Howie D.W. et al., 2012). Проблемные костные дефекты, иногда достигающие гигантских размеров и обуславливающие сложность ревизионной артропластики, возникают не только при естественном износе

эндопротеза, но и по ятрогенным причинам в ответ на удаление компонентов ранее установленных конструкций.

Выраженный дефицит костной ткани создает серьезные технические трудности для имплантации вертлужного компонента эндопротеза или делает его невозможным при использовании серийных имплантатов (Волошин В.П. с соавт., 2021, 2022). Кроме того, сохранившаяся костная ткань низкого качества не дает возможности обеспечить адекватную остеоинтеграцию имплантируемых конструкций, что сокращает их выживаемость (Абельцев В.П. с соавт., 2002; Коршняк В.Ю. с соавт., 2015; Fernández-Fairen M. et al., 2010; Moon J.-K. et al., 2019).

Для структурирования и формализации величины дефектов костной ткани в современной ортопедии используются различные классификации, среди которых наиболее часто встречающейся является классификация W.G. Paprosky, опубликованная им еще в прошлом веке (Каграманов С.В., 2009; Николенко В.К. с соавт., 2009; Paprosky W.G. et al., 1994; Masri, V.A. et al., 1998; Telleria, J.J. et al., 2013). Этот автор в рамках своей классификации предложил предварительные алгоритмы принятия решений и применение конкретных имплантатов. Но, несмотря на свою популярность, как показывает опыт, в этой классификации не учитывается одна из основных, как оказалось в ходе проведенного исследования, характеристик – ограниченность костного дефекта, которая в ряде случаев в корне может менять методологию операции и тип устанавливаемой конструкции (Загородний Н.В., 2011; Кавалерский Г.М. с соавт., 2015; Safir O. et al., 2012). Кроме того, наиболее частые встречаемые при ревизионной хирургии ТБС гетерогенные костные дефекты в области вертлужной впадины, обычно описываемые в рамках одной классификационной категории, ввиду несовершенства классификаций, не позволяют обоснованно выбрать хирургическую тактику и оптимальный тип имплантата и, особенно, сравнить результаты выполненных операций.

В настоящее время в профильных научных публикациях присутствует значительное число методических подходов и «блужданий» применительно к выполнению ревизионной артропластики ТБС, а также приведены противоречивые результаты использования различных конструкций, от стандартных до персонифицированных и зависящих от условий имплантации – размеров костного дефекта, соответствия имплантата решаемой задачи и мастерства хирурга.

В целом, следует отметить, что проблема полноценного диагностического обследования и основанного на его результатах рационального выбора вариантов ревизионной артропластики ТБС в различных клинических ситуациях в настоящее время не решена, что и определило проведение нашего диссертационного исследования, направленного на создание необходимых научных обоснований при выборе лечебной тактики, улучшение исходов обсуждаемых операций и повышение качества жизни профильных пациентов.

Цель исследования: Обосновать системный подход к диагностике и рациональному выбору вариантов ревизионного эндопротезирования тазобедренного сустава у пациентов с износом модульных компонентов конструкций, функциональной мышечной недостаточностью и патологическими изменениями в области вертлужного компонента эндопротеза на основании собственных клинических исследований и анализа профильных научных публикаций.

Задачи исследования:

1. На основании анализа данных электронной базы регистра эндопротезирования тазобедренного сустава НМИЦ ТО им. Р.Р. Вредена определить структуру, причины, частоту и осложнения при ревизионных и повторных ревизионных операциях.

2. Оценить возможности и эффективность «малых» ревизий, ограниченных только заменой модульных компонентов или их сочетаниями с различными вариантами мышечной пластики, а также уточнить показания к их выполнению на основании клинико-рентгенологического анализа исходов лечения и осложнений.

3. Обосновать критерии разделения операций ревизионной артропластики тазобедренного сустава на простые и технически сложные на основании статистического анализа периоперационных характеристик у профильных пациентов.

4. Оценить возможности и эффективность ревизионного эндопротезирования тазобедренного сустава с полной заменой только вертлужного или обоих компонентов эндопротезов посредством сравнительного анализа среднесрочных результатов лечения.

5. Оценить эффективность существующих классификаций костных дефектов в области вертлужной впадины в отношении их практического использования для рационального выбора тактики дальнейшего лечения.

6. Оптимизировать предоперационную диагностику у профильных пациентов, используя в сложных случаях современные возможности технологий трехмерной визуализации.

7. Разработать новый способ замещения неограниченных костных дефектов в области вертлужной впадины, а также усовершенствовать технологию мышечной пластики при ревизионном эндопротезировании тазобедренного сустава.

8. Обосновать подходы к рациональному выбору способа ревизии вертлужного компонента эндопротеза тазобедренного сустава у пациентов изученных клинических групп.

Научная новизна исследования:

1. Получены новые данные по структуре, демографии, причинам, срокам и объемам разных ревизионных вмешательств на тазобедренном

суставе, а также о типах имплантируемых конструкций в различных клинических ситуациях на основании обработки большого массива сведений регистра эндопротезирования тазобедренного ФГБУ «НМИЦ ТО им. Р.Р. Вредена» Минздрава России.

2. Впервые оценена эффективность различных методик ревизионной хирургии в объеме замены модульных компонентов эндопротеза тазобедренного сустава и их комбинаций с мышечной пластикой, а также уточнены показания к их выполнению.

3. Получены новые сведения об эффективности использованных методик и имплантатов на основании сравнительного анализа клинико-функциональных среднесрочных исходов реэндопротезирования тазобедренного сустава при различных вариантах костных дефектов в области вертлужной впадины.

4. Обоснованы и предложены оригинальные критерии разделения пациентов изученного профиля на группы с простыми и сложными случаями посредством многофакторного анализа полученных количественных данных при изучении их интра- и послеоперационных характеристик.

5. Впервые на отечественном клиническом материале оценена целесообразность и клиническая значимость применения трехмерной визуализации при планировании операций ревизионного эндопротезирования тазобедренного сустава в рамках предложенной усовершенствованной программы предоперационного обследования профильных пациентов.

6. Разработаны и успешно внедрены в клиническую практику новый способ реконструкции в области вертлужной впадины при обширных костных дефектах и оригинальное устройство для рефиксации сухожилий при мышечной недостаточности, на которые получены патенты РФ на изобретения (RU № 2656522 и RU № 2712297).

7. Обоснована и представлена усовершенствованная система ревизионной артропластики тазобедренного сустава, включающая принципы современной диагностики, а также рационального выбора типа операции и устанавливаемых имплантатов.

Практическая значимость исследования:

1. Выявленные в ходе исследования возможности и перспективы «малых» ревизий, заключающиеся в замене только модульных компонентов эндопротезов тазобедренного сустава и их комбинациях с мышечной пластикой, позволяют снизить травматичность операций и повысить эффективность купирования болевого синдрома у профильных пациентов.

2. Внедрение в клиническую практику разработанных критериев для разделения профильных пациентов на группы простых и сложных случаев позволяет систематизировать подходы к выбору лечебной тактики и обеспечивает прогнозируемое улучшение результатов хирургического лечения.

3. Выявленные положительные и отрицательные стороны имеющихся классификаций костных дефектов в области вертлужной впадины позволяют более корректно применять их изолированно или совместно для рационального выбора тактики лечения в интересах сокращения числа осложнений.

4. Практическое использование усовершенствованной программы предоперационного обследования профильных пациентов облегчает рациональное планирование операций ревизионной артропластики и будет способствовать улучшению клинических исходов хирургического лечения.

5. Внедрение в клиническую практику предложенного способа замещения костных дефектов в области вертлужной впадины и оригинального устройства для рефиксации сухожилий при мышечной недостаточности расширяют арсенал и возможности ревизионной артропластики тазобедренного сустава.

6. Предложенный системный подход к рациональной ревизии вертлужного компонента тазобедренного сустава, предполагающий разделение пациентов по степени сложности хирургического лечения и обоснованный выбор лечебной тактики, способствует улучшению ряда изученных интраоперационных показателей, снижению риска значимых осложнений и, соответственно, затрат на возможные повторные операции.

7. Разработанный и обоснованный новый вид высокотехнологичной медицинской помощи с увеличенным финансированием позволит более широко применять аддитивные технологии в строгом соответствии с уточненными показаниями в интересах достижения лучших исходов хирургического лечения сложной категории пациентов, нуждающихся в ревизионной артропластике тазобедренного сустава.

Методология и методы исследования.

Настоящее диссертационное исследование носило клинический характер и состояло из несколько этапов. Вначале была проведена систематизация возможностей ревизионной артропластики ТБС на основании критического анализа научной литературы, что позволило обосновать актуальность и целесообразность настоящего исследования, а также сформулировать его цель и задачи.

В ходе второго этапа исследования была изучена структура ревизионной артропластики ТБС посредством анализа 7098 случаев из базы данных электронной версии регистра ФГБУ «НМИЦ ТО им. Р.Р. Вредена» Минздрава России.

Третий этап включал несколько частей и представлял собой клинико-рентгенологический анализ особенностей и исходов хирургического лечения 558 пациентов, выбранных из базы регистра и прооперированных только одним хирургом при условии стабильного бедренного компонента. Вначале это были 229 пациентов со стабильным вертлужным компонентом, которым выполнялось ревизионное эндопротезирование, ограниченное

заменой только модульных компонентов с возможным выполнением в некоторых ситуациях мышечной пластики. Далее анализу подверглись 329 пациентов, которым уже выполнялась замена вертлужного компонента при асептическом расшатывании, а при необходимости – также и бедренного компонента. С помощью статистических методов исследования нами были разработаны критерии деления этих пациентов (N-329) на группы «простых» и «сложных» случаев ревизионной артропластики.

В рамках этого этапа также был проведен сравнительный анализ среднесрочных и отдаленных результатов лечения пациентов, подвергшихся ревизионному эндопротезированию ТБС только в «сложных» случаях, в связи с чем для подробной статистической обработки эти больные были разделены на подгруппы в зависимости от типа костного дефекта в области вертлужной впадины по классификации W.Paprosky, а также нарушения целостного тазового кольца. В выделенных пяти подгруппах были рассмотрены до и послеоперационные характеристики, а также выявлены возможные факторы риска, приводящие к осложнениям.

В ходе четвертого этапа исследования был проведен критический анализ наиболее часто используемых классификаций костных дефектов в области вертлужной впадины на основании литературных данных и собственного опыта.

На пятом этапе была обоснована целесообразность применения современных методов диагностики, а именно, трехмерной визуализации для корректной оценки типов костных дефектов в области вертлужной впадины.

На шестом (заключительном) этапе нашего диссертационного исследования были предложены обоснованные рекомендации по усовершенствованной диагностике, а также рациональному выбору техники операции и модели эндопротеза у пациентов в различных клинических ситуациях при ревизионном эндопротезировании ТБС, что позволило, на наш взгляд, достичь цели диссертационной работы.

Основные положения, выносимые на защиту:

1. Наиболее частой причиной ревизионной артропластики тазобедренного сустава по материалам проанализированного регистра являлось асептическое расшатывание, потребовавшее в подавляющем большинстве случаев (81%) замены обоих или только вертлужного компонента эндопротеза, а среди причин повторных ревизионных операций существенно преобладала (61%) глубокая перипротезная инфекция.

2. Ревизионные операции, обусловленные износом полиэтиленового вкладыша, болевым синдромом и вывихами головки эндопротеза тазобедренного сустава, в ряде случаев (по уточненным нами показаниям) могут быть ограничены только заменой модульных компонентов или их сочетаниями с мышечной пластикой при высокой эффективности и минимальной травматичности.

3. Обоснование критериев выделения пациентов в группу сложных ревизионных артропластик тазобедренного сустава позволяет рекомендовать им расширенную программу предоперационной диагностики, осуществить рациональный выбор имплантатов и способов их установки, а также маршрутизировать при необходимости часть профильных пациентов в специализированные стационары, обладающие подготовленными хирургами и соответствующим оснащением.

4. Для предоперационной оценки костных дефектов в области вертлужной впадины в настоящее время наиболее широко используется классификация W.Paprosky, позволяющая в большинстве случаев адекватно определять тип дефекта, унифицировать оценку результатов лечения и сравнивать различные технологии, а ее сочетанное применение с учетом дополнительных характеристик по классификации A.Gross/K.Saleh позволяет снизить долю осложнений и улучшить результаты хирургического лечения.

5. Использование у пациентов с предстоящим сложным ревизионным эндопротезированием тазобедренного сустава трехмерной визуализации

области вертлужной впадины на этапе предоперационного планирования позволяет с большим успехом правильно оценить тип костного дефекта для рационального выбора тактики хирургического лечения.

6. Разработанный в ходе проведенного диссертационного исследования системный подход к рациональной ревизии вертлужного компонента эндопротеза тазобедренного сустава обеспечивает обоснованный выбор программы предоперационного обследования профильных пациентов, тактики их хирургического лечения, а также имплантируемых конструкций, что позволяет рекомендовать его для более широкого клинического использования.

Соответствие диссертации паспорту научной специальности.

Содержание и выводы диссертации полностью соответствуют паспорту научной специальности 3.1.8. Травматология и ортопедия.

Личный вклад автора.

Диссертационная работа представляет самостоятельный труд, основанный на результатах сбора и анализа клинико-рентгенологических данных пациентов, перенесших ревизионную артропластику тазобедренного сустава. Автором самостоятельно выполнен аналитический обзор литературы по теме диссертационного исследования, осуществлен сбор материала, изучены и проанализированы данные медицинской документации и лучевых методов исследований, проведена оценка клинико-функциональных результатов лечения, осуществлена статистическая обработка полученных данных и интерпретация основных результатов проведенных исследований, сформулированы выводы и практические рекомендации, написаны все главы диссертационного исследования и его автореферат.

Апробация диссертационной работы.

Материалы диссертационного исследования были доложены на Ежегодной научно-практической конференции с международным участием «Вреденовские чтения» (Санкт-Петербург, 2011 – 2023); на научно-практической конференции с международным участием «Аддитивные технологии в медицине: от 3D планирования до биопечати» (Санкт-Петербург, 2017 – 2022); на XI Съезде травматологов-ортопедов России (Санкт-Петербург, 2018); на международных конгрессах Sicot 2014 (Бразилия), 2015 (Китай); EHS 2018 (Нидерланды), EFORT 2016-2019; World Arthroplasty Congress 2018 (Италия).

По теме диссертационного исследования опубликовано 37 научных работ, из них 22 работы в журналах, рекомендованных ВАК РФ для публикаций результатов диссертационных исследований, 5 работ в профильных зарубежных журналах, индексируемых в наукометрической базе Scopus и Web of Science, получено 4 патента РФ на изобретения.

Реализация результатов исследования.

Результаты диссертационного исследования внедрены в практику работы клиники ФГБУ «НМИЦ ТО им. Р.Р. Вредена» Минздрава России и ведущих клиник Российской Федерации.

Материалы нашего исследования используются также при обучении на кафедре травматологии и ортопедии ФГБУ «НМИЦ ТО им. Р.Р. Вредена» Минздрава России клинических ординаторов, аспирантов и травматологов-ортопедов, проходящих усовершенствование по программам дополнительного образования.

Объем и структура диссертации.

Материалы диссертации представлены на 325 страницах. Диссертация состоит из введения, обзора литературы, описания материалов и методов исследования, шести глав собственных исследований, заключения, выводов, практических рекомендаций, списка сокращений и

списка литературы. Диссертационная работа содержит 68 таблиц и 140 рисунков. Список литературы включает 300 источников, из них 64 публикации отечественных авторов и 236 – зарубежных.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении обоснована актуальность темы, сформулированы цель и задачи диссертационного исследования, освещены его научная новизна и практическая значимость, изложены основные положения, выносимые на защиту, представлены сведения о реализации и апробации работы, объеме и структуре диссертации.

В первой главе в ходе анализа значительного массива данных современной отечественной и зарубежной литературы показано многообразие методик и вариантов имплантатов, применяемых при ревизионной хирургии тазобедренного сустава, приведены технологии восстановления дефектов костной ткани и способы лечения осложнений. Однако, ввиду значительной гетерогенности рассматриваемых профильных пациентов среди многочисленных методических «блужданий», в литературе до сих пор отсутствуют адекватные алгоритмы и рекомендации по выполнению ревизионной артропластики в каждой конкретной ситуации, а также оптимальные методики обследования и «удобные» классификации, что значительно увеличивает актуальность и делает бесспорным высокую практическую значимость настоящей диссертационной работы.

Во второй главе представлены материалы и методы диссертационного исследования.

Настоящая работа была спланирована и выполнена в несколько этапов.

В начале был проведен критический анализ научной литературы, позволивший систематизировать различные варианты ревизионного эндопротезирования тазобедренного сустава при разных клинических

ситуациях. Выполненный анализ 300 литературных источников позволил обосновать актуальность исследования, обозначить его цели, а также запланировать решение поставленных задач.

Далее был выполнен второй этап исследования, направленный на изучение эпидемиологии ревизионной артропластики, сроков их выполнения, типов применяемых имплантатов, длительности оперативного лечения, кровопотери, причин ревизий и повторных ревизионных вмешательств.

С этой целью был произведен анализ регистра ревизионного эндопротезирования тазобедренного сустава, разработанного в ФГБУ «НМИЦ ТО им. Р.Р. Вредена» Минздрава России. Были изучены данные 7098 случаев ревизионных операций, выполненных за период с 2006 по 2021 годы. (рис.1).



Рисунок 1. Изображение титульного листа регистра эндопротезирования ФГБУ «НМИЦ ТО им. Р.Р. Вредена» Минздрава России (в настоящее время регистр Центра интегрирован в МИС)

После этого был выполнен третий этап исследования, который включал в себя несколько частей.

Вначале из базы регистра было выделено 558 пациентов, оперированных одним хирургом и при условии стабильного бедренного компонента. Для дальнейшего анализа мы их разделили на две большие группы: 229 пациентов со стабильным вертлужным компонентом, которым выполнялось ревизионное эндопротезирование, ограниченное заменой только модульных компонентов с возможным выполнением в некоторых ситуациях мышечной пластики и 329 пациентов, которым выполнялась

замена расшатанного вертлужного компонента и при необходимости – бедренного.

В дальнейшем с помощью статистической обработки нами разработаны критерии их (N-329) деления на группы «простых» и «сложных» случаев ревизионной артропластики и проведен их сравнительный анализ.

Далее был выполнен сравнительный анализ среднесрочных и отдаленных результатов лечения пациентов, подвергшихся ревизионному эндопротезированию тазобедренного сустава только в «сложных» случаях (N-228). С этой целью для удобства статистической обработки пациенты были разделены на подгруппы в зависимости от типа костного дефекта в области вертлужной впадины по классификации W.Paprosky, а также нарушения целостного тазового кольца:

Подгруппа 1 (N-33) – дефекты 1А, 2А, 2В

Подгруппа 2 (N-18) – дефект 2С

Подгруппа 3 (N-81) – дефект 3А

Подгруппа 4 (N-72) – дефект 3В

Подгруппа 5 (N-24) – PD (разобщение целостности тазового кольца)

У пациентов пяти подгрупп рассмотрены до и послеоперационные характеристики, а также выявлены возможные факторы риска, приводящие к осложнениям.

На четвертом этапе исследования был выполнен критический анализ наиболее часто используемых классификаций костных дефектов на основании 170 полнотекстовых вариантов статей из литературного поиска базы данных PubMed за последние пять лет, по ключевым словам, «acetabular revision» и «acetabular defect classifications». Поиск был проведен также в отечественной электронной научной библиотеке eLIBRARY. По запросам «дефекты вертлужной впадины» и «ревизия вертлужного компонента» было обнаружено 15 публикаций, содержащих информацию о классифицировании дефектов при ревизионном эндопротезировании.

Пятый этап включал с помощью специально разработанного опросника доказательство целесообразности применения трехмерной визуализации для правильной интерпретации типов костных дефектов в области вертлужной впадины, а именно для правильного определения ограниченного и неограниченного типа дефекта по классификации A.Gross/K.Saleh, как наиболее важных для формирования правильной тактики и выбора имплантата на этапе предоперационного планирования. Опросник состоял из двух блоков: знакомства с экзаменуемым и непосредственно вопросов по оценке 20 клинических случаев.

Он размещен в открытом доступе по веб-адресу <https://docs.google.com/forms/d/1mAhlqcfakcJzCLeal4JM9o3hGA-Tr4vqnaB659eXnWg/edit>. Определение ограниченности и неограниченности дефекта костной ткани с помощью трехмерной визуализации, выполнялось в программе Materialise Mimics Innovation Suite (Версия: 21.0 Medical+ Research).

На всех этапах диссертационной работы использовались клинические, лучевые и разнообразные статистические методы исследования в двух профессиональных программных пакетах Statistica (v. 10.0) и BlueSky Statistics (v.10.2.0)

Таким образом, после статистической обработки полученных результатов на заключительном шестом этапе работы были предложены обоснованные рекомендации по оптимальной диагностике, технике операции и выбору эндопротеза у пациентов в различных клинических ситуациях при ревизионном эндопротезировании тазобедренного сустава – от замены модульных компонентов до установки персонифицированного имплантата в случае асептического расшатывания вертлужного компонента.

В третьей главе для решения первой задачи, на основании анализа 7098 случаев ревизионного эндопротезирования, выполненных в НМИЦ ТО им. Р.Р. Вредена и других клиниках страны в период с 2006 по 2021 годы

проведено изучение их этиологии, связи с формированием дефектов вертлужной впадины, возраста пациентов, демографии, объема операции при ревизии, типов установленных имплантатов, кровопотери, длительности операции. По результатам проведенного анализа было выявлено, что основными причинами всех ревизий являлись асептическое расшатывание компонентов эндопротеза (41,2%) продукты износа которых и приводили к образованию серьезных костных дефектов и инфекция (39.7%).

Но отмечается значительная разница в структуре ревизий после первичного эндопротезирования тазобедренного сустава и ре-ревизий. (рис. 2,3).



Рисунок 2. Удельный вес причин ревизий после первичных операций эндопротезирования тазобедренного сустава



Рисунок 3. Удельный вес различных причин ре-ревизий.

При анализе базы данных регистра за весь период при асептической ревизии тазобедренного сустава в подавляющем большинстве применялась бесцементная фиксация компонентов эндопротеза (84%), по сравнению с цементной (7%), гибридной (6%) или антигибридной (реверсгибридной) 3%.

Что касается моделей имплантатов, то необходимо отметить, что всего в регистре зафиксированы случаи использования 58 видов вертлужных компонентов импортного производства и не менее 9 типов чашек отечественных производителей. Бедренные компоненты еще более разнообразны - в регистре зафиксировано использование 72 видов бедренных компонентов зарубежных компаний и не менее 11 типов ножек отечественного производства. Наблюдались как случаи единичного использования отдельных имплантатов, так и встречались имплантаты, применяемые в нескольких тысячах наблюдений (рис. 4,5).



Рисунок 4. Основные типы вертлужных компонентов эндопротеза при асептической ревизии



Рисунок 5. Основные типы бедренных компонентов эндопротеза при асептической ревизии

В базе регистра содержится исчерпывающая информация и по величине кровопотери и времени операции, которая может являться одним из факторов определения тяжести операции.

Так длительность операции при ревизии после удаления спейсера составляет в среднем 124 мин. (95% ДИ 121 -127, Me 120). Объем кровопотери при тех же условиях составляет в среднем 599 мл. (95% ДИ 571 -627, Me 500). Напротив, длительность операции при асептической ревизии статистически незначимо ниже и составляет в среднем 121 мин. (95% ДИ 119 -123, Me 110), в то время, как объем кровопотери значительно отличается от ревизии после спейсера и составляет в среднем 515 мл. (95% ДИ 500 -531, Me 400).

При анализе длительности операции по годам отмечается несущественная динамика, напротив в объеме кровопотери отмечается тенденция к уменьшению, что связано с применением препарата транексамовой кислоты после 2010 года в клинике Центра.

Кроме того, обращает внимание значительное количество операций по замене только вертлужного компонента, что практически сопоставимо с

тотальной ревизионной артропластикой и требует отдельного изучения (рис.6).

Тип ревизии при асептическом расшатывании

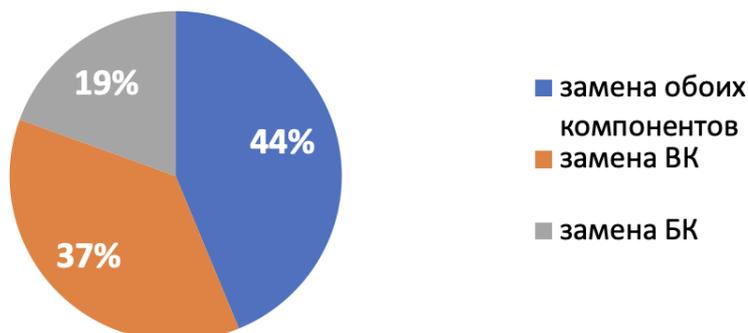


Рисунок 6. Варианты ревизии при асептическом расшатывании после первичного эндопротезирования тазобедренного сустава.

Такая преобладающая частота именно замены ацетабулярного компонента может говорить об отсутствии надежной начальной фиксации. Это, в свою очередь, может быть связано с ошибками при имплантации эндопротеза как по причине недостатка опыта хирурга, так и в силу объективных трудностей, например, в ситуациях низкого качества костной ткани или значительного ее дефицита, для восстановления которого необходимо серьезное предоперационное планирование и использование «сложных» имплантатов, доступных не во всех клиниках.

Оценка результатов, а также рассмотрение и совершенствование техники всех вариантов ревизии вертлужного компонента, от замены модульных частей до персонифицированных имплантатов вертлужной впадины имеет огромное значение для выживаемости имплантата, повышения качества жизни пациентов, а также корректной маршрутизации.

В четвертой главе проведен анализ ревизионных операций, которые по интраоперационным и послеоперационным характеристиками сопоставимы с первичным эндопротезированием тазобедренного сустава – речь идет о так называемых «малых» ревизиях (N-229), ограничивающихся

лишь заменой модульных компонентов с возможным применением различных методик мышечной пластики и решена вторая задача диссертационного исследования (табл. 1)

Таблица 1

Сравнительная характеристика интраоперационных показателей первичного и ревизионного эндопротезирования тазобедренного сустава

Тип операции	Длительность операции (мин.)	Кровопотеря (мл.)
Первичное ЭП ТБС	69,7 (30-270)	255 (30-1800)
Замена вкладыша	78,1 (35-140)	169 (50-500)
Замена головки	87,3 (40-160)	173 (50-450)

Показаниями к ревизии у рассматриваемых пациентов являлись:

1. Износ полиэтиленового вкладыша и болевой синдром (N-87)
2. Болевой синдром (N-60)
3. Вывих головки эндопротеза (N-82)

Осложнения были выявлены у 2 пациентов с износом полиэтиленового вкладыша в виде дальнейшего асептического расшатывания вертлужного компонента и два пациента были повторно госпитализированы с рецидивированием вывиха головки эндопротеза.

Причинами болей, обусловленными износом полиэтилена, чаще всего был подвывих головки эндопротеза с перерастяжением капсулы и периартикулярных тканей (30%), частичный отрыв мышц из области большого вертела (25%) и повышение внутрисуставного давления продуктами износа (45%). В 55 случаях (63%) помимо замены вкладыша и головки выполнялась костная пластика участков остеолита - наацетабулярной области и/или зоны большого вертела бедренной кости.

В другой группе больных (N-60), которым также выполнялась замена или переустановка только модульных компонентов причинами болевого синдрома но уже без износа полиэтилена были: избыточная антеверсия вертлужного компонента с задним расположением козырька полиэтиленового вкладыша (8%), остеофит задней стенки вертлужной впадины (12%), остеофит передней стенки вертлужной впадины (5%), недостаточность мышц, обусловленная малым оффсетом при перерастяжении рубцов в области большого вертела (15%), оссификат в толще капсулы периартикулярно (7%), псоас – синдром (7%), импиджмент большого вертела с задним краем вертлужной впадины (17%), остеофит в области большого вертела (22%), фреттинг- коррозия (3%), избыточный оффсет (8%).

Среди причин вывихов головки эндопротеза встречались: избыточная ретроверсия вертлужного компонента (21%), избыточная антеверсия вертлужного компонента (24%), перерастяжение мышц и недостаточный оффсет (18%), малая антеверсия вертлужного компонента при заднем доступе (10%), перелом бортика вкладыша (12%), травма (падение) (12%), избыточная масса тела (импиджмент – бедро «выдавливало» головку эндопротеза) (6%), импиджмент с краем цементной мантии (4%), износ полиэтилена (5%), остеофит в переднем отделе вертлужной впадины (4%), мобильный большой вертел после падения или на фоне остеолита (4%).

Помимо переустановки или замены модульных компонентов, особенно в ситуациях недостаточного оффсета или отрыва большого вертела для профилактики дальнейших вывихов в некоторых ситуациях выполнялась мышечная пластика по типу операции Whiteside или с помощью специально разработанного персонифицированного устройства (патент РФ на изобретение №2712297, 28.01.2020).

Однако, несмотря на «простоту» оперативного лечения, величину кровопотери и длительность операции, практически сопоставимую с

первичным эндопротезированием тазобедренного сустава и минимальное количество осложнений остается очень важная проблема – правильность оценки стабильности вертлужного компонента, которая в настоящее время все еще требует адекватного решения.

Кроме того, крайне важным для успеха «малой» ревизии является и наличие у пациента паспорта на эндопротез с установленными размерами компонентов, а также обязательное динамическое наблюдение за пациентами, так как продолжение эксплуатации эндопротеза с децентрацией головки приводит к дальнейшему износу полиэтиленового вкладыша и еще большему разрушению с возникновением асептического расшатывания не только вертлужного компонента, но и бедренного с выполнением полноценной ревизии с увеличенными интраоперационными характеристиками, большим количеством осложнений и намного худшими результатами.

В пятой главе на основании анализа 329 пациентов из регистра ревизионной артропластики с асептически расшатанным вертлужным компонентом выявлена группа пациентов с увеличенным временем оперативного лечения (>122 мин.) величиной кровопотери (>495 мл.), сложными имплантатами (кольцом Бурх-Шнайдера, cup-cage системой или custom-made конструкцией и др.) и большим количеством осложнений. С помощью статистического анализа определены критерии, оказывающие влияние на эти показатели, характеризующие сложность конкретного случая, что позволило решить третью задачу настоящего диссертационного исследования.

Среди критериев сложности можно выделить тип костного дефекта костной ткани по классификации W.Paprosky (не ниже 2C), количество операций в анамнезе (не менее 2) и необходимость замены стабильного бедренного компонента в разных клинических ситуациях, таких как неподходящий офсет, невозможность низвести бедро, нестандартный конус, некорректно установленный имплантат.

При ранжировании важности переменных на величину кровопотери влияет с наибольшей силой количество операций в анамнезе (больше одной), в случае длительности операции на первом месте тип дефекта костной ткани в области вертлужной впадины по классификации W.Paprosky, такое же влияние последний оказывает и на тип установленного имплантата (по мере увеличения сложности).

Во всех представленных случаях можно считать, что данная ситуация является сложной. Однако практически 100% характеристику сложности можно давать только при сочетании всех трех критериев. В случае наличия только одного критерия - $OR = 4,47$ (2.5-8.1), а в случае любых двух $OR = 21,05$ (9.6-46) (высоким считается $OR > 2$) - относительный риск, характеризующий в данном случае отнесение клинической ситуации к сложной с представленными показателями - то есть вероятность значительной кровопотери, длительности операции и необходимости установки сложных имплантатов, требующих специального хирургического оснащения, значительного опыта хирурга и проведения операции в специализированном центре.

В рамках шестой главы после разделения пациентов на «простые» (N-101) и «сложные» (N-228) случаи группы из 329 случаев, оперированных одним хирургом, выполнен клинико-рентгенологический и функциональный анализ результатов лечения последних и, соответственно, решена четвертая и седьмая задачи настоящего исследования.

После операции реэндопротезирования пациентов Группы 1 («простые»), так и у больных Группы 2 («сложные») отмечается достоверное улучшение функциональных результатов в той или иной степени выраженности и значительное снижение болевого синдрома.

Однако при более детальном сравнении двух групп были выявлены статистически значимые отличия по многим исследуемым параметрам (табл.2)

Характеристика пациентов в группах

Характеристика	Группа 1 (N-101)	Группа 2 (N-228)
Баллы по шкале Харриса до операции	42,1 (95% ДИ 35,4 - 43,0)	39,2 (95%ДИ 38,3-43,1)
Баллы по шкале Харриса после операции	82,6 (95% ДИ 74,6 - 84,0)	80,0 (95% ДИ 72,3-82,4)
Кровопотеря (мл)*	333 (min 100 max 1000)	482 (min 100 max 1800)
Время операции (мин)*	98,9 (min 55 max 255)	132 (min 45 max 425)
Количество операций в анамнезе	1 операция	1,33 (min 1 max 5)
Осложнения*	6 (6%)	40 (17,5%)

В группе 1 («простые») —осложнения выявлены у 6 пациентов (6%), среди которых у 1 пациента (1%) диагностирована перипротезная инфекция, у 2 больных (2%) -асептическое расшатывание, у 3 (3%) – вывих головки эндопротеза

В группе 2 («сложные») - осложнения выявлены у 40 пациентов (17,5%), среди которых у 8 (3,5%) –перипротезная инфекция, у 21 (9,2%) – асептическое расшатывание, у 8 (3,5%) – вывих головки эндопротеза, у 3 (1,3%) - другие.

Далее для дальнейшей статистической обработки больные из группы «сложных» случаев были разделены на 5 подгрупп по увеличению тяжести дефектов по классификации W.Paprosky а также наличия разобщения целостности тазового кольца:

Деление по типам дефектов основано на наиболее простом визуальном рентгенологическом определении характера изменений и

обусловлено наиболее сильным влиянием на длительность операции, наверное, одной из основных характеристик, определяющих тяжесть операции (табл.3).

Таблица 3.

Внутригрупповая характеристика пациентов

Параметры	Подгруппа 1 <i>Tun 1A,2A,2B</i> (N-33)	Подгруппа 2 <i>Tun 2C</i> (N-18)	Подгруппа 3 <i>Tun 3A</i> (N-81)	Подгруппа 4 <i>Tun 3B</i> (N-72)	Подгруппа 5 <i>PD</i> (N-24)	
Баллы по шкале Харриса до операции	40,02 (95% ДИ 39,4 - 43,0)	40,1 (95% ДИ 39,0 - 43,1)	39,3 (95% ДИ 38,9 - 40,1)	38,7 (95% ДИ 38,4 - 39,8)	38,8 (95% ДИ 38,3 - 40,0)	
Баллы по шкале Харриса после операции	83,02 (95% ДИ 80,0 - 84,0)	83,0 (95% ДИ 79,2 - 83,5)	80,98 (95% ДИ 73,3 - 81,3)	78,03 (95% ДИ 73,0 - 80,1)	78,9 (95% ДИ 72,9 - 80,5)	
Кровопотеря (мл)	402 (100-700)	472 (250-1000)	480 (100-1800)	533 (100-1800)	527 (200-1200)	
Время операции (мин)	123 (70-205)	131 (95-270)	134 (45-425)	138 (55-280)	150 (45-270)	
Количество операций в анамнезе	1.34 (1-3)	1.22 (1-3)	1.24 (1-3)	1.38 (1-5)	1.5 (1-3)	
Замена БК	23(70%)	2 (11,1%)	26 (32,1%)	27 (37,5%)	4 (16,7%)	
Костная пластика	Стружка	6 (86%)	11 (92%)	26 (90%)	21 (66%)	7
	ИКП	1 (14%)	0	3 (10%)	9(28,1%)	0
	Массивн.	0	1 (8%)	0	2 (5,9%)	0
	Итого	7 (21%)	12 (67%)	29 (36%)	32 (44%)	7 (29%)

В анализируемой группе в целом (N-228) расширенные остеотомии бедра выполнялись в 17 случаях (21%) из всех случаев замены стабильного

бедренного компонента (N-82) с 11,7% осложнений. Подобные операции отличались большей травматичностью.

Учитывая профильные публикации, более ранние работы коллег и собственный опыт для усиления дальнейшего анализа и понимания причин некоторых осложнений мы ввели дополнительные характеристики, а именно, использование помимо классификации костных дефектов по W.Parrosky определение ограниченности или неограниченности костного дефекта во всех подгруппах по классификации A.Gross/K.Saleh, а также наличие факта дополнительной фиксации винтами вертлужного компонента в пределах 3 зоны по классификации Charnley-DeLee.

Статистически значимое преобладание осложнений в виде асептического расшатывания и вывиха головки эндопротеза отмечено у пациентов с типами дефектов 3А и 3В по классификации W.Parrosky. ($p < 0.001$). Сниженное количество осложнений у больных с нарушением целостности тазового кольца обусловлено меньшим количеством пациентов, а также применением индивидуальных имплантатов в ходе ревизионной артропластики (табл.4).

Таблица 4

Частота встречаемости вывиха головки эндопротеза и асептического расшатывания вертлужного компонента в подгруппах

Тип дефекта	Асептическое расшатывание	Вывих
Подгруппа 1 (Тип 1А,2А,2В)	2 (9,5%)	0
Подгруппа 2 (Тип 2С)	1 (4,8%)	0
Подгруппа 3 (Тип 3А)	8 (38,1%)	4 (50%)
Подгруппа 4 (Тип 3В)	7 (33,3%)	3 (37,5%)
Подгруппа 5 (PD)	3 (14,3%)	1 (12,5%)
Итого	21 (100%)	8 (100%)

В 85,7% (18) случаев при асептическом расшатывании выявлен неограниченный тип костного дефекта, а у 43% (9) отсутствовала фиксация вертлужного компонента в 3 зоне.

В ходе статистического анализа доказано выраженное влияние неограниченности костного дефекта (как фактора риска) на развитие асептического расшатывания вертлужного компонента (Критерий Хи-квадрат 13,6, ($p < 0.001$), минимальное значение ожидаемого явления - 9.95), а также значительная сила связи между ними (Коэффициент сопряженности Пирсона 0.238).

Для более точного выявления факторов риска развития асептического расшатывания статистический анализ мы проводили и непосредственно внутри каждой подгруппы.

Первая подгруппа была отнесена к сложным случаям несмотря на отсутствие тяжести костного дефекта ввиду большой частоты встречаемости замены бедренного компонента, особенно с использованием технологии расширенной остеотомии, значительно увеличивающей интраоперационные характеристики и нередко требующей применения мышечной пластики с помощью специально разработанного персонифицированного устройства (патент РФ на изобретение №2712297, 28.01.2020) (табл.5).

Таблица 5

Интраоперационные характеристики пациентов при замене
стабильного бедренного компонента

Характеристика	Время операции с ЕТО (мин.)	Кровопотеря без ЕТО (мл.)	Время операции без ЕТО (мин.)	Кровопотеря с ЕТО (мл.)
N	7	16	16	7
Среднее	143	381	117	521
Минимум	90	100	75	300
Максимум	205	700	170	700

В данной подгруппе отмечено минимальное количество осложнений и возможность использования с высокими результатами любого вертлужного компонента в ходе ревизионной артропластики.

Подгруппа 2 (тип костного дефекта 2С по классификации W.Paprosky также не отличалась значительным количеством осложнений, а варианты используемых вертлужных компонентов были представлены только двумя конструкциями – вертлужный компонент press-fit фиксации и антипротрузионное кольцо по типу Бурх-Шнайдера при неограниченном типе костного дефекта по классификации A.Gross/К.Saleh.

В подгруппах 3 и 4 с типами костных дефектов 3А и 3В встречалось большое разнообразие типов вертлужных компонентов и выявлено, как уже отмечалось выше, максимальное количество осложнений в виде асептического расшатывания (рис. 7,8).

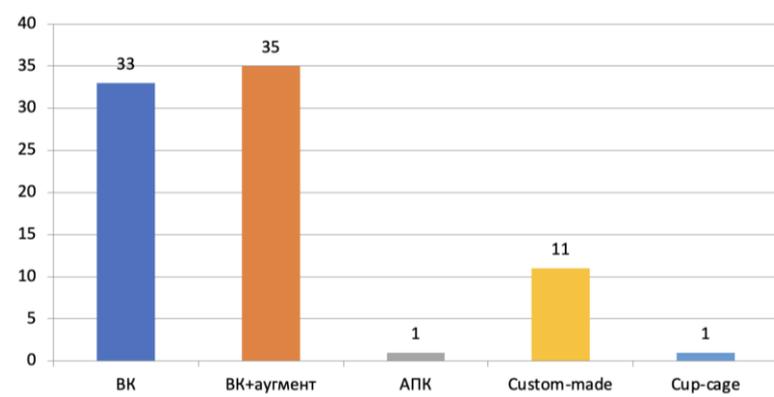


Рисунок 7. Варианты вертлужных компонентов у пациентов подгруппы 3 (n=81).

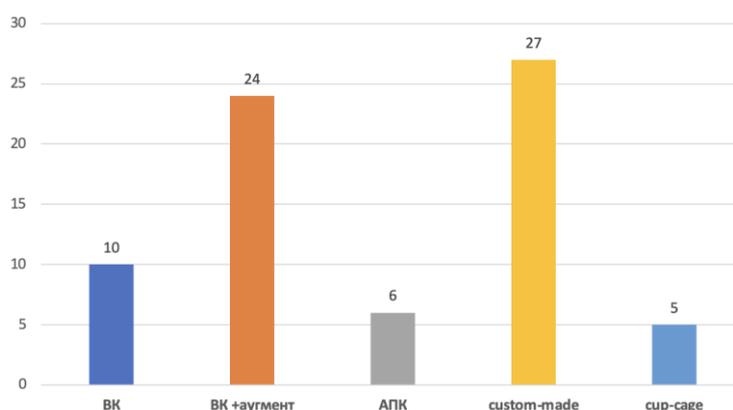


Рисунок 8. Варианты вертлужных компонентов у пациентов подгруппы 4 (n=72).

С помощью статистического анализа нами выявлен высокий риск асептического расшатывания любого вертлужного компонента при наличии неограниченного дефекта (RR-12.55), а также крайне высокую силу связи между ними (Коэффициент сопряженности Пирсона 0.475). Отсутствие статистически значимого влияния фиксации 3 зоны на возникновение осложнений тем не менее играло важную роль в сохранении длительной стабильности компонентов.

Так применение вертлужных компонентов пресс-фит фиксации при неограниченном 3А дефекте неминуемо приводило к осложнениям в виде асептического расшатывания (все 5 случаев расшатывания вертлужного компонента пресс-фит фиксации встречались при неограниченном типе дефекта). (Относительный риск (RR)=4,147) (0.9-19.3), а также средняя сила связи между ними (Коэффициент сопряженности Пирсона 0.215), так как такой дизайн имплантата без верхней поддержки (пластики крыши тем или иным вариантом) не позволял заместить имеющиеся дефекты, характерные для пациентов данной подгруппы.

Альтернативой в таких ситуациях являлось применение аугментов из трабекулярного металла при условии создания адекватной точки опоры, сур-саге конструкций или индивидуальных имплантатов, разработанных с помощью аддитивных технологий.

При ограниченных типах костных дефектов у пациентов рассматриваемой подгруппы целесообразно с высокими положительными результатами использовать вертлужные компоненты press-fit фиксации с аугментом из трабекулярного металла, а также чашки пресс-фит фиксации больших диаметров с дополнительной фиксацией 3 зоны.

Для понимания корректности установки ацетабулярного компонента в ходе настоящего исследования было оценено также влияние восстановления анатомического центра ротации при выполнении ревизионной операции на развитие осложнений.

Так в данной подгруппе в 65% случаев был восстановлен истинный

центр ротации вертлужной впадины, в 35 % отмечено краниальное смещение. Осложнения выявлены в 15% случаях в обеих ситуациях, однако при восстановлении центра ротации асептическое расшатывание отмечено у 11% пациентов, а вывихи головки эндопротеза в 4%. Напротив, у пациентов с краниальной установкой той или иной конструкции осложнения выявлены поровну – по 7,5%. Статистически значимое увеличение частоты вывихов головки эндопротеза вероятно было связано с недостаточностью офсета бедренного компонента. Во всех этих случаях бедренный компонент не заменялся.

В подгруппе 4 также выявлено статистически значимое преобладание неограниченного типа костного дефекта (100%) и значительное его влияние на возникновение осложнений. Нами отмечен высокий риск асептического расшатывания любого вертлужного компонента при наличии неограниченного типа дефекта (критерий Хи-квадрат – 4,4; минимальное значение ожидаемого явления - 2.52), а также значительную силу связи между ними (коэффициент сопряженности Пирсона 0.339).

При анализе неудовлетворительных результатов при неограниченном 3В типе дефектов по классификации W.Paprosky отмечается статистически значимое преобладание осложнений у пациентов с применением антипротрузионного кольца типа Бурх-Шнайдера (относительный риск (RR)=5,3) и статистически значимое преобладание отличных результатов при применении имплантатов типа sup-sage и индивидуальных конструкций, в том числе с использованием оригинального способа реконструкции дна вертлужной впадины - различных вариантов индивидуально изготовленных сеток. (Патент РФ №2656522 от 05.06.2018). Факт наличия фиксации 3 зоны являлся статистически незначимым ввиду малого количества пациентов с осложнениями, однако оказывал прямое значимое влияние на развития осложнений и бесспорно играл положительную роль в прочности первичной фиксации.

Восстановление анатомического центра ротации при выполнении

ревизионной операции у данной подгруппы пациентов выявлено в 71% случаев. Статистически значимого влияния на количество осложнений данная особенность операции не оказала.

В подгруппе 5 с разобщением целостности тазового кольца преобладали пациенты с наиболее тяжелым по классификации A.Gross/K.Saleh типом дефекта - неограниченным, подтверждая наиболее сложную как в хирургическом, так и в анамнестическом плане подгруппу пациентов, а также преобладающее большинство пациентов с фиксацией 3 зоны. В 54% наблюдений с успехом применялись индивидуальные имплантаты.

В рамках седьмой главы были решены пятая и шестая задачи диссертационного исследования, которые подразумевали оценку имеющихся классификаций костных дефектов в области вертлужной впадины, а также возможности трехмерной визуализации для их интерпретации, и с этой целью мы провели критический анализ литературы и проанализировали слабые и сильные стороны каждой классификации. Было отмечено, что в отличие от других, классификация W.Paprosky имеет достаточно четкую анатомическую привязку, при правильном восприятии и понимании которой хирург уже на основании обычной обзорной рентгенограммы таза с помощью четырех простых рентгенологических признаков может с достаточно большой точностью представить себе проблемы, с которыми он встретится в операционной. Однако обнаружение и интерпретация этих признаков не лишены субъективизма, что приводит к разночтению в оценке тяжести дефекта разными специалистами, что подтверждается в работах разных авторов по оценке надежности классификации.

В нашей практике нередко возникают расхождения между специалистами в оценке степени тяжести дефекта из-за несоответствия общепринятой интерпретации рентгенологических признаков и реальной сложности ревизионной операции. Такие разночтения чаще всего

возникают при оценке посттравматических и ятрогенных дефектов, в частности, формирование высокого центра ротации при тяжелой дисплазии является одной из распространенных методик эндопротезирования. Однако расшатывание высоко установленного вертлужного компонента можно рассматривать сразу как дефект типа 3А, несмотря на то что в реальности нижние отделы впадины не пострадали совсем и сохраняют условия для надежной первичной фиксации и перспективы для дальнейшей остеоинтеграции.

Кроме того, сегодня размер и локализация перипротезного дефекта является не единственным вопросом, на который хотелось бы получить ответ. Не менее важно знать объем костного дефекта для планирования костной пластики, наличие и локализацию прерывистости стенки дефекта, предполагаемую площадь контакта имплантата с костью пациента, и наконец, качество перипротезной костной ткани, обеспечивающий достаточную первичную фиксацию самого имплантата и костных винтов, а затем остеоинтеграцию. Речь идет о дополнительной характеристике дефектов на основе таких понятий, как ограниченный/неограниченный дефект и *pelvis discontinuity*, которые не отображены в классификации W.Parrosky. Или, может быть, целесообразно использовать две классификации по аналогии с оценкой функциональных результатов, когда становится недостаточно одной шкалы (например, Harris Hip Score) и добавляют какой-либо пациентский опросник (Oxford Hip Score или WOMAC).

Необходимо понимать, что правильная интерпретация ограниченности или неограниченности дефектов по классификации A.Gross/K.Saleh возможна только при использовании трехмерной визуализации на этапе планирования. Как показала практика в ходе проведенной оценки восприятия типа дефекта вертлужной впадины хирургами с различным хирургическим опытом на плоскостных рентгенограммах с использованием разработанного в рамках настоящего диссертационного исследования

опросника и сравнение его с трехмерной реконструкцией отмечены значительные погрешности в восприятии. Коэффициент согласованности Каппа Коэна с правильными ответами разработчика показал очень низкое значение (0,3043) даже в группе с большим хирургическим опытом.

Недооценка ограниченности и неограниченности дефектов напрямую влияет на возникновение осложнений, которые подробно представлены в предыдущих главах.

Необходимо отметить также, что несмотря на инновационные методы, к которым бесспорно относится трехмерная визуализация, крайне важным является ее правильное воспроизведение, а именно, грамотное и точное сегментирование и «очистка» от расшатанного имплантата и особенно от остатков костного цемента, так как, в ряде случаев, возможно ятрогенно с помощью простого персонального компьютера упростить или усложнить состояние костной ткани вертлужной впадины и тем самым спровоцировать неправильный выбор тактики лечения и, соответственно, имплантата.

В восьмой (завершающей) главе настоящего диссертационного исследования на основании клинико-рентгенологического и статистического анализа и решения всех предшествующих семи задач выявлены факторы риска развития осложнений и обоснованы рациональные подходы к диагностике и технике ревизионной артропластики в разных клинических ситуациях, от замены модульных компонентов без удаления имплантатов до персонифицированного эндопротеза, что позволило решить ключевую восьмую задачу работы.

Так, в случае износа полиэтиленового вкладыша, болевого синдрома и вывиха головки эндопротеза можно ограничиться выполнением так называемой «малой» ревизии, в объеме замены модульных компонентов и мышечной пластики с результатами сопоставимыми по всем интраоперационным и послеоперационным характеристикам с первичным эндопротезированием. Однако, при выполнении такой «малой» или «модульной» ревизии основным и единственным фактором риска развития

осложнений, а именно, асептического расшатывания имплантата, является правильность оценки стабильности вертлужного компонента.

При асептическом расшатывании вертлужного компонента необходимо оценить ситуацию на предмет сложности с помощью разработанных критериев. При выявлении «сложного» случая обязательным условием является выполнение трехмерной визуализации для понимания типа костного дефекта в области вертлужной впадины по двум классификациям - W.Paprosky и A.Gross/K.Saleh.

При выявлении костного дефекта типа 2С по классификации W.Paprosky ограниченного по классификации A.Gross/K.Saleh можно ограничиться имплантацией вертлужного компонента press-fit фиксации. Неограниченный вариант требует применения антипротрузионных колец.

При 3А ограниченном дефекте целесообразно имплантировать вертлужный компонент press-fit фиксации с аугментом из трабекулярного металла.

В случае неограниченных 3А изменений оптимальным будет вертлужный компонент press-fit фиксации с индивидуальным аугментом или полностью персонифицированная конструкция (риск развития асептического расшатывания минимальный и составляет RR-0.188 (0.02-1.4)).

В самых сложных ситуациях у пациентов с ограниченным 3В типом костного дефекта в области вертлужной впадины возможна имплантация нескольких (на выбор) конструкций, среди которых и ВК press-fit фиксации с несколькими аугментами и антипротрузионная система типа кольца Бурх-Шнайдера с обязательной фиксацией фланца в кость или, как наиболее удачный вариант - sup-sage система с фиксацией 3 зоны или ВК с импакционной костной пластикой (риск развития асептического расшатывания минимальный и составляет RR-0.288 (0.03-1.5))

Неограниченный дефект 3В требует имплантации индивидуально изготовленного компонента с обязательной фиксацией 3 зоны по Charnley-

DeLee. Стабильный бедренный компонент требует замены в ситуациях невозможности низведения и вправления головки эндопротеза, некорректной его установки или отсутствия необходимых размеров головки ввиду редкого конуса.

Как показывает проведенный в рамках настоящего диссертационного исследования исчерпывающий анализ результатов ревизионной артропластики соблюдение указанных принципов позволяет получить прогнозируемые хорошие долгосрочные результаты лечения и высокое качество жизни пациентов, однако в любом случае они в своей совокупности будут уступать результатам стандартной ревизионной артропластики в «простых» случаях.

Кроме того, отмечены высокие положительные результаты применения индивидуально изготовленных имплантатов, которые в перспективе (если использовать прогностическую модель Маркова) показывают более выгодные клиничко-экономические результаты, однако в настоящее время стоимость их несопоставима с серийными конструкциями и не позволяет их использовать в счет квот на ревизию по виду ВМП 16.00.79.001. В связи с этим в рамках работы совместно с ФГБУ «ЦНИИОИЗ» Минздрава России был разработан и представлен новый вид высокотехнологической помощи по профилю травматология и ортопедия ВМП 16.00.XX.XXX, который позволит более широко, конечно, не забывая о показаниях, применять персонифицированные имплантаты.

В заключении подведены общие итоги проведенной работы, представлены сведения по решению всех восьми задач диссертационного исследования и кратко обсуждены полученные результаты.

ВЫВОДЫ

1. По результатам анализа регистра наиболее частыми причинами всех изученных ревизионных эндопротезирований тазобедренного сустава явились асептическое расшатывание компонентов (41,2%) и перипротезная

инфекция (39,7%), а остальные причины совокупно составили долю менее 20%, причины первой ревизии были теми же, но с гораздо большим разрывом (52% и 27% соответственно), а после повторных ревизий основной причиной с большим отрывом являлась глубокая перипротезная инфекция (61%) при доле асептического расшатывания всего лишь 25%. При этом в ходе всех асептических ревизионных операций чаще всего производилась замена обоих компонентов эндопротеза (44%) или только вертлужного компонента (37%), а бедренный компонент потребовал замены только в 19% наблюдений.

2. При стабильности обоих компонентов эндопротеза и наличии износа полиэтиленового вкладыша, выраженного болевого синдрома, а также вывиха головки бедренного компонента вполне эффективными операциями с учетом изученных исходов могут считаться замена только модульных компонентов эндопротеза или их сочетание с мышечной пластикой по соответствующим показаниям, так как интраоперационные, послеоперационные характеристики и доли выявленных осложнений вполне сопоставимы с таковыми при первичном эндопротезировании тазобедренного сустава (средняя кровопотеря 219 vs 255 (мл), средняя длительность операции 78 vs 69.7 (мин.) $p=0.069$).

3. Обоснованными критериями разделения на простые и технически сложные случаи ревизионной артропластики тазобедренного сустава являются: тип костного дефекта в области вертлужной впадины не менее 2С по классификации W.Paprosky, две и более ревизионные операции в анамнезе и необходимость замены стабильного бедренного компонента независимо от ситуации, но особенно в тех случаях, когда требуется расширенная остеотомия бедренной кости. При наличии только одного из указанных критериев относительный риск (OR) равен 4,47 (2.5-8.1), а при сочетаниях двух любых факторов он увеличивается почти в 5 раз (до 21,04 (9.6-46)), прогнозируя высокую вероятность возникновения значительной

кровопотери, увеличенной длительности операции и необходимости установки более сложных имплантатов.

4. Сравнительный клинико-рентгенологический и статистический анализ полученных количественных данных у пациентов с асептическим расшатыванием вертлужного компонента выявил наибольшую долю осложнений (71,4%) в виде асептического расшатывания при 3А и 3В неограниченном типах костных дефектов по классификации W.Paprosky и A.Gross/K.Saleh и использовании серийных ацетабулярных компонентов press-fit фиксации ($p < 0.001$), а также успешное применение индивидуально изготовленных или sup-sage конструкций.

5. Практическое использование при планировании ревизионных операций эндопротезирования тазобедренного сустава только одной, хотя и наиболее распространенной классификации костных дефектов по W.Paprosky, не обеспечивает адекватный выбор техники операции и типа имплантата в сложных клинических случаях, а дополнительный учет в таких клинических ситуациях особенностей костных дефектов, характеризующих их величину по классификации A.Gross/K.Saleh, позволяет улучшить результаты лечения и минимизировать количество осложнений.

6. Использование трехмерной визуализации области вертлужной впадины на этапе предоперационного планирования позволяет с большим успехом правильно оценить тип дефекта по различным классификациям, что обеспечивает более адекватный выбор лечебной тактики и типа имплантата.

7. Предложенный новый способ замещения костных дефектов в области вертлужной впадины и оригинальное устройство для рефиксации сухожилий при мышечной недостаточности были успешно применены в клинике и подтвердили заявленные характеристики.

8. Для рационального выбора варианта ревизионной артропластики тазобедренного сустава и типа устанавливаемого имплантата могут быть

полезны разработанные нами подходы, предусматривающие учет усовершенствованных показаний для «малых» ревизий, разделение профильных пациентов на группы условно простых и технически сложных операций на основании обоснованных критериев и выявленных факторов риска возможных осложнений, а также применение усовершенствованной программы предоперационного обследования пациентов с трехмерной визуализацией в сложных клинических ситуациях и обязательного определения типов костных дефектов в области вертлужной впадины по двум классификациям (W.Paprosky и Gross-Saleh).

ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

1. В случае износа полиэтиленового вкладыша, болевого синдрома в области эндопротеза или вывиха при наличии стабильных компонентов целесообразно выполнение ревизионной артропластики в объеме замены только модульных компонентов без увеличения объема операции и расширения травматичности хирургического вмешательства, что позволит достичь интраоперационных показателей, таких как длительность операции и кровопотеря, сопоставимыми с первичным эндопротезированием тазобедренного сустава.

2. При планировании операции ревизионной артропластики при асептически расшатанном вертлужном компоненте необходимо использовать разработанные критерии деления пациентов на простые и сложные случаи, что позволяет адекватно оценить предстоящее оперативное вмешательство и в случае отсутствия возможности его выполнения ввиду недостаточности опыта или оснащения клиники перенаправить в учреждение более высокого уровня.

3. При ревизионном эндопротезировании в условиях выраженного дефицита костной ткани для адекватного определения тактики хирургического лечения и выбора имплантата целесообразно использовать минимум две классификации костных дефектов - W.Paprosky и

A.Gross/K.Saleh и технологии трехмерной визуализации, так как пренебрежение этими правилами неминуемо приведет к сложностям во время операции и проблемам в послеоперационном периоде.

4. В случае выявленных у пациентов неограниченных тяжелых типов костных дефектов при выполнении ревизионной артропластики необходимо по возможности переводить его в ограниченный с помощью различных описанных в настоящем диссертационном исследовании методик, в том числе, с применением разработанного оригинального способа реконструкции вертлужной впадины или использовать индивидуально изготовленные имплантаты.

5. При ревизии асептически расшатанного вертлужного компонента стабильный бедренный компонент требует удаления в ситуациях невозможности низведения бедра и вправления головки эндопротеза, отсутствия головки с нестандартным конусом или в случае его некорректного положения.

6. Оперативное лечение при крайне тяжелых костных дефектах в области вертлужной впадины требует применения дорогостоящих индивидуальных конструкций, расходы на которые не покрывают тарифы ВМП, имеющиеся в настоящее время и требуют в будущем использовать разработанный вид с ВМП для аддитивных технологий.

ОСНОВНЫЕ ПЕЧАТНЫЕ РАБОТЫ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

- 1. Шильников В.А., Тихилов Р.М., Денисов А.О. / Болевой синдром после эндопротезирования тазобедренного сустава // Травматология и ортопедия России. - 2008. - № 2 (48). - С. 106-109.**
- 2. Тихилов Р.М., Серебряков А.Б., Шубняков И.И., Плиев Д.Г., Шильников В.А., Денисов А.О., Мясоедов А.А., Бояров А.А. / Влияние различных факторов на кровопотерю при эндопротезировании тазобедренного сустава // Травматология и ортопедия России. - 2012. - № 3 (65). - С.5-11.**

3. Лю Б., Тихилов Р.М., Шубняков И.И., Разоренов В.Л., Денисов А.О., Божкова С.А., Артюх В.А., Клиценко О.А., Тотоев З.А. / Эффективность первого этапа двухэтапной ревизии при параэндопротезной инфекции тазобедренного сустава // Травматология и ортопедия России. - 2014. - № 3 (73). - С. 5-14.
4. Лю Б., Тихилов Р.М., Шубняков И.И., Божкова С.А., Артюх В.А., Денисов А.О. / Анализ эффективности saniрующих операций при параэндопротезной инфекции // Травматология и ортопедия России. - 2014. - № 2 (72). - С. 22-29.
5. Тихилов Р.М., Шубняков И.И., Коваленко А.Н., Плиев Д.Г., Денисов А.О., Кадубовская Е.А., Даниляк В.В., Куропаткин Г.В., Мясоедов А.А., Цыбин А.В., Божкова С.А., Моханна М., Богопольский О.Е., Шильников В.А. / Руководство по хирургии тазобедренного сустава // РНИИТО им. Р.Р. Вредена. - Том 1. - Санкт-Петербург, 2014.
6. Тихилов Р.М., Шубняков И.И., Плиев Д.Г., Денисов А.О., Мясоедов А.А., Гончаров М.Ю., Муравьева Ю.В., Коваленко А.Н., Базаров И.С., Артюх В.А., Карагодина М.П., Шильников В.А., Бояров А.А., Малыгин Р.В., Божкова С.А., Кочиш А.Ю., Шнейдер О.В., Разоренов В.Л., Билык С.С. / Руководство по хирургии тазобедренного сустава // Том 2. - Санкт-Петербург – 2015.
7. Тихилов Р.М., Шубняков И.И., Коваленко А.Н., Билык С.С., Цыбин А.В., Денисов А.О., Дмитриевич Г.Д., Вопиловский П.Н. / Применение индивидуальной трехфланцевой конструкции при ревизионном эндопротезировании с нарушением целостности тазового кольца (клинический случай) // Травматология и ортопедия России. - 2016. - Т. 22. № 1. - С. 108-116.
8. Шильников В.А., Байбородов А.Б., Денисов А.О., Ефимов Н.Н. / Двойная мобильность ацетабулярного компонента как способ профилактики вывиха головки эндопротеза тазобедренного сустава // Травматология и ортопедия России. - 2016. - Т. 22. № 4. - С. 107-113.
9. Коваленко А.Н., Шубняков И.И., Билык С.С., Денисов А.О., Тихилов Р.М. / Возможности современных технологий визуализации и моделирования в ортопедии и их роль в разработке индивидуальных конструкций в хирургии тазобедренного сустава // Вестник хирургии им. И.И. Грекова. - 2016. - Т. 175. № 4. - С.46-52.
10. Bozhkova S., Tikhilov R., Labutin D., Denisov A., Shubnyakov I., Razorenov V., Artyukh V., Rukina A. / Failure of the first step of two-

- stage revision due to polymicrobial prosthetic joint infection of the hip // *Journal of Orthopaedics and Traumatology*. - 2016. - Т. 17. № 4. - С.369-376.
11. Tikhilov R., Bozhkova S., Denisov A., Labutin D., Shubnyakov I., Razorenov V., Artyukh V., Klitsenko O. / Risk factors and a prognostic model of hip periprosthetic infection recurrence after surgical treatment using articulating and non-articulating spacers // *International Orthopaedics*. - 2016. - Т. 40. № 7. - P.1381-1387.
 12. Коваленко А.Н., Тихилов Р.М., Бильк С.С., Шубняков И.И., Черкасов М.А., Денисов А.О. / Позиционирование индивидуальных вертлужных компонентов при ревизиях тазобедренного сустава: действительно ли они подходят как "ключ к замку"? // *Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова*. - 2017. - № 4. - С.31-37.
 13. Шубняков И.И., Бояров А.А., Тихилов Р.М., Денисов А.О., Ефимов Н.Н. / Влияние позиционирования вертлужного компонента эндопротеза на стабильность тазобедренного сустава // *Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова*. - 2017. - № 2. - С.22-31.
 14. Тихилов Р.М., Шубняков И.И., Денисов А.О., Конев В.А., Гофман И.В., Михайлова П.М., Нетылько Г.И., Васильев А.В., Анисимова Л.О., Бильк С.С. / Костная и мягкотканная интеграция пористых титановых имплантатов (экспериментальное исследование) // *Травматология и ортопедия России*. - 2018. - Т. 24. № 2. - С. 95-107.
 15. Тихилов Р.М., Шубняков М.И., Бояров А.А., Денисов А.О., Шубняков И.И. / Влияние различных факторов на темпы износа полиэтиленового вкладыша в эндопротезах тазобедренного сустава // *Травматология и ортопедия России*. - 2018. - Т. 24. № 1. - С.18-28.
 16. Карякин Н.Н., Шубняков И.И., Денисов А.О., Качко А.В., Алыев Р.В., Горбатов Р.О. / Правовое регулирование изготовления изделий медицинского назначения с использованием 3d-печати: современное состояние проблемы // *Травматология и ортопедия России*. - 2018. - Т. 24. № 4. - С. 129-136.
 17. Тотоев З.А., Тихилов Р.М., Шубняков И.И., Денисов А.О., Божкова С.А., Артюх В.А., Ливенцов В.Н., Муравьева Ю.В. / Характеристика пациентов с перипротезной инфекцией

- тазобедренного сустава и среднесрочная эффективность лечения на основании данных регистра РНИИТО им. Р.Р. Вредена // Кафедра травматологии и ортопедии. - 2019. - № 4 (38). - С.34-43.
18. Сивков В.С., Шильников В.А., Денисов А.О., Цыбин А.В., Несинов А.А., Любчак В.В. / Ревизионное эндопротезирование тазобедренного сустава в условиях массивного остеолита вертлужной впадины: Burch-Schneider cage. Ретроспективный анализ 56 случаев имплантации // Современные проблемы науки и образования. - 2019. - № 3. <https://science-education.ru/ru/article/view?id=28930>
19. Шубняков И.И., Тихилов Р.М., Денисов А.О., Ахмедиллов М.А., Черный А.Ж., Тотоев З.А., Джавадов А.А., Карпухин А.С., Муравьёва Ю.В. / Что изменилось в структуре ревизионного эндопротезирования тазобедренного сустава в последние годы? // Травматология и ортопедия России. - 2019. - Т. 25. № 4. - С. 9-27.
20. Коваленко А.Н., Джавадов А.А., Шубняков И.И., Билык С.С., Денисов А.О., Черкасов М.А., Мидаев А.И., Тихилов Р.М. / Среднесрочные результаты использования индивидуальных конструкций при ревизионном эндопротезировании тазобедренного сустава // Травматология и ортопедия России. - 2019. - Т. 25. № 3. - С. 37-46.
21. Коваленко А.Н., Тихилов Р.М., Шубняков И.И., Билык С.С., Денисов А.О., Черкасов М.А., Ибрагимов К.И. / Ревизии вертлужных компонентов индивидуальными конструкциями с минимальным сроком наблюдения 12 месяцев: функциональные результаты, качество жизни и удовлетворенность пациентов // Травматология и ортопедия России. - 2019. - Т. 25. № 1. - С. 21-31.
22. Тихилов Р.М., Конев В.А., Шубняков И.И., Денисов А.О., Михайлова П.М., Билык С.С., Коваленко А.Н., Старчик Д.А. / Аддитивная технология в полном восстановлении функции сустава при эндопротезировании (экспериментальное исследование) // Хирургия. Журнал им. Н.И. Пирогова. - 2019. - № 5. - С. 52-56.
23. Тихилов Р.М., Шубняков И.И., Денисов А.О. / Классификации дефектов вертлужной впадины: дают ли они объективную картину сложности ревизионного эндопротезирования тазобедренного сустава? (критический обзор литературы и собственных наблюдений) // Травматология и ортопедия России. - 2019. - Т. 25. № 1. - С. 122-141.

24. Тихилов Р.М., Джавадов А.А., Коваленко А.Н., Денисов А.О., Демин А.С., Ваграмян А.Г., Шубняков И.И. / Какие особенности дефекта вертлужной впадины влияют на выбор ацетабулярного компонента при ревизионном эндопротезировании тазобедренного сустава? // Травматология и ортопедия России. - 2020. - Т. 26. № 2. - С. 31-49.
25. Шубняков И.И., Риахи А., Денисов А.О., Корыткин А.А., Алиев А.Г., Вебер Е.В., Муравьева Ю.В., Серeda А.П., Тихилов Р.М. / Основные тренды в эндопротезировании тазобедренного сустава на основании данных регистра артропластики НМИЦ ТО им. Р.Р. Вредена с 2007 по 2020 г. // Травматология и ортопедия России. - 2021. - Т. 27. № 3. - С. 119-142.
26. Tikhilov R., Shubnyakov I., Denisov A., Konev V., Mikhailova P., Bilyk S., Gofman I., Starchik D. / The experimental study of tissue integration into porous titanium implants // Hip International. – 2022 - May; 32(3): -P.386-390.
27. Тихилов Р.М., Джавадов А.А., Денисов А.О., Чилилов А.М., Черкасов М.А., Билык С.С., Хужаназаров И.Э., Шубняков И.И. /Анализ экономической эффективности использования индивидуальных и серийных вертлужных конструкций при ревизионном эндопротезировании тазобедренного сустава // Гений ортопедии. - 2022. - Т. 28. № 2. - С. 234-240.
28. Tikhilov R.M., Dzhavadov A.A., Kovalenko A.N., Bilyk S.S., Denisov A.O., Shubnyakov I.I. / Standard versus custom-made acetabular implants in revision total hip arthroplasty // Journal of Arthroplasty. - 2022. - Т. 37. № 1. - P. 119-125.
29. Tikhilov RM, Dzhavadov AA, Demin AS, Bilyk SS, Denisov AO, Shubnyakov I.I. /Early outcomes of using custom-made augments in revision total hip arthroplasty // International Orthopaedics. – 2022. - Oct; 46(10). – P.2229-2235.
30. Чилилов А.М., Денисов А.О., Зеленова О.В., Стерликов С.А., Абрамов С.И. / Наблюдение за пациентами после эндопротезирования тазобедренного сустава: клиничко - эпидемиологические и экономические предпосылки пересмотра программы государственных гарантий и создание новых клиничко - статистических групп // Современные проблемы здравоохранения и медицинской статистики. - 2022. - № 5. - С. 847-867.
31. Тихилов Р.М., Кобякова О.С., Обухова О.В., Шубняков И.И., Кадыров Ф.Н., Денисов А.О., Зеленова О.В., Абрамов С.И., Чилилов

А.М. / Научное обоснование внедрения в клиническую практику нового вида высокотехнологической помощи по профилю травматология и ортопедия // Современные проблемы здравоохранения и медицинской статистики. - 2023. - № 1. - С. 745-768.

32. Денисов А.О., Тихилов Р.М., Коваленко А.Н., Шубняков И.И., Билык С.С., Джавадов А.А. / Целесообразность трехмерной визуализации при определении тяжести костных дефектов в области вертлужной впадины // Кафедра травматологии и ортопедии. – 2023 - № 2(52). - С.16–22.
33. Патент РФ на изобретение № 2656522. Способ реконструкции области вертлужной впадины при обширных костных дефектах/ Коваленко А.Н., Билык С.С., Тихилов Р.М., Шубняков И.И., Денисов А.О. – заявл. 05.07.2017; опубл. 05.06.2018, Бюл. № 16.
34. Патент РФ на изобретение № 2697790. Способ моделирования дефектов костной ткани для изучения рефиксации мягких тканей к пористым титановым имплантатам с использованием аддитивных технологий. Тихилов Р.М., Шубняков И.И., Денисов А.О., Нетылько Г.И., Конев В.А., Михайлова П.М., Плиев Д.Г., Гуацаев М.С., Ефимов Н.Н. – заявл. 16.10.2018; опубл. 19.08.2019, Бюл. № 23.
35. Патент РФ на изобретение №2697789. Способ моделирования дефектов мышечной ткани для изучения рефиксации мышц к пористым титановым имплантатам с использованием аддитивных технологий. Тихилов Р.М., Шубняков И.И., Денисов А.О., Нетылько Г.И., Конев В.А., Михайлова П.М., Плиев Д.Г., Гуацаев М.С., Ефимов Н.Н. - заявл. 16.10.2018; опубл. 19.08.2019. Бюл. № 23.
36. Патент РФ на изобретение №2712297. Устройство для рефиксации сухожилий мышц к костям. Тихилов Р.М., Шубняков И.И., Плиев Д.Г., Денисов А.О., Мясоедов А.А., Михайлова П.М., Конев В.А., Билык С.С., Коваленко А.Н., Стафеев Д.В. – заявл. 21.03.2019; опубл. 28.01.2020. Бюл. № 4.