

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ МЕДИЦИНСКИЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР  
ТРАВМАТОЛОГИИ И ОРТОПЕДИИ ИМ. Р.Р. ВРЕДЕНА»  
МИНИСТЕРСТВА ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

*На правах рукописи*

**ШМЕЛЕВ**

**Антон Владимирович**

ОСОБЕННОСТИ ЭНДОПРОТЕЗИРОВАНИЯ ТАЗОБЕДРЕННОГО СУСТАВА  
ПРИ ПСЕВДОАРТРОЗЕ ШЕЙКИ БЕДРЕННОЙ КОСТИ  
У ПАЦИЕНТОВ ПОЖИЛОГО ВОЗРАСТА

3.1.8. Травматология и ортопедия

Диссертация на соискание ученой степени  
кандидата медицинских наук

Научный руководитель:  
д.м.н. доцент Цед Александр Николаевич

Санкт-Петербург

2024

<b>ОГЛАВЛЕНИЕ</b>	<b>Страница</b>
ВВЕДЕНИЕ	5
ГЛАВА 1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ	14
1.1. Эпидемиология внутрисуставных переломов проксимального отдела бедренной кости и их последствий	14
1.2. Причины формирования ложных суставов шейки бедренной кости после различных способов лечения	17
1.3. Особенности изменения проксимального отдела бедренной кости после перелома шейки бедра	20
1.4. Современные методы лечения ложных суставов шейки бедренной кости	24
1.5. Особенности эндопротезирования ложных суставов шейки бедренной кости	28
1.6. Резюме	31
ГЛАВА 2. МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ	32
2.1. Дизайн исследования	33
2.2. Общая характеристика пациентов ретроспективных групп исследования	35
2.2.1. Методика анализа рентгенометрических характеристик тазобедренного сустава	39
2.2.2. Методика анализа качества костной ткани пациентов ретроспективных групп исследования	47
2.3. Общая характеристика пациентов проспективной части исследования	50
2.4. Методы статистической обработки	52

ГЛАВА 3. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ПАЦИЕНТОВ РЕТРОСПЕКТИВНОЙ ЧАСТИ	58
3.1. Характерные особенности изменения проксимального отдела бедренной кости у пациентов с псевдоартрозом шейки бедра	59
3.2. Среднесрочные результаты эндопротезирования тазобедренного сустава ложных суставов шейки бедренной кости среди пациентов ретроспективных групп	66
3.3. Анализ причин осложнений среди пациентов ретроспективной части исследования	70
3.4. Принципы обследования пациентов пожилого возраста с псевдоартрозом шейки бедренной кости	76
3.5. Резюме	78
ГЛАВА 4. СИСТЕМАТИЗАЦИЯ ПСЕВДОАРТРОЗОВ ШЕЙКИ БЕДРЕННОЙ КОСТИ СОГЛАСНО ФАКТОРАМ РИСКА ОСЛОЖНЕНИЙ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ИССЛЕДОВАНИЯ ПАЦИЕНТОВ РЕТРОСПЕКТИВНОЙ ЧАСТИ ИССЛЕДОВАНИЯ	79
4.1. Влияние миграции металлоконструкции на частоту ортопедических осложнений при тотальном эндопротезировании у пациентов с псевдоартрозом шейки бедренной кости	79
4.2. Определение степени тяжести локального остеопороза согласно трем индексам снижения минеральной плотности костной ткани	83
4.3. Систематизация псевдоартрозов шейки бедренной кости у пациентов пожилого возраста	90
4.4. Резюме	96

ГЛАВА 5. РЕЗУЛЬТАТЫ ЛЕЧЕНИЯ ПАЦИЕНТОВ ПРОСПЕКТИВНОЙ ЧАСТИ	97
5.1. Характеристика имплантатов, использованных у пациентов проспективных групп исследования	97
5.2. Функциональные результаты эндопротезирования тазобедренного сустава у пациентов проспективной части исследования	101
5.3. Сравнение частоты осложнений между пациентами ретроспективных и проспективных групп исследования	105
5.4. Особенности тотального эндопротезирования тазобедренного сустава у пациентов пожилого возраста с псевдоартрозом шейки бедренной кости	108
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	123
ВЫВОДЫ	134
ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ	136
СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ	138
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	139

## ВВЕДЕНИЕ

### Актуальность темы исследования

Количество пациентов пожилого возраста с переломами проксимального отдела бедренной кости ежегодно увеличивается (Неверов В.А. с соавт., 2011; Тихилов Р.М. с соавт., 2011; Мурылев В.Ю. с соавт., 2017; Цед А.Н. с соавт., 2022; Lesnyak O. et al., 2012; Moroni A. et al., 2014). Несмотря на увеличение показателей травматизма среди населения пожилого и старческого возраста, доля консервативного лечения, в том числе переломов проксимального отдела бедра, остается высокой (Шубняков И.И. с соавт., 2017; Önerfält O. et al., 2010). Консервативное лечение, а также неудовлетворительные исходы хирургического лечения внутрисуставных переломов проксимального отдела бедренной кости приводят к развитию ложного сустава шейки бедра (Кавалерский Г.М. с соавт., 2016; Марков Д.А. с соавт., 2019; Цед А.Н. с соавт., 2022; Copuroglu C. et al., 2013; Calori G. et al., 2017).

Существует множество способов оперативного лечения псевдоартрозов шейки бедренной кости, однако в основном они применяются у пациентов молодого возраста (Raaymakers E.V. et al., 2008; Banaszek D. et al., 2018; Kalsbeek J.H. et al., 2018). Наиболее эффективным способом хирургического лечения неблагоприятных исходов внутрисуставных переломов проксимального отдела бедра у больных пожилого и старческого возраста является тотальное эндопротезирование (Дулаев А.К. с соавт., 2019; Benabdeslam A. et al., 2014; van de Kuit A. et al., 2022).

На сегодняшний день проблемам эндопротезирования тазобедренного сустава при псевдоартрозах шейки бедра у пациентов пожилого возраста уделяется недостаточное внимание, что демонстрирует малое количество публикаций по данной теме как в отечественных, так и в зарубежных изданиях. Это связано, в первую очередь, с большим количеством факторов, которые необходимо учитывать при планировании тотального эндопротезирования пораженного псевдоартрозом тазобедренного сустава, а во вторую очередь, с

увеличенным числом общесоматических и ортопедических осложнений при выполнении артропластики у данной категории пациентов.

### **Степень разработанности темы исследования**

Ложный сустав шейки бедренной кости является одним из самых распространенных осложнений внутрисуставных переломов проксимального отдела бедра. Патофизиологические причины формирования псевдоартроза шейки бедра полиэтиологичны. Основными причинами являются: анатомические особенности кровоснабжения данной локализации, классификационный тип перелома, недостаточно точная репозиция костных отломков при остеосинтезе шейки бедра и отсутствие прочности фиксации перелома, что приводит к микроподвижности между костными отломками и миграции компонентов металлоконструкции. В структуре заболеваний опорно-двигательного аппарата ложные суставы шейки бедра у пациентов пожилого возраста встречаются с частотой 10–30%, при этом ложные суставы вертельной области, по данным литературы, встречаются значительно реже – в 1,0–1,9%, а подвертельные псевдоартрозы диафиза бедра – в 23,5–30% (Дулаев А.К. с соавт., 2016; Babcock S. et al., 2018; Stewart S.K. et al., 2019).

При прогрессировании псевдоартроза шейки бедренной кости происходят остеолитические изменения головки бедра и ретракция ягодичных мышц бедренной кости, что приводит к значительному укорочению нижней конечности, бедренного офсета и полному отсутствию опороспособности. В то же время отсутствие осевой нагрузки способствует прогрессированию локального остеопороза проксимального отдела бедренной кости и вертлужной впадины, что в совокупности с системным остеопорозом у пациентов пожилого возраста приводит к значительному снижению минеральной плотности костной ткани данной локализации (Brinker M.R. et al., 2016; Andrzejowski P. et al., 2019).

Применение стандартных подходов к эндопротезированию тазобедренного сустава у пациентов пожилого возраста с ложными суставами шейки бедра приводит к развитию ранних ортопедических осложнений: вывихам эндопротеза

– 4,5–9,0% (McKinley J. et. al., 2002; Prudhon J.L. et al., 2017; Matthieu E. et. al., 2020), перипротезным переломам – 1,5% (Gausden E.B. et. al., 2021), инфекционными осложнениями – 11,1–3,6% (Bureau A. et. al., 2022; Parvizi J. et. al., 2023).

На сегодняшний день отсутствует общепризнанная классификация псевдоартрозов шейки бедра, что связано с большим количеством факторов риска и отсутствием единых подходов к хирургическому лечению. Кроме того, нет широко применяемых алгоритмов обследования пациентов с ложными суставами шейки бедра перед эндопротезированием тазобедренного сустава. Также отсутствуют рекомендации по выбору ацетабулярного и бедренного компонентов эндопротеза, степени стабилизации сустава и особенностям техники операции в процессе первичного эндопротезирования у данной категории пациентов. Все вышеописанные проблемы послужили поводом к определению цели и задач настоящего диссертационного исследования.

**Цель исследования** – оптимизация первичного эндопротезирования тазобедренного сустава у пациентов пожилого возраста с псевдоартрозом шейки бедренной кости путем разработки усовершенствованных рекомендаций по диагностике и хирургической тактике на основании разделения популяции больных на простые и сложные случаи с учетом факторов риска осложнений.

### **Задачи исследования**

1. Оценить в ходе ретроспективного исследования клинико-эпидемиологические характеристики пациентов пожилого и старческого возраста с неблагоприятными последствиями внутрисуставных переломов проксимального отдела бедренной кости, перенесших эндопротезирование тазобедренного сустава, на основании анализа собственной базы данных и профильных научных публикаций.

2. Провести анализ среднесрочных результатов первичного эндопротезирования тазобедренного сустава у пациентов пожилого возраста с ложными суставами шейки бедра с учетом патологических изменений

проксимального отдела бедренной кости и выявить основные факторы риска развития ортопедических осложнений.

3. Усовершенствовать рекомендации по обследованию пациентов пожилого возраста с ложными суставами шейки бедренной кости перед эндопротезированием тазобедренного сустава.

4. На основании патологических изменений проксимального отдела бедренной кости и факторов риска развития осложнений разделить ложные суставы шейки бедренной кости у пациентов пожилого возраста на «простые» и «сложные» случаи.

5. На основании сравнительного анализа периоперационных показателей и результатов эндопротезирования тазобедренного сустава определить особенности хирургической тактики, предложить рекомендации по выбору ацетабулярного и бедренного компонентов эндопротеза, а также степени стабилизации тазобедренного сустава у профильных пациентов.

### **Научная новизна исследования**

1. На репрезентативном материале проведен комплексный клинорентгенологический анализ результатов тотального эндопротезирования тазобедренного сустава у пациентов пожилого возраста с псевдоартрозом шейки бедренной кости.

2. Усовершенствованы рекомендации по диагностике патологических изменений костно-суставной системы проксимального отдела бедренной кости у пациентов пожилого возраста с последствиями внутрисуставных переломов шейки бедра.

3. Впервые на основании изменений длины нижней конечности и бедренного офсета, а также степени выраженности остеопороза и наличия миграции ранее установленных металлоконструкций разработана систематизация псевдоартрозов шейки бедренной кости на «простой» и «сложный» типы.

4. Разработаны научно обоснованные дополнения к рекомендациям по выбору ацетабулярного и бедренного компонентов эндопротеза тазобедренного



сустава, а также увеличения степени стабилизации тазобедренного сустава в зависимости от тяжести патологических изменений проксимального отдела бедра при псевдоартрозе шейки бедренной кости у пациентов пожилого возраста.

### **Практическая значимость исследования**

1. Определены показатели степени влияния изменения длины нижней конечности, бедренного офсета, выраженности локального остеопороза и наличия миграции ранее установленных металлоконструкций на неудовлетворительные исходы тотального эндопротезирования тазобедренного сустава у пациентов пожилого возраста с ложным суставом шейки бедра.

2. Предложены критерии разделения псевдоартрозов шейки бедренной кости на «простой» и «сложный» типы с учетом патологических изменений костно-мышечной системы области тазобедренного сустава.

3. Разработаны усовершенствованные рекомендации по обследованию пациентов пожилого возраста с ложными суставами шейки бедренной кости перед эндопротезированием тазобедренного сустава.

4. Разработаны обоснованные рекомендации по выбору ацетабулярного и бедренного компонентов эндопротеза, а также необходимости повышения степени стабилизации тазобедренного сустава в зависимости от тяжести патологических изменений при последствиях внутрисуставных переломов проксимального отдела бедренной кости и вертлужной впадины.

### **Методология и методы исследования**

Диссертационная работа состоит из двух последовательных частей: ретроспективной и проспективной, в каждой из которых были сформированы группы сравнения. На предварительном этапе был проведен анализ профильных научных публикаций, посвященных проблемам лечения неблагоприятных исходов лечения внутрисуставных переломов проксимального отдела бедренной кости у пациентов пожилого возраста, на глубину до 50 лет.

В ретроспективную часть диссертационного исследования были включены 124 пациента с псевдоартрозом шейки бедренной кости, которые были разделены на две группы. В первую группу вошли 65 пациентов без операций на проксимальном отделе бедра в анамнезе, вторую группу составили 59 больных с неудовлетворительными исходами хирургического лечения после остеосинтеза различными экстра- и интрамедуллярными металлоконструкциями. Всем пациентам выполнялись стандартные обзорные рентгенограммы таза с тазобедренными суставами, а также МСКТ для определения индексов минеральной плотности костной ткани: индекса Singh, индекса Barnett-Nordin, индекса Haunsfield. После тотального эндопротезирования тазобедренного сустава в среднесрочном периоде послеоперационного наблюдения оценивались функциональные показатели по шкале OHS, степень выраженности болевого синдрома по ВАШ и общего состояния пациентов пожилого возраста по шкале ECOG/ВАШ.

После анализа полученных данных ретроспективных групп исследования были выделены основные факторы риска, влиявшие на развитие ортопедических осложнений после тотального эндопротезирования тазобедренного сустава. На основании факторов риска было предложено разделить псевдоартрозы шейки бедренной кости у пациентов пожилого возраста на два типа: «простой» и «сложный». Кроме того, в ретроспективной части научной работы были предложены рациональные дополнения к интерпретации рентгеновских снимков тазобедренного сустава, включавшие выделение величины комбинированного укорочения нижней конечности.

В проспективной части диссертационного исследования были изучены среднесрочные результаты тотального эндопротезирования 94 пациентов пожилого возраста с ложными суставами шейки бедра, разделенных на две группы сравнения. В первую группу вошел 51 пациент с псевдоартрозом «простого» типа по предложенной нами систематизации ложных суставов. Во вторую группу вошли 43 пациента со «сложным» типом псевдоартроза шейки бедренной кости. Результаты оценивались также в среднесрочном периоде с

анализом функциональных показателей по шкале OHS, степени выраженности боли по ВАШ, а также по частоте и структуре ортопедических осложнений.

В заключительной части диссертационной работы были детально проанализированы результаты лечения всех 218 пациентов пожилого возраста после эндопротезирования тазобедренного сустава по поводу ложного сустава шейки бедренной кости и даны клинические рекомендации по хирургической тактике лечения, включавшей выбор компонентов эндопротеза, тип их фиксации, а также степень стабилизации.

### **Основные положения, выносимые на защиту**

1. На результаты первичного эндопротезирования тазобедренного сустава у пациентов пожилого возраста с псевдоартрозом шейки бедренной кости влияют комбинированные изменения длины нижней конечности и бедренного офсета после перелома шейки бедра, степень выраженности локального остеопороза, наличие ранее установленных металлоконструкций и костных дефектов вертлужной впадины и проксимального отдела бедренной кости.

2. Предоперационная диагностика у пациентов пожилого возраста с псевдоартрозом шейки бедренной кости должна включать оценку комбинированного изменения длины нижней конечности и бедренного офсета (Z-индекс) на основании обзорных снимков таза и телерентгенограмм, а также оценку степени выраженности локального остеопороза, величину костного дефекта вертлужной впадины или проксимального отдела бедренной кости на основании МСКТ тазобедренных суставов.

3. Разделение псевдоартрозов шейки бедренной кости у пациентов пожилого возраста на «простые» и «сложные» случаи с учетом факторов риска развития ортопедических осложнений позволяет рационально подходить к вопросам выбора ацетабулярного и бедренного компонентов эндопротеза, типа их фиксации, а также необходимости повышения степени стабилизации тазобедренного сустава.

### **Степень достоверности и апробация результатов исследования**

Достоверность полученных результатов основывается на обзоре литературы современных отечественных и зарубежных публикаций, а также анализе собственного клинического материала (218 случаев первичного эндопротезирования тазобедренного сустава по поводу псевдоартроза шейки бедренной кости у пациентов пожилого возраста), разделенного на исследовательские группы в соответствии с поставленными задачами и статистической обработкой полученных данных.

Основные положения диссертационного исследования доложены на VII Всероссийском конгрессе с международным участием «Медицинская помощь при травмах и неотложных состояниях в мирное и военное время. Новое в организации и технологиях» (Санкт-Петербург, 2022); 1298-м заседании Ассоциации травматологов-ортопедов Санкт-Петербурга и Ленинградской области (Санкт-Петербург, 2022), на 3-м Северо-Кавказском ортопедическом научно-образовательном форуме с международным участием (г. Ессентуки, 2022), на ежегодной научно-практической конференции с международным участием «Вреденовские чтения» (Санкт-Петербург, 2022). По теме диссертации опубликовано 6 научных работ, из них 4 статьи в научно-рецензируемых журналах, входящих в перечень изданий, рекомендованных ВАК РФ. Полученные в ходе диссертационного исследования результаты внедрены в работу клиники травматологии и ортопедии ПСПбГМУ им. акад. И.П. Павлова. Минздрава России, а также используются в качестве клинического материала для обучения клинических ординаторов, аспирантов и травматологов-ортопедов, проходящих усовершенствование по программам дополнительного последипломного образования.

### **Личное участие автора в получении результатов**

Автор самостоятельно провел научный анализ профильных отечественных и зарубежных публикаций по теме диссертационного исследования. В клинической части работы автором были сформированы группы сравнения и

отобраны пациенты. Диссертант лично участвовал во всех операциях у пациентов с псевдоартрозом шейки бедра как в ретроспективной, так и в проспективной частях исследования. Кроме того, автор лично провел сбор и анализ полученных результатов лечения, оценивал данные лучевых методов исследования, а также изучил функциональные показатели по шкале OHS и степень выраженности боли по ВАШ. Диссертант лично сформулировал цель и задачи диссертационного исследования, а также положения, выносимые на защиту, выводы и практические рекомендации, подготовил текст диссертационной работы. Также необходимо отметить личное участие автора в написании научных статей, в которых изложены результаты оригинальных исследований.

### **Объем и структура диссертации**

Материал диссертационного исследования представлен на 153 страницах текста. Диссертация состоит из введения, обзора литературы, описания материалов и методов исследования, трех глав собственных исследований, заключения, выводов, практических рекомендаций, списка сокращений и списка литературы. Работа проиллюстрирована 18 таблицами и 50 рисунками. Список литературы содержит 136 источников, в том числе 39 отечественных и 97 зарубежных авторов.

## ГЛАВА 1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

### 1.1 Эпидемиология внутрисуставных переломов проксимального отдела бедренной кости и их последствий

На сегодняшний день доля лиц пожилого и старческого возраста (75–90 лет) в мире составляет 12,82%; люди в возрасте 15 лет и младше – около 26% и люди трудоспособного возраста – 64,9%. К 2050 г. ожидается увеличение численности пожилого населения планеты до 22% от всей популяции (Ageing and health, 2022).

По данным Росстата, на 1 января 2022 г. каждый четвертый житель России, то есть 35,0 млн. человек, достиг пенсионного возраста (Оценка численности постоянного населения ..., 2021). Увеличение нагрузки на систему здравоохранения и социального обеспечения стран мира связаны в том числе и с увеличением показателей травматизма среди людей старшей возрастной группы.

По данным ВОЗ, настоящей эпидемией на рубеже XX–XXI в. стали переломы проксимального отдела бедренной кости (ПОБК). Частота переломов данной локализации, по данным литературы, составляет 200 случаев на 100 тыс. населения и продолжает ежегодно увеличиваться (Дулаев А. К. с соавт., 2019; Kanis J.A. et al. 2012; Gatz M. et al., 2024). Около 6% в структуре всех переломов опорно-двигательного аппарата приходится на переломы шейки бедренной кости (ШБК), причем с увеличением возраста пациента данные показатели также увеличиваются.

По данным литературы, смертность при переломах ПОБК составляет 33% в течение первых 12 месяцев и увеличивается на 2% в каждый последующий год (Bartels S. et al., 2017). Если коснуться проблемы смертности при переломах ПОБК в Российской Федерации, то необходимо рассмотреть последние отчеты ЦИТО о травматизме и заболеваемости в нашей стране. К началу 2020 г. суммарные показатели летальности от внешних причин, к которым в первую очередь относятся травмы и переломы, снизились с 104,0 до 93,8 на 100 тыс. населения по сравнению с 2017 г. Однако при детализации по локализациям отмечается увеличение количества переломов ПОБК с 94544 до 96061 (или на

1,6%) за три года. При этом данные переломы значительно чаще отмечались среди лиц старше трудоспособного возраста (Травматизм, ортопедическая заболеваемость ..., 2021). На рисунке 1.1 проиллюстрированы половозрастные показатели летальности населения нашей страны от травм. Среди людей в возрасте старше 70 лет отмечается вертикальный рост травматизма как у мужчин, так и женщин, что, в первую очередь, связано с переломами ПОВБ.

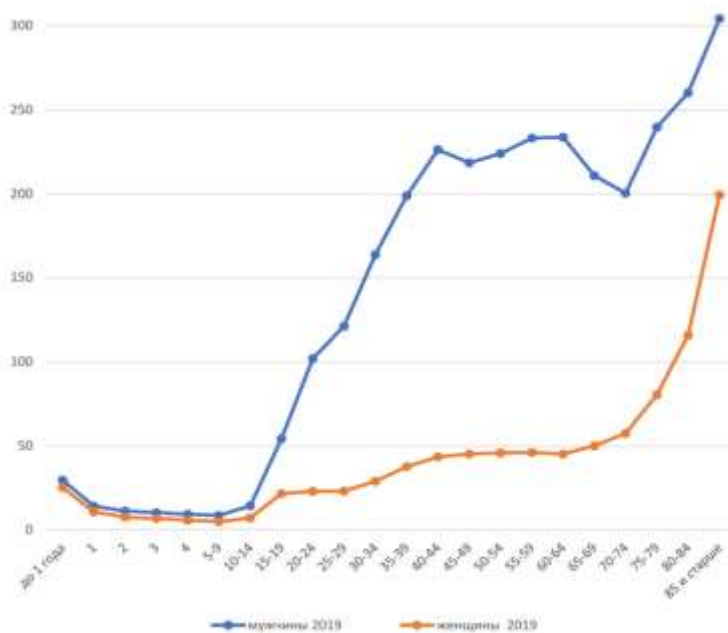


Рис. 1.1. Половозрастные показатели летальности населения РФ от внешних причин (травма) (Травматизм, ортопедическая заболеваемость ..., 2021)

В России, по данным статистики, частота ПОВБ у мужчин в возрасте старше 50 лет составляет 174,78 случаев на 100 тыс. населения, у женщин – 275,92, и этот показатель неуклонно увеличивается (Ершова О.Б. с соавт., 2012). В исследовании И.И. Шубнякова с соавторами (2017), основанном на данных регистра артропластики РНИИТО им. Р.Р. Вредена, отмечено, что среди всех этиологических причин выполнения первичного ЭП ТБС более 36,4% случаев приходится на переломы ПОВБ и их последствия, в том числе ложные суставы шейки бедренной кости (рис. 1.2.). Авторы также акцентируют внимание на значимо больших показателях выполнения первичной артропластики у пациентов с переломами ПОВБ в городских стационарах, а последствий переломов

(посттравматические деформации, псевдоартрозы, ложные суставы) – в федеральных центрах. При анализе данных регистра отмечается значительное преобладание женщин при переломах ПОВК (71,9%), в то время как у мужчин преобладают посттравматические изменения области ТБС (61,0%).

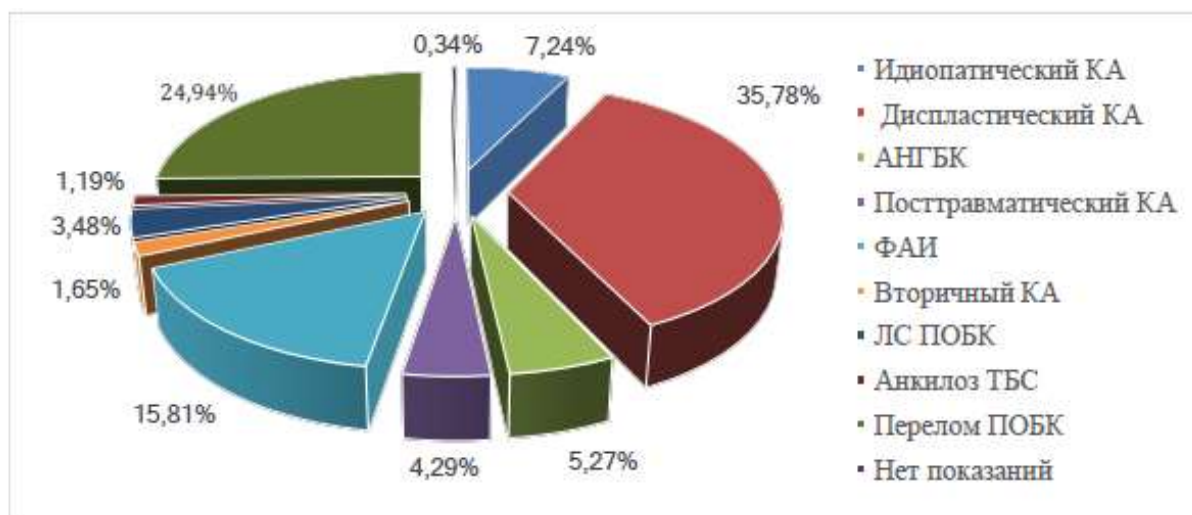


Рисунок 1.2. Основные этиологические причины выполнения первичного ЭП ТБС по данным НМИЦ ТО им. Р.Р. Вредена за 2017 год (Шубняков И.И. с соавт., 2017)

По данным ряда авторов, встречаемость ложных суставов шейки бедренной кости среди пациентов в возрасте до 60–65 лет составляет 9,3%, а замедленной консолидации – 7,1% (Slobogean G.P. et al., 2015; Xu D.F. et al., 2017). В то же время частота псевдоартрозов после внутрисуставных переломов ПОВК среди больных старшей возрастной группы (более 65 лет) составляет от 10 до 30% (Florschütz A. V. et al., 2015; Jackson C. et al., 2018). Частота развития псевдоартроза после внесуставных переломов ПОВК имеет переменные показатели. Так, частота ложных суставов вертельной области, по данным литературы, колеблется в пределах 1,0–1,9%, а подвертельной области значительно больше и достигает 23,5–30,0% (Babcock S. et al., 2018; Jackson C. et al., 2018; Hoffmann M.F. et al., 2019). В метаанализе R. Zura с соавторами (2016), посвященном эпидемиологии ложных суставов 18 костей скелета человека, приводятся факторы риска развития ложного сустава любой локализации:



количество переломов в анамнезе (OR=2,65; 95% ДИ: 2,34–2,99), применение НПВС и опиоидных анальгетиков (OR=1,84; 95% ДИ: 1,73–1,95), операция в анамнезе на сегменте кости (OR=1,78; 95% ДИ: 1,69–1,86), открытый перелом (OR=1,66; 95% ДИ: 1,55–1,77), применение антикоагулянтов (OR=1,58; 95% ДИ: 1,51–1,66), ревматоидный остеоартрит (OR=1,58; 95% ДИ: 1,38–1,82), бензодиазепинов (OR=1,49; 95% ДИ: 1,36–1,62), сахарный диабет (OR=1,40; 95% ДИ: 1,21–1,61), высокоэнергетическая травма (OR=1,38; 95% ДИ: 1,27–1,49), применение антиконвульсантов (OR=1,37; 95% ДИ: 1,31–1,43), остеопороз (OR=1,24; 95% ДИ: 1,14–1,34), мужской пол (OR=1,21; 95% ДИ: 1,16–1,25), применение инсулина (OR=1,21; 95% ДИ: 1,10–1,31), курение (OR=1,20; 95% ДИ: 1,14–1,26), ожирение (OR=1,19; 95% ДИ: 1,12–1,25), применение антибиотиков (OR=1,17; 95% ДИ: 1,13–1,21), терапия остеопороза в анамнезе (OR=1,17; 95% ДИ: 1,08–1,26), дефицит витамина D (OR=1,14; 95% ДИ: 1,05–1,22), применение диуретиков (OR=1,13; 95% ДИ: 1,07–1,18), почечная недостаточность (OR=1,11; 95% ДИ: 1,04–1,17) (мультимодальное значение  $p < 0,001$  для всех показателей).

Таким образом, проблемы, связанные с ЭП ТБС при псевдоартрозах шейки бедренной кости, особенно у пациентов пожилого и старческого возраста, остаются одними из наиболее актуальных в современной травматологии и ортопедии. Наиболее значимыми являются вопросы, связанные с физиологическими изменениями костной ткани в области ПОБК после перелома шейки бедренной кости.

## **1.2. Причины формирования ложных суставов шейки бедренной кости после различных способов лечения**

Определяющими факторами развития ложного сустава после внутрисуставного перелома ПОБК являются способ лечения (консервативное/оперативное), качество костной ткани (выраженность остеопороза), качество репозиции костных отломков и надежность их фиксации во время хирургического вмешательства (Мюллер М.Е., 1996), а также классификационный тип перелома. Развитие ложного сустава ШБК часто

происходит в связи с отсутствием надкостницы в ее камбиальном слое и адекватного синовиального покрытия. Это предотвращает формирование гематомы в области перелома, что снижает потенциал костеобразования (Elzohairy M.M. et al., 2017). В связи с этим точная анатомическая репозиция костных отломков и их прочная стабильная фиксация остаются единственными ключевыми факторами успеха хирургического лечения перелома ШБК. Неудачные исходы лечения связаны, в первую очередь, с несоблюдением данных принципов. Именно поэтому оптимальным является фиксация тремя канюлированными винтами, введенными вдоль калькара с соблюдением принципа M.R.Baumgartner с соавторами (1995) относительно глубины позиционирования в головке бедра. Основные факторы, способствующие заживлению кости, описали в 1974 г. G. Karlstrom с соавторами. К ним относятся минимальный зазор между костными отломками, адекватная стабильность и достаточное поступление питательных веществ в зону перелома. В 2007 г. P.V. Giannoudis с соавторами (2007) предложили блестящую концепцию заживления переломов, которая включает четыре фактора:

- прочность костного каркаса;
- достаточная механическая стабильность;
- мезенхимальные стволовые клетки;
- факторы роста.

При объединении описанных выше теорий можно поставить акценты на двух решающих механизмах: биомеханических и биологических факторах в процессах консолидации перелома (Marsell R. et al., 2011; Mavcic B. et al., 2012). Если один из двух механизмов не работает, то возникает ложный сустав. Именно поэтому при попытке различных способов консервативного и оперативного лечения псевдоартроза ШБК с сохранением тазобедренного сустава необходимо создавать оптимальные условия для обоих механизмов заживления кости, чтобы максимально увеличить вероятность благоприятного исхода (Bell A. et al., 2016; Lynch J.R. et al., 2008).

Кроме того, необходимо учитывать классификационный тип перелома ШБК, так как именно характер смещения отломков влияет как на потенциальную возможность консолидации, так и на образование аваскулярного ложного сустава. Согласно классификации Pauwels (1935), чем больше угол между линией перелома ШБК и горизонтальной осью центра ротации головки, тем хуже прогноз относительно консолидации. Согласно другой общепринятой классификации R.S. Garden (1961), на исход лечения влияет величина смещения головки бедренной кости относительно ШБК. Таким образом, при переломах типа III по классификации Pauwels и типе 4 по классификации Garden изначально формируются предпосылки для образования ложного сустава шейки бедренной кости.

Анатомические особенности кровоснабжения шейки и головки бедренной кости являются одними из ключевых факторов способности к консолидации переломов данной локализации. Основным источником питания в первую очередь головки и затем внутрисуставной части шейки бедренной кости является артерия головки бедра, огибающая ее с медиальной стороны (Синельников Р.Д., 1973; Кованов В.В., 1983; Корнилов Н.В., 2006; Дулаев А.К. с соавт., 2011; Patron M.S. et al., 2006). С возрастом она облитерируется, что способствует замедленной консолидации или формированию ложного сустава при переломе. Кроме артерии, идущей вместе со связкой головки бедренной кости, кровоснабжение шейки происходит за счет сети мелких ветвей артерий, огибающих шейку с медиальной и латеральной поверхностей (*a. circumflex a. femoris medialis et lateralis*), а также мышечных ветвей бедренной артерии (*rami musculares a. femoris*), формирующих так называемую *rete articularis* соxae шейки бедренной кости. Соответственно при переломе происходит разрыв данных анастомотических ветвей, что дополнительно затрудняет процессы консолидации.

Таким образом на формирование ложного сустава ШБК может влиять множество факторов, среди которых основными являются анатомические особенности данной локализации, консервативное лечение в анамнезе, хирургические ошибки в процессе репозиции перелома и прочность фиксации

костных отломков, степень остеопороза и качество костной ткани в целом, классификационный тип перелома.

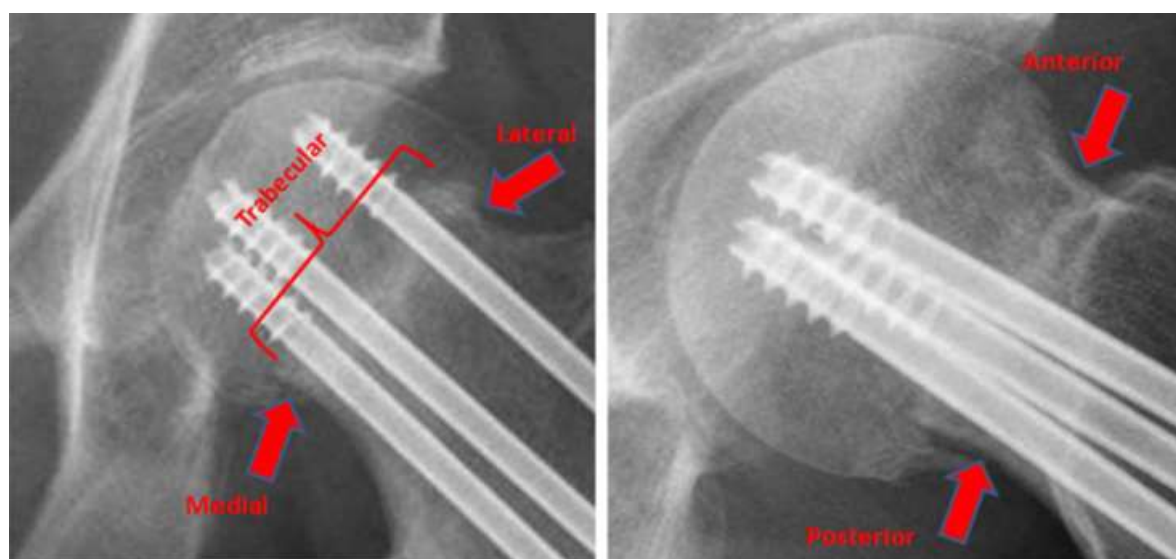
### **1.3. Особенности изменения проксимального отдела бедренной кости после перелома шейки бедренной кости**

Перелом ШБК у пациентов пожилого и старческого возраста, как правило, является низкоэнергетической травмой и связан с наличием у больного системного или локального остеопороза. По статистике остеопороз в ПОБК диагностируется у 33,8% женщин и у 26,9% мужчин (Михайлов Е.Е. с соавт., 2003), а остеопения – у 43,3% и 44,1% соответственно (Лесняк О.М. с соавт., 2011). Основными клиническими особенностями, влияющими на качество жизни и активность пациента с псевдоартрозом ШБК, являются: укорочение нижней конечности, укорочение бедренного офсета, локальный остеопороз, патологические изменения ягодичных мышц (в первую очередь средняягодичной), прогрессирование аваскулярного некроза головки бедренной кости, контрактура ТБС.

Как правило, ложный сустав ШБК диагностируется не ранее чем через 6 месяцев после перелома на стандартных рентгенологических снимках ТБС в прямой и аксиальной проекциях. Основные параметры, которые оцениваются рентгенологически: наличие или отсутствие сформированного кортикального «мостика» между отломками; наличие или отсутствие резорбции линии перелома в области кортикальной пластины; формирование трабекулярной консолидации (костные трабекулы + костный матрикс); формирование трабекулярной резорбции в области перелома.

Согласно балльной рентгенологической шкале оценки консолидации перелома ШБК (The Radiographic Union Score for Hip – RUSH), предложенной С. Bhandari с соавторами в 2013 г., указанные выше параметры необходимо оценивать в четырех анатомических областях ШБК: передней и задней (рентгенография в аксиальной проекции), латеральной и медиальной (рентгенография в прямой проекции). При оценке кортикальных параметров

консолидации и резорбции диапазон составляет от 1 до 3 баллов по каждой из четырех анатомических областей. При оценке трабекулярных параметров также начисляются от 1 до 3 баллов суммарно без учета деления по анатомическим областям. Таким образом, минимально возможное количество баллов составляет 10, а максимальное значение – 30 баллов. На рисунке 1.3 представлен клинический пример балльной оценки степени консолидации перелома ШБК по RUSH через 6 месяцев после перелома.



	Кортикальный «мостик» между отломками	Резорбция линии перелома в области кортикальной пластины
Передний	3	3
Задний	2	2
Латеральный	2	2
медиальный	3	3
Итого	10	10
Трабекулярная консолидация		3
Трабекулярная резорбция в области перелома		3
Итого		26

Рисунок 1.3. Рентгенограммы шейки левой бедренной кости в прямой и аксиальной проекциях через 6 месяцев после перелома.

Приведены расчеты степени консолидации перелома по шкале RUSH – общий итог 26 баллов из 30

При интерпретации результатов пороговым значением, при котором можно утверждать о формировании ложного сустава, является суммарное количество менее 18 баллов. Общее количество 18 баллов и более свидетельствует о консолидации перелома ШБК. Специфичность и чувствительность данного метода согласно Т. Frank с соавторами (2016), составляет более 98%.

У пациентов с атрофическим ложным суставом ШБК происходят обратимые физиологические процессы костного ремоделирования, в результате которых при отсутствии полноценной осевой нагрузки развивается локальный остеопороз ПОБК. По данным Р.М. Тихилова с соавторами (2018) и О.М. Лесняк с соавторами (2018), в нашей стране около 34 млн человек находятся в зоне риска получения низкоэнергетического (т.е. остеопорозного) перелома ПОБК. Согласно индексу Singh (оцениваемому рентгенологически) при прогрессировании локального остеопороза на контрольных рентгеновских снимках можно наблюдать постепенное исчезновение костных трабекул в треугольнике Варда, большом вертеле, области калькара ШБК. Помимо губчатой кости, на отсутствие осевой нагрузки реагирует кортикальная кость сначала метафизарной, а затем и диафизарной частей области ПОБК. Морфо-кортикальный индекс Barnett-Nordin начинает снижаться, достигая пороговых значений в 0,4 единицы, показатели ниже которого свидетельствуют о тяжелом локальном остеопорозе, затрагивающем весь ПОБК (губчатую и пластинчатую кость).

К лучевым инструментальным методам исследования, показывающим прогрессирование локального остеопороза на фоне ложного сустава ШБК и отсутствии осевой нагрузки, относится МСКТ, при выполнении которой определяется минеральная плотность губчатой и кортикальной костной ткани. Плотность тканей по данным МСКТ рассчитывается согласно индексу Hounsfield (рис. 1.4). Нормальными показателями для губчатой костной ткани являются значения в диапазоне от 30 до 250 HU (единиц Hounsfield), для компактной костной ткани – от 250 до 1000 HU.

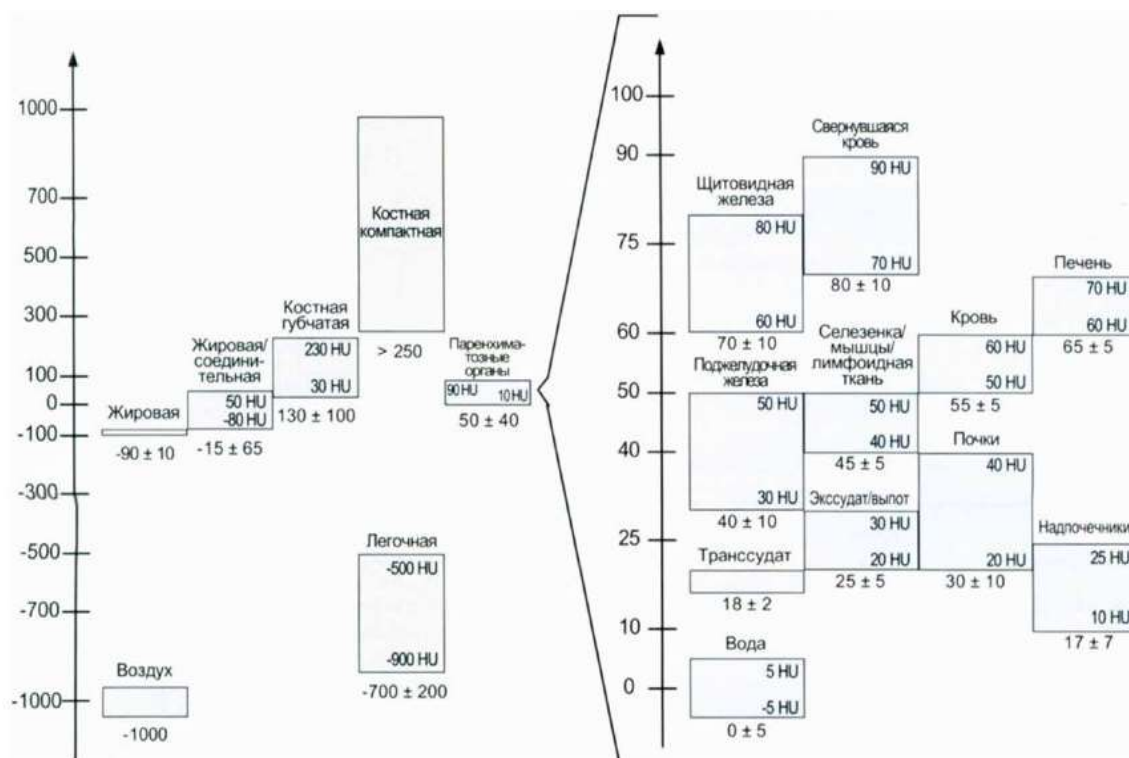


Рисунок 1.4. Шкала плотности всех типов тканей организма человека (Hounsfield G.N., 1980)

Помимо снижения процессов ремоделирования костной и хрящевой тканей в области перелома шейки и всего ПОБК, происходят изменения в мягких тканях, окружающих тазобедренный сустав. Укорочение нижней конечности, а вместе с ней и укорочение бедренного офсета (расстояние от центра ротации тазобедренного сустава до верхушки большого вертела) в совокупности с дистрофическими процессами, протекающими на фоне снижения микроциркуляции, приводят к снижению тонуса и функционирования ягодичных мышц и мышц абдукторов. Диагностика силы мышц аддукторов, абдукторов, сгибателей и разгибателей бедренной кости в области ПОБК производится на динамометрическом стенде в вертикальном положении пациента при упоре таза на планку. Нормальными являются показатели от 80 до 95 Н\*м для абдукторов/аддукторов и от 95 до 130 Н\*м для сгибателей/разгибателей бедра.

При наличии металлоконструкции, предназначенной для фиксации перелома ШБК, также происходят локальные изменения в головке, шейке бедра и вертлужной впадине. Контакт между металлоконструкцией и мягкими тканями в

совокупности с микроподвижностью на границе кость-имплантат приводит к формированию металлоза. Кроме того, микроподвижность металлоконструкции способствует ее миграции из кости и образованию костных дефектов. Поэтому крайне важно при выполнении фиксации перелома ШБК соблюдать все каноны стабильного остеосинтеза.

Понимание физиологических процессов, происходящих в ПОБК после перелома шейки бедренной кости, важно с точки зрения выбора тактики дальнейшего лечения. При развитии ложного сустава ШБК, особенно у пациентов пожилого возраста, необходимо планировать дальнейшие реконструктивные операции на тазобедренном суставе, прежде всего первичное сложное эндопротезирование. На прогнозирование и исход хирургического вмешательства влияют также множество факторов, среди которых решающими являются качество костной ткани, давность ложного сустава шейки бедра, недостаточность ягодичных мышц, наличие ранее установленной металлоконструкции, костные дефекты проксимального отдела бедра и/или вертлужной впадины (Цед А.Н. с соавт., 2022).

#### **1.4. Современные методы лечения ложных суставов шейки бедренной кости**

На сегодняшний день в арсенале травматологов-ортопедов существует не так много хирургических способов лечения псевдоартрозов ШБК, приводящих к консолидации перелома, особенно у пациентов пожилого возраста. Основным хирургическим способом лечения является эндопротезирование ТБС, особенности которого будут рассмотрены в следующей части литературного обзора. Среди суставосохраняющих операций по поводу ложного сустава ШБК можно выделить два возможных варианта: вальгизирующая остеотомия межвертельной области с фиксацией скользящей клинковой пластиной или динамическим бедренным винтом (Sen R.K. et al., 2012) и ревизия перелома ШБК с открытой репозицией и фиксацией канюлированными винтами с применением различных вариантов костной пластики (Leung P.C. et al., 1993; Elgafy H. et al., 2011).



Основными задачами вальгизирующей укорачивающей остеотомии (или остеотомии по Pauwels) является улучшение биомеханической и/или биологической основы, необходимой для дальнейшей консолидации перелома (Mathews V. et al., 2004). Критическими хирургическими принципами данной технологии является необходимость:

- перевести застарелый перелом из Pauwels типов 2-3-4 в тип 1;
- перевести застарелый перелом из нестабильного в стабильный;
- перевести силу скольжения в зоне перелома в силу компрессии.

На рисунке 1.5. приведена схема выполнения вальгизирующей укорачивающей межвертельной остеотомии ПОБК при ложном суставе шейки бедренной кости.

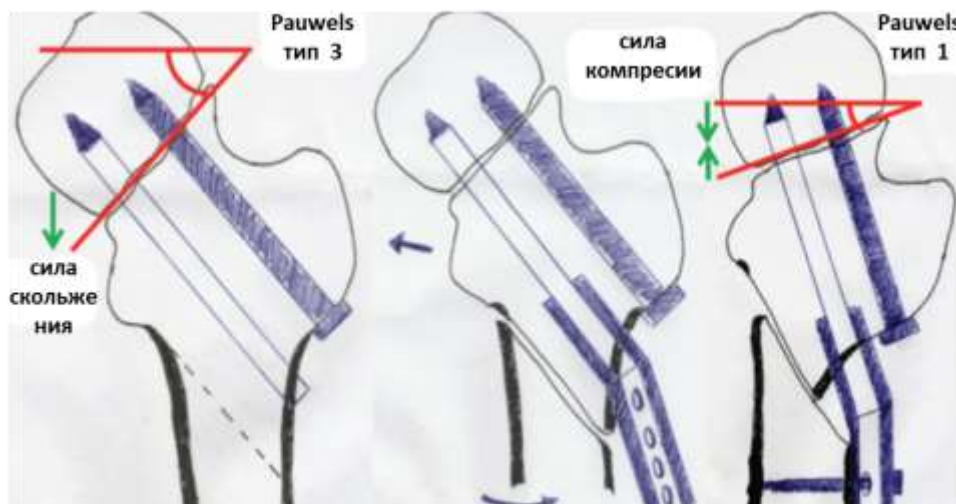


Рисунок 1.5. Схема вальгизирующей межвертельной остеотомии при лечении псевдоартроза шейки бедренной кости

Недостатком данной операции является гиперкоррекция при выполнении сложной, требующей специальных навыков, инструментария и опыта технологии, проявляющаяся формированием аваскулярного некроза головки бедренной кости и вторичного коксартроза (Gavaskar A.S. et al., 2013; Yuan B.J. et al., 2017). Также потенциальными недостатками являются хромота с развитием походки Тренделенбурга и риск развития еще одного ложного сустава в зоне остеотомии (Mathews V. et al., 2004). Кроме того, вальгизирующая укорачивающая межвертельная остеотомия противопоказана пациентам с наличием



перфорированного аутотрансплантата из малоберцовой кости, введенного в зону ложного сустава над канюлированными винтами (рис. 1.6).

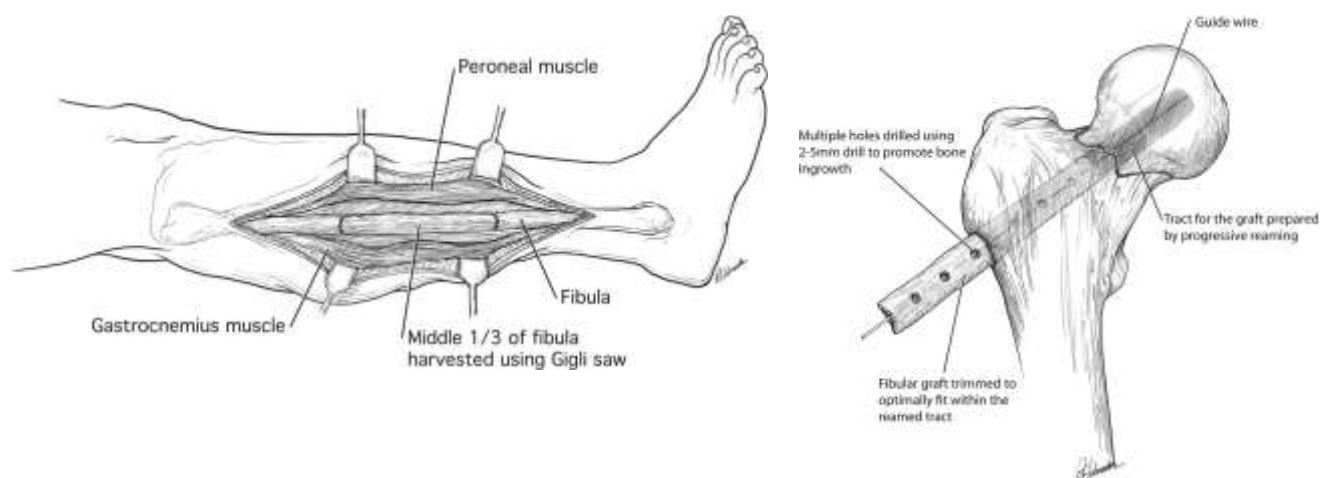


Рисунок 1.6 Схема костнопластической операции с использованием структурного перфорированного аутотрансплантата из малоберцовой кости при лечении ложного сустава шейки бедренной кости (Elgafy Н., 2011)

Н. Elgafy с соавторами сообщают о 69,3% успешных результатов хирургического лечения псевдоартрозов ШБК с использованием малоберцовой кости в качестве костного аутотрансплантата в сроки до 8 месяцев после операции. Средний срок консолидации трансплантата составил 4,8 месяца, т.е. значительно меньший срок, необходимый для консолидации внутрикапсульного перелома шейки бедренной кости. При этом авторы также провели сравнительный анализ применения аллотрансплантатов из малоберцовой кости. Оказалось, что средние сроки консолидации составили 13,3 месяца, а частота несращений достигала 66,6%. Недостатками технологии, связанной с остеотомией малоберцовой кости, являются риск повреждения малоберцового нерва, возможное развитие компартмент-синдрома, слабость *m. extensor hallucis longus*, а также нестабильность голеностопного сустава (Elgafy Н. et al., 2002).

Одним из современных суставосберегающих способов хирургического лечения псевдоартроза ШБК является локальное применение в дополнение к металлическим фиксаторам метода аспирации концентрата костного мозга (bone marrow aspirate concentrate – ВМАС). Технически данная манипуляция

выполняется миниинвазивно после предварительной заготовки аспирата из губчатой кости, полученной в результате забора из подвздошной кости и центрифугирования в течение 15 минут (Modest J.M. et al., 2022). Приготовленный концентрат костного мозга вводят как непосредственно в зону ложного сустава (через отверстия от канюлированных винтов), так и внутрисуставно под контролем С-дуги. Преимуществом данного метода по сравнению с ранее описанными способами костной пластики с использованием трансплантата из гребня подвздошной кости и малоберцовой кости является значительно меньшее количество осложнений со стороны донорского участка кости (Christophersen S.M. et al., 2019).

Как правило, все суставосберегающие технологии хирургического лечения ложных суставов ШБК применяются у пациентов молодого и среднего возраста и лишь эпизодически – у больных старшей возрастной группы.

### **1.5. Особенности эндопротезирования ложных суставов шейки бедренной кости**

У пациентов со сниженными репаративными возможностями организма, низким качеством костной ткани и недостаточной комплаентностью, т.е. состояниями, характерными для лиц пожилого и старческого возраста, при хирургическом лечении псевдоартроза ШБК выполняется тотальная или гемиартропластика ТБС. В работе Т.М. Mabry с соавторами приводятся результаты тотального эндопротезирования ТБС у 300 пациентов с псевдоартрозами ШБК. В сроки наблюдения 12 лет после операции у 91% пациентов не отмечалось болей, у остальных 9% боли носили умеренный характер. Десятилетняя выживаемость цементных компонентов эндопротеза и отсутствие ревизионных вмешательств составили 93%, а 20-летняя – 76%. Наиболее частые осложнения, которые описывают авторы статьи, – это вывихи (до 9%) и тромбоэмболические осложнения (4%).

Большое число научных статей посвящено конверсионному эндопротезированию ТБС при ложных суставах ШБК на фоне

неудовлетворительных исходов хирургического лечения внутрикапсульных переломов ПОВК. Так, в метаанализе S.S.S. Mahmoud с соавторами приводятся данные о значимо большей частоте глубокой перипротезной инфекции, вывихов и перипротезных переломов среди пациентов, которым эндопротезирование ТБС выполнялось по поводу ложного сустава шейки бедренной кости после неудачного остеосинтеза в сроки до 12 месяцев с момента перелома. При сравнении результатов первичного и конверсионного эндопротезирования риски любых ортопедических осложнений больше в 3,15 раз. В работе А.Н. Цеда с соавторами (2021), посвященной среднесрочным результатам тотальной артропластики ТБС у пациентов с псевдоартрозами на фоне хронической болезни почек, наименьшее число ортопедических осложнений отмечено в группе пациентов, у которых псевдоартроз развивался в результате консервативного лечения перелома ШБК, и которым ранее не были установлены металлоконструкции. Также частота ревизионного эндопротезирования среди пациентов с псевдоартрозом без металлоконструкций достигала 8,3%, а среди пациентов с ранее установленными металлоконструкциями – 50%. Именно поэтому основная идея авторов статьи – разделить по прогностическому принципу потенциальных ортопедических осложнений все псевдоартрозы на несколько классификационных типов.

В публикациях зарубежных авторов также указывается на значимо большее число инфекционных осложнений при конверсионном эндопротезировании. В работе S.J. Douglas с соавторами (2021) приводятся данные о частоте 7,7% глубокой перипротезной инфекции при выполнении эндопротезирования ТБС на фоне ранее установленной металлоконструкции. Именно в связи с этим некоторые авторы рекомендуют делать бактериологические исследования синовиальной жидкости перед выполнением конверсионного эндопротезирования (Cichos K.H. et al., 2020), а в некоторых случаях тотальную артропластику выполнять в два этапа: первый этап – удаление металлоконструкции, второй – эндопротезирование.

При анализе профильных публикаций, посвященных применению однополюсного эндопротезирования или гемиартропластики при ложных суставах ШБК, можно отметить работу S. Mukka с соавторами (2020), в которой сообщается об отличных результатах гемиартропластики не только при свежих внутрисуставных переломах ПОВК, но и застарелых. Результаты полностью сопоставимы с тотальной артропластикой, при этом авторы утверждают, что частота ортопедических осложнений ниже при гемиартропластике. В других работах, наоборот, сообщается о значимо большей частоте таких осложнений, как вывихи и низкие функциональные результаты при выполнении однополюсного эндопротезирования как при свежих переломах, так и при их последствиях в виде ложного сустава (Johnsson R. et al., 1984; Nilsson L.T. et al., 1994; Baker R.P. et al., 2005). Именно поэтому в литературе не так много работ, посвященных однополюсному эндопротезированию ТБС при последствиях переломов ШБК. С другой стороны, отмечается научный интерес к использованию эндопротезов двойной мобильности при конверсионном эндопротезировании ТБС. В статье Y.T. Kim с соавторами (2018) приводятся результаты ретроспективного сравнительного анализа использования эндопротезов двойной мобильности и гемиартропластики у 168 пациентов при лечении переломов ШБК и их последствий. Авторы сообщают о значимо меньшем времени операции и величине интраоперационной кровопотери при выполнении гемиартропластики, при этом функциональные результаты выше, а частота осложнений меньше при имплантации систем двойной мобильности.

В метаанализе Н.Н. Ма с соавторами (2021) приводятся сравнительные данные публикаций общей численностью 1144 эндопротезирования с использованием биполярных чашек и двойной мобильности при тотальной артропластике. Относительный риск (95% ДИ 1,954–6,630) вывиха эндопротеза в 3,599 раза выше при имплантации биполярной чашки по сравнению с двойной мобильностью, относительный риск (95% ДИ 1,515–6,392) потери прочности фиксации имплантата в 3,112 раза выше при использовании биполярного

эндопротеза, а риск ревизионного вмешательства – 2,056, что также выше при использовании биполярного эндопротеза (95% ДИ 1,211–3,490).

Таким образом, согласно результатам научных исследований, применение чашек двойной мобильности целесообразно при первичном эндопротезировании тазобедренного сустава как при свежих внутрисуставных переломах ПОВК, так и при их последствиях, связанных с формированием ложного сустава.

## **1.6. Резюме**

На основании анализа научной отечественной и зарубежной литературы по теме исследования определен целый ряд нерешенных проблем, касающихся особенностей лечения неблагоприятных последствий внутрисуставных переломов проксимального отдела бедренной кости. Прежде всего, отсутствует общепризнанная классификация данной патологии, в то время как классификации свежих переломов шейки бедренной кости достаточно подробно описаны в литературе. Очень скудные данные получены о средне- и долгосрочных результатах эндопротезирования тазобедренного сустава у пациентов с псевдоартрозами, также нет анализа частоты и структуры осложнений после хирургических вмешательств. Кроме того, нет единых подходов к выполнению первичного эндопротезирования тазобедренного сустава у пациентов данного профиля. Отсутствуют четкие критерии выбора ацетабулярного и бедренного компонентов в процессе выполнения операции, а также необходимости применения двойной мобильности. Все вышеперечисленное и явилось основанием для определения цели и задач диссертационной работы, которые последовательно будут описаны и разобраны в следующих главах.

## ГЛАВА 2

### МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Для реализации поставленных задач диссертационное исследование представлено в виде двух взаимосвязанных разделов: ретроспективной и проспективной частей. В ретроспективной части исследования изучены результаты тотального эндопротезирования тазобедренного сустава у пациентов пожилого возраста, оперированных в клинике травматологии и ортопедии ПСПбГМУ им. акад. И.П. Павлова с 2015 по 2019 г. Дополнительно необходимо было провести оценку частоты и структуры ортопедических осложнений, а также выявить особенности патологических костно-суставных изменений области проксимального отдела бедренной кости и вертлужной впадины, повлиявших на результаты хирургического лечения. В проспективной части диссертационного исследования на основании выявленных ранее факторов риска ортопедических осложнений при эндопротезировании ТБС планировалось разделить псевдоартрозы на условно «простые» и «сложные» случаи, а затем провести анализ полученных результатов для дальнейшего сравнения пациентов ретроспективной и проспективной частей исследования. Данная часть научной работы проводилась в период с 2019 по 2022 г. В завершение диссертационной работы на основании изучения результатов эндопротезирования ТБС у пациентов всех групп необходимо было разработать клинические рекомендации по хирургической тактике в отношении выбора имплантатов, типа их фиксации, необходимости увеличения степени стабилизации эндопротеза, а также техники выполнения первичной артропластики ТБС у пациентов пожилого возраста с псевдоартрозом шейки бедренной кости с учетом каждого из выявленных факторов риска развития осложнений.

Всем пациентам исследования проводились на основании добровольного информированного согласия, подписанного лично в соответствии с Хельсинской декларацией Всемирной медицинской ассоциации (в редакции 2013 года).



## 2.1. Дизайн исследования

Все этапы диссертационного исследования проводились на базе клиники травматологии и ортопедии Первого Санкт-Петербургского государственного медицинского университета им. акад. И.П. Павлова в период с 2015 по 2022 год. Дизайн научной работы, характеризующий этапы исследования, представлен на рисунке 2.1.

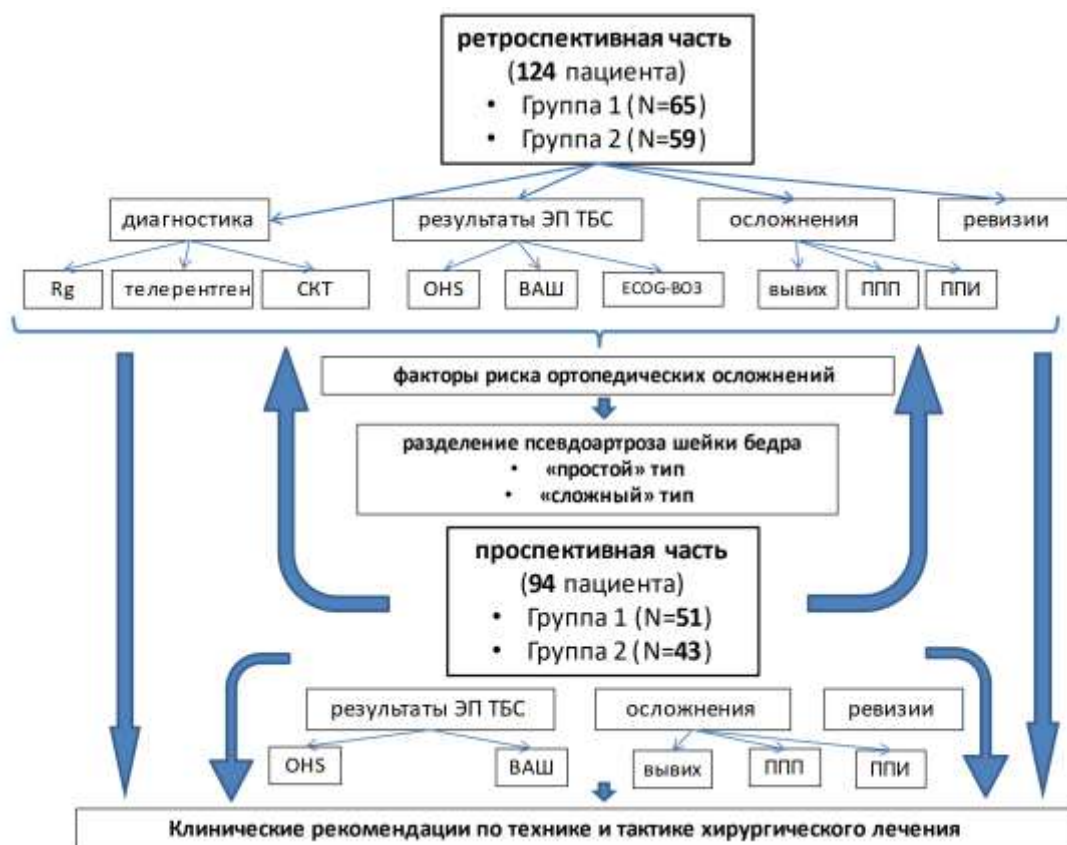


Рисунок 2.1. Дизайн диссертационного исследования

В ретроспективную часть диссертационного исследования вошли 124 пациента с псевдоартрозами шейки бедра, которым первичное эндопротезирование ТБС выполнялось после предварительного обследования, которое включало выполнение стандартной обзорной рентгенографии таза, телерентгенограммы нижней конечности и мультиспиральной компьютерной томографии тазобедренного сустава (МСКТ). Оценивались такие показатели, как пол, средний возраст, длительность операции, общая кровопотеря, периоперационные ортопедические осложнения, срок стационарного лечения, а

также тяжесть сопутствующих заболеваний, индекс массы тела и индекс коморбидности Чарльсона (CCI). Средние сроки наблюдения за пациентами ретроспективной части составили 37,5 (min – 29, max – 40,8) месяцев. Результаты оценивали по шкалам Oxford hip score, ВАШ и ВОЗ/ECOG, а также определяли частоту и причины ревизионных операций на тазобедренном суставе.

На основании полученных данных в ретроспективных группах исследования были выделены основные факторы риска развития ортопедических осложнений при выполнении первичного эндопротезирования тазобедренного сустава по поводу псевдоартроза шейки бедра у пациентов пожилого и старческого возраста, а также предложено разделить все ложные суставы шейки бедренной кости на условно «простые» и «сложные» случаи с учетом установленных факторов риска.

В проспективной части диссертационного исследования были изучены результаты артропластики ТБС у 94 пациентов, которые были разделены на две группы с учетом ранее выявленных факторов риска ортопедических осложнений. Средние сроки наблюдения после операции составили 39,4 (min – 36,2, max – 43,3) месяцев. Оценивались также функциональные показатели по шкале Oxford Hip Score и степень выраженности болевого синдрома как внутри каждой из групп, так и суммарно между пациентами проспективной и ретроспективной частей исследования. Таким же образом проводилась оценка результатов первичного эндопротезирования ТБС в аспекте частоты и структуры ортопедических осложнений и причин ревизионных вмешательств. В конечном итоге были изучены частота, структура и особенности развития различных ортопедических осложнений у всех 218 пациентов обеих частей диссертационной работы для формирования рациональных рекомендаций в отношении хирургической техники и тактики эндопротезирования ТБС, а именно выбора вертлужного и бедренного компонентов эндопротеза, типа их фиксации, стабильности ТБС с учетом каждого из установленных факторов риска развития осложнений.

Критериями включения в обе части (ретроспективную и проспективную) диссертационного исследования являлись:

- переломы шейки бедра типов 31-B1, B2 и B3 по классификации АО в анамнезе (на основе анализа рентгеновских снимков);
- давность перелома шейки бедра не менее 6 месяцев;
- одностороннее повреждение тазобедренного сустава;
- любые способы консервативного лечения;
- остеосинтез различными металлоконструкциями в анамнезе;
- степень активности пациента по шкале ВОЗ/ECOG не более 3 баллов.

Критериями исключения из диссертационного исследования для всех групп пациентов являлись:

- гемиартропластика тазобедренного сустава;
- ранее выполненное эндопротезирование контралатерального тазобедренного сустава (в связи необходимостью в процессе исследования расчета изменения длины нижней конечности и бедренного офсета поврежденного тазобедренного сустава по стандартным рентгенограммам в сравнении с интактным ТБС);
- степень активности пациента по шкалам Карновского и ВОЗ/ECOG 4 балла и более;
- декомпенсация состояния основных органов и систем организма пациента;
- массивные костные дефекты вертлужной впадины и проксимального отдела бедренной кости, требующие различных вариантов замещения;
- наличие активного инфекционного процесса в организме.

## **2.2. Общая характеристика пациентов ретроспективных групп исследования**

В ретроспективной части диссертационного исследования разделение пациентов на группы производилось в зависимости от наличия или отсутствия

ранее установленной металлоконструкции по поводу внутрисуставного перелома шейки бедра. Так, в первую группу вошли 65 (52,4%) пациентов, которым не выполнялись оперативные вмешательства на тазобедренном суставе в анамнезе, во вторую группу – 59 (47,6%) пациентов, которым ранее была выполнена фиксация перелома шейки бедра с использованием различных экстра- и интрамедуллярных фиксаторов. Обе группы были сопоставимы по половозрастному составу, рандомизация производилась на основании ограниченных выборок больных. Анализ полученных в результате ретроспективного обзора данных выявил гендерное различие между частотой ложных суставов шейки бедра у мужчин и женщин в обеих исследовательских группах (табл. 2.1). Так, примерно в 30% случаев псевдоартроз шейки бедра встречался у мужчин и в 70% случаев у женщин, что полностью соответствует частоте внутрисуставных переломов проксимального отдела бедренной кости в общей популяции. Соотношение мужчин и женщин составило 1,0 : 2,4 в первой группе и 1,0 : 1,95 во второй.

Таблица 2.1

## Характеристика пациентов ретроспективных групп исследования

Показатель	Группа		р-значение
	I (n=65)	II (n=59)	
Пол, n (%)			
муж.	19 (29,2%)	20 (33,8%)	–
жен.	46 (70,8%)	39 (66,2%)	
Возраст, лет Me (Q1; Q3)	75,7±8,2 Me 77(70; 82)	73,9±5,4 Me 74 (69,5; 78)	0,07
Индекс коморбидности Charlson, баллы	3,6; SD-0,9	3,4; SD-1,05	0,21
ИМТ	29,1; SD-2,5	29,6; SD-2,7	0,14
Давность перелома, мес. M±SD (Q1; Q3)	8,9±8,2 мес. (7; 11)	9,1±2,1 мес. (8; 10,5)	0,36
Срок стационарного лечения, койко-дни (min-max)	8,9; (4–17)	9,9; (5–16)	<b>0,01</b>

Средний возраст пациентов первой группы исследования составил  $75,7 \pm 8,2$  года, второй группы –  $73,9 \pm 5,4$  года. Статистической разницы между группами не выявлено, однако необходимо отметить, что все пациенты были на верхней границе пожилого возраста по шкале ВОЗ, т.е. потенциально имели не только сопутствующие общесоматические заболевания (что будет далее отражено в результатах индекса коморбидности Charlson), но и высокие риски оперативного вмешательства по шкале ASA. Индекс массы тела статистически не отличался между группами ( $p=0,14$ ), но полученные показатели свидетельствуют о наличии избыточной массы тела у всех исследованных больных. Средние значения индекса коморбидности Charlson в первой группе составили 3,6 балла ( $SD - 0,9$ ), во второй – 3,4 балла ( $SD - 1,05$ ). Данные результаты также указывают на тяжесть сопутствующих заболеваний в данной когорте пациентов, значительные операционные риски и потенциально более высокую частоту осложнений и летальности. Единственным показателем среди основных характеристик изученных групп в ретроспективной части исследования, который имел значимое статистическое отличие, был общий срок стационарного лечения ( $p=0,01$ ). В первой группе этот показатель составил 8,9 (min – 4; max – 17) койко-дней, во второй – 9,9 (min – 5; max – 16) койко-дней. Данные результаты могут быть обусловлены более тяжелыми операциями у пациентов II группы, которым ранее были установлены металлические имплантаты по поводу перелома шейки бедра и более длительным послеоперационным периодом.

Обоснованием более длительных сроков госпитализации пациентов с псевдоартрозами шейки бедра и наличием ранее установленных металлоконструкций могут служить показатели длительности первичного эндопротезирования тазобедренного сустава и общей кровопотери (табл. 2.2). Так, среднее время эндопротезирования в I группе составило  $93,4 \pm 10,8$  минут, во II группе –  $113,9 \pm 13,5$  минут ( $p=0,0001$ ). Объем общей кровопотери, который определялся по формуле F. Mercuriary (1996), составил  $519,8 \pm 80,7$  мл в I группе, и  $598 \pm 171,5$  мл во II группе ( $p=0,0006$ ).

Периоперационные характеристики групп  
ретроспективной части исследования

Показатель	Группа		р- значение
	I (n=65)	II (n=59)	
Длительность операции, мин. M±SD (min-max)	93,4±10,8 (71–118)	113,9±13,5 (79–150)	0,0001
Общая кровопотеря, мл M±SD (min-max)	519,8±80,7 (340–870)	598±171,5 (210–1100)	0,0006
Тип фиксации вертлужного компонента:			
цементная	56 (86,1%)	44 (74,6%)	
бесцементная	9 (13,9%)	15 (25,4%)	
Тип фиксации бедренного компонента:			
цементная	63 (96,9%)	54 (91,5%)	
бесцементная	2 (3,1%)	5 (8,5%)	
Вкладыш эндопротеза:			
стандартный (28/32 мм)	63 (96,9%)	55 (93,2%)	
двойная мобильность	2 (3,1%)	4 (6,8%)	

Необходимо также отметить, что полученные показатели средней продолжительности первичного эндопротезирования тазобедренного сустава у пациентов с псевдоартрозами шейки бедра, а также общий объем кровопотери в обеих группах исследования были существенно выше в сравнении с показателями в общей популяции больных с идиопатическим коксартрозом, описанными в общедоступной литературе. Например, по данным регистра эндопротезирования НМИЦ ТО им. Р.Р. Вредена, в котором аккумулируются данные четырех крупных федеральных центров, средние показатели продолжительности операций при

идиопатическом, диспластическом и вторичном коксартрозе составляют в среднем 71,1–84,6 мин, а объем интраоперационной кровопотери при тех же нозологиях колеблется в пределах 51,8–291,7 мл.

Анализ структуры использованных компонентов эндопротеза тазобедренного сустава показал, что в I группе исследования в 86,1% случаев применялись цементные вертлужные компоненты и в 96,9% случаев – цементные бедренные компоненты эндопротеза. Во II группе в 74,6% случаев использовались стандартные цементные чашки и в 91,5% – цементные ножки. Незначительное увеличение использования бесцементных компонентов эндопротеза тазобедренного сустава у пациентов II группы исследования связано с наличием костных дефектов после удаления ранее установленных металлоконструкций – необходимо было выполнять костную пластику и имплантировать компоненты с биологической фиксацией, в том числе с возможностью дополнительного введения винтов (вертлужный компонент). Ни в одном случае первичного эндопротезирования тазобедренного сустава в ретроспективной части исследования не было установлено полностью связанных систем (constrained liner). Ацетабулярные компоненты двойной мобильности применялись лишь в 3,1% случаев в группе I и в 6,8% случаев во группе II.

### **2.2.1 Методика анализа рентгенометрических характеристик тазобедренного сустава**

Визуализация, анализ и работа с рентгенологическими изображениями измененного псевдоартрозом тазобедренного сустава производились при помощи программы Weasis Medical Viewer 2.0.2. Все рентгенографические снимки таза с тазобедренными суставами выполнялись в соответствии с базовыми требованиями, применяемыми к выполнению лучевых методов исследования данной области (Clohisy J.C. et al., 2008; Yiannakopoulos C.K. et al., 2008). Оценка и интерпретация снимков, выполненных на мультиспиральном компьютерном томографе производилась с помощью программы RadiAnt DICOM Viewer (v. 2022.1.1).

При анализе обзорных рентгенологических снимков таза с тазобедренными суставами, а также телерентгенограмм нижних конечностей оценивались показатели общего укорочения нижней конечности со стороны поврежденного тазобедренного сустава и укорочения бедренного офсета (табл. 2.3). Выявлена статистическая разница в показателях укорочения нижней конечности между группами. Такие результаты связаны с наличием металлоконструкций у пациентов II группы, которые даже в случае их миграции и формирования ложного сустава шейки бедра позволяли удерживать взаимосвязь между бедренной костью и вертлужной впадиной. Показатели изменения бедренного офсета при этом не отличались между группами в ретроспективной части диссертационного исследования.

Таблица 2.3

Рентгенологические характеристики тазобедренного сустава у пациентов пожилого возраста с ложным суставом шейки бедра в ретроспективных группах

Рентгенологические параметры	Группа		р-значение
	I (n=65)	II (n=59)	
Укорочение нижней конечности, мм M±SD (min-max)	22,1±2,4 (11–63)	15,9±3,0 (10–28)	p=0,0001
Укорочение бедренного офсета, мм M±SD (min-max)	10,3±1,5 (7–15)	9,9±2,3 (6–15)	p=0,102

С целью объединения обоих рентгенологических параметров изменения длины нижней конечности и бедренного офсета была предложена методика расчета единого индекса, который характеризовал бы изменения данных показателей одновременно. Для этого на обзорных рентгенограммах таза при помощи инструментов рисования и расчетов углов и величин, заложенных в программу Weasis Medical Viewer 2.0.2. со стороны поврежденного тазобедренного сустава, изначально определялся истинный центр ротации вертлужной впадины и отмечался на рентгенограмме точкой (рис. 2.2). Далее необходимо было провести две референтные линии: одна линия – анатомическая



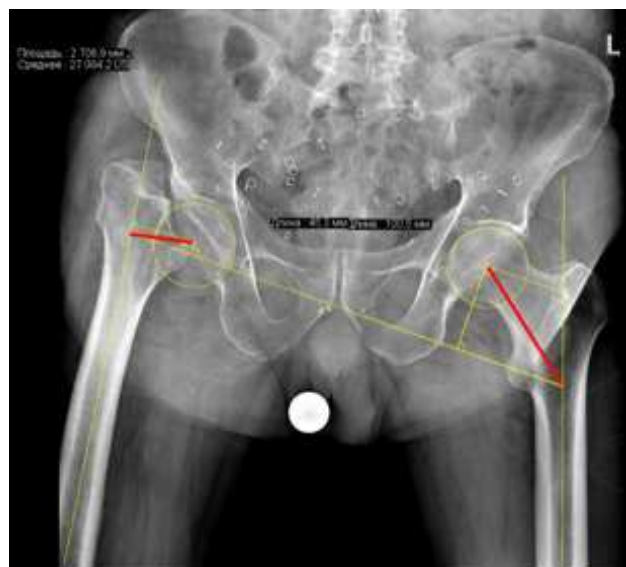
ось бедренной кости, которая проходит вдоль центра костномозгового канала бедра; вторая линия проходит через центры малых вертелов обеих бедренных костей (справа и слева). После нанесения на рентгенограмму таза данных базовых ориентиров рассчитывалась длина линии, проведенной через истинный центр ротации вертлужной впадины до точки пересечения линии анатомической оси бедренной кости и линии, проходящей через центры малых вертелов обеих бедренных костей. Длина данной линии измерялась в миллиметрах, а значение выносилось на лицевую сторону рентгенограммы. Затем все те же самые построения производились с контралатеральной, т.е. здоровой стороны. а при сложностях визуализации малого вертела – к любой линии, проведенной через доступные для визуализации симметричные точки в метафизарной зоны бедренной кости. Правильность расчета проверялась по формуле:

$$a = \sqrt{b^2 + c^2 - 2bc \cdot \cos(\gamma)}$$

Для этого путем проведения двух перпендикуляров, проведенных из точки ротации к анатомической оси бедра и линии, проходящей через центры малых вертелов, формировался треугольник.



а



б



В

Рисунок 2.2. Методика построения линий на обзорных рентгеновских снимках таза для определения комбинированного укорочения нижней конечности и бедренного офсета (объяснение в тексте) со стороны поврежденного псевдоартрозом тазобедренного сустава на обзорных рентгеновских снимках таза: а – первичный обзорный рентгеновский снимок таза с ложным суставом шейки правой бедренной кости; б – расчет Z-индекса (комбинированного укорочения правой нижней конечности и бедренного офсета); в – послеоперационная рентгенограмма правого тазобедренного сустава с установленным цементным эндопротезом

Таким образом, в конечном итоге мы получали два значения от двух наклонных линий – с поврежденной и здоровой сторон. С учетом того, что длина линии со здоровой стороны всегда была больше по сравнению с поврежденной псевдоартрозом шейкой бедра контралатеральной стороны, производилось деление показателя здорового ТБС на показатель патологически измененного сустава. В результате получалась простая формула, по которой можно было определить индекс, который мы обозначили как Z-индекс, характеризующий комбинированное укорочение нижней конечности и бедренного офсета у пациентов с ложным суставом шейки бедра:

$$Z\text{-индекс} = \frac{\text{длина линии из центра ротации к пересечению анатомической оси бедра и референтной линией, мм. (здоровый ТБС)}}{\text{длина линии из центра ротации к пересечению анатомической оси бедра и референтной линией, мм. (ложный сустав ШБК)}}$$

В дальнейших исследованиях были установлены пороговые величины Z-индекса, характеризовавшие увеличение рисков развития ортопедических осложнений в процессе первичного эндопротезирования ТБС (главы 3 и 4). При наличии ранее установленной металлоконструкции величина Z-индекса определялась аналогичным образом (рис. 2.3).

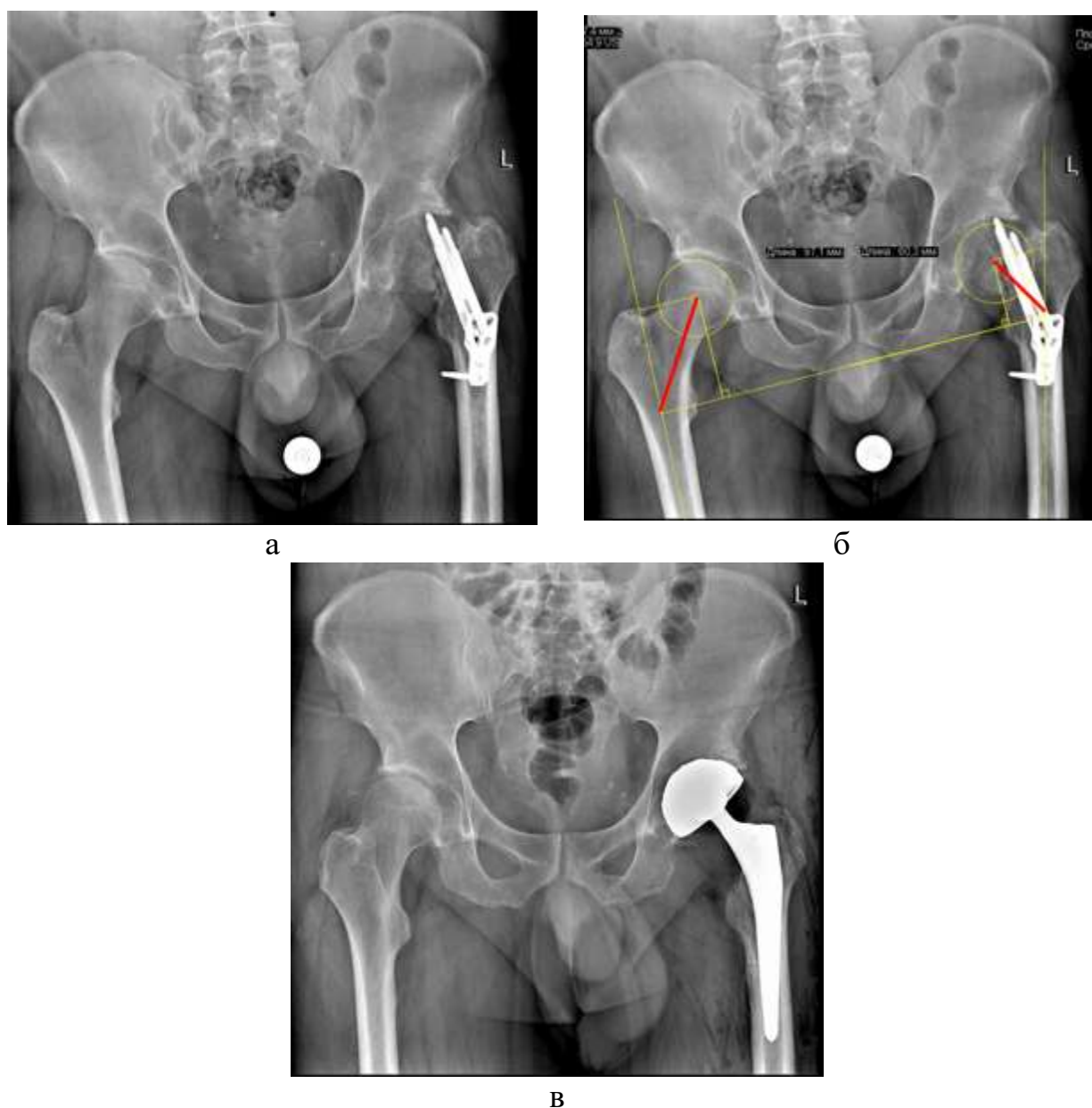


Рисунок 2.3. Определение Z-индекса (комбинированного укорочения нижней конечности и бедренного офсета) при псевдоартрозе шейки бедра с наличием ранее установленной металлоконструкции (Targon FN): а – первичный обзорный рентгеновский снимок таза; б – построение двух четырехугольников с определением длины их диагоналей в мм; в – послеоперационный рентгеновский снимок таза с установленным эндопротезом левого тазобедренного сустава

С учетом того, что длина наклонной линии, рассчитанной по оригинальной методике, могла изменяться при неправильной укладке пациента в процессе выполнения рентгенографии таза, а также вследствие скрытых контрактур тазобедренного сустава или иных причин, нами были дополнительно рассчитаны поправочные коэффициенты в процентах от нормального значения для каждого из возможных вариантов положения бедренной кости (отведения/приведения/ротации). Для реализации данной цели изначально были исследованы 20 человек без рентгенологических признаков патологических изменений тазобедренного сустава, которым выполнялось 4 рентгеновских обзорных снимка таза в разных положениях:

- 1) правильная рентгенологическая укладка (таз уложен ровно, стопы ротированы на 5 градусов кнутри);
- 2) максимально возможное отведение одной бедренной кости, контралатеральная нижняя конечность остается в ровном положении;
- 3) максимально возможное приведение, контралатеральная нижняя конечность остается в ровном положении;
- 4) максимально возможная наружная ротация бедра, контралатеральная нижняя конечность остается в ровном положении.

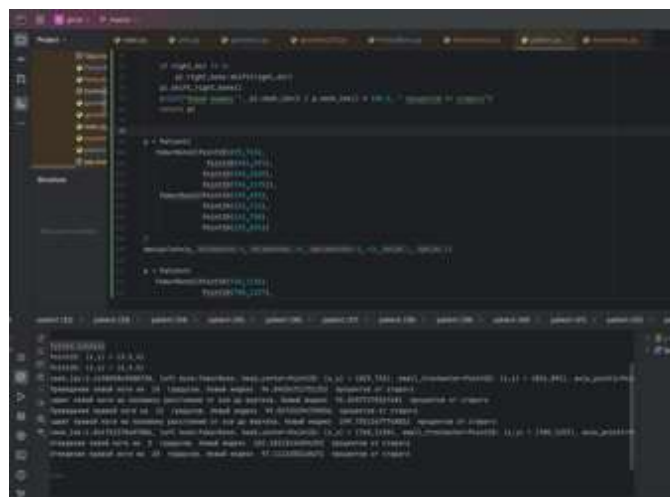
После этого был проведен математический расчет максимально возможно допустимых положений нижней конечности, полученные данные внесены в специально разработанную программу.

Затем на базе платформы Python была разработана компьютерная программа, корректирующая Z-индекс в зависимости от положения нижней конечности пациента по данным обзорного снимка таза. Учитывались три положения обеих нижних конечностей: приведение, отведение и ротация. Каждая бедренная кость моделировалась четырьмя точками, которые исследователь устанавливает на рентгенограмме: центр вертлужной впадины, ближайшая к противоположной ноге точка малого вертела и две точки, задающие анатомическую ось бедренной кости. Корректирующие углы и сдвиги задает также исследователь, набирая информацию о положении из рентгенограммы.

Например, если на снимке просматривается приведение ноги, то исследователь на снимке составляет угол приведения между осью симметрии таза и осью бедренной кости и с помощью программы выполняет отведение как поворот бедренной кости относительно центра вертлужной впадины. Далее пересчитывается Z-индекс, исходя из нового положения точки малого вертела и анатомической оси бедренной кости. Аналогично пересчитывается случай отведения, тогда программно выполняется приведение бедренной кости и также пересчитывается Z-индекс. В случае ротации бедра учитывалось, что смещение на рентгенограмме не превышает половины расстояния от точки на малом вертеле до анатомической оси бедренной кости. Во всех случаях корректировки поправки Z-индекса не превышали 3–5%. На рисунке 2.4 приведен пример расчета корректировочного индекса комбинированного укорочения нижней конечности и бедренного офсета у пациента с псевдоартрозом шейки бедра без металлоконструкции.



а



б

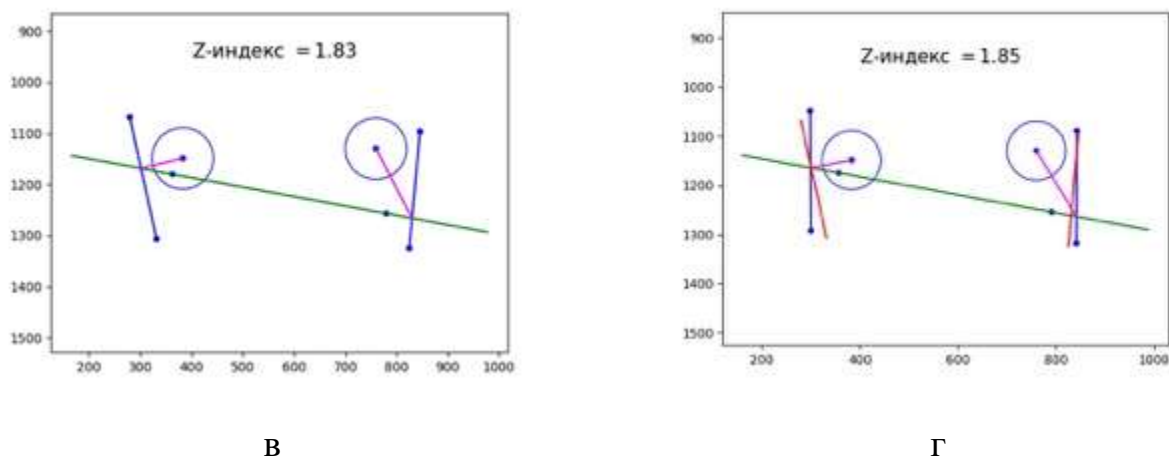


Рисунок 2.4 Демонстрация работы корректировочного Z-индекса при неправильной рентгенологической укладке пациента: а – обзорный рентгеновский снимок таза с ложным суставом шейки правого бедра и расчетом Z-индекса; б – интерфейс разработанной программы (на базе платформы Python) для расчета корректировочных индексов во всех возможных положениях здоровой и больной нижней конечностей; в – компьютерное моделирование рентгенологической укладки пациента (синие линии – анатомическая ось бедра, розовые линии – длина комбинированного укорочения длины конечности и офсета); г – компьютерное моделирование корректировки Z-индекса при неправильной рентгенологической укладке (точность не менее 95%), синие линии – корректировка в правильное положение, красные линии – неправильное (изначальное) положение

В приведенном клиническом примере на рисунке 2.4 Z-индекс в неправильной укладке составил 1,83 (длина красной линии со здоровой стороны 84,5 разделена на показатель длины красной линии со стороны ложного сустава 46,3). Далее в разработанной программе произведен расчет правильности рентгенологической укладки пациента. Отведение ноги составило  $40^\circ$  – новый индекс – 127, т.е. 187% от первоначального. Приведение здоровой конечности на  $15^\circ$  – новый индекс составил 92,37% от первоначального. Смещение здоровой ноги на половину расстояния от малого вертела до анатомической оси бедра – новый индекс 91,82% от первоначального. Отведение больной ноги на  $20^\circ$  – новый индекс составил 91,35% от первоначального. Приведение больной ноги на  $15^\circ$  – новый индекс составил 99,02% от первоначального. Смещение больной ноги

на половину расстояния от анатомической оси бедра до малого вертела – новый индекс 199,73% от первоначального.

Таким образом, погрешность расчета истинного Z-индекса и рассчитанного в неправильном положении составляет не более 5%.

### **2.2.2 Методика анализа качества костной ткани пациентов ретроспективных групп исследования**

Научный анализ показателей изменения качества костной ткани производился на основании результатов общепринятых лучевых методов диагностики, предназначенных для оценки степени выраженности локального остеопороза области проксимального отдела бедренной кости. Выполнение обзорных рентгенографических снимков таза с тазобедренными суставами на цифровых носителях с высокой разрешающей способностью позволяет хорошо визуализировать структуру губчатой и компактной кости в области вертлужной впадины, головки и шейки бедра, а также всей верхней трети бедренной кости. После выполнения стандартных рентгеновских снимков у пациентов с псевдоартрозами шейки бедра уровень плотности костной ткани в головке, шейке и проксимальном отделе оценивались на основании индекса Singh (1970), который характеризует степень тяжести локальных изменений (рис. 2.5). При 6-м уровне (или степени) индекса Singh (наиболее легком по степени тяжести) визуализируются треугольник Варда (Ward triangle), разрежение костных трабекул головки и области большого вертела. При 5-м уровне прослеживаются полное просветление треугольника Варда и частичная резорбция добавочных трабекул, при 4-м уровне – полное исчезновение добавочных трабекул от малого вертела. При 3-м уровне (как правило, 3-й и ниже уровни характерны для локального остеопороза) отмечается частичная резорбция арочных трабекул шейки бедра. При 2-м уровне арочные костные трабекулы практически полностью исчезают. И, наконец, при 1-м (самом тяжелом) уровне арочные трабекулы полностью исчезают, отмечается частичный лизис костных трабекул в головке бедра. Во всех сложных случаях псевдоартроза шейки бедренной кости

при отсутствии шейки и головки бедренной кости, а также невозможности визуализации костных трабекул нами классифицировался наиболее тяжелый уровень индекса Singh (1-й или 2-й).

В условиях полного лизиса головки и шейки бедра в результате прогрессирования ложного сустава степень выраженности локального остеопороза проксимального отдела бедренной кости определяли на основании данных МСКТ.

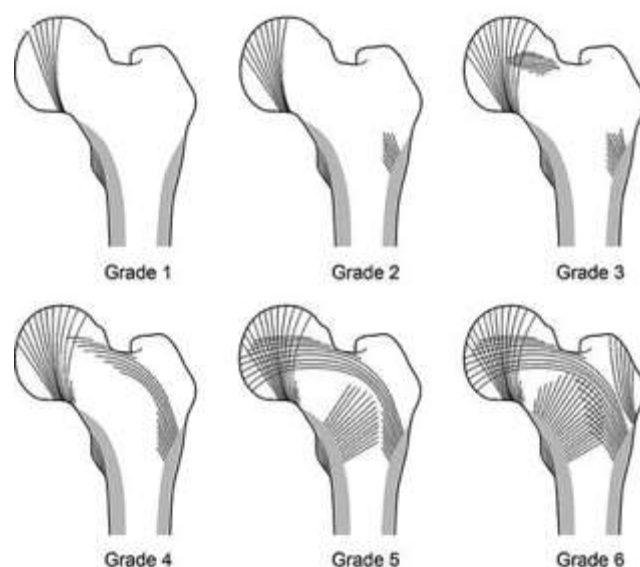


Рисунок 2.5. Уровни плотности костной ткани проксимального отдела бедренной кости согласно индексу (Singh M. et al., 1970)

При оценке результатов МСКТ определяли средний показатель индекса Haunsfield для проксимального отдела бедренной кости на основании данных, полученных из семи зон Груена (рис. 2.6). Индекс Haunsfield на сегодняшний день является одним из общепринятых диагностических критериев оценки плотности костной ткани, обладающих высокой степенью специфичности и точности. Нормальными показателями для губчатой костной ткани являются значения в пределах 30–230 HU, для компактной кости – от 250 до 1000 HU. При показателях индекса Haunsfield менее 250 HU у пациента диагностируется локальный остеопороз. Кроме того, на основании полученных данных МСКТ производилась



оценка степени выраженности и локализация костных дефектов, правильность положения компонентов ранее установленных металлоконструкций.

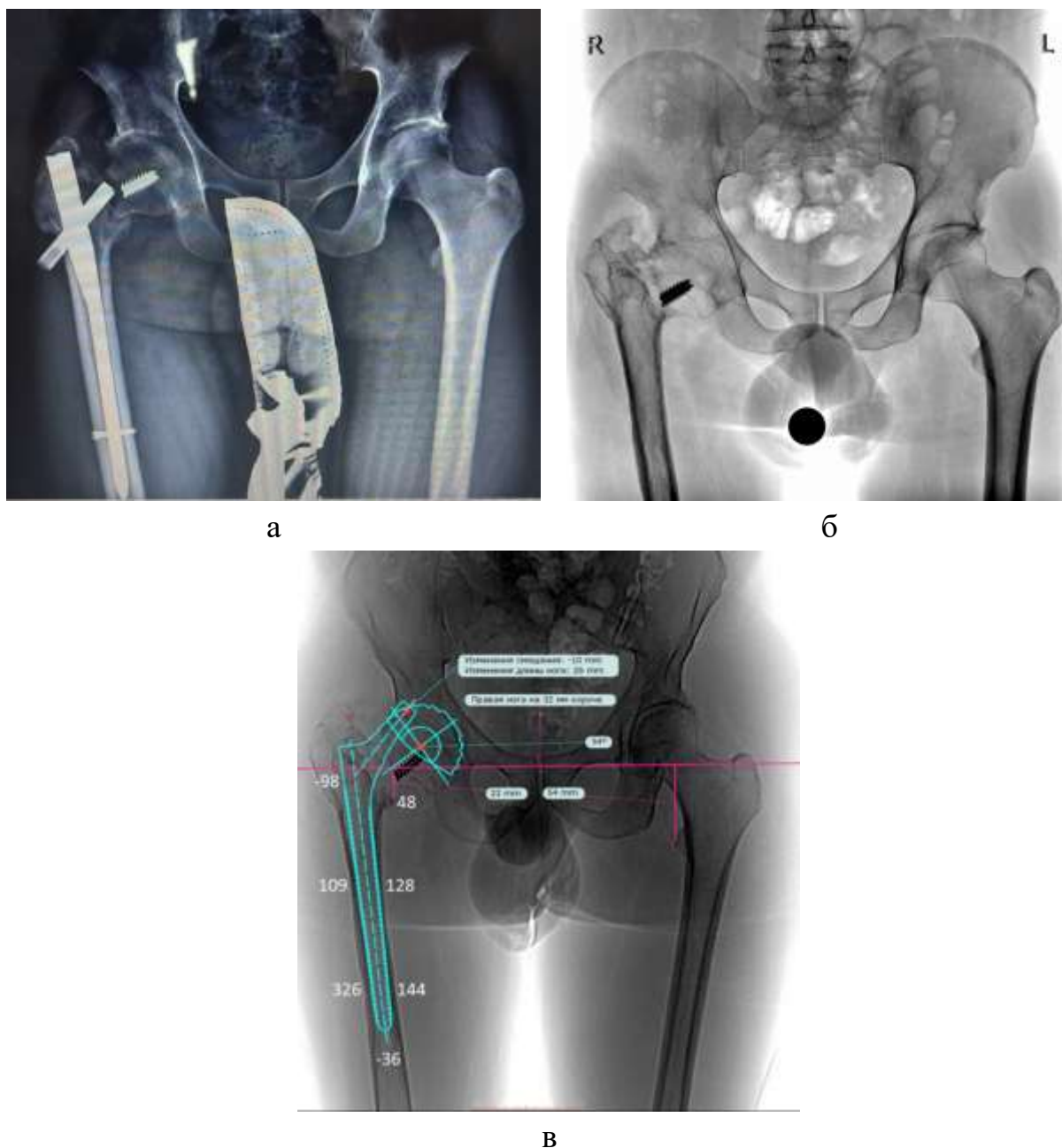


Рисунок 2.6. Расчет средних показателей индекса Haunsfield по данным МСКТ в процессе предоперационного планирования при помощи шаблонов различных вариантов бедренного компонента: а – обзорная рентгенография таза с установленным проксимальным бедренным стержнем и переломом металлоконструкции на фоне псевдоартроза шейки бедра; б – обзорный рентгеновский снимок таза после удаления металлоконструкции; в – данные МСКТ с шаблоном бедренного компонента типа Wagner Revision и расчетом индекса Haunsfield (средние значения 88,7 HU)

Наконец, еще одним рентгенологическим критерием качества костной ткани и степени выраженности локального остеопороза, который оценивался в процессе анализа данных рентгенограмм, являлся морфо-кортикальный индекс Barnett-Nordin (BN). Формула определения данного индекса показана на рисунке 2.7.

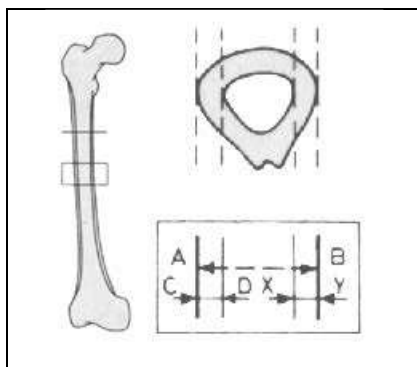


Рисунок 2.7. Морфо-кортикальный бедренный индекс Barnett-Nordin

$$BN = CD + XY / AB$$

У здоровых людей средние значения морфо-кортикального бедренного индекса должны превышать 54%. Измерение толщины кортикального слоя бедренной кости производится на стандартных рентгенограммах таза с тазобедренными суставами на 10 см ниже малого вертела. Таким образом, пограничным значением для диагностики локального остеопороза у пациентов с псевдоартрозом шейки бедренной кости являлся показатель коэффициента морфо-кортикального индекса Barnett-Nordin менее 0,4.

### **2.3. Общая характеристика пациентов проспективной части исследования**

Общее количество пациентов в проспективной части диссертационного исследования составило 94 человека. С учетом стратификации факторов риска при первичном эндопротезировании тазобедренного сустава у больных с псевдоартрозом шейки бедра пожилого возраста, рассмотренных и статистически доказанных в ретроспективной части научной работы, разделение пациентов на группы производилось на основании классифицирования всех больных на условно «простые» и «сложные» клинические случаи. Таким образом, первую

проспективную группу составили 51 (54,2%) пациент с «простыми» псевдоартрозами, во вторую группу вошли 43 (45,8%) пациента со «сложными» случаями псевдоартрозов шейки бедренной кости. Количество и соотношение мужчин и женщин в проспективной группе не имело статистически значимых отличий от ретроспективной группы и составило 1 : 1,69. Средний возраст всех пациентов проспективной части исследования составил 73,95 лет и не отличался между обеими группами (табл. 2.4). Индекс коморбидности Чарльсона (CCI) составил 3,3 балла для пациентов с «простыми» псевдоартрозами и 3,4 балла – для пациентов со «сложными» типами псевдоартроза и статистически не отличался как между группами, так и между всеми пациентами ретроспективной и проспективной частей диссертационного исследования.

Таблица 2.4

## Характеристика пациентов проспективных групп исследования

Показатель	Группа		р-значение
	I (n=51)	II (n=43)	
Пол, n (%)			
муж	18 (35,3)	17 (39,5)	
жен	33 (64,5)	26 (60,5)	
Возраст, лет, M±SD Me (Q1-Q3)	74,8±7,5 75 (71,0–79,5)	73,1±5,1 74 (69,5–75)	0,109
Индекс коморбидности Чарльсона (CCI), баллы	3,3; SD - 0,6	3,4; SD - 0,5	0,19
ИМТ	28,9; SD - 3,1	29,5; SD - 2,9	0,50
Давность перелома, мес. M±SD (Q1-Q3)	8,9±0,8 (8–10)	9,0±1,7 (8–10)	0,32
Срок стационарного лечения, койко-день Me (min-max)	7,9 8 (7–9)	9,1 9 (7–11)	<b>0,01</b>
Длительность операции, мин., M±SD (min-max)	84,4±9,2 (65–110)	92,5±11,3 (67–113)	<b>0,0001</b>
Общая кровопотеря, мл M±SD (min-max)	456,9±71,5 (350–660)	518,3±56,1 (410–640)	<b>0,0001</b>

Примечание: полужирным шрифтом выделены статистически значимые показатели.

Была выявлена статистически значимая разница в сроках стационарного лечения между пациентами I и II групп проспективной части исследования, что в целом закономерно с учетом разделения пациентов на «простые» и «сложные» типы ложных суставов. По длительности хирургического вмешательства и суммарной кровопотере среди больных со «сложными» типами псевдоартроза отмечены статистически значимо большие показатели в сравнении с пациентами I группы проспективной части диссертационного исследования. После получения среднесрочных результатов первичного эндопротезирования ТБС у пациентов проспективных групп был разработан алгоритм хирургического лечения пациентов пожилого и старческого возраста с псевдоартрозом шейки бедра, который учитывает необходимость выбора вертлужного и бедренного компонентов эндопротеза, а также степень их стабилизации для снижения риска вывиха эндопротеза в послеоперационном периоде.

#### **2.4. Методы статистической обработки**

Статистическая обработка материалов диссертационного исследования была выполнена с использованием методов параметрического и непараметрического анализа. Полученные в результате научной работы данные были аккумулированы в электронных таблицах Microsoft Office Excel 2019. Статистический анализ проводился с использованием программы IBM SPSS Statistics v.26.

Количественные показатели для малых выборок (менее 50 человек) при нормальном распределении оценивались в соответствии с критерием Шапиро – Уилка. При количестве пациентов более 50 использовался критерий Колмогорова – Смирнова. Кроме того, при нормальном распределении пациентов описание количественных показателей проводилось с указанием средних арифметических величин (M), стандартного отклонения (SD) и границ 95% доверительного интервала (95% ДИ).

При нормально распределенных количественных показателях сравнение средних величин производилось при помощи t-критерия Стьюдента по формуле:

$$t = \frac{M_1 - M_2}{\sqrt{m_1^2 + m_2^2}}$$

где:  $M_1$  и  $M_2$  – средние величины,  $m_1$  и  $m_2$  – стандартные ошибки средних величин.

Результаты значения t-критерия Стьюдента оценивались путем сравнения с критическими значениями, при этом различия показателей считались статистически значимыми при  $p < 0,05$ .

При наличии ненормально распределенных выборок для сравнения независимых совокупностей использовался U-критерий Манна – Уитни по формуле:

$$U = n_1 \cdot n_2 + \frac{n_x \cdot (n_x + 1)}{2} - T_x$$

где  $n_1$  – количество элементов в первой выборке,  $n_2$  – количество элементов во второй выборке,  $n_x$  – количество элементов в большей выборке,  $T_x$  – сумма рангов в большей выборке.

Сравнение номинальных данных проводилось при помощи критерия  $\chi^2$  Пирсона, позволяющего оценить значимость различий между фактическим количеством исходов или качественных характеристик выборки, попадающих в каждую категорию, и теоретическим количеством, которое можно ожидать в изучаемых группах при справедливости нулевой гипотезы.

Вначале рассчитывалось ожидаемое количество наблюдений в каждой из ячеек таблицы сопряженности при условии справедливости нулевой гипотезы об отсутствии взаимосвязи. Для этого перемножались суммы рядов и столбцов (маргинальных итогов) с последующим делением полученного произведения на общее число наблюдений. Затем рассчитывалось значение критерия  $\chi^2$  по формуле:

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^r \sum_{j=1}^c \frac{(O_{ij} - E_{ij})^2}{E_{ij}}$$

где  $i$  – номер строки (от 1 до  $r$ ),  $j$  – номер столбца (от 1 до  $c$ )  $O_{ij}$  – фактическое количество наблюдений в ячейке  $ij$ ,  $E_{ij}$  – ожидаемое число наблюдений в ячейке  $ij$ .

Значение критерия  $\chi^2$  сравнивалось с критическими значениями для  $(r - 1) \times (c - 1)$  числа степеней свободы. В том случае если полученное значение критерия  $\chi^2$  превышало критическое, делался вывод о наличии статистической взаимосвязи между изучаемым фактором риска и исходом при соответствующем уровне значимости.

В тех случаях, когда число ожидаемых наблюдений в любой из ячеек четырехпольной таблицы было менее 5, для оценки уровня значимости различий использовался точный критерий Фишера, который рассчитывался по формуле:

$$P = \frac{(A + B)! \cdot (C + D)! \cdot (A + C)! \cdot (B + D)!}{A! \cdot B! \cdot C! \cdot D! \cdot N!}$$

где А, В, С, D – фактические количества наблюдений в ячейках таблицы сопряженности, N – общее число исследуемых, ! – факториал, который равен произведению числа на последовательность чисел, каждое из которых меньше предыдущего на 1.

Полученное значение точного критерия Фишера P более 0,05 свидетельствовало об отсутствии статистически значимых различий, значение P менее 0,05 – об их наличии.

В качестве количественной меры эффекта при сравнении относительных показателей нами использовался показатель относительного риска (ОР), отражающий во сколько раз риск исхода при наличии фактора риска выше риска исхода при отсутствии фактора риска. Относительный риск рассчитывался по следующей формуле:

$$RR = \frac{\frac{A}{A+B}}{\frac{C}{C+D}} = \frac{A \cdot (C + D)}{C \cdot (A + B)}$$

С целью проецирования полученных значений ОР на генеральную совокупность нами рассчитывались границы 95% доверительного интервала (95% ДИ) по следующим формулам:

$$\text{Нижняя граница 95\% ДИ} = e^{\ln(RR) - 1,96 \cdot \sqrt{\frac{B}{A \cdot (A+B)} + \frac{D}{C \cdot (C+D)}}}$$

$$\text{Верхняя граница 95\% ДИ} = e^{\ln(RR) + 1,96 \cdot \sqrt{\frac{B}{A \cdot (A+B)} + \frac{D}{C \cdot (C+D)}}}$$

Исходя из полученных данных, значимость взаимосвязи исхода и фактора считалась доказанной в случае нахождения доверительного интервала за пределами границы отсутствия эффекта, принимаемой за 1.

При сравнении средних показателей, рассчитанных для связанных выборок (например, значений показателя до лечения и после лечения), использовался парный t-критерий Стьюдента, который рассчитывался по следующей формуле:

$$t = \frac{M_d}{\sigma_d / \sqrt{n}}$$

где  $M_d$  – средняя разность показателя в сравниваемых группах,  $\sigma_d$  – среднее квадратическое отклонение средней разности показателей,  $n$  – число исследуемых.

Полученные значения парного t-критерия Стьюдента сравнивались с критическими значениями. Существенные изменения показателя признавались при значении рассчитанного  $t$  выше критического.

Для проверки различий между двумя сравниваемыми парными выборками применялся W-критерий Уилкоксона. При этом для каждого пациента вычислялась величина изменения признака. Все изменения были упорядочены по абсолютной величине (без учета знака). Затем рангам приписывался знак изменения («+» или «-»), для каждого знака ранги суммировались. Выбиралась меньшая сумма рангов ( $W$ ), которая сравнивалась с критическим значением W-критерия. Если рассчитанное значение  $W$  было меньше или равно критическому, делался вывод о наличии статистической значимости различий сравниваемых выборок.

В качестве показателя тесноты связи между количественными показателями  $x$  и  $y$ , имеющими нормальное распределение, использовался коэффициент корреляции  $r_{xy}$  Пирсона, который рассчитывается по следующей формуле:

$$r_{xy} = \frac{\sum (d_x \times d_y)}{\sqrt{(\sum d_x^2 \times \sum d_y^2)}}$$

Оценка статистической значимости корреляционной связи осуществлялась с помощью t-критерия, рассчитываемого по следующей формуле:

$$t_r = \frac{r_{xy} \sqrt{n-2}}{\sqrt{1-r_{xy}^2}}$$

Полученное значение  $t_r$  сравнивалось с критическим значением  $t_{\text{крит}}$  при определенном уровне значимости и числе степеней свободы  $n-2$ . Если  $t_r$  превышал  $t_{\text{крит}}$ , то делался вывод о значимости параметра. Значения коэффициента корреляции  $r_{xy}$  интерпретировались в соответствии со шкалой Чеддока.

Значения коэффициента корреляции $r_{xy}$	Характеристика тесноты корреляционной связи
Менее 0,1	Связь отсутствует
0,1–0,3	Слабая
0,3–0,5	Умеренная
0,5–0,7	Заметная
0,7–0,9	Высокая
0,9–0,99	Весьма высокая

С целью изучения связи между явлениями, представленными количественными данными, распределение которых отличалось от нормального, использовался непараметрический метод – расчет коэффициент ранговой корреляции Спирмена.

Для этого каждому из сравниваемых признаков был сопоставлен их порядковый номер (ранг) по возрастанию или убыванию. Далее для каждой пары сопоставляемых значений была определена разность рангов ( $d$ ). Коэффициент Спирмена рассчитывался по следующей формуле:

$$\rho = 1 - \frac{6 \cdot \sum d^2}{n(n^2 - 1)}$$

Оценка статистической значимости корреляционной связи осуществлялась с помощью t-критерия, рассчитываемого по следующей формуле:



$$t = \frac{r\sqrt{n-2}}{\sqrt{1-r^2}}$$

Если рассчитанное значение  $t$  было меньше критического при заданном числе степеней свободы и уровне значимости, делался вывод об отсутствии статистической значимости взаимосвязи, если больше, то корреляционная связь считалась статистически значимой. Значения коэффициента корреляции  $r$  интерпретировались также в соответствии со шкалой Чеддока.

Для оценки диагностической значимости количественных признаков при прогнозировании определенного исхода, в том числе вероятности наступления исхода, рассчитанной с помощью регрессионной модели, применялся метод анализа ROC-кривых. С его помощью определялось оптимальное разделяющее значение количественного признака, позволяющее классифицировать пациентов по степени риска исхода, обладающее наилучшим сочетанием чувствительности и специфичности. Качество прогностической модели, полученной данным методом, оценивалось исходя из значений площади под ROC-кривой со стандартной ошибкой и 95% доверительным интервалом и уровня статистической значимости.

### ГЛАВА 3. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ПАЦИЕНТОВ РЕТРОСПЕКТИВНОЙ ЧАСТИ

На первом этапе при анализе ретроспективной части диссертационной работы были изучены результаты первичного эндопротезирования тазобедренного сустава у пациентов с ложными суставами шейки бедренной кости, оперированных в период с 2014 по 2019 г. на базе клиники травматологии и ортопедии ПСПбГМУ им. акад. И.П. Павлова. Оценка результатов проводилась на основании данных историй болезни, лабораторных и лучевых методов диагностики в периоперационном периоде, а также путем опроса пациентов в различные сроки после операции.

Было сформировано две группы исследования в соответствии с критериями включения. Группу I составили 65 пациентов с псевдоартрозами шейки бедра, которым лечение внутрисуставных переломов проксимального отдела бедренной кости проводилось различными методами консервативного лечения (деротационные валики, скелетное вытяжение, функциональное лечение и т.д.). В группу II вошли 59 пациентов с псевдоартрозами шейки бедра, которым на предыдущих этапах лечения в различные сроки выполнялась фиксация костных отломков при помощи современных металлоконструкций (канюлированные винты, DHS, PFN, Gamma Nail, Targon FN), не приведшая к консолидации перелома.

Для большей достоверности анализируемых данных учитывались только первичные артропластики тазобедренного сустава по поводу ложного сустава шейки бедренной кости пациентам в обеих групп исследования, которые выполнялись одной хирургической бригадой посредством латерального доступа по Хардингу вне зависимости от тяжести патологических изменений проксимального отдела бедренной кости.

### **3.1. Характерные особенности изменения проксимального отдела бедра у пациентов с псевдоартрозом шейки бедренной кости**

Для полноценной характеристики пациентов с псевдоартрозом шейки бедренной кости необходимо тщательное изучение патологических изменений проксимального отдела бедра, происходящих в течение длительного времени после перелома. С этой целью были изучены обзорные рентгенограммы таза с тазобедренными суставами пациентов, выполненные в предоперационном периоде, а также МСКТ тазобедренных суставов для оценки качества костной ткани. В связи с этим необходимо было руководствоваться рентгенологическими индексами Singh, морфо-кортикальным индексом Barnett-Nordin и индексом Haunsfield, который рассчитывался на основании средних значений в семи зонах Груена проксимального отдела бедренной кости.

Статистически все рассматриваемые индексы, характеризующие степень тяжести локального остеопороза проксимального отдела бедренной кости, не отличались между обеими группами исследования (рис. 3.1).

Средние значения индекса Singh составили  $2,09 \pm 0,79$  в группе I и  $2,05 \pm 0,82$  в группе II, что свидетельствуют о тяжелой патологии трабекулярной сети головки и шейки бедра, а также вертельной области.

Среднее значение морфо-кортикального индекса Barnett-Nordin в группе I составило  $0,3 \pm 0,08$ , а группе II –  $0,32 \pm 0,07$ , что также свидетельствовало о наличии резкого снижения минеральной плотности костной ткани в области проксимального отдела бедра.

Индекс плотности костной ткани по Haunsfield в группе I составлял в среднем  $169,08 \pm 72,3$  HU, во группе II –  $172,9 \pm 84,4$  HU.

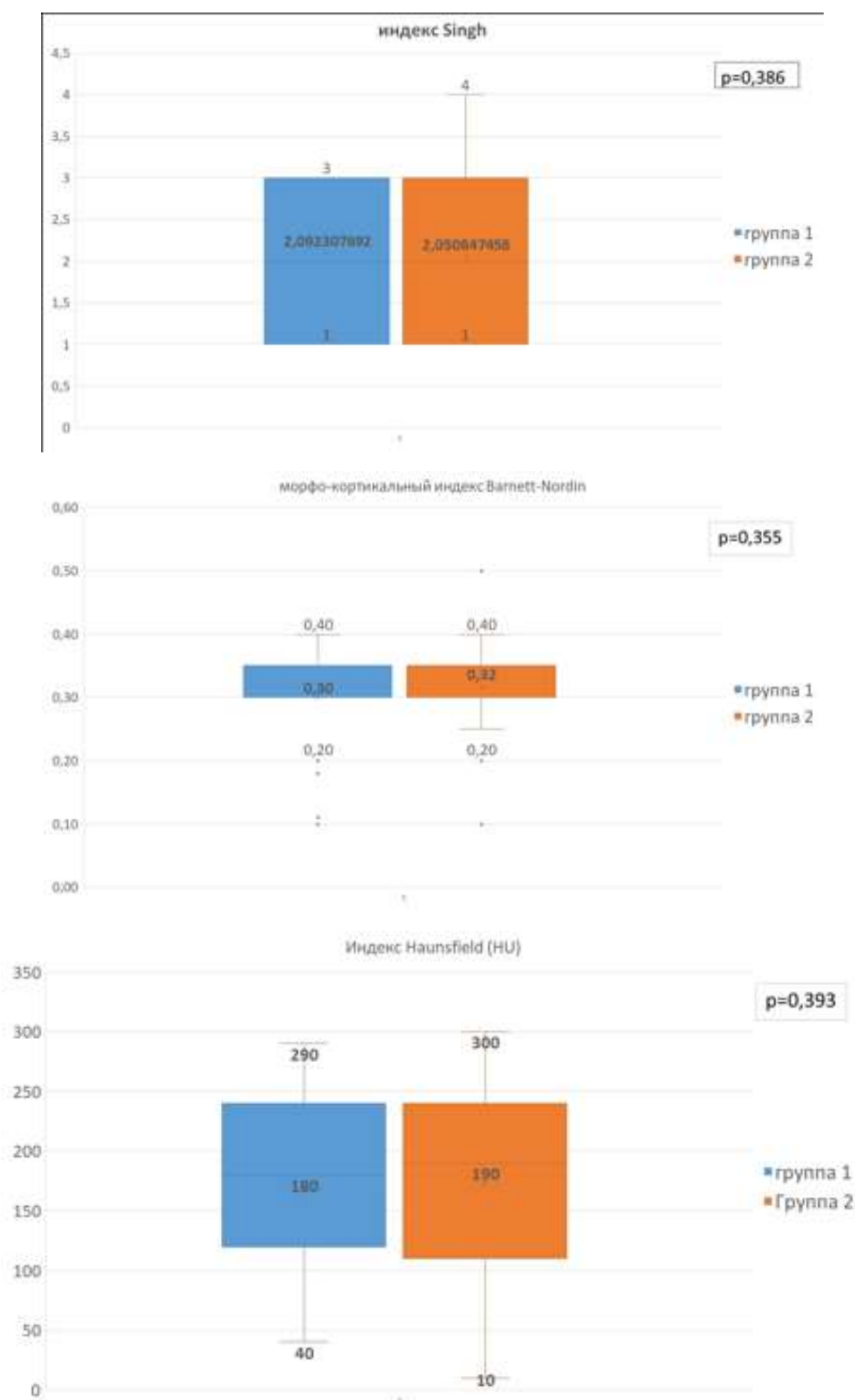


Рисунок 3.1. Результаты сравнения степени выраженности локального остеопороза головки и шейки бедренной кости по индексу Singh, морфо-кортикальному индексу проксимального отдела бедра Barnett-Nordin и средним значениям индекса Haunsfield (в семи зонах Груена) между группами исследования

При анализе обзорных рентгенограмм таза с тазобедренными суставами в прямой проекции производился расчет разницы в длине поврежденной нижней конечности и бедренном офсете по сравнению со здоровой, интактной стороной. Методика расчета подробно описана в главе 2 «Материалы и методы». Средние значения разницы в длине бедренного офсета не отличались между группами и составили 10,3 мм для пациентов группы I и 9,9 мм для пациентов группы II исследования (табл. 3.1). Однако при оценке разницы в длине нижней конечности со стороны поврежденного тазобедренного сустава оказалось, что в среднем у пациентов I группы укорочение составило на 6,2 мм больше по сравнению с больными II группы ( $p=0,0001$ ). Такие результаты связаны с наличием у пациентов II группы металлоконструкций после остеосинтеза перелома шейки бедра, которые в той или иной степени удерживали костные отломки от значительного смещения.

Таблица 3.1

## Основные рентгенологические характеристики групп исследования

Показатель	Группа		p-значение
	I (N=65)	II (N=59)	
Укорочение нижней конечности, мм M±SD (min-max)	22,1±2,4 (11–63)	15,9±3,0 (10–28)	p=0,0001
Укорочение бедренного офсета, мм M±SD (min-max)	10,3±1,5 (7–15)	9,9±2,3 (6–15)	p=0,102
Z-индекс (отношение разницы показателей длины и офсета бедра одновременно) M±SD (min-max)	1,87±0,26 (1,4–2,7)	1,4±0,5 (0,7–2,5)	p=0,0003

Кроме того, удалось получить прямую корреляционную зависимость средней силы по коэффициенту Пирсона ( $r^2=0,587$ ) между величиной изменения длины нижней конечности и величиной изменения бедренного офсета в I группе исследования (рис. 3.2). Во II группе корреляции между величиной укорочения нижней конечности и бедренного офсета не получено в связи с меньшими

значениями разницы в длине конечности, обусловленными наличием металлоконструкции.

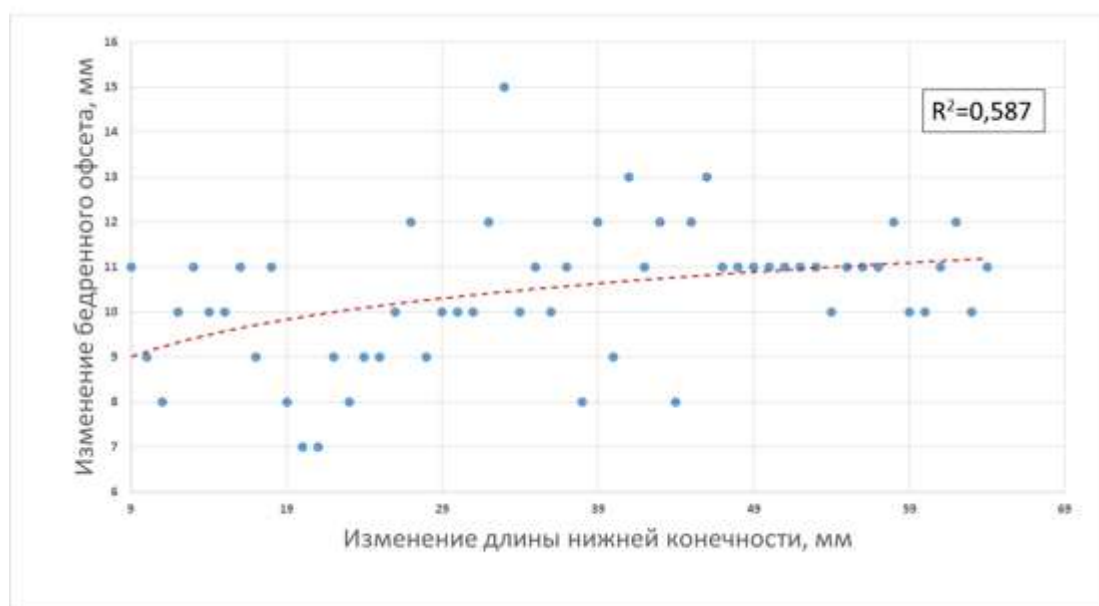
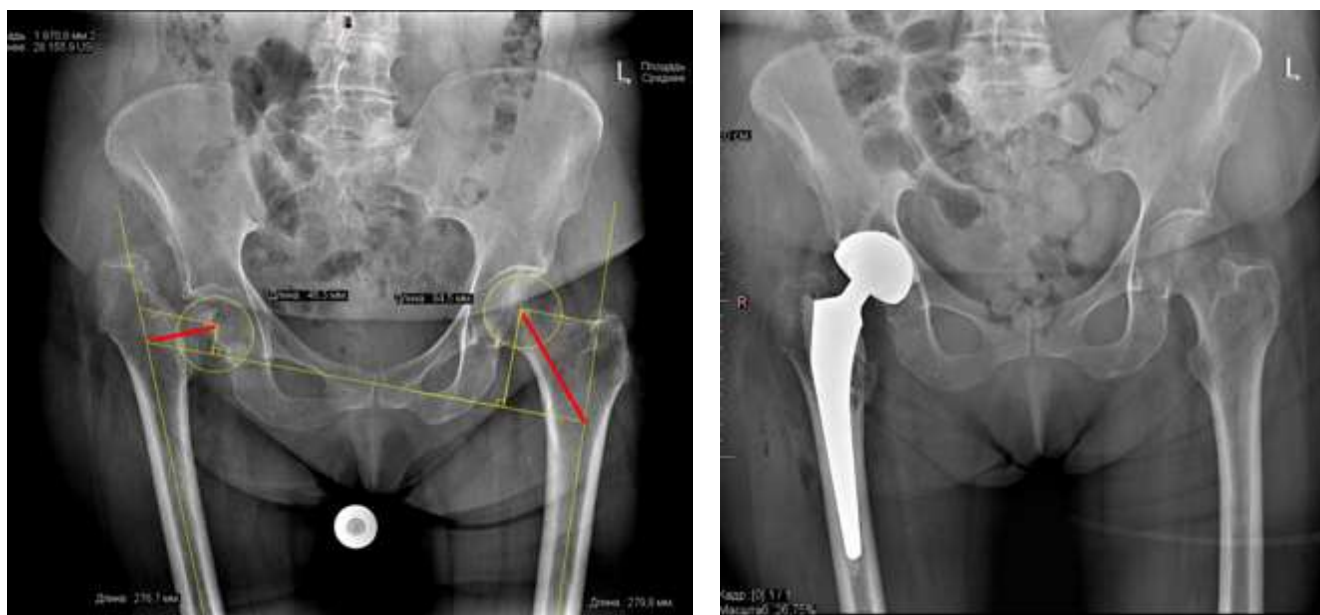


Рисунок 3.2 Корреляционная зависимость изменения длины нижней конечности и бедренного оффсета у пациентов с псевдоартрозом I группы ретроспективной части исследования

Однако для более точного определения общего изменения длины поврежденной нижней конечности и бедренного оффсета по сравнению со здоровой стороной был предложен новый метод расчета комбинированного показателя разницы в длине нижней конечности и бедренного оффсета одновременно. Подробное описание данной методики описано в главе 2. Определялся Z-индекс, который был рассчитан в результате деления длины косой линии, проведенной от центра ротации головки бедра к точке, пересекающей анатомическую ось бедра и основную линию (проведенную через середины малых вертелов обеих бедренных костей), со стороны здорового тазобедренного сустава, на длину такой же диагональной линии со стороны ложного сустава шейки бедра (рис. 3.3).



а

б

Рисунок 3.3 Клинический пример первичного эндопротезирования ТБС у пациента 74 лет с псевдоартрозом шейки правой бедренной кости:

а – определение Z-индекса (комбинированное укорочение длины нижней конечности и бедренного офсета с поврежденной стороны), длина диагональной линии от центра ротации головки бедра слева – 84,5 мм, справа – 46,3 мм; после деления двух показателей Z-индекс составил 1,83 единицы;

б – рентгенограмма таза после тотального цементного эндопротезирования правого ТБС с использованием вертлужного компонента двойной мобильности

В I группе исследования средние значения Z-индекса были значимо больше по сравнению со средними показателями такого же индекса у больных II группы ( $p=0,0003$ ). Такие результаты объясняются наличием значимо большего укорочения длины поврежденной бедренной кости у пациентов I группы исследования на фоне ложного сустава шейки бедра и отсутствия металлоконструкции.

На рисунке 3.4 приведен клинический пример расчета Z-индекса у пациента с псевдоартрозом шейки бедра после остеосинтеза тремя канюлированными винтами. Полученный результат в 1,26 единиц демонстрирует незначительное изменение как общей длины бедренной кости, так и бедренного офсета со стороны пораженного ТБС.

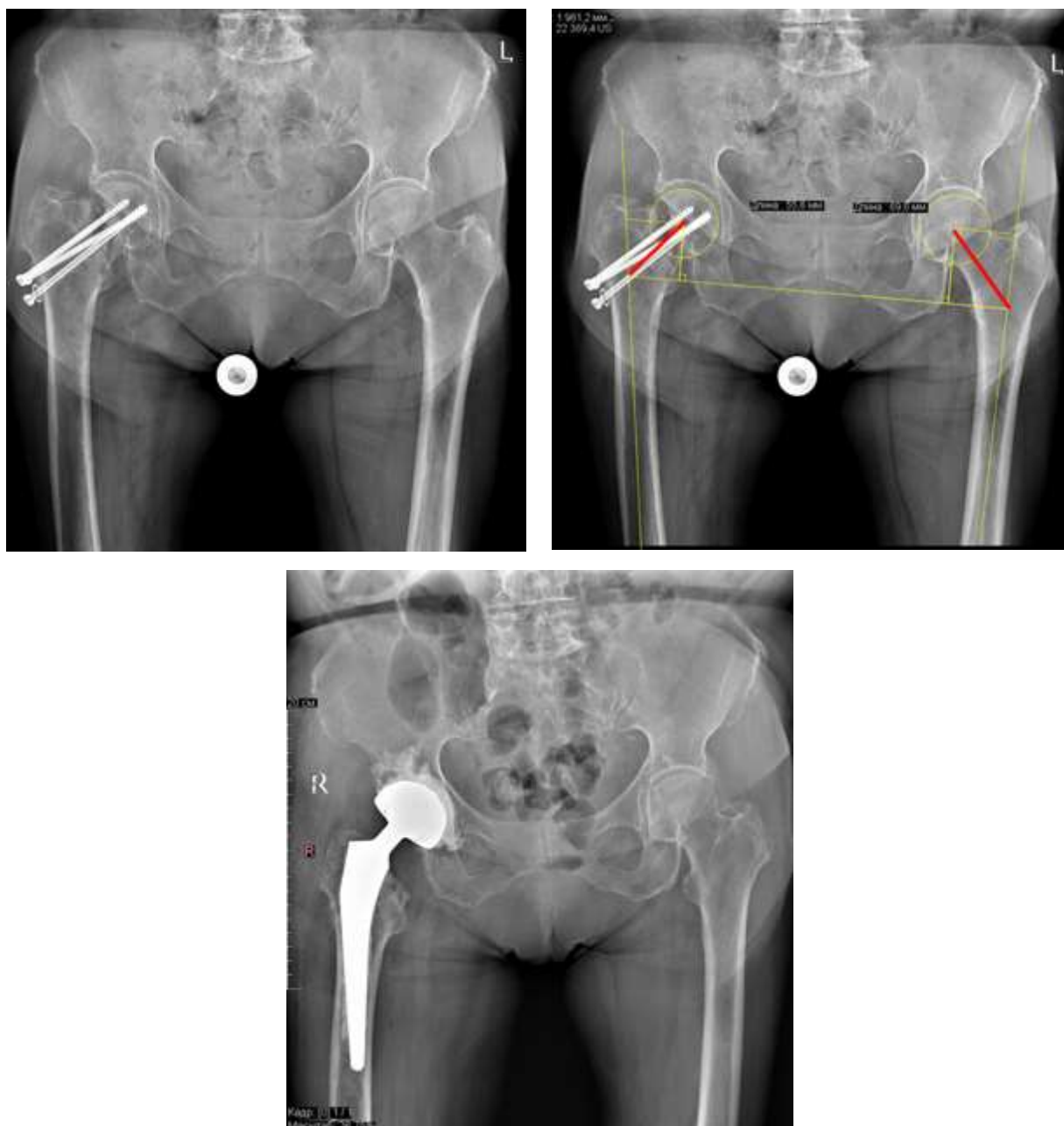


Рисунок 3.4. Расчет и показатель Z-индекса правого ТБС у пациента 73 лет с ложным суставом шейки бедренной кости и наличием трех канюлированных винтов. В результате расчета установлена величина Z-индекса в 1,26 единицы

При анализе показателей Z-индекса у пациентов обеих групп удалось установить связь между частотой вывихов эндопротеза, интраоперационных перипротезных переломов и величиной Z-индекса (рис. 3.5). Так, у пациентов обеих исследовательских групп, у которых не наблюдалось данных ортопедических осложнений, величина Z-индекса не превышала 2,0 единицы.



В то же время среди пациентов с различными осложнениями средняя величина Z-индекса составила 2,4 (min – 2,3; max – 2,5) единицы в I группе и 2,2 (min – 2,1; max – 2,5) единицы во II группе исследования.

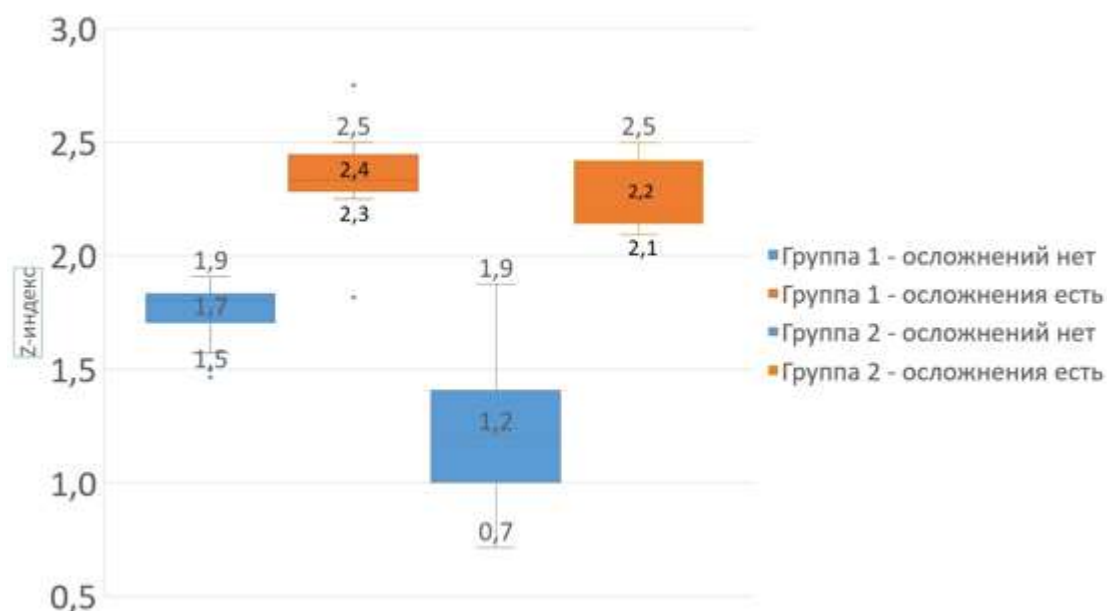


Рисунок 3.5. Сравнение показателей Z-индекса у пациентов обеих групп с наличием осложнений

Можно сделать вывод о том, что с увеличением значения Z-индекса у пациентов с ложными суставами шейки бедра увеличивается риск интраоперационного перипротезного перелома и вывиха эндопротеза в раннем послеоперационном периоде. Для более точного определения порогового значения диагностической значимости Z-индекса относительно ортопедических осложнений был проведен ROC-анализ, который показал, что если Z-индекс больше 2,05, то прогнозируется осложнение (рис. 3.6). Если показатель Z-индекса равен или ниже 2,05, то прогнозируется отсутствие осложнения. Чувствительность такого метода – 0,95; специфичность – 1,00. Качество классификации подтверждается площадью под кривой  $AUC=0,990$ ; 95% ДИ от 0,970 до 1,000.

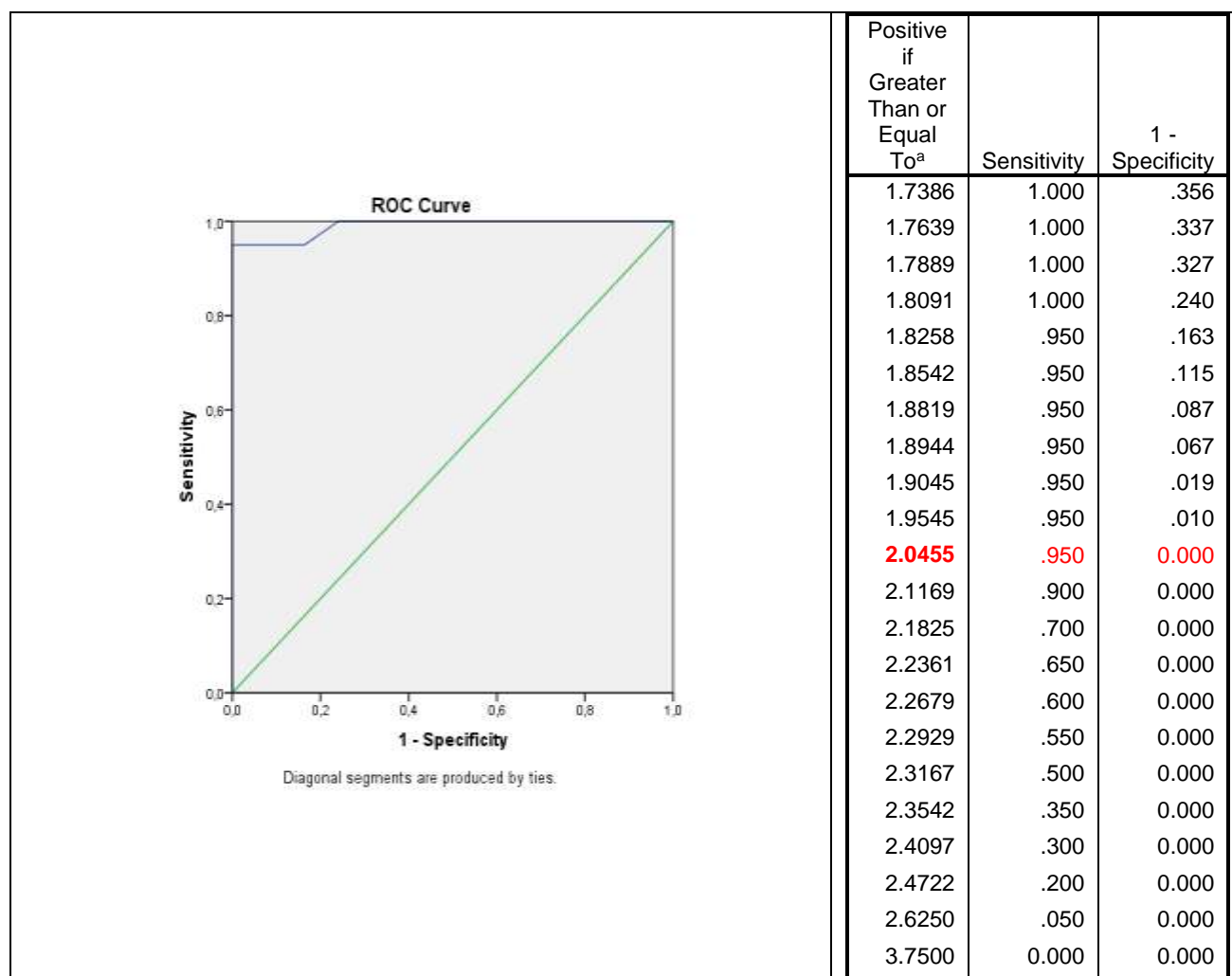


Рисунок 3.6. Анализ ROC-кривых для определения порогового значения Z-индекса (комбинированного укорочения нижней конечности и бедренного офсета), прогнозирующего с высоким риском частоту ортопедических осложнений у пациентов с псевдоартрозом шейки бедренной кости у пациентов пожилого возраста

### 3.2. Среднесрочные результаты эндопротезирования тазобедренного сустава при ложных суставах шейки бедренной кости у пациентов ретроспективных групп

При анализе среднесрочных результатов эндопротезирования ТБС по поводу ложных суставов шейки бедренной кости у пациентов обеих групп ретроспективной части исследования учитывались показатели выраженности боли по ВАШ, общее состояние пациентов по шкале ВОЗ/ECOG в баллах, функциональное состояние тазобедренного сустава по шкале Oxford Hip Score (OHS), а также частота различных осложнений после операции.

Средние значения степени выраженности боли до операции не отличались у пациентов групп I и II и составляли в среднем 4,6 балла. Однако после тотального эндопротезирования ТБС уровень болевого синдрома значительно снижался и составлял в среднем 2,73 балла у пациентов обеих ретроспективных групп (рис. 3.7). При сравнении степени выраженности боли после операции между группами отмечено незначительное увеличение болевого синдрома в группе I, что связано с наличием бóльшего числа осложнений.

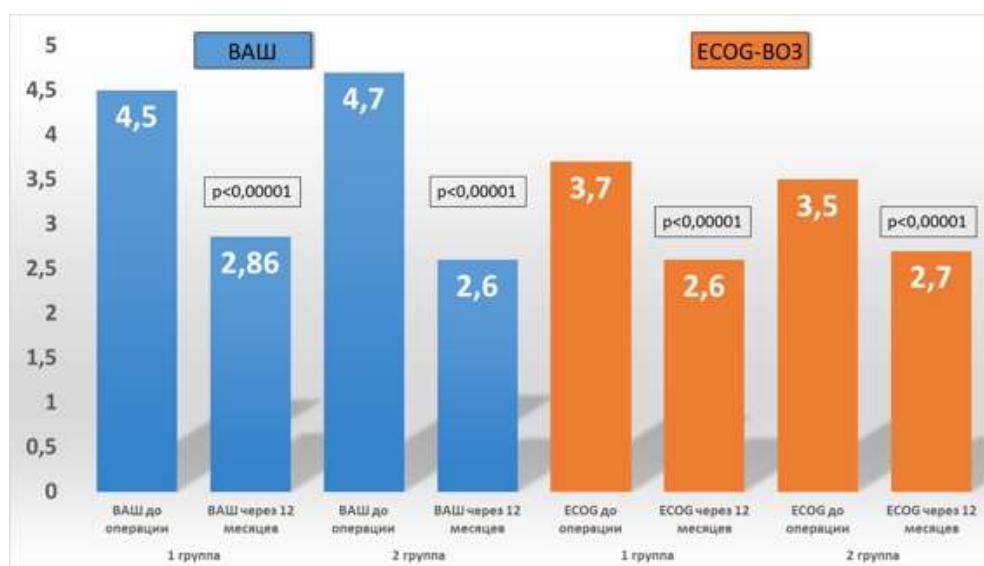


Рисунок 3.7. Сравнение выраженности боли по ВАШ и общего состояния пациентов пожилого возраста по шкале ВОЗ/ЕСОG в обеих группах исследования до и после эндопротезирования

Схожие результаты получены при оценке общего состояния пациентов по шкале ВОЗ/ЕСОG. Несмотря на существенное статистическое улучшение данных показателей в обеих группах послеоперационных показателей в сравнении с дооперационными, средние значения в 2,65 балла свидетельствуют о все еще недостаточной мобильности пациентов пожилого возраста после тотального эндопротезирования ТБС по поводу псевдоартроза шейки бедра, а также необходимости в дополнительной помощи в повседневной жизни. Можно предположить, что такие результаты характеризуют не только развитие осложнений различной степени тяжести, но и наличие у большинства пациентов

сопутствующих общесоматических заболеваний, утяжеляющих протекание послеоперационного периода.

Более адекватно состояние пациентов, а также функциональный статус оперированной конечности характеризуют результаты оценки по шкале OHS (рис. 3.8). Среди пациентов I группы данный показатель статистически значимо ( $p < 0,00001$ ) улучшился на 17,1 балла (с 18,6 до 35,7 балла), а среди пациентов II группы – на 19,3 балла (с 15,2 до 34,5).

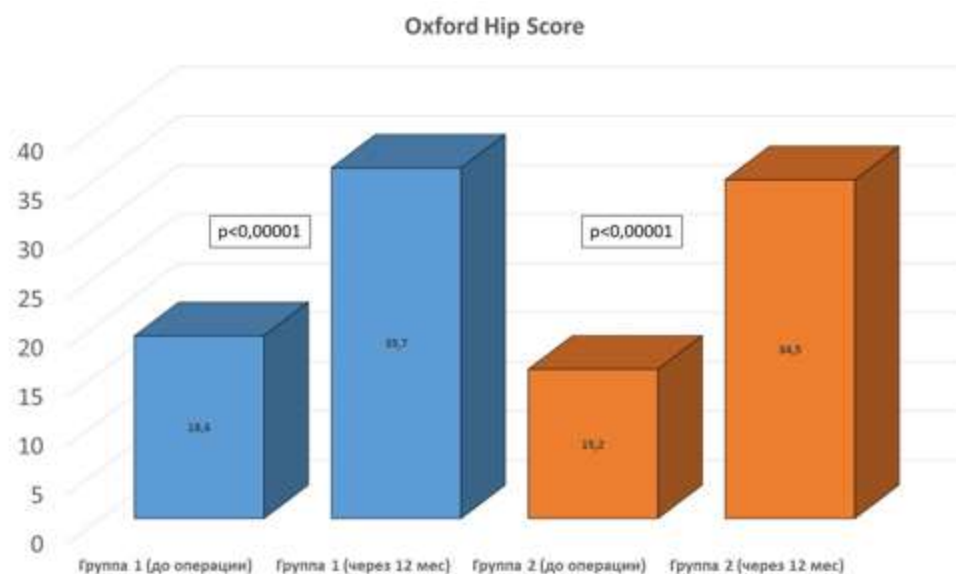


Рисунок 3.8 Функциональные результаты тотального эндопротезирования ТБС у пациентов пожилого возраста с ложными суставами шейки бедренной кости в обеих группах исследования

Статистически значимых различий в оценке послеоперационных результатов эндопротезирования ТБС по поводу псевдоартроза шейки бедра между группами исследования не получено.

Клиническим примером удовлетворительного исхода лечения пациента с псевдоартрозом шейки бедра, сформировавшимся через 12 месяцев после остеосинтеза системой Targon FN субкапитального перелома шейки бедренной кости, может служить наблюдение, продемонстрированное на рисунке 3.9.

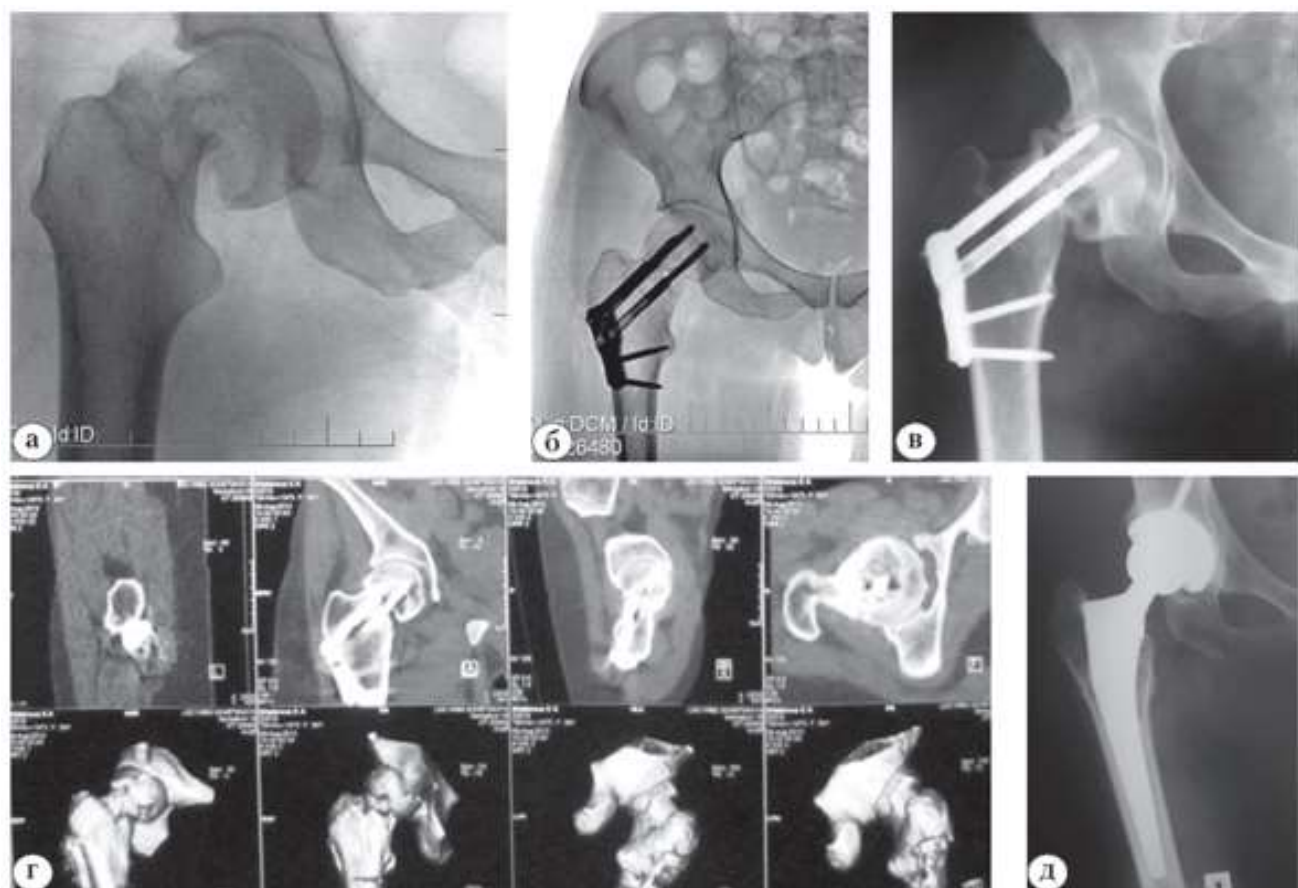


Рисунок 3.9. Этапы лечения псевдоартроза шейки правой бедренной кости у пациентки 68 лет: а – рентгенограмма правого бедра с субкапитальным переломом шейки; б – рентгенограмма после остеосинтеза системой Targon FN; в – состояние правого ТБС через 12 месяцев после остеосинтеза (определяются ложный сустав шейки бедра, остеолиз головки бедренной кости; г – МСКТ пациентки через 12 месяцев после остеосинтеза; д – рентгенограмма после одноэтапного удаления металлоконструкции и тотального эндопротезирования правого ТБС

Необходимо отметить, что выбор компонентов эндопротеза ТБС и способ их фиксации в ретроспективной части исследования происходил произвольно, без учета важных предоперационных показателей качества костной ткани, степени укорочения бедренной кости и бедренного офсета, а также наличия костных дефектов после ранее установленных металлоконструкций. Именно с этим связано развитие основных ортопедических осложнений, которые будут рассмотрены в следующей части данной главы.

### 3.3. Анализ причин осложнений у пациентов ретроспективной части исследования

Приступая к анализу причин ортопедических осложнений и частоты ревизионных хирургических вмешательств у пациентов пожилого возраста с псевдоартрозами шейки бедра, необходимо рассмотреть структуру осложнений. В таблице 3.2 продемонстрированы основные характеристики ортопедических осложнений в различные сроки после тотального эндопротезирования ТБС с указанием статистической значимости различий между группами.

Таблица 3.2

Характеристика послеоперационных ортопедических осложнений и частота ревизионного ЭП ТБС в группах ретроспективной части исследования

Осложнение	Группа		р-значение
	I (n=65)	II (n=59)	
Вывих эндопротеза	3 (4,6%)	1 (1,6%)	p=0,62
Перипротезный перелом	4 (6,1%)	3 (5,08%)	p=0,9
Глубокая перипротезная инфекция	0 (0%)	4 (6,7%)	<b>p=0,04</b>
Послеоперационная гематома	3 (4,6%)	9 (15,3%)	p=0,06
Невропатия <i>n. fibularis</i>	1 (1,53%)	0 (0%)	p=0,9
Общее количество	11 (16,9%)	17 (28,8%)	p=0,13
Ревизионное ЭП ТБС	8 (12,3%)	6 (10,1%)	p=0,78
• рецидивирующий вывих ЭП ТБС	3 (4,6%)	0	
• асептическое расшатывание БК ЭП	2 (3,07%)	2 (3,3%)	
• асептическое расшатывание ВК	1 (1,5%)	0	
• перипротезный перелом бедренной кости	2 (3,07%)	0	
• глубокая перипротезная инфекция	0	4 (6,7%)	

Суммарное количество осложнений в группе I составило 11 или 16,9% (11 пациентов), в группе II – 17 или 28,8% (9 пациентов) и статистически не отличалось между группами ( $p > 0,05$ ). Если сравнивать эти данные о частоте осложнений с частотой осложнений у больных со схожими половозрастными характеристиками, оперированными по поводу идиопатического коксартроза, то определяется существенное отличие. Так, согласно данным регистра эндопротезирования НМИЦ ТО им. Р.Р. Вредена, частота осложнений, приведших к ревизионному вмешательству, составляет 5,1% как при стандартных, так и при сложных случаях первичного эндопротезирования ТБС (Шубняков И.И. с соавт., 2017). По данным шведского регистра эндопротезирования, частота ревизионных вмешательств за 2018-2020 гг. среди больных в возрасте 65 лет и старше составила 13,17%. Основными причинами ревизий в средние сроки наблюдения послужили перипротезная инфекция (12,7%), вывихи (15,0%) и перипротезные переломы (10,2%).

Среди основных ошибок, приводивших к повторным хирургическим вмешательствам после первичного эндопротезирования тазобедренного сустава у пациентов пожилого возраста с псевдоартрозами шейки бедра, можно выделить две. Во-первых, это недооценка качества костной ткани, степени выраженности остеопороза, укорочения нижней конечности и бедренного офсета, а также наличие ранее установленных металлоконструкций, потеря прочности фиксации которых приводит к микроподвижности и, как следствие, к формированию костных дефектов в месте установки. Во-вторых, это неправильный выбор компонентов эндопротеза, метода их фиксации и степени связанности. Кроме того, нарушение техники операции в части, касающейся недостаточно выполненных релизов (рассечения рубцов и мобилизации в области большого вертела) ягодичных мышц, техники цементирование или press-fit фиксации, и мальпозиция компонентов эндопротеза также могут приводить к развитию ортопедических осложнений как интраоперационно, так и в раннем послеоперационном периоде. Клиническим примером неблагоприятного течения послеоперационного периода при лечении пациентов пожилого возраста с



псевдоартрозом шейки бедра может служить наблюдение, продемонстрированное на рисунке 3.10.



а



б



в



г



д



е





ж

Рисунок 3.10 Клинический пример осложненного течения послеоперационного периода при эндопротезировании тазобедренного сустава у пациента 72 лет с ложным суставом шейки левого бедра из ретроспективной группы исследования: а – первичная рентгенограмма таза; б – расчет Z-индекса (описание в главе 2), результат – 2,17, что свидетельствует о высоком риске развития ортопедического осложнения при ЭП ТБС; в – рентгенограмма таза через день после операции (отмечаются вальгусное положение и недостаточный размер бедренного компонента, а также нарушение техники цементирования компонента – недостаточная цементная мантия); г – вывих эндопротеза через 6 месяцев после операции; д – рентгенограмма тазобедренного сустава через 12 месяцев после имплантации (отмечается расшатывание бедренного компонента, в процессе диагностики был установлен септический характер расшатывания); е – рентгенограмма таза после первого этапа ревизионного ЭП ТБС (установлен блоковидный спейсер); ж – результат после второго этапа ревизионного эндопротезирования (установлен вертлужный компонент бесцементной фиксации многодырчатый, бедренный компонент конический диафизарной фиксации)

При анализе ортопедических осложнений не было получено статистически значимой разницы в частоте послеоперационных вывихов, перипротезных переломов и ревизионных вмешательств между группами в ретроспективной части исследования. Однако количество инфекционных осложнений имело статистически значимое отличие ( $p=0,04$ ). Так, в I группе среди пациентов с ложными суставами шейки бедра, не имевших ранее установленных металлоконструкций после тотального эндопротезирования, не отмечалось

перипротезной инфекции. Напротив, в группе II было зарегистрировано 4 (6,7%) случая поздней инфекции, потребовавших выполнения ревизионных вмешательств. На рисунке 3.11 представлен клинический пример осложненного течения послеоперационного периода лечения пациента 66 лет из II группы ретроспективной части диссертационного исследования. Необходимо отметить, что частота формирования послеоперационных гематом была существенно выше у пациентов II группы, у которых были ранее установлены различные металлоконструкции по поводу перелома шейки бедра (15,3% против 4,6% среди пациентов I группы исследования). Под осложнениями подразумевались гематомы объемом более 30 мл, полученных при пункции тазобедренного сустава после операции.



а



б



в



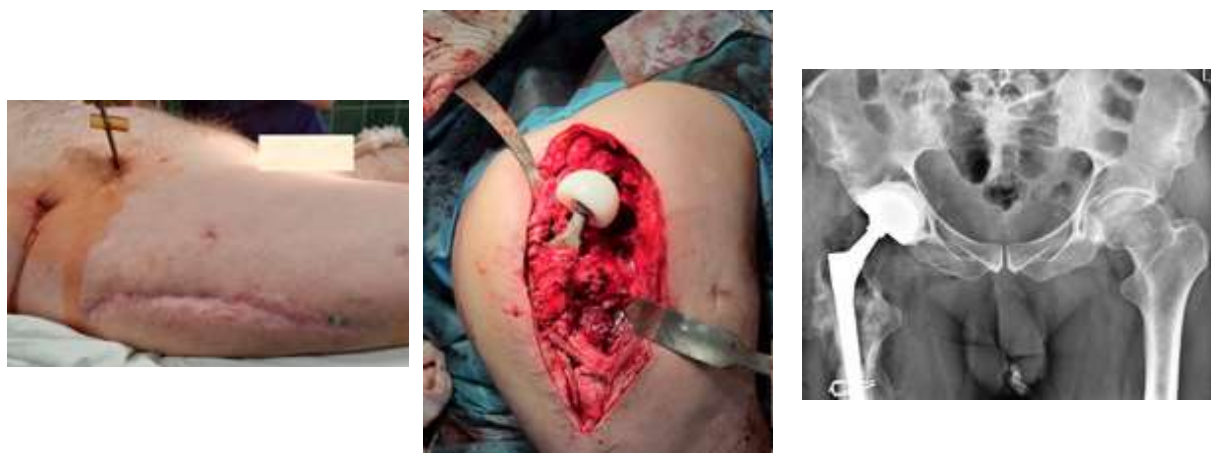
г



д



е



ж

з

и

Рисунок 3.11. Клинический пример лечения глубокой перипротезной инфекции у пациента 66 лет с псевдоартрозом шейки правой бедренной кости:

а – обзорная рентгенограмма таза, на которой определяется ложный сустав шейки правого бедра после остеосинтеза тремя канюлированными винтами;

б – МСК-томограмма таза, подтверждающая наличие ложного сустава шейки бедра;

в – рентгенография таза после тотального эндопротезирования правого ТБС; г – перипротезный перелом правого бедра через 8 недель после операции;

д – нагноение гематомы через 8,5 недель после эндопротезирования ТБС и перипротезного перелома правой бедренной кости; е – рентгенограмма таза с установленным блоковидным спейсером правого ТБС и аппаратом внешней фиксации;

ж – вид правого бедра через 3 месяца после первого этапа ревизионного эндопротезирования правого ТБС по поводу глубокой перипротезной инфекции; з – интраоперационное фото проксимального отдела бедренной кости с установленным ревизионным бедренным компонентом и вкладышем двойной мобильности; и – рентгенограмма таза после второго этапа ревизионного эндопротезирования правого ТБС

Из 11 (16,9%) пациентов I группы ретроспективной части исследования, оперированных по поводу псевдоартроза шейки бедренной кости, у 8 (12,3%) были выполнены повторные хирургические вмешательства в связи с развитием осложнений. Во II группе ревизионному эндопротезированию подверглись 6 (10,1%) пациентов из 17 (28,8%) с ортопедическими осложнениями. Необходимо отметить, что из 14 пациентов ретроспективных групп, подвергшихся ревизионному эндопротезированию, у 4 (28,5%) хирургические вмешательства выполнялись по причине перипротезной инфекции. При этом статистически

значимой разницы в частоте осложнений и ревизионных вмешательств между группами не получено.

### **3.4. Принципы обследования пациентов пожилого возраста с псевдоартрозом шейки бедренной кости**

Еще одним немаловажным разделом ретроспективной части диссертационного исследования являлась оптимизация проведения предоперационной диагностики у профильных пациентов. На сегодняшний день стандартом обследования пациентов пожилого возраста перед эндопротезированием тазобедренного сустава является рентгенография поврежденного сустава в одной (чаще) или двух проекциях, а также обзорный снимок таза. Однако одно только рентгенографическое исследование вышеуказанной области не всегда отражает полноту изменений структуры и качества костной ткани, что в дальнейшем может приводить к ошибкам и осложнениям в процессе лечения. На рисунке 3.12 представлена схема оптимизации лучевых методов диагностики у пациентов пожилого возраста с псевдоартрозом шейки бедренной кости перед выполнением эндопротезирования тазобедренного сустава.

В рекомендованной схеме диагностики патологических изменений проксимального отдела бедренной кости учтена необходимость исследования основных рентгенографических индексов остеопороза (индекс Singh, индекс Barnett-Nordin, а также степени плотности костной ткани проксимального отдела бедра, рассчитанной в 7 зонах Груена согласно индексу Haunsfield по данным МСКТ). Необходимость выполнения МСКТ тазобедренного сустава, пораженного псевдоартрозом, обусловлена диагностикой костных дефектов, особенно если у пациента в анамнезе были оперативные вмешательства, а также определением расшатывания металлоконструкции.



Рисунок 3.12. Рекомендованная схема обследования пациентов пожилого возраста с ложным суставом шейки бедренной кости перед выполнением тотального эндопротезирования ТБС

В дополнение к определению степени укорочения бедра по обзорному снимку таза необходимо выполнение телерентгенограммы всей нижней конечности в двух проекциях для визуализации анатомических особенностей бедренной кости (излишняя антеверсия, антекурвация, посттравматические деформации и пр.), что может влиять на выбор бедренного компонента эндопротеза и типа его фиксации в процессе предоперационного планирования. И наконец, на основании обзорного снимка таза необходимо провести расчет комбинированного укорочения нижней конечности и бедренного офсета для определения разработанного Z-индекса, степень изменения которого существенно влияет на увеличение рисков развития ортопедических осложнений в процессе эндопротезирования тазобедренного сустава.

### 3.5. Резюме

Таким образом, результатом ретроспективной части исследования стало описание гендерно-возрастных показателей, соматического статуса, частоты развития псевдоартрозов шейки бедренной кости среди пациентов пожилого и старческого возраста, а также выделение основных клинико-диагностических критериев, определяющих факторы риска развития ортопедических осложнений при выполнении тотального эндопротезирования тазобедренного сустава у данной категории больных. К таковым были отнесены: наличие миграции ранее установленной металлоконструкции по поводу перелома шейки бедренной кости, тяжесть локального остеопороза, укорочение нижней конечности и бедренного офсета, а также степень физической активности пациента до эндопротезирования тазобедренного сустава. Кроме того, были предложены рекомендации о дополнительных методах диагностики пациентов пожилого возраста с псевдоартрозом шейки бедренной кости перед оперативным вмешательством. Следующим этапом диссертационного исследования была оценка пороговых значений каждого из представленных выше показателей и их способности прогнозировать развитие осложнений для разделения ложных суставов шейки бедра на «простые» и «сложные» случаи, которые будут рассмотрены в следующей главе.

## **ГЛАВА 4. СИСТЕМАТИЗАЦИЯ ПСЕВДОАРТРОЗОВ ШЕЙКИ БЕДРЕННОЙ КОСТИ СОГЛАСНО ФАКТОРАМ РИСКА ОСЛОЖНЕНИЙ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ РЕТРОСПЕКТИВНОЙ ЧАСТИ ИССЛЕДОВАНИЯ**

В данной главе диссертационного исследования ставилось две взаимосвязанные задачи при анализе осложнений после первичного эндопротезирования тазобедренного сустава у пациентов пожилого возраста с ложными суставами шейки бедренной кости ретроспективной части исследования. Во-первых, на основании полученных в ретроспективной части исследования количественных показателей рассчитать пороговые значения, а на основании качественных – прогностическую значимость основных факторов риска, влиявших на развитие различных ортопедических осложнений. Во-вторых, учитывая выявленные в результате анализа факторы риска, обосновать необходимость разделения всех случаев псевдоартрозов шейки бедра у пациентов пожилого и старческого возраста на два клинико-рентгенологических типа: «простые» и «сложные». Данная систематизация ложных суставов была необходима для формирования проспективных групп исследования (глава 5). Далее на основании общего анализа результатов лечения всех пациентов ретро- и проспективной частей диссертационной работы планировалось предложить рациональные клинические рекомендации схем лечения с учетом выделенных факторов риска в отношении выбора вертлужного и бедренного компонентов эндопротеза, типа их фиксации, особенностей хирургической техники и тактики.

### **4.1. Влияние миграции металлоконструкций на частоту ортопедических осложнений при тотальном эндопротезировании у пациентов с псевдоартрозом шейки бедренной кости**

Из 124 пациентов ретроспективной части диссертационного исследования у 59 (II группа) были установлены различные металлоконструкции для фиксации внутрисуставного перелома проксимального отдела бедренной кости. Для анализа результатов лечения в выборку были включены все варианты современных

имплантатов, предназначенных для остеосинтеза переломов данной локализации (табл. 4.1). Наибольшее количество имплантированных металлических фиксаторов составили канюлированные винты (62,7%), далее примерно с одинаковой частотой применялись как миниинвазивные системы (Targon FN и различные варианты проксимальных бедренных штифтов), так и наkostные имплантаты со скользящим бедренным винтом (DHS/DCS).

Таблица 4.1

Распределение пациентов II группы ретроспективной части исследования по типу установленных ранее металлоконструкций

Тип металлоконструкции	Число пациентов (n=59)	
	Абс. ч.	%
Канюлированные винты	37	62,7
Targon FN	9	15,3
DHS/DCS	7	11,8
Проксимальный бедренный штифт	6	10,2

При анализе результатов эндопротезирования тазобедренного сустава у пациентов пожилого возраста с псевдоартрозами шейки бедра установлена связь развития ортопедических осложнений с миграцией ранее установленной металлоконструкции. Суммарно из 59 пациентов II группы ретроспективной части диссертационного исследования у 28 (47,4%) отмечена миграция металлоконструкций при поступлении в травматологическое отделение. Кроме того, у 8 (13,6%) пациентов на фоне миграции металлоконструкций отмечены клинически значимые гематомы (рис. 4.1), у 4 (6,8%) больных развились инфекционные осложнения, у 3 (5,1%) пациентов – перипротезные переломы после тотального эндопротезирования ТБС (табл. 4.2). Только у одного из 59 больных второй группы ретроспективной части отмечено осложнение на фоне отсутствия миграции металлоконструкции. В связи с тем, что наиболее частым



осложнением миграции металлоконструкций после тотального ЭП ТБС у пациентов пожилого возраста с псевдоартрозом шейки бедра были перипротезные инфекции, нами был установлен относительный риск развития данных ортопедических осложнений, который составил  $RR=8,8$  (95% ДИ от 1,1 до 66), а отношение шансов  $OR=12,1$  (95% ДИ от 1,4 до 103,0).

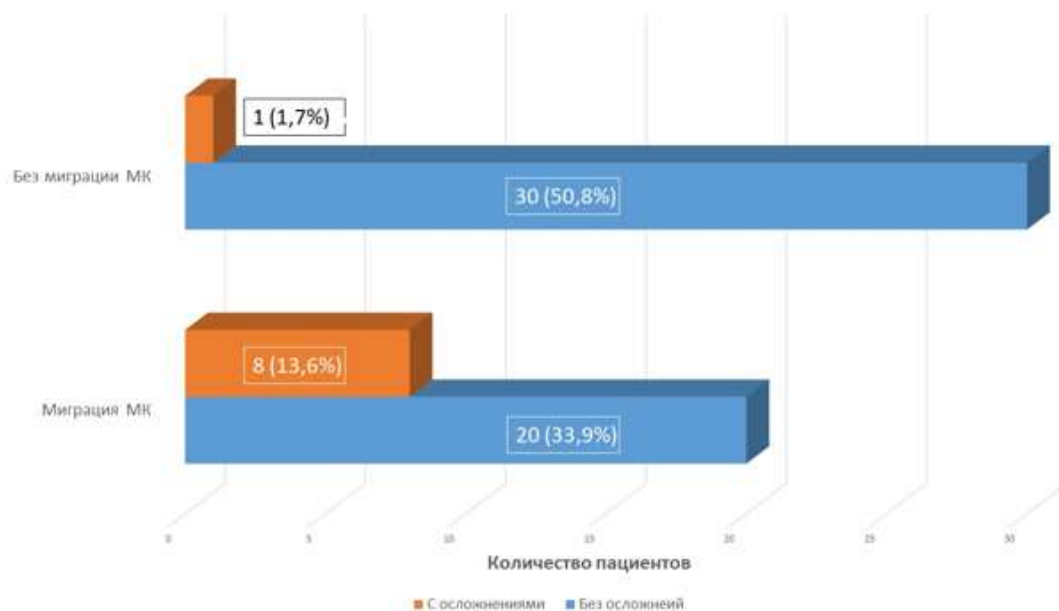


Рисунок 4.1. Зависимость частоты ортопедических осложнений (перипротезная инфекция) от миграции металлоконструкции и/или ее отсутствия во II группе ретроспективной части исследования

Согласно точному критерию Фишера, миграция металлоконструкции с достоверностью  $p=0,01$  влияет на развитие инфекционных осложнений после тотального эндопротезирования ТБС у пациентов пожилого возраста с псевдоартрозом шейки бедренной кости (табл. 4.2).

Влияние миграции металлоконструкции на частоту ортопедических осложнений при тотальном эндопротезировании ТБС у пациентов пожилого возраста с псевдоартрозом шейки бедренной кости

Параметр	Осложнение				
	Перипротезный перелом	Гематома	Инфекция	Невропатия	Ревизия
Есть миграция м/к – есть осложнение	3	8	4	0	6
Есть миграция м/к – нет осложнения	25	20	24	28	22
Нет миграции м/к – есть осложнение	0	1	0	0	0
Нет миграции м/к – нет осложнения	31	30	31	31	31
<b>Р-значение по точному критерию Фишера</b>	0,10	<b>0,010</b>	<b>0,045</b>	1,00	<b>0,010</b>

М/к – металлоконструкция.

Чувствительность прогноза развития ортопедических осложнений при эндопротезировании тазобедренного сустава у данной категории пациентов при наличии предшествующей миграции металлоконструкции составила  $Se=0,889$ , а специфичность  $Sp=0,534$ . Предсказательная способность развития любого ортопедического осложнения при диагностике у пациента миграции ранее установленной металлоконструкции составила  $PPV=0,286$ , а предсказательная способность отсутствия осложнений при отсутствии миграции металлоконструкции  $NPV=0,968$ . Общая точность расчета (Accuracy) = 0,644 (табл. 4.3).

Несмотря на малые значения предсказательной способности (PPV) развития осложнений по всем параметрам, в том числе и частоте ревизий, осложнения разных видов возникают в 3,7–40,0% случаев у больных с ранее установленными металлическими фиксаторами переломов шейки бедренной кости.

Расчет чувствительности и специфичности точности предсказаний развития ортопедических осложнений при наличии или отсутствии миграции металлоконструкции

Параметр	Осложнения					
	Всего	Вывих ЭП	Перипротезны й перелом	Гематома	Инфекция	Частота ревизий
р-значение	<b>0,010</b>	1,00	0,10	<b>0,010</b>	<b>0,045</b>	<b>0,010</b>
Se	0,889	1,000	1,000	0,889	1,000	1,000
Sp	0,600	0,534	0,554	0,600	0,564	0,585
PPV	0,286	0,048	0,130	0,286	0,167	0,231
NPV	0,968	1,000	1,000	0,968	1,000	1,000
Accuracy (точность)	0,644	0,542	0,576	0,644	0,593	0,627

Таким образом, мы отнесли критерий наличия миграции металлоконструкции к факторам риска развития ортопедических осложнений у пациентов пожилого возраста с псевдоартрозами шейки бедренной кости.

#### 4.2. Определение степени тяжести локального остеопороза согласно трем индексам снижения минеральной плотности костной ткани

Все пациенты пожилого возраста с псевдоартрозами шейки бедренной кости в ретроспективной части диссертационного исследования имели как системный, так и локальный остеопороз разной степени выраженности. Для оценки диагностической значимости показателей изменения минеральной плотности костной ткани (индексы Singh, Barnett-Nordin и Haunsfield) вероятности развития ортопедических осложнений и последующего ревизионного вмешательства (согласно результатам в обеих ретроспективных группах) после тотального эндопротезирования ТБС у данной категории пациентов был применен метод ROC-анализа. На рисунке 4.2 представлены результаты ROC-анализа по трем рентгенологическим индексам.

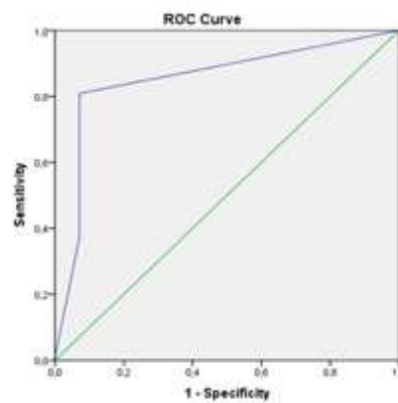
a

Positive if Greater Than or Equal To <sup>a</sup>	Sensitivity	1 - Specificity
0.0000	1.000	1.000
1.5000	.809	.071
2.5000	.373	.071
3.5000	.009	0.000
5.0000	0.000	0.000

The test result variable(s): **Singh index** has at least one tie between the positive actual state group and the negative actual state group

0.000	1.000
0.929	1.738
0.929	1.301
1.000	1.009
1.000	1.000

1.738



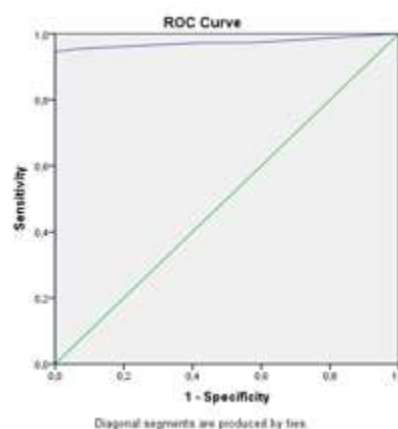
б

Positive if Greater Than or Equal To <sup>a</sup>	Sensitivity	1 - Specificity
0.0000	1.000	1.000
.1050	.973	.571
.1450	.973	.500
.2250	.955	.071
.2750	.945	0.000
.3250	.609	0.000
.3750	.100	0.000
.4500	.009	0.000
1.0000	0.000	0.000

The test result variable(s): **Barnett-Nordin** has at least one tie between the positive actual state group and the negative actual state group

0.000	1.000
0.429	1.401
0.500	1.473
0.929	1.883
1.000	1.945
1.000	1.609
1.000	1.100
1.000	1.009
1.000	1.000

1.945



в

Positive if Greater Than or Equal To <sup>a</sup>	Sensitivity	1 - Specificity
9.0000	1.000	1.000
45.0000	.973	.500
65.0000	.945	.071
85.0000	.945	0.000
105.0000	.927	0.000
145.0000	.727	0.000
200.0000	.445	0.000
301.0000	0.000	0.000

The test result variable(s): **HU-index** has at least one tie between the positive actual state group and the negative actual state group

0.000	1.000
0.500	1.473
0.929	1.874
1.000	1.945
1.000	1.927
1.000	1.727
1.000	1.445
1.000	1.000

1.945

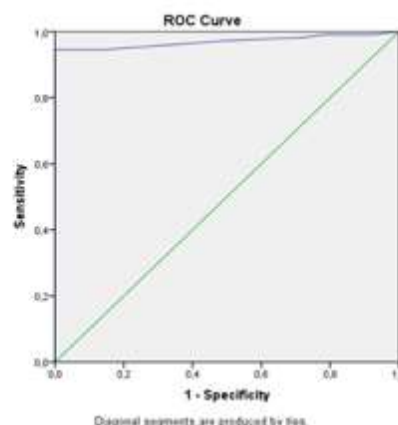


Рисунок 4.2. Результаты анализа построения ROC-кривых с пороговыми значениями трех рентгенологических индексов изменения минеральной плотности костной ткани, влияющих на ортопедические осложнения после тотального эндопротезирования ТБС: а – по индексу Singh; б – по индексу Barnett-Nordin; в – по индексу Haunsfield (HU)

Представленные на рисунке 4.3 данные свидетельствуют о том, что в условиях, при которых индекс Singh будет менее 1,5, прогнозируется осложнение во время или после тотального эндопротезирования ТБС. Чувствительность данного метода – 0,929, специфичность – 0,809. При этом качество классификации подтверждается площадью под кривой  $AUC=0,853$ ; 95% ДИ от 0,74 до 0,96. Подобное правило распространяется также на морфо-кортикальный индекс Barnett-Nordin. Пороговым значением, при котором прогнозируется осложнение, является величина 0,275 (чувствительность – 1,000; специфичность – 0,945; качество классификации подтверждается площадью под кривой  $AUC=0,973$ ; 95% ДИ от 0,94 до 1,0). Для индекса Haunsfield критическим показателем, ниже которого прогнозируется осложнение при эндопротезировании ТБС у пациентов с псевдоартрозом шейки бедра пожилого возраста, является величина в 85 НУ. Чувствительность данного метода составила 1,0; специфичность – 0,945, а качество классификации подтверждается площадью под кривой  $AUC=0,970$ ; 95% ДИ от 0,942 до 0,998.

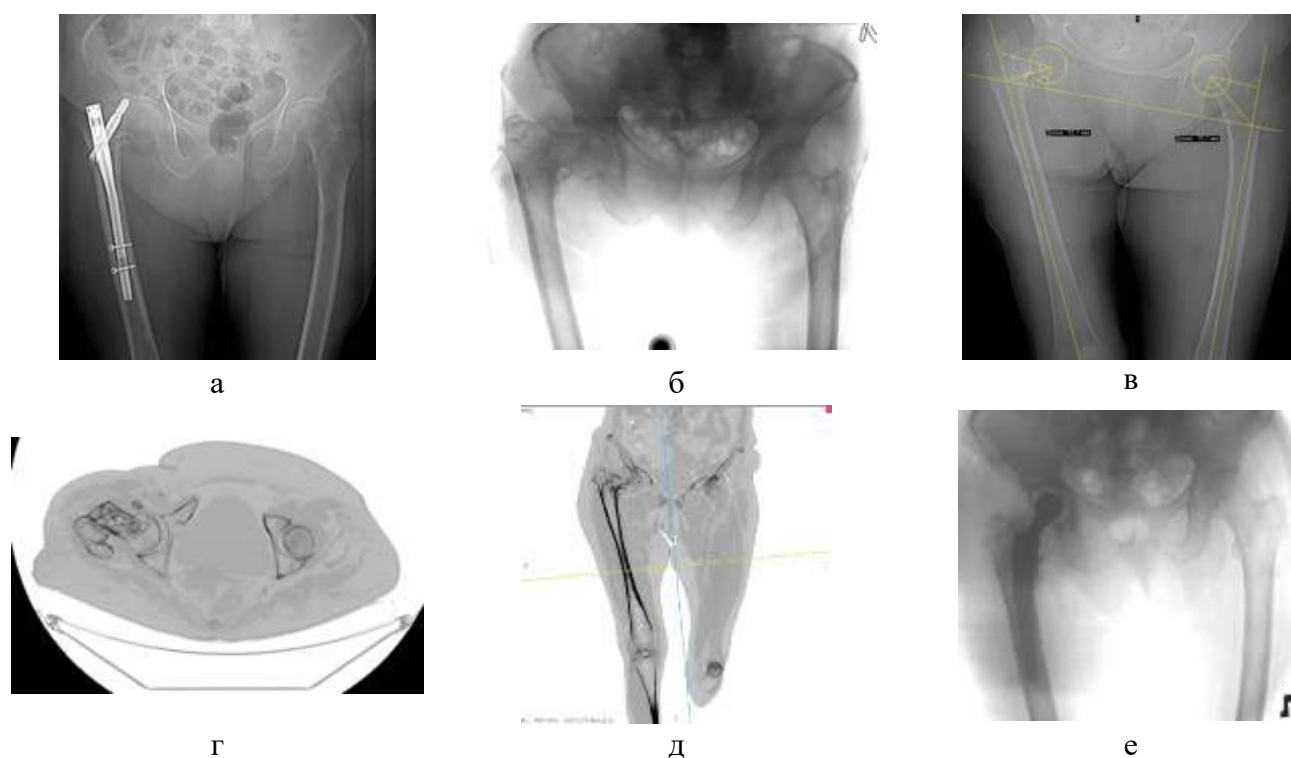
С целью объективизации полученных данных о патологических изменениях минеральной плотности костной ткани проксимального отдела бедренной кости, сформировавшихся в процессе прогрессирования псевдоартроза шейки бедра, были получены и проанализированы результаты сразу трех индексов: Singh, Barnett-Nordin и Haunsfield. Однако для упрощения систематизации степени тяжести локальных изменений качества костной ткани, влиявшей на риск развития ортопедических осложнений после эндопротезирования ТБС, было принято решение объединить все три рентгенологических индекса.

Таким образом, на основании полученных результатов исследования было выделено три степени тяжести локального остеопороза (табл. 4.4). Количество пациентов с легкой и средней степенями тяжести локального остеопороза составило 49 (39,6%) и 55 (44,3%) соответственно. Наименьшую группу – 20 (16,1%) человек – составили больные с тяжелой степенью локальных изменений минеральной плотности костной ткани проксимального отдела бедренной кости.

Систематизация степени тяжести локальных изменений качества костной ткани проксимального отдела бедренной кости на основании трех рентгенологических индексов

Параметр	Степень тяжести локального остеопороза		
	I степень (легкая)	II степень (средняя)	III степень (тяжелая)
Индекс Singh	2–3	1,5–2	1–1,5
Индекс Barnett-Nordin	0,35–0,4	0,3–0,35	<0,3
Индекс Haunsfield, HU	200–300	100-200	10-100
Общее кол-во пациентов (в обеих группах)	49 (39,6%)	55 (44,3%)	20 (16,1%)

В качестве клинического примера влияния степени тяжести локального остеопороза на риск развития ортопедических осложнений после тотального эндопротезирования ТБС у пациента пожилого возраста с псевдоартрозом шейки бедра приводим наблюдение, продемонстрированное на рисунке 4.3.





ж

Рисунок 4.3. Ортопедические осложнения, развившиеся в процессе тотального эндопротезирования правого ТБС у пациентки 78 лет с ложным суставом шейки бедра после установленного проксимального бедренного стержня:

а – рентгенограмма таза, на которой определяется псевдоартроз шейки правого бедра после базисцервикального перелома и фиксации Gamma-Nail;

б – рентгенограмма таза после удаления металлоконструкции (ложный сустав шейки правого бедра с варусной установкой ШДУ и укорочением правой нижней конечности); в – расчет Z-индекса по стандартной рентгенограмме таза (значение Z-индекса составило 1,38); г, д – данные МСКТ правого тазобедренного сустава (определяются низкие значения индекса Haunsfield в области проксимального отдела и головки бедра и вертлужной впадины); е – рентгенограмма таза после тотального эндопротезирования правого ТБС (определяется наличие перипротезного перелома, полученного в ходе обработки костномозгового канала, фиксированного тремя проволочными серкляжами, варусное положение бедренного компонента и излишняя антеверсия вертлужного компонента;

ж – вывих эндопротеза правого ТБС через 3 месяца после операции в результате технических ошибок хирурга во время первичного вмешательства

В процессе изучения влияния основных рентгенометрических параметров качества костной ткани на осложнения, полученных в процессе проведения ретроспективной оценки результатов первичного эндопротезирования тазобедренного сустава при псевдоартрозах шейки бедренной кости у пациентов пожилого и старческого возраста, удалось установить пороговые величины индексов Singh, Barnett-Nordin и Haunsfield для каждого потенциального ортопедического осложнения (рис. 4,4, 4.5, 4,6).

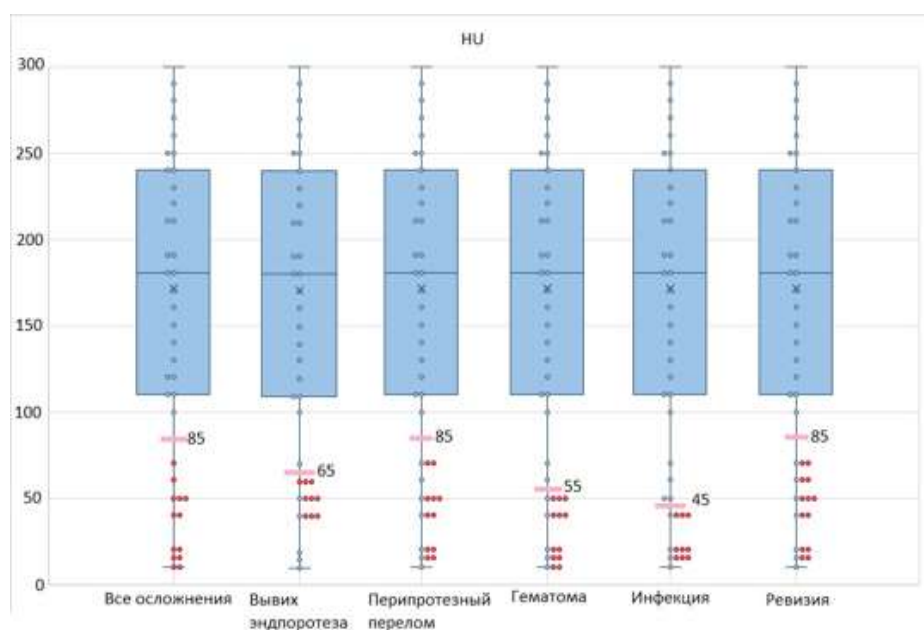


Рисунок 4.4. Пороговые значения индекса Haunsfield области проксимального отдела бедренной кости для развития ортопедических осложнений в периоперационном периоде

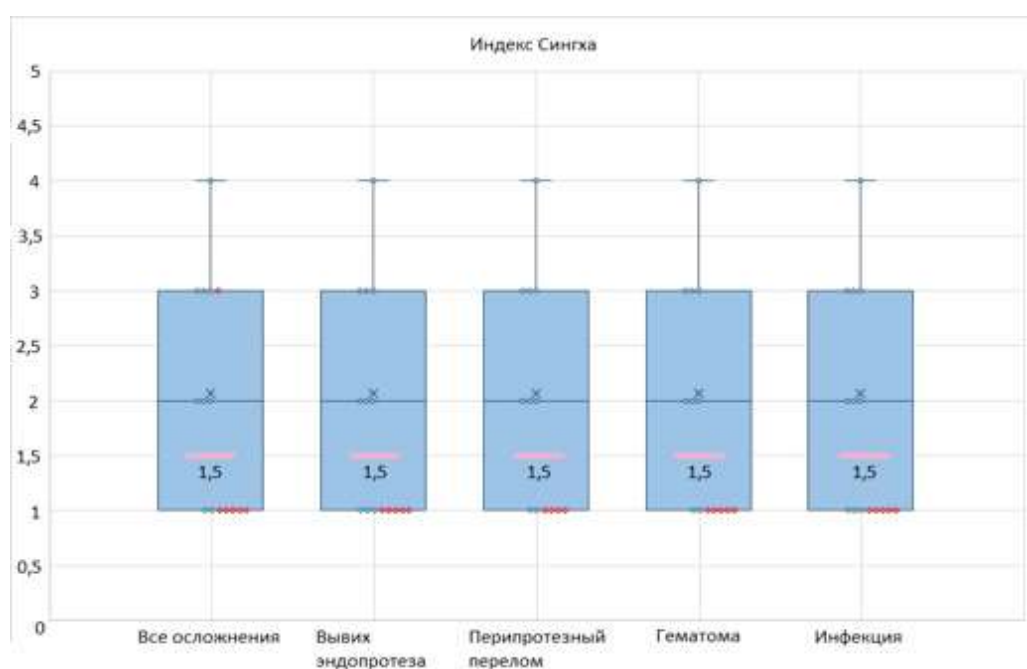


Рисунок 4.5. Пороговые значения индекса Singh при определении рисков развития ортопедических осложнений в процессе первичного ЭП ТБС у пациентов пожилого возраста с псевдоартрозом шейки бедренной кости



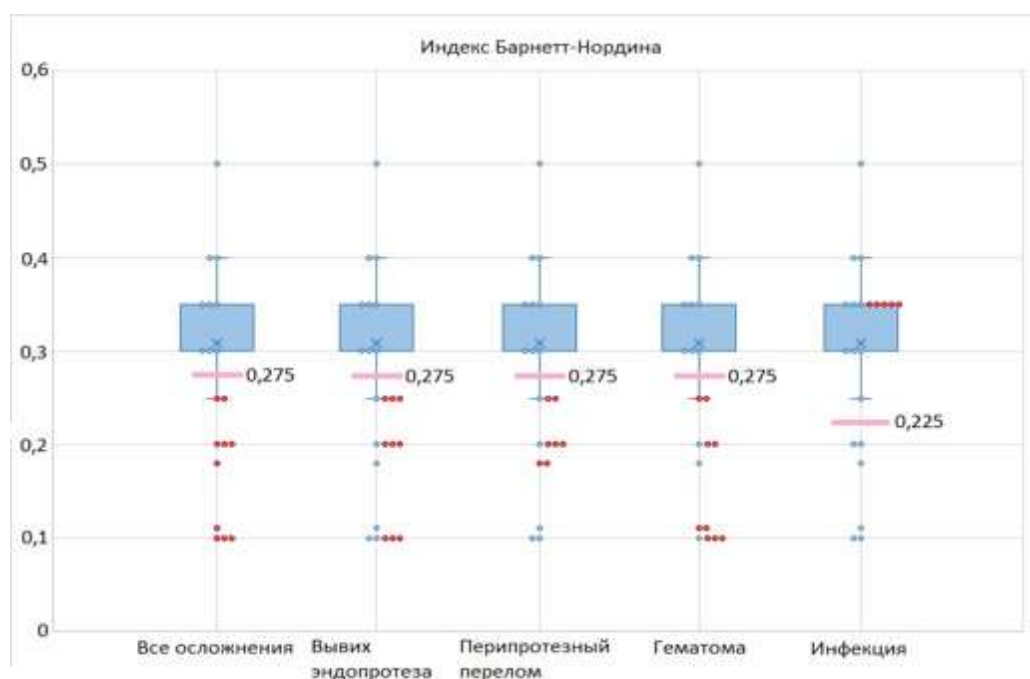


Рисунок 4.6. Пороговые значения морфо-кортикального индекса Barnett-Nordin при определении рисков развития ортопедических осложнений в процессе первичного эндопротезирования ТБС у пациентов пожилого возраста с псевдоартрозом шейки бедренной кости

Таким образом, средние значения индекса Haunsfield в семи зонах Грюена проксимального отдела бедра в пределах 45–85 NU потенциально могут приводить к развитию перипротезных переломов в процессе первичного эндопротезирования ТБС у пациентов пожилого возраста с ложным суставом шейки бедра. Такие осложнения, как вывих эндопротеза, являются следствием перелома и/или отрыва большого вертела при имплантации бедренного компонента на фоне выраженного локального остеопороза, а перипротезная инфекция является следствием отсутствия эвакуации послеоперационных гематом. Существенно увеличивается риск ревизионного вмешательства при значениях индекса Haunsfield менее 85 NU. Пороговыми показателями для индекса Singh при определении рисков ортопедических осложнений являются значения 1,5 единицы и менее, а для индекса Barnett-Nordin – от 0,225 до 0,275 единиц. Необходимо отметить, что данные значения для всех трех индексов являются проявлением крайне тяжелой степени локального остеопороза проксимального отдела бедренной кости.

### 4.3. Систематизация псевдоартрозов шейки бедренной кости у пациентов пожилого возраста

После определения основных трех факторов риска развития ортопедических осложнений у пациентов пожилого возраста с псевдоартрозами (комбинированное укорочение нижней конечности и бедренного офсета, тяжесть остеопороза и миграция металлоконструкции) было проведено разделение ложных суставов шейки бедра на два типа: «простые» и «сложные» (табл. 4.5).

К «простому» типу псевдоартрозов шейки бедренной кости следует относить пациентов со значениями Z-индекса не более 2,05, с легкой или средней степенью локального остеопороза и отсутствием миграции ранее установленной металлоконструкции. Соответственно, пациентов с показателями Z-индекса более 2,05, тяжелой степенью локального остеопороза (индекс Singh 1-2; индекс Barnett-Nordin <0,3; индекс Haunsfield 10–100 HU) и миграцией металлоконструкции необходимо отнести к «сложному» типу псевдоартрозов шейки бедра

Таблица 4.5

Основные клинико-диагностические параметры, влияющие на вероятность развития ортопедических осложнений при тотальном ЭП ТБС у пациентов с псевдоартрозом шейки бедренной кости с учетом распределения на два классификационных типа

Клинико-диагностический параметр	«Простой» тип псевдоартроза	«Сложный» тип псевдоартроза
Значение Z-индекса (обзорный рентгеновский снимок таза)	$\leq 2,05$	$> 2,05$
Степень тяжести локального остеопороза ПОБ*	Легкая или средняя	Тяжелая
Миграция ранее установленной металлоконструкции	Отсутствует	Есть миграция м/к
Вероятность ортопедического осложнения	Низкая	Высокая

\* – Распределение степеней тяжести локального остеопороза подробно освещено в разделе 4.2.

Схематическое изображение различных клинико-рентгенологических классификационных типов псевдоартрозов шейки бедренной кости, разработанных согласно полученным данным по факторам риска развития осложнений, представлено в таблице 4.6.

В качестве примера первичного эндопротезирования ТБС у пациентов пожилого возраста с различными вариантами (наличием или отсутствием металлоконструкций) «простого» типа псевдоартрозов согласно предложенной систематизации приводим клинические наблюдения, проиллюстрированные на рисунках 4.7 и 4.8.

Таблица 4.6

Классификационные типы псевдоартрозов шейки бедренной кости у пациентов пожилого возраста (оригинальная систематизация)


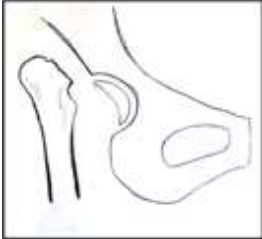

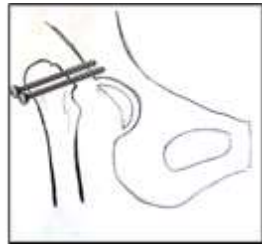

Варианты «простого» типа псевдоартроза	Варианты «сложного» типа псевдоартроза
	
	
	



Рисунок 4.7. «Простой» тип псевдоартроза шейки бедра у пациентки 70 лет через 12 месяцев после перелома: а – первичная обзорная рентгенограмма таза; б – рентгенограмма после первичного эндопротезирования ТБС

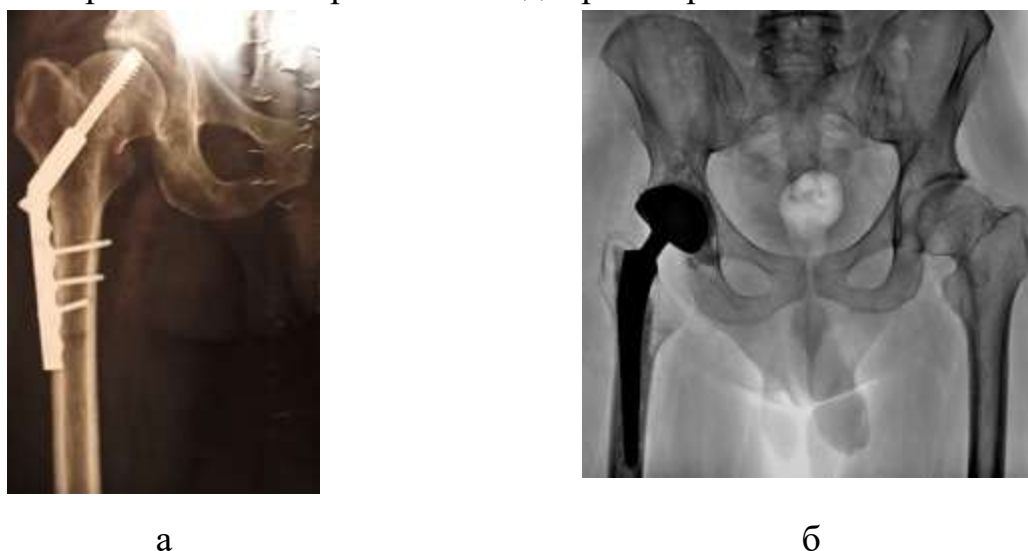


Рисунок 4.8. «Простой» тип псевдоартроза шейки бедренной кости с наличием ранее установленной металлоконструкции у пациента 66 лет: а – ложный сустав шейки бедра после остеосинтеза динамическим бедренным винтом (DHS); б – после тотального цементного эндопротезирования ТБС с применением вертлужного компонента двойной мобильности

Учитывая разработанную систематизацию ложных суставов шейки бедра у пациентов пожилого и старческого возраста, мы представляем клинический пример «сложного» типа псевдоартроза у пациентки с установленным ранее проксимальным бедренным штифтом, наличием миграции скользящего бедренного винта в полость таза, тяжелой степенью остеопороза (рисунок 4.9).



а



б



в



г



д

Рисунок 4.9. Клинический пример «сложного» типа псевдоартроза шейки левого бедра по предложенной классификации у пациентки 81 года:

а – первичный обзорный рентгеновский снимок таза: определяются миграция скользящего бедренного винта за линию Келлера, дефект крыши вертлужной впадины; б – интраоперационная фотография удаленной шейки бедра (определяется базисцервикальный характер перелома, cut-out эффект бедренного винта); в – интраоперационное фото дефекта крыши вертлужной впадины от бедренного винта; г – интраоперационная фотография с установленным тестовым рашилем; д – рентгенограмма после тотального эндопротезирования ТБС с применением костной аутопластики крыши вертлужной впадины (определяется перипротезный перелом ПОБК, потребовавший дополнительной фиксации проволочным серкляжем)

Необходимо отметить, что использование стандартных имплантатов, предназначенных для первичного эндопротезирования ТБС, в «сложных» случаях псевдоартроза не всегда оправдано и может приводить к развитию различных осложнений.

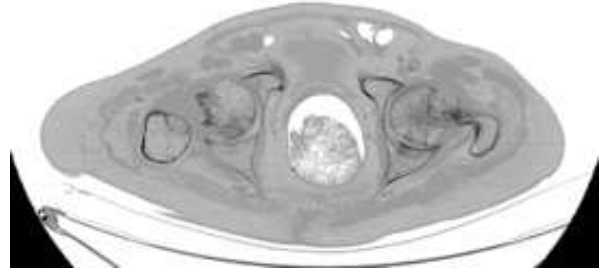
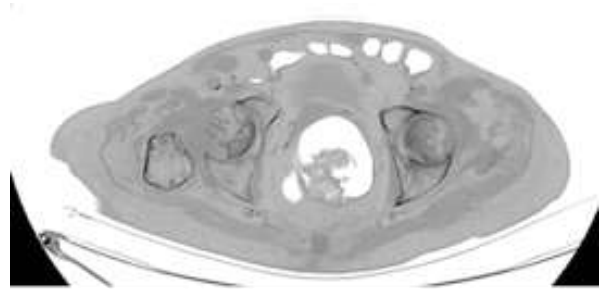
В связи с этим при «сложном» типе ложного сустава шейки бедра у пациентов пожилого возраста мы рекомендуем использовать вертлужные компоненты двойной мобильности. При наличии у пациента ранее установленного интрамедуллярного фиксатора наиболее предпочтительным вариантом бедренного компонента является коническая ревизионная ножка диафизарной фиксации в связи с тем, что уже сформирован канал от бедренного стержня.

Использование клиновидных (цементных или бесцементных) ножек может приводить в таких случаях к перелому проксимального отдела бедренной кости. Однако даже использование ревизионных систем не всегда обеспечивает отсутствие осложнений в особо тяжелых случаях локального остеопороза проксимального отдела бедренной кости. Наиболее частыми ортопедическими осложнениями являются перипротезные переломы, в том числе отрыв большого вертела в процессе обработки костномозгового канала, вывихи, гематомы и инфекции.

В качестве примера перипротезного перелома бедренной кости у пациентки со «сложным» типом псевдоартроза шейки бедра (наличие клинически значимого укорочения нижней конечности и бедренного офсета, а также тяжелого локального и системного остеопороза) приводим клиническое наблюдение, продемонстрированное на рисунке 4.10.



а



б



в



г

Рисунок 4.10. Клиническое наблюдение хирургического лечения «сложного» типа псевдоартроза шейки правого бедра у пациентки 73 лет: а – обзорный рентгеновский снимок таза с тазобедренными суставами; б – данные МСКТ в аксиальной проекции, демонстрирующие тяжелую степень локального остеопороза проксимального отдела бедра; в – послеоперационная рентгенограмма таза, установлены цементный вертлужный компонент двойной мобильности и ревизионный конический бедренный компонент (отмечена перфорация кончиком ножки эндопротеза латерального кортикального слоя бедренной кости в результате ошибки в выборе длины бедренного компонента); г – контрольные рентгенограммы правого тазобедренного сустава через 18 месяцев после операции в прямой и аксиальной проекциях. Пациентка ходит с полной осевой нагрузкой

Систематизация псевдоартрозов шейки бедренной кости у пациентов пожилого и старческого возраста необходима не только для описания патологических изменений в проксимальном отделе бедра в процессе прогрессирования заболевания, но и для прогноза исходов тотального эндопротезирования ТБС. Установление пороговых значений для таких критериев, как Z-индекс (комбинированное укорочение нижней конечности и бедренного офсета) и степень тяжести остеопороза (по трем рентгенологическим индексам), а также наличие миграции ранее установленной металлоконструкции, заставляет ортопедов, выполняющих артропластику ТБС у данной категории пациентов, проводить более тщательное предоперационное планирование и предоперационную подготовку и использовать дополнительные средства для фиксации компонентов эндопротеза в хрупкой остеопорозной кости.

#### **4.4. Резюме**

Таким образом, при решении задач данной части диссертационного исследования удалось обосновать разделение псевдоартрозов шейки бедренной кости у пациентов пожилого и старческого возраста на два типа: «простые» и «сложные». Для практического применения новой систематизации псевдоартрозов по клинико-диагностическим характеристикам необходимо было обосновать изменение хирургической тактики в процессе выполнения первичного эндопротезирования ТБС с точки зрения использования стандартных или ревизионных имплантатов, а также степени их связанности. Данные исследования были проведены в проспективной части диссертационной работы, которые будут рассмотрены в следующей главе.



## **ГЛАВА 5. РЕЗУЛЬТАТЫ ЛЕЧЕНИЯ ПАЦИЕНТОВ ПРОСПЕКТИВНОЙ ЧАСТИ ИССЛЕДОВАНИЯ**

В последней части диссертационного исследования приводятся среднесрочные результаты эндопротезирования тазобедренного сустава пациентов пожилого и старческого возраста с псевдоартрозами шейки бедренной кости, оперированных с 2019 по 2022 год с учетом разделения больных на два типа по разработанной ранее классификации. Финальным этапом научной работы являлся всесторонний анализ результатов эндопротезирования всех 218 пациентов ретро- и проспективных групп в части, касающейся частоты, структуры и особенностей осложнений. Также на основании полученных данных приводятся рациональные рекомендации и схемы лечения пациентов данного профиля в отношении выбора ацетабулярного и бедренного компонентов эндопротеза, типа их фиксации, необходимости увеличения степени стабилизации тазобедренного сустава и особенностей хирургической техники в зависимости от тяжести патологических изменений проксимального отдела бедренной кости.

### **5.1. Характеристика имплантатов, использованных у пациентов проспективных групп исследования**

С учетом результатов эндопротезирования ТБС у пациентов с псевдоартрозом шейки бедра в ретроспективной части диссертационного исследования в проспективной части научной работы было сформировано две группы сравнения. Группы формировались на основании систематизации ложных суставов на условно «простые» и «сложные» случаи по факторам риска развития ортопедических осложнений. Таким образом, в I группу вошел 51 (54,2%) пациент с «простым» типом ложного сустава шейки бедра, II группу составили 43 (45,8%) пациента со «сложным» типом псевдоартроза. При выполнении эндопротезирования ТБС учитывались патологические изменения проксимального отдела бедренной кости, описанные в двух предыдущих главах, на основании которых происходил выбор бедренного компонента эндопротеза. В

таблице 5.1 представлено распределение установленных имплантов между пациентами обеих групп, использованных во время операций.

Таблица 5.1

Характеристика использованных имплантатов в группах проспективной части исследования

Параметр	Группа I (n=51; 54,2%)	Группа II (n=43; 45,8%)	Ретроспективные группы (n=124)
Бедренный компонент			
- стандартный	45 (88,2%)	7 (16,3%)	123 (99,2%)
- ревизионный	6 (11,8%)	<b>36 (83,7%)</b>	1 (0,8%)
Тип фиксации бедренного компонента			
- цементный	34 (66,7%)	8 (18,6%)	117 (94,4%)
- бесцементный	17 (33,3%)	<b>35 (81,4%)</b>	7 (5,6%)
Вертлужный компонент			
- стандартный	31 (60,8%)	3 (7,1%)	118 (95,2%)
- ревизионный	0	1 (2,2%)	0
- двойная мобильность	20 (39,2%)	<b>39 (90,7%)</b>	6 (4,8%)
Тип фиксации вертлужного компонента			
- цементный	45 (88,2%)	<b>40 (92,9%)</b>	100 (80,6%)
- бесцементный	6 (11,8%)	3 (7,1%)	24 (19,4%)
Вкладыш эндопротеза			
- стандартный (28/32 мм) ЭП ТБС	31 (60,1%)	4 (9,3%)	118 (95,2%)
- двойная мобильность	20 (39,9%)	<b>39 (90,7%)</b>	6 (4,8%)
- constrained	0	0	0

С учетом предложенной классификации псевдоартрозов на «простые» и «сложные» случаи в первую группу в 88,2% случаев вошли стандартные бедренные и в 60,8% случаев – стандартные вертлужные компоненты эндопротезов ТБС. При этом в 88,2% операций фиксация имплантов

осуществлялась за счет цементной техники, что связано с наличием практически у всех пациентов остеопороза различной степени тяжести. У пациентов II проспективной группы, наоборот, в связи с тяжестью патологических изменений проксимального отдела бедренной кости преобладали ревизионные бедренные компоненты (83,7%) и вертлужные компоненты с повышенной степенью стабилизации ТБС – системы двойной мобильности (90,7%). В 60,1% случаев эндопротезирования ТБС у пациентов I проспективной группы с псевдоартрозом шейки бедренной кости использовались стандартные пары трения диаметром 28 мм и 32 мм, а в 39,9% случаев – вертлужные компоненты двойной мобильности. При сравнении всех пациентов ретроспективных групп и обеих проспективных групп исследования по степени стабилизации ТБС отмечено более частое применение систем с повышенной стабильностью (двойная мобильность) у пациентов проспективной части исследования в соотношении 9,8 : 1,0. Такие показатели связаны с изменением подходов к выбору ацетабулярного компонента по причине большой частоты ортопедических осложнений у пациентов ретроспективных групп, особенно послеоперационных ранних вывихов эндопротеза (3,2%). Связанные (constrained) вкладыши не использовались при первичном эндопротезировании ТБС у пациентов пожилого возраста с ложными суставами шейки бедренной кости как в ретроспективной, так и в проспективной частях исследования. Показаниями для их применения являлись ревизионные хирургические вмешательства, связанные с рецидивирующими вывихами эндопротеза.

При сравнении периоперационных показателей в зависимости от типов имплантатов, установленных пациентам проспективных и ретроспективных групп, выявлено существенное увеличение установленных бесцементных бедренных компонентов (табл. 5.2). При этом необходимо отметить, что среди ревизионных бедренных бесцементных компонентов использовались немодульные конические ножки диафизарной фиксации различной длины в зависимости от клинической ситуации, а также ножки метафизарной фиксации.

Варианты тотального эндопротезирования тазобедренного сустава, выполненного пациентам ретроспективных и проспективных групп

Вариант тотального эндопротезирования ТБС	Ретроспективные группы (n=124)	Проспективные группы (n=94)
Тотальное цементное	100 (80,65%)	42 (44,68%)
Тотальное гибридное	17 (13,71%)	0 (0%)
Тотальное реверс-гибридное	0 (0%)	43 (45,75%)
Тотальное бесцементное	7 (5,64%)	9 (9,57%)

Из ревизионных вертлужных компонентов применялись чашки multiholed Trilogy (Zimmer), Continium (Zimmer), R3 (Smith&Nephew) различного диаметра с фиксацией минимум тремя винтами. (рис. 5.1). Кроме того, в данных клинических случаях использовались полиэтиленовые прокладки с антилюксационным навесом в 10–20°.



а



б



В



Г

Рисунок 5.1 Вариант первичного сложного эндопротезирования тазобедренного сустава у пациента с ложным суставом шейки левой бедренной кости:

а – рентгенограмма таза с тазобедренными суставами до операции (виден фрагмент ранее установленной металлоконструкции в проксимальном отделе бедра);

б – данные МСКТ перед эндопротезированием левого ТБС (определяется умеренный локальный остеопороз проксимального отдела бедра, существенное укорочение левой нижней конечности и бедренного офсета); в – рентгенограмма

после тотального бесцементного эндопротезирования левого ТБС с использованием ревизионного вертлужного и бедренного компонентов;

г – рентгенограмма левого тазобедренного сустава через 2 года после операции

## **5.2. Функциональные результаты эндопротезирования тазобедренного сустава у пациентов проспективной части исследования**

Средний срок наблюдения за пациентами проспективной группы составил 36,7 месяца. Оценка функциональных результатов тотального эндопротезирования тазобедренного сустава производилась по 48-балльной шкале OHS в сроки 6, 12, 24, 36 месяцев после операции. Средние показатели OHS у пациентов I группы составили 39,6 (SD=4,43) баллов в течение всего периода наблюдения, во II группе – 34,6 (SD=5,09) баллов. Получена существенная статистически значимая разница в функциональных результатах между группами ( $p < 0,0001$ ). Необходимо отметить, что средние значения OHS до

эндопротезирования у пациентов проспективных групп статистически значимо не отличались от средних значений в ретроспективных группах: 18,02 (SD=2,5) и 16,97 (SD=3,37) баллов соответственно. Оценка функциональных показателей в динамике показала, что наилучшие результаты по шкале OHS были достигнуты уже к шестому месяцу после операции у пациентов с «простым» типом псевдоартроза и в течение всего периода наблюдения практически не изменялись (рис. 5.2). У пациентов II проспективной группы со «сложным» типом псевдоартроза шейки бедренной кости наибольший средний балл по шкале OHS – 34,48 (SD=56,09) отмечен к 12-му месяцу после операции.

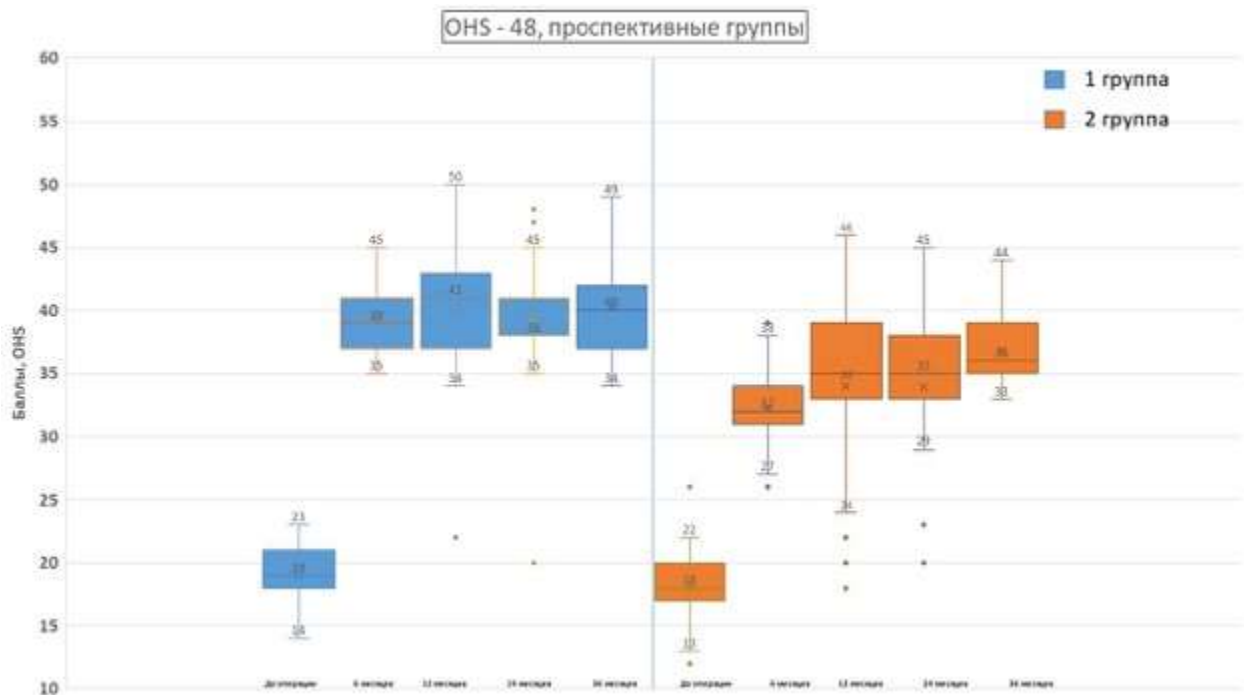


Рис. 5.2. Динамика изменений функциональных показателей по шкале Oxford Hip Score до и в различные сроки после эндопротезирования у пациентов обеих проспективных групп

Кроме того, был выполнен сравнительный анализ средних значений функциональных показателей по шкале OHS после эндопротезирования тазобедренного сустава у всех пациентов ретроспективных и проспективных групп исследования (рис. 5.3). Средние значения возраста, давности травмы, ИМТ, тяжести сопутствующих заболеваний по шкале Charlson между пациентами

ретро- и проспективных групп были сопоставимы. Наилучшие функциональные показатели отмечались у пациентов I проспективной группы, т.е. у больных с «простым» типом псевдоартроза: средний балл по OHS – 39,8 через 12 месяцев после тотального эндопротезирования.

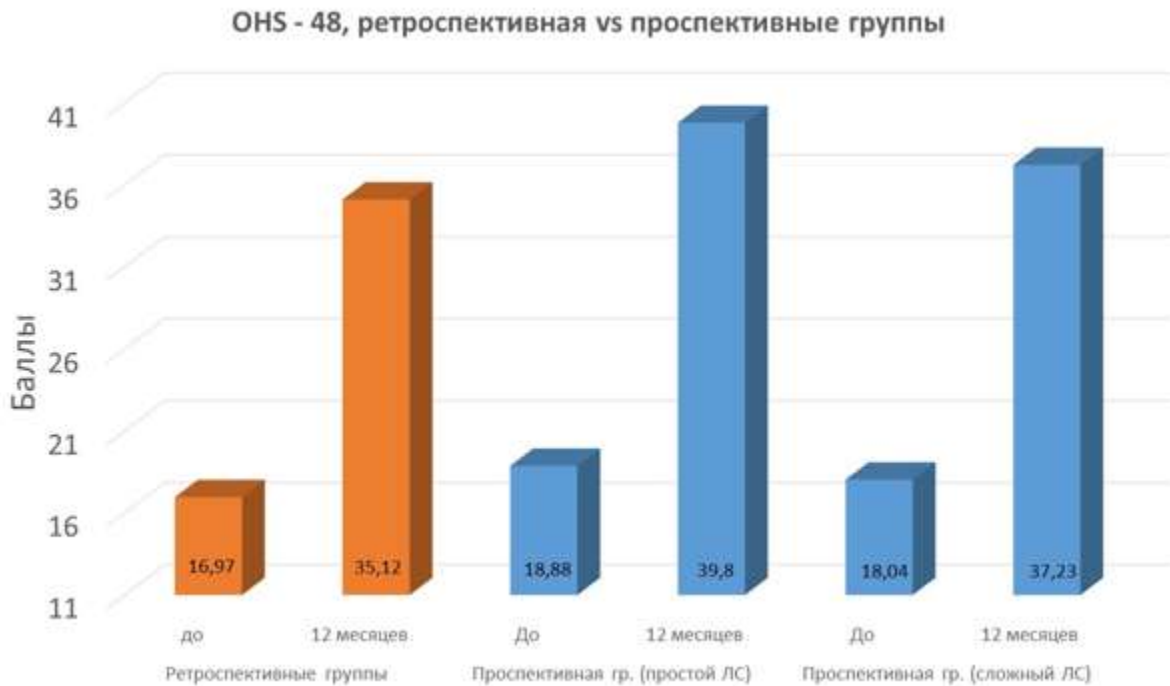


Рис. 5.3. Сравнение функциональных показателей по шкале OHS у пациентов ретроспективной и проспективных групп

При проведении многофакторного дисперсионного анализа с последующим применением апостериорных критериев функциональных результатов у всех пациентов ретроспективных групп и каждой из проспективных установлены статистически значимые отличия только между пациентами ретроспективных групп и I проспективной группы («простой» тип ложного сустава) по шкале OHS через 12 месяцев после операции (табл. 5.3).

Таблица 5.3

Попарное сравнение функциональных показателей по шкале OHS всех пациентов ретроспективных групп и каждой из проспективных групп до и после эндопротезирования ТБС

Группа сравнения	Среднее значение $\pm$ SD, баллы	p-значение
Ретросп. гр. до опер. (1)	16,97 $\pm$ 3,36	0,161 (p1-2) 0,136 (p1-3)
Перспект. гр. (простой ЛС) до опер. (2)	18,01 $\pm$ 2,11	0,161 (p1-2) 0,996 (p2-3)
Перспект. гр. (сложный ЛС) до опер. (3)	18,04 $\pm$ 2,59	0,136 (p1-3) 0,996 (p2-3)
Ретросп. гр. после опер. (I)	35,12 $\pm$ 10,47	<b>0,004</b> (pI-II) 0,373 (pI-III)
Перспект. гр. (простой ЛС) после опер. (II)	39,8 $\pm$ 5,59	<b>0,004</b> (pI-II) 0,341 (pII-III)
Перспект. гр. (сложный ЛС) после опер. (III)	37,23 $\pm$ 2,68	0,373 (pI-III) 0,341 (pII-III)

ЛС – ложный сустав.

Таким образом, разделение пациентов с ложными суставами на условно «простые» и «сложные» случаи показало свою эффективность в функциональных результатах через 12 месяцев после тотального эндопротезирования ТБС. Функциональные результаты у пациентов II проспективной группы со «сложным» типом псевдоартроза шейки бедра статистически значимого отличия по шкале OHS не показали. При этом средний балл по OHS через 12 месяцев после операции все равно был выше (37,23) по сравнению со всеми пациентами ретроспективных групп (средний балл – 35,12).

Динамика изменений выраженности болевого синдрома до операции, а также после тотального эндопротезирования в группах проспективной части исследования представлена на рисунке 5.4. Дооперационные показатели не отличались между группами, однако через 12 месяцев после тотального эндопротезирования отмечено статистически значимое отличие (по точному критерию Вилкоксона) между до- и послеоперационными значениями выраженности боли в обеих группах исследования.





Рис. 5.4. Динамика изменений выраженности боли по ВАШ у пациентов проспективных групп исследования

### 5.3. Сравнение частоты осложнений у пациентов ретроспективных и проспективных групп исследования

При анализе результатов хирургического лечения пациентов проспективных групп исследования были изучены частота и структура ортопедических осложнений как в каждой из групп, так и в сравнении их между собой, а также с пациентами ретроспективных групп. В таблице 5.4 представлена структура ортопедических осложнений и частота ревизионных вмешательств на тазобедренном суставе у пациентов проспективных групп. Отмечено статистически значимо большее суммарное количество ортопедических осложнений, а также случаев ревизионного эндопротезирования тазобедренного сустава среди больных II проспективной группы. Наиболее часто встречались в данной группе пациентов перипротезные переломы бедренной кости по сравнению с больными I проспективной группы ( $p < 0,05$ ) и послеоперационные гематомы по сравнению с пациентами I проспективной группы ( $p > 0,05$ ). Необходимо отметить, что после разделения пациентов на условно «простые» и «сложные» случаи псевдоартрозов в проспективных группах не отмечалось вывихов и невропатий *n. fibularis*. Также только у одного пациента (2,3%) во II

проспективной группе, т.е. при лечении «сложного» типа псевдоартроза шейки бедренной кости, возникло инфекционное осложнение, потребовавшее ревизионного вмешательства. При этом у пациентов I проспективной группы ревизионных операций на тазобедренном суставе после тотального эндопротезирования не выполнялось.

Таблица 5.4

Ортопедические осложнения среди пациентов проспективных групп исследования

Осложнения	Группа		p-значение
	I (N=51)	II (N=43)	
Вывих ЭП	-	-	
Перипротезный перелом	1 (1,9%)	3 (6,9%)	<b>p&lt;0,05</b>
Глубокая перипротезная инфекция	0 (0%)	1 (2,3%)	p>0,05
Послеоперационная гематома	2 (3,9%)	3 (6,9%)	p>0,05
Невропатия <i>n. fibularis</i>	-	-	
Общее кол-во	3 (5,8%)	7 (16,2%)	<b>p&lt;0,05</b>
Ревизионное ЭП ТБС	0 (0%)	1 (2,3%)	<b>p&lt;0,05</b>

После обработки полученных данных в части, касавшейся структуры ортопедических осложнений и частоты ревизий в проспективных группах, был проведен сравнительный анализ ортопедических осложнений между всеми пациентами ретроспективных групп и каждой из проспективных групп по отдельности для доказательства эффективности предложенной систематизации псевдоартрозов шейки бедра на «простые» и «сложные» типы, а также разработанного хирургического алгоритма, учитывающего выбор вертлужного и бедренного компонентов эндопротеза и степень стабилизации тазобедренного сустава (табл. 5.5).

Сравнение частоты ортопедических осложнений у пациентов ретроспективной и проспективной частей диссертационного исследования

Осложнения	Группа		p-значение
	Ретроспект. (N=124)	Проспект. (N=94)	
Вывих ЭП	4 (3,2%)	0 (0%)	<b>p&lt;0,05</b>
Перипротезный перелом	7 (5,6%)	3 (3,2%)	p>0,05
Глубокая перипротезная инфекция	4 (3,2%)	2 (2,1%)	p>0,05
Послеоперационная гематома	12 (9,6%)	5 (5,3%)	p>0,05
Невропатия <i>n. fibularis</i>	1 (0,8%)	0 (0%)	p=0,05
Общее кол-во	28 (22,5%)	10 (10,6%)	<b>p&lt;0,05</b>
Ревизионное ЭП ТБС	14 (11,3%)	1 (1,07%)	<b>p&lt;0,01</b>

Ранее было отмечено, что у пациентов проспективных групп не отмечено ни одного вывиха эндопротеза, что связано с более частой имплантацией чашек двойной мобильности как в «простых», так и в «сложных» случаях. При этом у пациентов ретроспективных групп частота данного осложнения достигала 3,2%. Не отмечено статистически значимой разницы в частоте развития таких осложнений, как перипротезные переломы бедра между пациентами ретро- и проспективных групп, что связано с тяжестью локального остеопороза вне зависимости от классификационного типа псевдоартроза шейки бедренной кости. Именно в связи с этим рекомендуется использовать бесцементные ревизионные конические бедренные компоненты при эндопротезировании тазобедренного сустава у пациентов пожилого возраста с ложными суставами шейки бедра. Общее количество ортопедических осложнений у пациентов проспективных групп – 10 (10,6%), что на 11,9% меньше по сравнению с пациентами ретроспективных групп (p<0,05). А частота ревизионных хирургических

вмешательств снизилась на 10,23% после внедрения оригинальной систематизации псевдоартрозов шейки бедра у пожилых пациентов и алгоритма хирургического лечения ( $p < 0,01$ ).

Кроме того, были рассчитаны относительные риски развития ортопедических осложнений среди пациентов пожилого возраста I и II проспективных групп с различными типами псевдоартроза шейки бедра по сравнению с больными ретроспективных групп. Если не использовать в клинической практике системного разделения на «простой» и «сложный» типы псевдоартроза, а также не учитывать особенности тотального эндопротезирования тазобедренного сустава у данной категории пациентов, вероятность развития (RR) любого ортопедического осложнения повышается в 2,1 раза (95% ДИ: 1,1–4,1). В частности, риск вывиха эндопротеза увеличивается в 2,9 раза (95% ДИ: 0,3–26,0); перипротезного перелома – в 1,7 (95% ДИ: 0,5–6,7); развития глубокой перипротезной инфекции – в 1,5 (95% ДИ: 0,3–8,1); а риск ревизионного хирургического вмешательства – в 10,6 раза (95% ДИ: 1,4–79,3).

#### **5.4. Особенности тотального эндопротезирования тазобедренного сустава у пациентов пожилого возраста с псевдоартрозом шейки бедренной кости**

Завершающим этапом диссертационного исследования на основании полученных результатов лечения всех 218 пациентов пожилого возраста с ложными суставами шейки бедренной кости была оценка общего количества ортопедических осложнений, структуры и сроков выполнения ревизионного эндопротезирования ТБС у профильных пациентов, а также расчет относительного риска осложнений по каждому из установленных факторов риска с целью предложить рациональные рекомендации по первичной артропластике ТБС. Суммарное количество ортопедических осложнений у всех пациентов составило 38 (17,4%) случаев, а частота ревизионных вмешательств – 15 (6,8%). На рисунках 5.5 и 5.6 приводится детализация ортопедических осложнений и причины ревизионного эндопротезирования ТБС в общей выборке пациентов.

Наиболее частыми ортопедическими осложнениями являлись послеоперационные клинически значимые гематомы и инфекции – суммарно 23 (10,5%) случая. Вторым по частоте ортопедическим осложнением являлись интраоперационные и послеоперационные перипротезные переломы бедренной кости – 10 (4,5%). В структуре ревизионного ЭП ТБС наиболее частыми причинами повторных хирургических вмешательств также являлись инфекции (5 случаев – 2,3%) и асептическое расшатывание бедренного компонента эндопротеза (4 случая – 1,8%).



Рисунок 5.5 Частота и структура ортопедических осложнений в общей выборке пациентов рассматриваемого профиля



Рисунок 5.6 Частота и структура ревизионного эндопротезирования ТБС в общей выборке пациентов рассматриваемого профиля

Нами были проанализированы использованные при первичном эндопротезировании ТБС имплантаты, а также сроки выполнения ревизионных операций (табл. 5.6). Необходимо отметить, что значимой зависимости между частотой ортопедических осложнений и ревизионных вмешательств, а также вариантом конфигурации и типом фиксации компонентов не получено. В большинстве случаев ревизионных эндопротезирований ТБС среди пациентов пожилого возраста с псевдоартрозом шейки бедра в анамнезе были отмечены ошибки хирургической техники или мальпозиции компонентов в процессе первичных операций. Кроме того, инфекционные осложнения были связаны с расшатанными металлоконструкциями, установленными ранее по поводу перелома шейки бедра.

Таблица 5.6

Ортопедические осложнения и типы использованных компонентов в общей структуре ревизионного ЭП ТБС пациентов пожилого возраста с псевдоартрозом шейки бедренной кости

Вид осложнения	Тип бедренного компонента (первичное ЭП ТБС)	Тип вертлужного компонента (первичное ЭП ТБС)	Средний срок выполнения ревизионного ЭП ТБС после первичной операции, мес.
Рецидивирующий вывих ЭП ТБС (N=3)	Цементный – 2 Бесцементный – 1	Цементный – 2 Бесцементный – 1	6,7 ±3,5
Асептическое расшатывание БК (N=4)	Цементный – 4 Бесцементный – 0	Цементный – 3 Бесцементный - 1	24,3 ±6,1
Асептическое расшатывание ВК (N=1)	Цементный – 1 Бесцементный – 0	Цементный – 1 Бесцементный - 0	15,1 ±4,2
П/о перипротезный перелом бедренной кости (N=2)	Цементный – 1 Бесцементный – 1	Цементный – 1 Бесцементный – 1	11,2 ±6,5
Глубокая ППИ (N=5)	Цементный – 3 Бесцементный – 2	Цементный – 3 Бесцементный – 2	10,9 ±8,7

Еще одним важным аспектом анализа причин наиболее частых ортопедических осложнений (послеоперационных гематом и инфекций) являлось

обоснование взаимосвязи данных осложнений с миграцией или расшатыванием ранее установленной металлоконструкции в ПОБК по поводу перелома шейки бедренной кости в анамнезе.

На рисунке 5.7 представлен результат данного анализа со статистической достоверностью между показателями, рассчитанной методом хи-квадрата. Именно этим объясняется необходимость в большинстве случаев выполнения первичной артропластики ТБС при псевдоартрозе шейки бедренной кости с расшатанной металлоконструкцией в два этапа. На первом этапе выполняется удаление расшатанного имплантата с установкой артикулирующего спейсера, вторым этапом, который возможно проводить не ранее, чем через 6 недель, выполняется эндопротезирование ТБС.

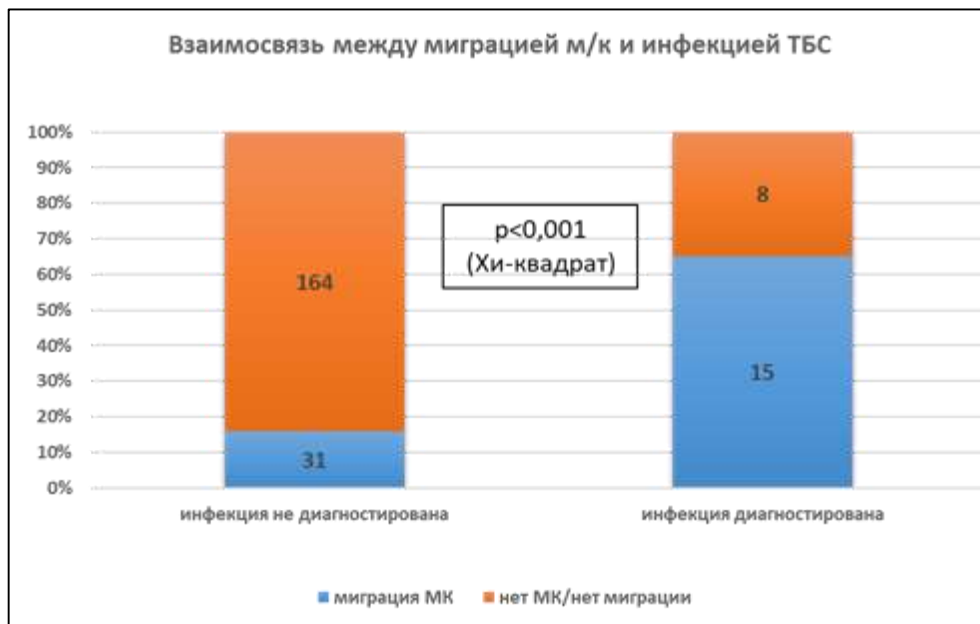


Рисунок 5.7 Взаимосвязь инфекционных осложнений после эндопротезирования ТБС по поводу псевдоартроза шейки бедра с расшатанной металлоконструкцией, установленной в анамнезе по поводу внутрисуставного перелома ПОБК

Из рисунка 5.7 видно, что из 23 (10,5% от общей выборки) пациентов с инфекционными осложнениями у 15 (6,8% от общей выборки) больных была диагностирована миграция металлоконструкций на фоне инфекции ТБС. Связь

между инфекционным осложнением и миграцией ранее установленной металлоконструкции определяется как относительно сильная ( $p < 0,001$ ).

Детализация костных дефектов как неблагоприятных последствий остеосинтеза шейки бедра у пациентов пожилого возраста не входила в цели и задачи данного диссертационного исследования. Однако интересно было проанализировать полученные результаты в части, касающейся влияния миграции металлоконструкции на клинически значимые костные дефекты проксимального отдела бедренной кости и вертлужной впадины, а также на частоту ортопедических осложнений. Суммарно из общей выборки 218 пациентов у 86 (39,5%) больных были установлены различные металлические фиксаторы перелома шейки бедренной кости. При этом у 20 (9,17%) из них были диагностированы клинически значимые костные дефекты на фоне миграции металлоконструкций. Сама по себе миграция металлических фиксаторов установлена у 46 (21,1%) пациентов. На рисунке 5.8 приводится результат анализа взаимосвязи ортопедических осложнений с расшатанными металлоконструкциями и костным дефектом.

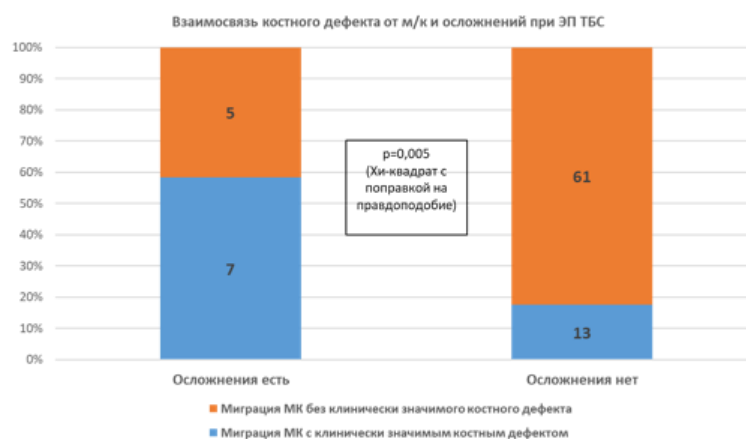


Рисунок 5.8 Влияние миграции ранее установленной металлоконструкции с наличием или отсутствием клинически значимого костного дефекта на ортопедические осложнения при эндопротезировании ТБС

Необходимо отметить, что несмотря на слабую связь между наличием клинически значимого костного дефекта на фоне миграции металлоконструкции и



развитием ортопедического осложнения ( $p=0,05$ ), нужно учитывать малую выборку пациентов. Возможно при увеличении количества пациентов данная взаимосвязь будет усиливаться.

Еще одной немаловажной задачей являлось определение относительного риска развития ортопедических осложнений применительно к каждому из выделенных ранее основных факторов риска. Так, при наличии у пациента фактора риска «тяжелый локальный остеопороз» (суммарно у 44 пациентов; из них у 23 возникли осложнения в процессе ЭП ТБС, а у 15 пациентов осложнения возникали без указанного фактора риска) относительный риск развития любого ортопедического осложнения увеличивается в 6,06 раза (95 ДИ: 3,463–10,617). При наличии у пациента фактора риска «Z-индекс более 2,05» (суммарно отмечен у 52 пациентов; из них у 24 возникли осложнения в процессе ЭП ТБС, а у 14 пациентов осложнения возникали без указанного фактора риска) относительный риск развития ортопедического осложнения составляет 5,02 (95 ДИ: 2,840–8,878). При наличии у пациента фактора риска «клинически значимая миграция металлоконструкции» (суммарно отмечен у 46 пациентов; из них у 20 возникли осложнения в процессе ЭП ТБС, а у 18 пациентов осложнения возникали без указанного фактора риска) относительный риск развития ортопедического осложнения составляет 4,1 (95 ДИ: 2,403–7,182).

Наконец, опираясь на полученные данные, были предложены рациональные клинические рекомендации по выполнению первичного эндопротезирования ТБС у пациентов пожилого возраста с псевдоартрозом шейки бедренной кости. В основу данных рекомендаций легли ведущие факторы риска развития ортопедических осложнений (остеопороз, величина комбинированного укорочения нижней конечности и бедренного офсета (Z-индекс), клинически значимая миграция ранее установленной металлоконструкции), а также разделение псевдоартроза на «простой» и «сложный» типы в зависимости от пороговых значений указанных факторов риска. На рисунках 5.9, 5.10, 5.11 продемонстрированы данные схемы лечения.

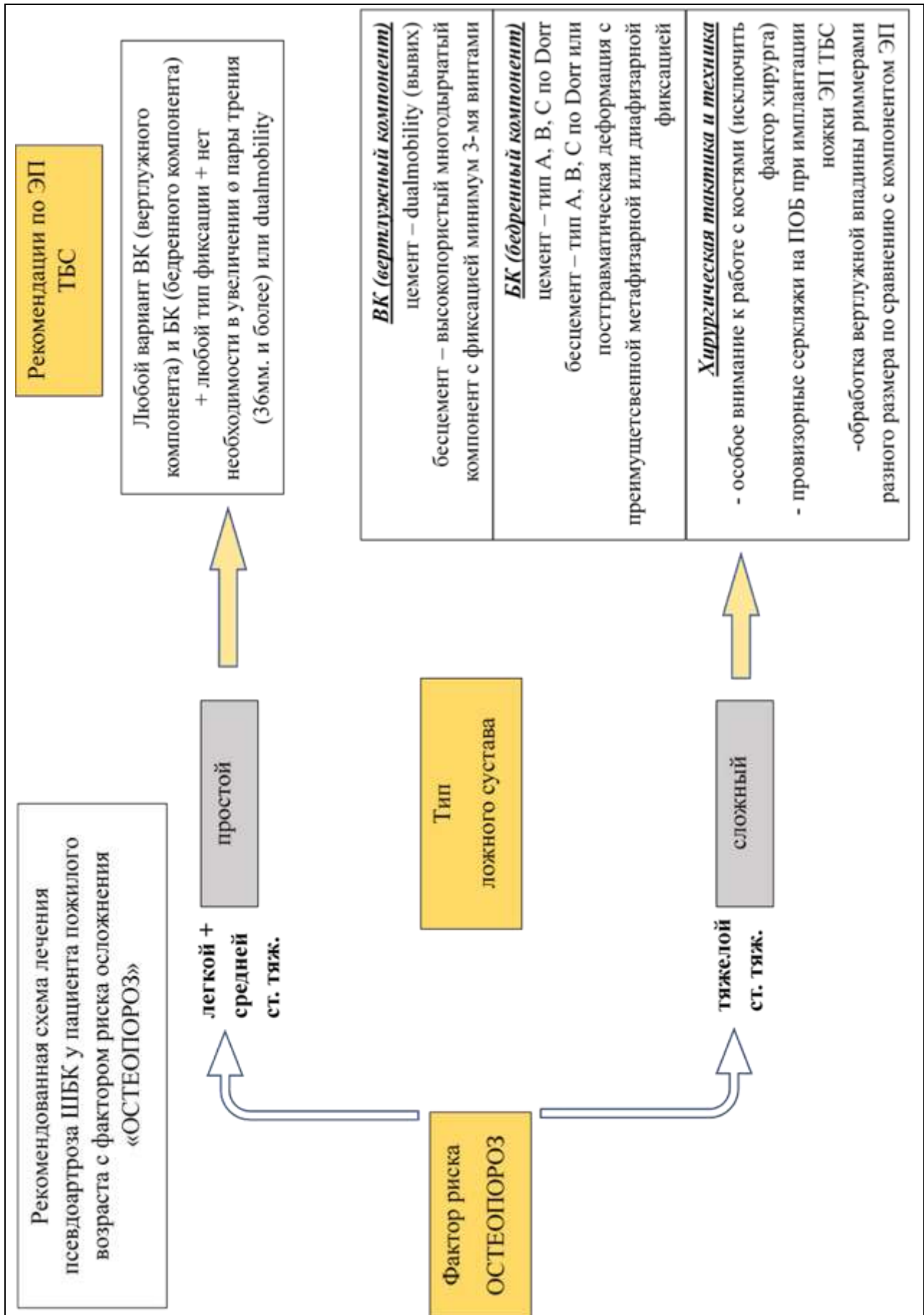


Рисунок 5.9 Рекомендации по выполнению ЭП ТБС у пациентов с псевдоартрозом шейки бедренной кости с фактором риска осложнения «остеопороз»

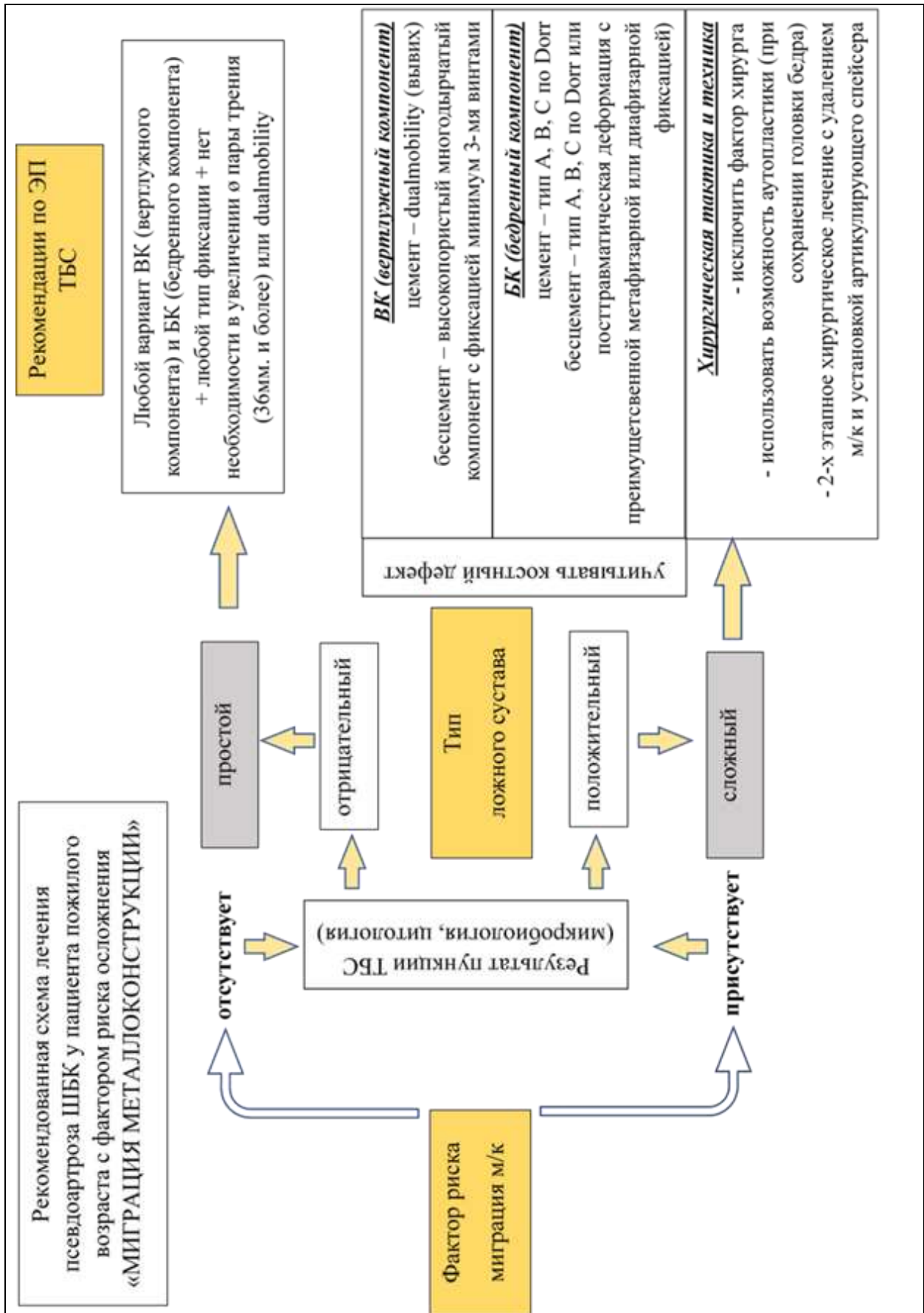


Рисунок 5.10. Рекомендации по выполнению ЭП ТБС у пациентов с псевдоартрозом шейки бедренной кости с фактором риска осложнения «миграция металлоконструкции»

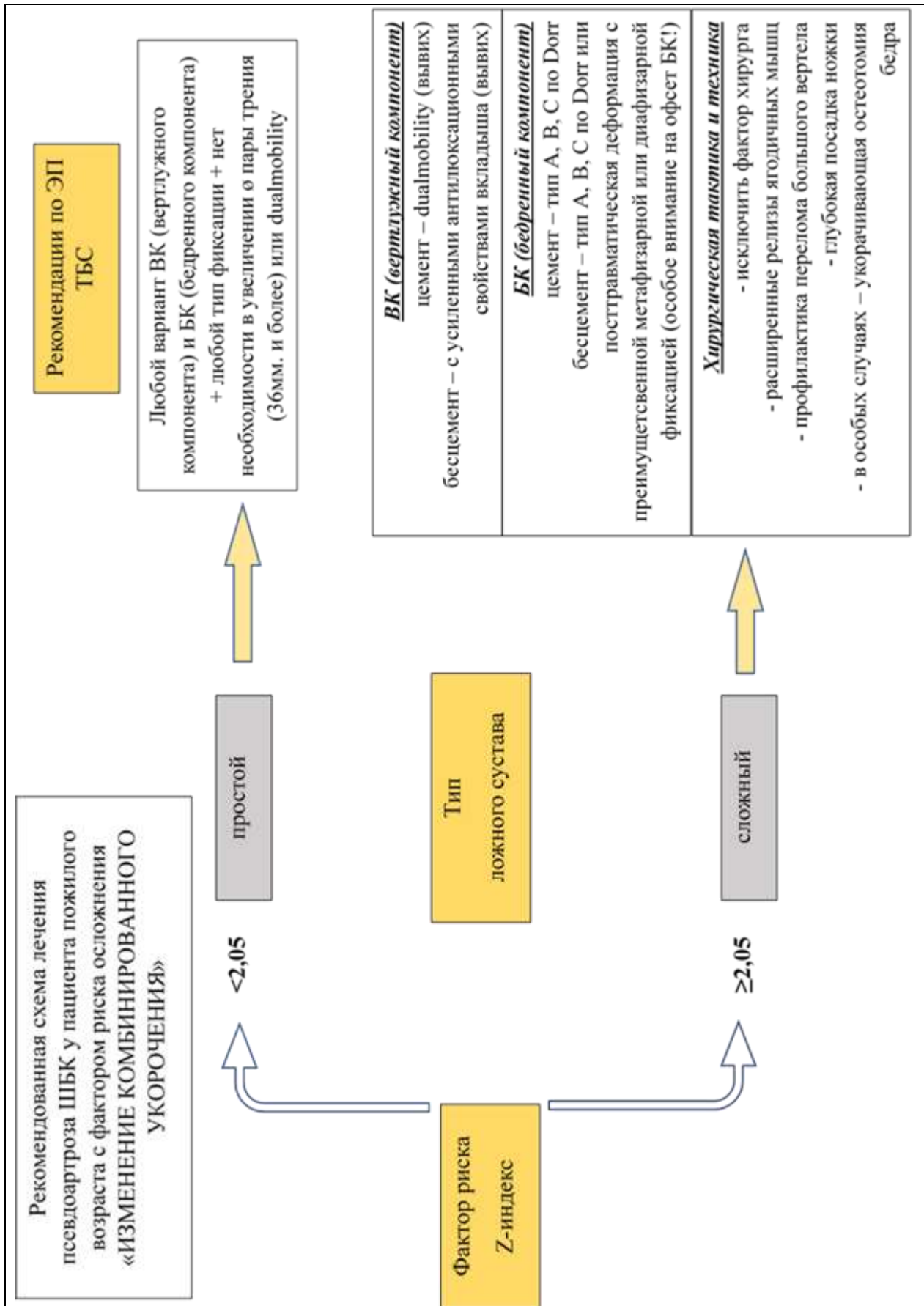


Рисунок 5.11. Рекомендации по выполнению ЭП ТБС у пациентов с псевдоартрозом шейки бедренной кости с фактором риска осложнения «изменение комбинированного укорочения»

Резюмируя все три рекомендованные схемы выполнения первичного ЭП ТБС у пациентов пожилого возраста с псевдоартрозом шейки бедренной кости, необходимо отметить, что при «простом» типе ложного сустава возможно использование любого бедренного и вертлужного компонента как цементной, так и бесцементной фиксации без необходимости увеличения диаметра пары трения или использования двойной мобильности. Клинический пример удовлетворительного исхода лечения пациента с «простым» типом ложного сустава шейки бедра представлен на рисунке 5.12.

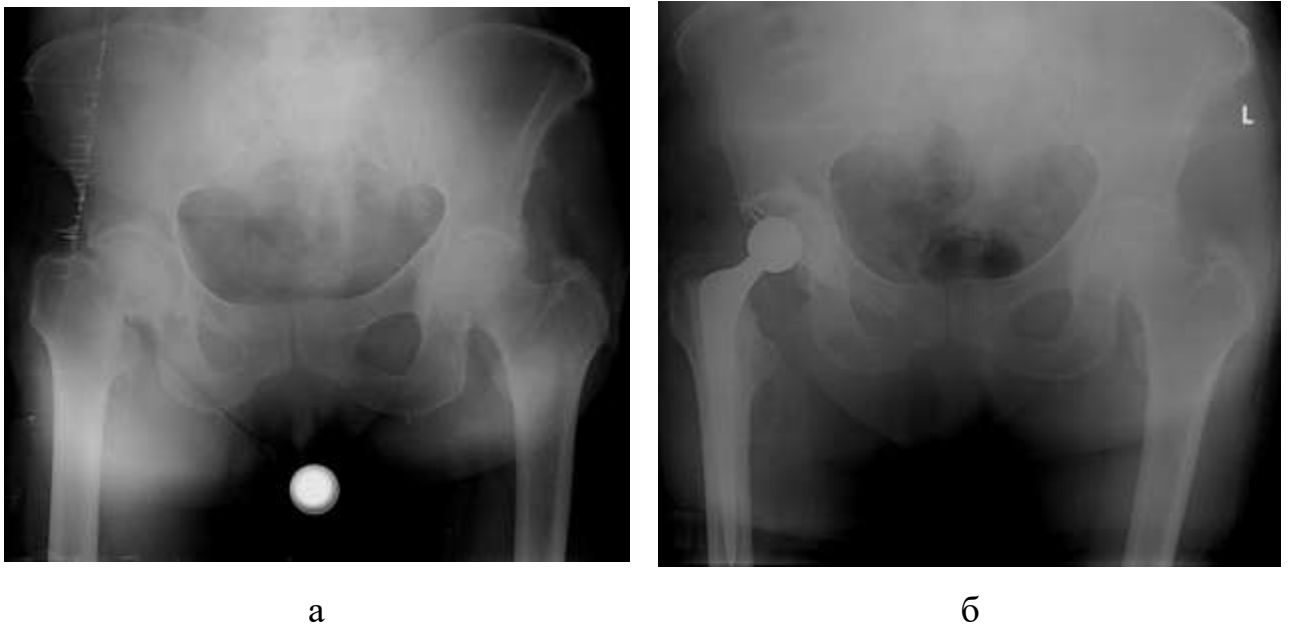


Рисунок 5.12. Клинический пример лечения пациентки 78 лет с псевдоартрозом шейки правого бедра «простого» типа: а – обзорный рентгеновский снимок таза; б – рентгенограмма после операции (установлены стандартные цементные бедренный и вертлужный компоненты)

В случае диагностирования у пациента «сложного» типа псевдоартроза и наличия фактора риска «остеопороз» необходимо особое внимание уделить хирургической части работы в операционной для исключения воздействия «фактора хирурга» на развитие потенциальных осложнений. При имплантации бедренного компонента рекомендуется устанавливать провизорные проволочные серкляжи на ПОБК, а при имплантации чашки необходимо выполнять обработку вертлужной впадины риммером с особой аккуратностью (без излишнего давления

на дно вертлужной впадины, лучше делать с помощью ручного инструмента). При имплантации бесцементного вертлужного компонента следует учитывать тяжесть остеопороза и излишнюю эластичность костной ткани, т.е. в некоторых клинических случаях использовать риммеры меньшего размера (на 2-4 мм) по сравнению с компонентом. При имплантации цементного вертлужного компонента с учетом вышесказанного допустимо использование риммера и компонента одного размера. При цементной фиксации вертлужного компонента лучше имплантировать цементную чашку двойной мобильности на металлической основе, при бесцементной – высокопористые multiholed компоненты с фиксацией минимум тремя винтами.

Клиническим примером лечения «сложного» типа псевдоартроза шейки бедра с фактором риска «остеопороз» может служить наблюдение, представленное на рисунке 5.13.



а



б





в

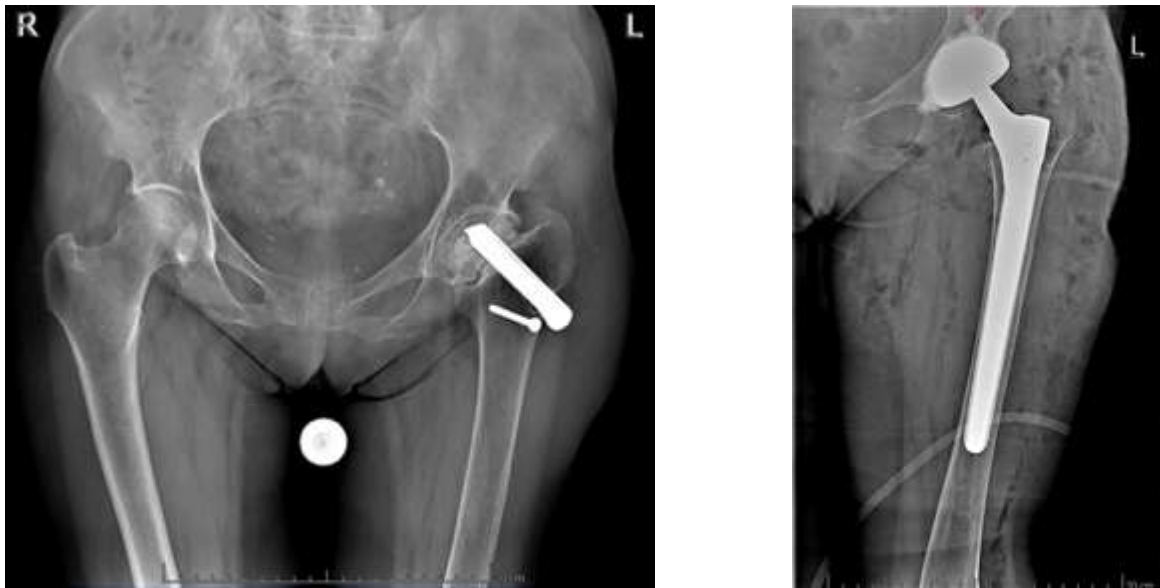


г

Рисунок 5.13. Клинический пример лечения пациентки 78 лет со «сложным» типом псевдоартроза шейки правого бедра: а – рентгеновский снимок правого тазобедренного сустава, на котором отмечена миграция установленного металлического фиксатора перелома шейки бедра (DHS) на фоне псевдоартроза ШБК; б – обзорный рентгеновский снимок таза после удаления металлоконструкции, отмечены тяжелая степень локального остеопороза проксимального отдела правой бедренной кости, незначительный дефект латеральной стенки от винта; в – послеоперационная рентгенограмма таза, установлены цементный вертлужный компонент двойной мобильности и бесцементный бедренный клиновидный компонент метафизарной фиксации (Alloclassic Zweymuller, Zimmer); г – контрольные рентгенограммы правого тазобедренного сустава через полтора года после операции

При диагностировании у пациента «сложного» типа псевдоартроза и фактора риска «миграция металлоконструкции» необходимо в предоперационном периоде проводить лабораторный и клинический поиск потенциальной инфекции ТБС. С этой целью рекомендуется выполнять клинические и биохимические анализы крови для определения уровня С-реактивного белка, СОЭ, лейкоцитарной эстеразы, D-димера, а также производить пункцию тазобедренного сустава с последующим посевом и исследованием синовиальной жидкости на цитологический состав. При диагностировании инфекции данный пациент должен быть отнесен к «сложному» типу псевдоартроза, и хирургическое лечение должно выполняться в два этапа с установкой артикулирующего спейсера, импрегнированного антибиотиками. В послеоперационном периоде назначается антибактериальная терапия на срок 6 недель по результатам

бактериологического посева. Клиническим примером одноэтапного эндопротезирования пациента пожилого возраста с «сложным» типом псевдоартроза шейки бедренной кости после остеосинтеза и наличием миграции ранее установленной металлоконструкции и костного дефекта ПОБК является наблюдение, представленное на рисунке 5.14.



а

б

Рисунок 5.14 Клинический пример лечения пациентки 77 лет со «сложным» типом псевдоартроза шейки правого бедра: а – обзорный рентгеновский снимок таза с тазобедренными суставами (определяется трехлопастной винт в ПОБК слева с признаками миграции и костным дефектом); б – послеоперационный рентгеновский снимок левого ТБС с установленным вертлужным компонентом двойной мобильности и бедренным бесцементным компонентом диафизарной фиксации

Клинический пример эндопротезирования при «простом» типе псевдоартроза с фактором риска «миграция металлоконструкции» представлен на рисунке 5.15. Как и сообщалось ранее, в данном случае возможно использование любых вариантов бедренного и вертлужного компонентов с любым типом фиксации и отсутствием необходимости увеличения диаметра пары трения (36 мм и/или более) или применения двойной мобильности.





а



б

Рисунок 5.15 Клинический пример лечения пациента 69 лет с «простым» типом псевдоартроза шейки левого бедра: а – обзорный рентгеновский снимок таза с тазобедренными суставами (определяется трехлопастной винт с накладкой в ПОБК слева без признаков миграции и костного дефекта); б – послеоперационный рентгеновский снимок левого ТБС с установленными цементными вертлужным и бедренным компонентами, диаметр пары трения – 28 мм

Наконец, при диагностировании у пациента «сложного» типа псевдоартроза и фактора риска «комбинированное укорочение нижней конечности и бедренного офсета» необходимо при выполнении первичного эндопротезирования ТБС особое значение уделить хирургической технике (исключить фактор хирурга), выполнять расширенные релизы ягодичных мышц, использовать более глубокую посадку ножки для облегчения вправления сустава, применять бедренные компоненты с меньшим офсетом. В особо тяжелых случаях возможно выполнять укорачивающую остеотомию бедра.

Таким образом, результаты проведенных исследований показали, что при «простом» типе ложного сустава шейки бедра у пациентов пожилого возраста диагностируется комбинированное укорочение нижней конечности и бедренного офсета (Z-индекс) в пределах показателя 2,05 единиц. Кроме того, определяется легкая или средняя степень тяжести остеопороза (по индивидуально предложенной систематизации степеней тяжести остеопороза проксимального отдела бедренной кости – см. главу 4), а также отсутствие миграции

металлоконструкции (при ее наличии). В процессе эндопротезирования тазобедренного сустава у пациентов с «простым» типом псевдоартроза шейки бедра возможно использование стандартных вертлужных и бедренных компонентов любого типа фиксации без применения двойной мобильности или ревизионных систем. В обычной клинической практике достаточно использования пар трения диаметром 28 или 32 мм.

При «сложном» типе псевдоартроза шейки бедра у пациентов пожилого возраста определяются Z-индекс более 2,05 единиц, тяжелая степень выраженности остеопороза, а также наличие миграции металлоконструкции. При отсутствии ранее установленной металлоконструкции данный фактор риска не учитывается, и классификационный тип ложного сустава строится на основании первых двух параметров. Клинические рекомендации по выполнению эндопротезирования ТБС проиллюстрированы в схемах на рисунках 5.9, 5.10 и 5.11, а описание приводится выше.

Использование систематизации псевдоартрозов шейки бедренной кости у пациентов пожилого возраста на «простой» и «сложный» типы позволило снизить суммарную частоту ортопедических осложнений на 11,90%, а частоту ревизионных хирургических вмешательств – на 10,23%.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проблемы лечения псевдоартрозов шейки бедренной кости у пациентов пожилого возраста являются крайне актуальными и важными с точки зрения инвалидизации, развития общесоматических и ортопедических осложнений, экономических затрат, летальности. Спорными остаются вопросы тактики хирургического лечения, так как у пациентов молодого возраста методом выбора в основном являются суставосберегающие операции (различные виды остеотомий, костная пластика, реостеосинтез). У пациентов старшей возрастной группы данные операции не приводят к формированию костной мозоли и срастанию перелома в связи с анатомическими особенностями кровоснабжения данной локализации и выраженным снижением минеральной плотности костной ткани. В связи с этим пациентам пожилого возраста при ложных суставах шейки бедра выполняется тотальное эндопротезирование. Однако до сих пор нерешенными проблемами остаются выбор бедренного и ацетабулярного имплантатов, тип их фиксации и степень стабилизации тазобедренного сустава. Все вышеперечисленное послужило основанием для определения цели диссертационного исследования, а именно оптимизация первичного эндопротезирования тазобедренного сустава у пациентов пожилого возраста с псевдоартрозом шейки бедренной кости путем разработки усовершенствованных рекомендаций по диагностике и хирургической тактике на основании разделения популяции больных на простые и сложные случаи с учетом факторов риска осложнений.

Для реализации поставленной цели было сформулировано пять взаимосвязанных задач. Методологически диссертационное исследование было разделено на две части: ретроспективную и проспективную. В процессе решения первой задачи, с одной стороны, был произведен глубокий анализ современных профильных отечественных и зарубежных публикаций, поиск которых выполнялся в базах данных PubMed, MEDLINE и e-LIBRARY. С другой стороны, углубленному эпидемиологическому и патогенетическому анализу были

подвергнуты 124 пациента пожилого возраста из базы данных ПСПбГМУ им. акад. И.П. Павлова с псевдоартрозами шейки бедренной кости, оперированные в период с 2015 по 2019 год. В результате проведенного научного анализа удалось установить, что средний возраст пациентов с неблагоприятными последствиями внутрисуставных переломов проксимального отдела бедра составляет  $74,9 \pm 7,1$  лет. Чаще псевдоартроз выявляется у женщин (соотношение мужчин и женщин 1 : 2,18). Индекс коморбидности Charlson у данной категории пациентов составляет 3,47 (SD=0,86) балла, что свидетельствует о наличии у подавляющего большинства больных тяжелых сопутствующих заболеваний, увеличивающих анестезиологические риски первичного эндопротезирования тазобедренного сустава. Средние значения индекса массы тела составили 29,35 (SD=2,57). Согласно проведенному анализу собственной базы данных эндопротезирования суставов, средний срок повторной госпитализации больных пожилого возраста для выполнения артропластики тазобедренного сустава по поводу ложного сустава шейки бедра составляет  $9,04 \pm 2,47$  месяцев после травмы вне зависимости от способа лечения на предшествовавшем этапе лечения.

Частота ложных суставов шейки бедра в популяции пациентов пожилого и старческого возраста составляет 10–30%, при этом псевдоартрозы вертельной области встречаются значительно реже – 1,0–1,9%, а подвертельной – 23,5–30,0%. Согласно последним данным регистра эндопротезирования НМИЦ ТО им. Р.Р. Вредена, переломы проксимального отдела бедренной кости и посттравматические артрозы, в которые также входят ложные суставы, суммарно составляют 10,04% в структуре причин первичного эндопротезирования тазобедренного сустава. При этом средний возраст всех больных, подвергающихся артропластике тазобедренного сустава, составляет 57,8 лет (95% ДИ: 57,0–57,9), Me – 59 лет (от 18 до 102), что в среднем на 10 лет меньше по сравнению с регистрами эндопротезирования европейских стран.

Результаты эндопротезирования тазобедренного сустава у пациентов пожилого возраста с неблагоприятными последствиями внутрисуставных переломов проксимального отдела бедра демонстрируют большое количество

общесоматических и ортопедических осложнений, среди которых следует отметить: тромбоэмболические осложнения (0,75–2,1%), декомпенсацию сердечно-сосудистой системы (1,5–6,1%), вывихи (4,5–9%), перипротезные переломы (1,5%), перипротезную инфекцию (11,1–13,6%). Именно в связи с этим до сих пор нет структурности в подходах к тактике хирургического лечения, выборе вертлужного и бедренного компонента эндопротеза, типа их фиксации, необходимости в повышении степени стабилизации тазобедренного сустава при выполнении эндопротезирования у данной категории пациентов.

Следующим этапом была проведена комплексная оценка среднесрочных результатов первичной артропластики тазобедренного сустава у 124 пациентов пожилого возраста с псевдоартрозом шейки бедра, оперированных в клинике травматологии и ортопедии ПСПбГМУ им. акад. И.П. Павлова в период с 2015 по 2019 год. Данные пациенты вошли в ретроспективную часть диссертационной работы. Все больные ретроспективной части были разделены на две группы: I группу составили 65 (52,4%) пациентов, которым ранее не выполнялись оперативные вмешательства на тазобедренном суставе по поводу перелома шейки бедра, во II группу вошли 59 (47,6%) больных пожилого возраста с неблагоприятными последствиями различных вариантов остеосинтеза перелома шейки бедра.

Средняя продолжительность операции у пациентов I ретроспективной группы составила  $93,4 \pm 10,8$  (min – 71, max – 118) минут, у пациентов II ретроспективной группы –  $113,9 \pm 13,5$  (min – 79, max – 150) минут ( $p < 0,0001$ ). Объем периоперационной кровопотери в ретроспективных группах: I группа –  $519,8 \pm 80,7$  (min – 340; max – 870) мл; II группа –  $598 \pm 171,5$  (min – 210; max – 1100) мл ( $p < 0,0006$ ). Такие результаты связаны с тем, что у пациентов II ретроспективной группы необходимо было удалить ранее установленный металлический фиксатор, что существенно увеличивало как время операции, так и периоперационную кровопотерю. Пациентам ретроспективных групп в 95,2% случаев первичного эндопротезирования тазобедренного сустава имплантировались стандартные вертлужные компоненты (из них в 80,6% случаев

при помощи костного цемента, в 19,4% – бесцементным методом press-fit). В 99,2% случаев использовались бедренные стандартные компоненты эндопротеза (94,4% – фиксация при помощи костного цемента, в 5,6% случаев – при помощи press-fit), и только в 0,8% случаев применялись ревизионные бедренные компоненты. Степень стабилизации ТБС среди пациентов ретроспективных групп: в 95,2% случаев применялись стандартные пары трения диаметром 28 и 32 мм; в 4,8% случаев применялась двойная мобильность, constrained системы у пациентов ретроспективных групп при первичном эндопротезировании ТБС не применялись.

Средние значения выраженности боли до операции не отличались среди пациентов I и II групп исследования и составляли в среднем 4,6 балла. Однако после тотального эндопротезирования ТБС уровень болевого синдрома значительно снижался и составлял в среднем 2,73 балла для пациентов обеих ретроспективных групп. Похожие значения получены при оценке состояния больных по шкале ВОЗ/ECOG. В обеих ретроспективных группах данные показатели существенно улучшились после эндопротезирования ТБС в сравнении с дооперационными. Однако средние значения в 2,65 балла свидетельствовали о недостаточной мобильности пациентов и необходимости в дополнительной помощи в повседневной жизни даже после операции. Такие результаты обусловлены не только развитием осложнений различной степени тяжести, но и наличием у большинства пациентов сопутствующих общесоматических заболеваний, утяжеляющих протекание послеоперационного периода. Функциональные среднесрочные результаты эндопротезирования ТБС были оценены по шкале Oxford Hip Score. У пациентов I группы исследования данный показатель статистически значимо ( $p < 0,00001$ ) улучшился на 17,1 балла (с 18,6 до 35,7 баллов), а среди пациентов II группы – на 19,3 балла (с 15,2 до 34,5 баллов) к 12-му месяцу после операции и далее практически не изменялся в течение последующих 24 месяцев.

Параллельно с анализом среднесрочных результатов эндопротезирования ТБС у пациентов пожилого возраста ретроспективных групп с псевдоартрозом

шейки бедра были изучены патологические изменения области проксимального отдела бедренной кости и вертлужной впадины на основании данных МСКТ, телерентгенограмм нижней конечности и обзорных рентгеновских снимков таза. Анализировались изменения минеральной плотности костной ткани на основании трех индексов: индекса Singh, индекса Barnett-Nordin и индекса Haunsfield, а также величина укорочения нижней конечности и бедренного офсета. Для более объективной оценки параметров укорочения нижней конечности и офсета бедренной кости был предложен оригинальный способ расчета Z-индекса, который характеризовал комбинированное укорочение обоих показателей в сравнении со здоровой стороной. На цифровых обзорных рентгеновских снимках таза при помощи инструментов рисования и расчетов углов и величин, заложенных в программу Weasis Medical Viewer 2.0.2, со стороны поврежденного тазобедренного сустава изначально определялся истинный центр ротации вертлужной впадины и отмечался на рентгенограмме точкой. Далее необходимо было провести две референтные линии: одна линия – анатомическая ось бедренной кости, которая проходит вдоль центра костномозгового канала бедра, вторая линия – проходит через центры малых вертелов обеих бедренных костей (справа и слева). После нанесения на рентгенограмму таза данных базовых ориентиров рассчитывалась длина линии, проведенной через истинный центр ротации вертлужной впадины до точки пересечения линии анатомической оси бедренной кости и линии, проходящей через центры малых вертелов обеих бедренных костей. Длина данной линии измерялась в миллиметрах, и значение выносилось на лицевую сторону рентгенограммы. Затем те же самые построения производились с контралатеральной, т.е. здоровой стороны, а при сложностях визуализации малого вертела – к любой линии, проведенной через доступные для визуализации симметричные точки в метафизарной зоны бедренной кости. Правильность расчета проверялась по формуле:  $a = \sqrt{b^2 + c^2 - 2bc \cdot \cos(\gamma)}$ , для чего путем проведения двух перпендикуляров, проведенных из точки ротации к анатомической оси бедра и линии, проходящей через центры малых вертелов, формировался треугольник. В конечном итоге получалось два значения от двух

диагональных линий с поврежденной и здоровой сторон. С учетом того что величина линии со здоровой стороны всегда была больше по сравнению с поврежденной псевдоартрозом шейки бедра контралатеральной стороны, производилось деление показателя здорового ТБС на патологически измененный. В результате получалась простая формула, по которой можно было определить индекс, который был обозначен как Z-индекс, характеризовавший комбинированное укорочение нижней конечности и бедренного офсета у пациентов с ложным суставом шейки бедра.

В завершении ретроспективного этапа диссертационной работы были оценены частота и структура ортопедических осложнений после тотального эндопротезирования ТБС у пациентов пожилого возраста с псевдоартрозом шейки бедра и выявлены факторы риска, влиявших на развитие данных осложнений. Суммарное количество ортопедических осложнений в I ретроспективной группе составило 11 или 16,9% (11 пациентов), во II ретроспективной группе – 17 или 28,8% (9 пациентов) и статистически не отличалось между собой ( $p > 0,05$ ). Частота послеоперационных вывихов составила 3,2%; перипротезных переломов – 5,6%; инфекционных осложнений – 3,2% и послеоперационных гематом – 9,6%. Суммарно ортопедические осложнения отмечены в 22,5% случаев у всех пациентов ретроспективных групп. Частота ревизионного эндопротезирования у данных пациентов составила 11,3%, что является высоким показателем в структуре ревизий в общей популяции больных. Факторами риска развития ортопедических осложнений являлись: комбинированное укорочение длины нижней конечности и бедренного офсета (Z-индекс), степень тяжести остеопороза на основании трех индексов минеральной плотности костной ткани и миграция ранее установленной металлоконструкции (при ее наличии).

Таким образом, на основании полученных данных ретроспективной части диссертационного исследования были предложены усовершенствованные рекомендации по диагностике тазобедренного сустава у пациентов пожилого возраста с псевдоартрозом шейки бедра. На основании данных рекомендаций необходимо в процессе предоперационной подготовки выполнять обзорные



рентгеновские снимки таза с расчетом Z-индекса поврежденного тазобедренного сустава, а также МСКТ проксимального отдела бедра с расчетом трех индексов минеральной плотности костной ткани (индекс Singh, индекс Barnett-Nordin, индекс Haunsfield).

Далее необходимо было систематизировать псевдоартрозы шейки бедра у пациентов пожилого возраста по основным факторам риска развития ортопедических осложнений. С этой целью на основании построения ROC-кривых были рассчитаны пороговые значения Z-индекса, степени тяжести остеопороза и факта наличия ранее установленной металлоконструкции. Согласно полученным результатам, в условиях, при которых значение индекс Singh менее 1,5, прогнозируется ортопедическое осложнение при выполнении тотального ЭП ТБС. Чувствительность данного правила – 0,929; специфичность – 0,809. Пороговым значением для индекса Barnett-Nordin, при котором прогнозируется осложнение, является величина 0,275 (чувствительность – 1,000; специфичность – 0,945), а для индекса Haunsfield критическим показателем, ниже которого прогнозируется ортопедическое осложнение при эндопротезировании ТБС у пациентов с псевдоартрозом шейки бедра пожилого возраста, является величина 85 HU (чувствительность – 1,0; специфичность – 0,945). Пороговым значением Z-индекса (комбинированное укорочение нижней конечности и бедренного офсета) является величина 2,05 единицы; результаты выше данного показателя свидетельствуют о высоких рисках развития осложнений.

На основании полученных данных пороговых величин основных факторов риска было предложено разделение псевдоартрозов шейки бедра у пациентов пожилого возраста на «простой» и «сложный» типы.

Следующим этапом диссертационной работы была проспективная часть, которая включала в себя среднесрочные результаты эндопротезирования тазобедренного сустава у 94 пациентов пожилого возраста с ложными суставами шейки бедра, пролеченных в клинике травматологии и ортопедии ПСПбГМУ им. акад. И.П. Павлова в период с 2019 по 2022 год. В данной части исследования все пациенты также были разделены на 2 группы: в I группу вошли 51 (54,2%)

больной с «простым» типом псевдоартроза согласно разработанной оригинальной систематизации данной патологии; во II группу вошли 43 (45,8%) пациента со «сложным» типом псевдоартроза шейки бедра. В данной части научной работы были изменены подходы к выбору ацетабулярного и бедренного компонентов эндопротеза и типа их фиксации, а также степени стабилизации тазобедренного сустава, что послужило в дальнейшем основанием для оптимизации рекомендаций к выполнению эндопротезирования ТБС. При сравнении использованных компонентов эндопротезов ТБС между всеми пациентами проспективных и ретроспективных групп отмечено более частое применение двойной мобильности у пациентов проспективной части исследования в соотношении 9,8 к 1,0, а также использование бесцементных бедренных компонентов (55,3%). При оценке функциональных показателей в динамике отмечено, что наилучшие результаты по шкале OHS были достигнуты уже к 6-му месяцу после операции у пациентов с «простым» типом псевдоартроза и далее в течение всего периода наблюдения практически не изменялись. У пациентов II проспективной группы со «сложным» типом псевдоартроза шейки бедренной кости наибольший средний балл по шкале Oxford – 34,48 (SD-5,09) отмечен к 12-му месяцу после операции. При анализе изменения функциональных показателей между ретроспективными и проспективными группами получена статистически значимая разница ( $p=0,004$ ) среди всех пациентов ретроспективных групп и I проспективной группой («простой» тип ложного сустава) по шкале OHS через 12 месяцев после операции. Анализ изменений степени выраженности боли по шкале ВАШ показал, что через 12 месяцев после тотального эндопротезирования отмечено статистически значимое отличие (по точному критерию Вилкоксона) между до- и послеоперационными значениями в обеих проспективных группах исследования.

Сравнительный анализ частоты и структуры ортопедических осложнений между пациентами проспективных групп показал, что статистически достоверное большее суммарное количество ортопедических осложнений, а также ревизионного эндопротезирования тазобедренного сустава среди больных

II проспективной группы диссертационного исследования, т.е. у пациентов со «сложным» типом псевдоартроза шейки бедра. Наиболее часто встречавшимися ортопедическими осложнениями в данной группе пациентов были перипротезные переломы бедренной кости ( $p < 0,05$  по сравнению с больными I проспективной группы) и послеоперационные гематомы ( $p > 0,05$  по сравнению с пациентами I проспективной группы). Кроме того, после разделения ложных суставов на «простые» и «сложные» типы у пациентов с «простыми» псевдоартрозами ревизионных хирургических вмешательств на тазобедренном суставе не отмечено. Общее количество ортопедических осложнений среди всех пациентов проспективных групп – 10 (10,6%), что на 11,9% меньше по сравнению с пациентами ретроспективных групп ( $p < 0,05$ ). А частота ревизионных хирургических вмешательств снизилась на 10,23% после внедрения оригинальной систематизации псевдоартрозов шейки бедра у пожилых пациентов на «простые» и «сложные» случаи ( $p < 0,01$ ).

Суммарное количество ортопедических осложнений среди всех пациентов составило 38 случаев (17,4%), а частота ревизионных вмешательств – 15 (6,8%). Наиболее частыми ортопедическими осложнениями являлись послеоперационные клинически значимые гематомы и инфекции, суммарно 23 (10,5%). Вторым по частоте ортопедическим осложнением являлись интраоперационные и послеоперационные перипротезные переломы бедренной кости – 10 (4,5%). В структуре ревизионного ЭП ТБС наиболее частыми причинами повторных хирургических вмешательств также являлись инфекции (5 случаев – 2,3%) и асептическое расшатывание бедренного компонента эндопротеза (4 случая – 1,8%). Опираясь на полученные данные, были предложены рациональные клинические рекомендации по выполнению первичного эндопротезирования ТБС у пациентов пожилого возраста с псевдоартрозом шейки бедренной кости. В основу данных рекомендаций легли ведущие факторы риска развития ортопедических осложнений (остеопороз, величина комбинированного укорочения нижней конечности и бедренного офсета (Z-индекс), клинически значимая миграция ранее установленной металлоконструкции), а также

разделение псевдоартроза на «простой» и «сложный» типы в зависимости от пороговых значений указанных факторов риска. При «простом» типе ложного сустава возможно использование любого бедренного и вертлужного компонента как цементной, так и бесцементной фиксации без необходимости в увеличении диаметра пары трения или использования двойной мобильности. В случае диагностирования у пациента «сложного» типа псевдоартроза и фактора риска «остеопороз» необходимо особое внимание уделить хирургической части работы в операционной для исключения воздействия «фактора хирурга» на развитие потенциальных осложнений. При имплантации бедренного компонента рекомендуется устанавливать провизорные проволочные серкляжи на ПОБК, а при имплантации чашки необходимо выполнять обработку вертлужной впадины римером меньшего размера. При использовании цементной фиксации вертлужных компонентов лучше имплантировать цементную чашку двойной мобильности на металлической основе, при бесцементной – высокопористые многодырчатые компоненты с фиксацией минимум тремя винтами.

При диагностировании у пациента «сложного» типа псевдоартроза и фактора риска «миграция металлоконструкции» необходимо в предоперационном периоде проводить лабораторный и клинический поиск потенциальной инфекции ТБС. С этой целью рекомендуется выполнять клинические и биохимические анализы крови для определения уровня С-реактивного белка, СОЭ, лейкоцитарной эстеразы, D-димера; а также производить пункцию тазобедренного сустава с последующим посевом и исследованием синовиальной жидкости на цитологический состав. При диагностировании инфекции данный пациент должен быть отнесен к «сложному» типу псевдоартроза и хирургическое лечение должно выполняться в два этапа с установкой артикулирующего спейсера. при диагностировании у пациента «сложного» типа псевдоартроза и фактора риска «комбинированное укорочение нижней конечности и бедренного офсета» необходимо при выполнении первичного ЭП ТБС особое значение уделить хирургической технике (исключить фактор хирурга), выполнять расширенные релизы ягодичных мышц, использовать более глубокую посадку

ножки для облегчения вправления сустава, применять бедренные компоненты с меньшим офсетом. В особо тяжелых случаях возможно выполнять укорачивающую остеотомию бедра.

Использование систематизации псевдоартрозов шейки бедренной кости у пациентов пожилого возраста на «простой» и «сложный» типы позволило снизить суммарную частоту ортопедических осложнений на 11,9%, а частоту ревизионных хирургических вмешательств на 10,23%.

Полученные результаты свидетельствуют об эффективности предложенных усовершенствованных рекомендаций и подходов к диагностике и хирургическому лечению (эндопротезирование тазобедренного сустава) пациентов пожилого возраста с псевдоартрозом шейки бедра. Таким образом, в результате проведенной диссертационной работы удалось реализовать поставленную цель и решить все пять задач исследования. Выводы и практические рекомендации представлены далее.

## ВЫВОДЫ

1. В результате анализа профильных публикаций и собственной базы данных эндопротезирования суставов удалось определить, что средний возраст пациентов с неблагоприятными последствиями внутрисуставных переломов шейки бедра составляет  $74,9 \pm 7,07$  лет, чаще псевдоартроз выявляется у женщин (соотношение мужчин и женщин 1,00 к 2,18), средние показатели индекса коморбидности Charlson – 3,47 (SD=0,86) балла; ИМТ – 29,35 (SD=2,57). Установлены средние сроки давности перелома шейки бедра у пациентов, поступающих для выполнения эндопротезирования ТБС –  $9,04 \pm 2,47$  месяцев (Q1 – 7; Q3 – 11), а длительности госпитализации – 9,47 (min – 4; max – 17) койко-дней.

2. На основании анализа среднесрочных результатов эндопротезирования тазобедренного сустава у пациентов ретроспективных групп исследования было установлено, что функциональные показатели по шкале Oxford составили в среднем 35,12 (SD=10,47) баллов (увеличение на 18,1 балла по сравнению с дооперационными показателями,  $p < 0,001$ ), общего состояния по шкале ВОЗ/ECOG – 2,65 (SD=0,74) баллов, а степень выраженности боли по шкале ВАШ – 2,7 (SD=1,7) балла (снижение на 1,9 балла по сравнению с дооперационными показателями,  $p < 0,001$ ). Общее количество ортопедических осложнений составило 22,5%, а основными факторами риска развития осложнений являлись: укорочение нижней конечности и бедренного офсета, тяжесть локального остеопороза ПОБК, миграция ранее установленной металлоконструкции после перелома шейки бедра, а также степень физической активности пациента.

3. Определение комбинированного укорочения нижней конечности и бедренного офсета (оригинальный разработанный Z-индекс), а также трех индексов минеральной плотности костной ткани области ПОБК на основании данных МСКТ и обзорных рентгеновских снимков таза (индекса Singh, индекса Barnett-Nordin, индекса Haunsfield) являются необходимым дополнением

предоперационного планирования тотального эндопротезирования ТБС у пациентов пожилого возраста с псевдоартрозом шейки бедра. Применение усовершенствованных подходов к диагностике позволяет детализировать патологические изменения проксимального отдела бедра и устанавливать пороговые значения факторов риска развития ортопедических осложнений.

4. Посредством построения ROC-кривых определены пороговые значения основных клинико-рентгенологических показателей, влияющих на развитие ортопедических осложнений: для Z-индекса (комбинированное укорочение нижней конечности и бедренного офсета) – 2,05 единицы (специфичность – 1,0; чувствительность – 0,95); для индекса Singh – 1,5 (чувствительность данного правила 0,929; специфичность – 0,809); для индекса Barnett-Nordin – 0,275 (чувствительность 1,000; специфичность – 0,975); для индекса Haunsfield – 85 HU (чувствительность 1,0; специфичность – 0,975). Наличие ранее установленной металлоконструкции влияет на развитие таких осложнений, как послеоперационная гематома ( $p=0,01$ ), перипротезная инфекция ( $p=0,045$ ), а также на риск ревизионного вмешательства ( $p=0,01$ ). На основании перечисленных выше факторов риска предложена систематизация псевдоартрозов шейки бедра у пациентов пожилого возраста на два типа: «простой» и «сложный».

5. Разделение ложных суставов шейки бедра у пациентов пожилого возраста на «простой» и «сложный» типы позволило сократить частоту ортопедических осложнений на 11,9%. Предложенные рекомендации по рациональному выбору тактики хирургического лечения, предполагающей дифференцированный подход к применению ацетабулярных и бедренных компонентов эндопротеза, типа их фиксации, а также увеличения степени стабилизации ТБС в зависимости от наличия различных факторов риска развития осложнений, позволили снизить показатели ревизионных хирургических вмешательств на 10,23% ( $p<0,05$ ).

## ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

1. Перед выполнением тотального эндопротезирования тазобедренного сустава у пациентов пожилого возраста с неблагоприятными последствиями внутрисуставных переломов проксимального отдела бедренной кости (тип 31-B по классификации АО) необходимо выполнение обзорных рентгеновских снимков таза с тазобедренными суставами, телерентгенограмм нижних конечностей и МСКТ поврежденного тазобедренного сустава для определения степени укорочения нижней конечности, бедренного офсета и изменения минеральной плотности костной ткани: индекса Singh, индекса Barnett-Nordin и индекса Haunsfield.

2. При оценке изменений проксимального отдела бедренной кости со стороны поврежденного псевдоартрозом шейки бедра у пациентов пожилого возраста на обзорных рентгеновских снимках таза необходимо определять значение Z-индекса – комбинированное укорочение нижней конечности и бедренного офсета (отношение линии, соединяющей центр ротации тазобедренного сустава с точкой пересечения двух референтных прямых: горизонтальной, соединяющей малые вертелы обеих бедренных костей, и вертикальной – анатомическая ось бедра со стороны здорового тазобедренного сустава к такой же линии со стороны сустава, пораженного псевдоартрозом шейки бедра). Пороговым значением Z-индекса, выше которого риски развития различных ортопедических осложнений в процессе эндопротезирования тазобедренного сустава статистически достоверно увеличиваются, является величина 2,05 единицы.

3. Разделение псевдоартрозов шейки бедра у пациентов пожилого возраста на два типа («простой» и «сложный») позволяет проводить более точное предоперационное планирование тотального эндопротезирования тазобедренного сустава, снижать риски развития периоперационных осложнений и существенно улучшать функциональные результаты оперативного лечения в среднесрочной перспективе. Систематизация на два типа псевдоартроза основывается на таких



факторах риска осложнений, как увеличение комбинированного укорочения нижней конечности и бедренного офсета (Z-индекс), существенное снижение индекса Singh, индекса Barnett-Nordin, индекса Haunsfield, а также наличие расшатанной металлоконструкции, установленной по поводу перелома шейки бедренной кости в анамнезе.

4. При выполнении первичного эндопротезирования тазобедренного сустава у пациентов пожилого возраста с псевдоартрозом шейки бедренной кости возможно применение стандартных вертлужных и бедренных компонентов как цементной, так и бесцементной фиксации без увеличения степени стабилизации эндопротеза при «простом» типе ложного сустава. При «сложном» типе псевдоартроза шейки бедра необходим дифференцированный подход к выбору ацетабулярного и бедренного компонентов эндопротеза, типа их фиксации и необходимости повышения степени стабилизации тазобедренного сустава в зависимости от превалирующего фактора риска развития осложнений. Особое внимание при эндопротезировании тазобедренного сустава у данной категории пациентов следует уделять хирургической технике в отношении работы с мягкими тканями (выполнение различных релизов), костями (выполнение укорачивающих остеотомий) и точности установки имплантатов. Применение данных рекомендаций хирургической тактики в клинической практике позволяет снизить частоту периоперационных осложнений на 11,9%.

**СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ**

ПОБК – проксимальный отдел бедренной кости

ЭП – эндопротезирование

ТБС – тазобедренный сустав

ИМТ – индекс массы тела

МСКТ – мультиспиральная компьютерная томография

ШБК – шейка бедренной кости

ВАШ – визуально аналоговая шкала

ППИ – перипротезная инфекция

БК – бедренный компонент

ВК – вертлужный компонент

МК – металлоконструкция

CCI – Charlson Comorbidity Index

DHS – Dynamic Hip Screw

OHS – Oxford Hip Score

HU – Haunsfield Union

**СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Гланц, С. Медико-биологическая статистика / С. Гланц ; пер. с англ. – Москва : Практика, 1999. – 459 с.
2. Гржибовский, А.М. Анализ номинальных данных (независимые наблюдения) / А.М. Гржибовский // Экология человека. – 2008. – № 6. – С. 58-68.
3. Дулаев, А.К. Лечение внесуставных переломов проксимального отдела бедренной кости / А.К. Дулаев, А.Н. Цед, Д.И. Кутянов. – Санкт-Петербург, 2019. – 168 с.
4. Дулаев, А.К. Современные принципы и методы хирургического лечения внесуставных переломов проксимального отдела бедра у пациентов пожилого и старческого возраста : учебно-методическое пособие / А.К. Дулаев, А.Н. Цед. – Санкт-Петербург : СПб НИИ СП им. проф. И.И. Джанелидзе, 2011. – 52 с.
5. Дулаев, А.К. Остеосинтез переломов шейки бедренной кости: динамический бедренный винт (DHS) или мини-инвазивная система Targon Fn? / А.К. Дулаев, А.Н. Цед, И.Г. Джусоев, К.Н. Усубалиев // Травматология и ортопедия России. – 2015. – № 3. – С. 12-21.
6. Дулаев, А.Л. Результаты первичного эндопротезирования тазобедренного сустава при переломах вертельной области бедренной кости у пациентов пожилого возраста / А.К. Дулаев, А.Н. Цед, Л.Н. Усубалиев [и др.] // Ученые записки СПбГМУ им. ИП Павлова. – 2016 – Т. 23, №1. – С. 54-58.
7. Ершова, О.Б. Эпидемиология переломов проксимального отдела бедренной кости у городского населения Российской Федерации: результаты многоцентрового исследования / О.Б. Ершова, К.Ю. Белова, М.В. Белов [и др.] // Материалы научно-практической конференции «Остеопороз — важнейшая мультидисциплинарная проблема здравоохранения XXI века». – Санкт-Петербург, 2012. – С. 23-27

8. Загородний, Н.В. Регистры по эндопротезированию тазобедренного сустава / Н.В. Загородний, Е.Ш. Ломтатидзе, Г.Г. Батыгин // Вестник РУДН. Серия: Медицина. – 2012. – № 3. – С. 66-71.
9. Зайцев, В.М. Прикладная медицинская статистика : учебное пособие / В.М. Зайцев, В.Г. Лифляндский, В.И. Маринкин. – Санкт-Петербург: Фолиант, 2006. – 432 с.
10. Кавалерский, Г.М. 2D-планирование эндопротезирования тазобедренного сустава / Г.М. Кавалерский, А.П. Серeda, В.Ю. Мурылев [и др.] // Травматология и ортопедия России. – 2015. – № 4. – С. 95-102.
11. Кавалерский, Г.М. Эндопротезирование тазобедренного сустава у пациентов с ложными суставами шейки бедренной кости / Г.М. Кавалерский, В.Ю. Мурылев, Г.Г. Рубин [и др.] // Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова. – 2016. – № 1. – С. 21-25.
12. Карелкин, В.В. Остеосинтез при переломах шейки бедренной кости с использованием несвободной костной аутопластики : дис. ... канд. мед. наук. / Карелкин Виталий Владимирович. – Санкт-Петербург, 2012. – 186 с.
13. Кованов, В.В. Хирургическая анатомия нижних конечностей / В.В. Кованов, А.А. Травин. – Москва : Медицина, 1983. – 496 с.
14. Корнилов, Н.В. Травматология и ортопедия: руководство для врачей / Н.В. Корнилов, Э.Г. Грязнухин. – Санкт-Петербург : Гиппократ, 2006. – Т. 3. – С. 10-213.
15. Лесняк, О.М. Аудит состояния проблемы остеопороза в Российской Федерации / О.М. Лесняк // Профилактическая медицина. – 2011. – Т. 14, № 2. – С. 7-10.
16. Лесняк, О.М. Остеопороз в Российской Федерации: эпидемиология, медико-социальные и экономические аспекты проблемы (обзор литературы) / О.М. Лесняк, И.А. Баранова, К.Ю. Белова [и др.] // Травматология и ортопедия России. – 2018. – Т. 24, №1. – С. 155-168.

- 17.Марков, Д.А. Тотальное эндопротезирование тазобедренного сустава у пациентов с ложным суставом шейки бедренной кости / Д.А. Марков, К.П. Зверева, В.Н. Белоногов // Политравма. – 2019. – № 4. – С. 29-35.
- 18.Медик, В.А. Математическая статистика в медицине / В.А. Медик, М.С. Токмачев. – Москва : Финансы и статистика, 2007. – 798 с.
- 19.Михайлов, Е.Е. Эпидемиология остеопороза и переломов / Е.Е. Михайлов, Л.И. Беневоленская // Руководство по остеопорозу. – Москва : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2003. – С. 10-55.
- 20.Мурылев, В.Ю. Эндопротезирование тазобедренного сустава как возможность улучшения качества жизни пациентов старческого возраста с ложным суставом шейки бедренной кости / В.Ю. Мурылев, П.М. Елизаров, Я.А. Рукин [и др.] // Успехи геронтологии. – 2017. – Т. 30, № 5. – С. 725-732.
21. Мюллер, М.Е. Руководство по внутреннему остеосинтезу / М.Е. Мюллер, М. Альговер, Р. Шнейдер, Х. Виллингер : пер. с нем. – Москва : Ad Marginem, 1996. – 750 с.
- 22.Наследов, А.Д. SPSS 19. Профессиональный статистический анализ данных / А.Д. Наследов. – Санкт-Петербург : Издательский дом «Питер», 2011. – 399 с.
- 23.Неверов, В.А. Отдалённые результаты эндопротезирования тазобедренного сустава / В.А. Неверов, С.Х. Курбанов, С.К. Серб // Вестник хирургии имени И.И. Грекова. – 2011. – Т. 170, № 3. – С. 96-100.
- 24.Оценка численности постоянного населения на 1 января 2021 года и в среднем за 2020 год. Росстат. Дата обращения: 19 марта 2021. ([https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/wJkrbrPg/Popul2021\\_Site.xls](https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/wJkrbrPg/Popul2021_Site.xls))
- 25.Петри, А. Наглядная статистика в медицине : пер. с англ. / А. Петри, К. Сэбин. – Москва : Гэотар-Мед, 2003. – 144 с.
- 26.Плавинский, С.Л. Биостатистика: планирование, обработка и представление результатов биомедицинских исследований при помощи системы SAS / С.Л. Плавинский. – Санкт-Петербург : СПбМАПО, 2005. – 506 с.

27. Ромашкина, Г.Ф. Коэффициент конкордации в анализе социологических данных / Г.Ф. Ромашкина, Г.Г. Татарова // Социология: методология, методы и математическое моделирование. – 2005. – № 20. – С. 131-158.
28. Синельников, Р.Д. Атлас анатомии человека / Р.Д. Синельников. – Москва : Медицина, 1973. – Т. I. – 453 с.
29. Тихилов, Р.М. Остеопороз: некоторые аспекты эпидемиологии, профилактики и лечения / Р.М. Тихилов, А.Н. Мироненко // Травматология и ортопедия России. – 2008. – № 3. – С. 114.
30. Тихилов, Р.М. Оригинальный способ остеосинтеза шейки бедренной кости с несвободной костной аутопластикой / Р.М. Тихилов, В.В. Карелкин, А.Ю. Кочиш, Б.М. Корнилов // Травматология и ортопедия России. – 2011. – № 3. – С. 91-96.
31. Травматизм, ортопедическая заболеваемость, состояние травматолого-ортопедической помощи населению России в 2019 году. – Москва : НМИЦ о им. Н.Н. Приорова, 2021.
32. Переломы проксимального отдела бедренной кости : федеральные клинические рекомендации. – Москва, 2019. – 79 с.
33. Франке, Ю. Остеопороз / Ю. Франке, Г. Рунге ; перевод с немецкого. – Москва : Медицина, 1995. – С. 117-121.
34. Цед, А.Н. Среднесрочные результаты тотального эндопротезирования у пациентов с псевдоартрозом шейки бедренной кости, находящихся на хроническом гемодиализе / А.Н. Цед, Н.Е. Муштин, А.К. Дулаев, А.В. Шмелев // Травматология и ортопедия России. – 2021. – Т. 27, № 4. – С. 21-30.
35. Цед, А.Н. Применение эндопротезов двойной мобильности у пациентов с неудовлетворительными исходами лечения переломов вертельной области, фиксированных системой скользящего бедренного винта (SHS) / А.Н. Цед, Н.Е. Муштин, А.К. Дулаев, А.В. Шмелев // Вестник хирургии им. И.И Грекова. – 2022. – Т. 181, № 1. – С. 41-48.

36. Цед, А.Н. Ложные суставы шейки бедренной кости: применение новой классификации при эндопротезировании у пациентов пожилого возраста / А.Н. Цед, Н.Е. Муштин, А.К. Дулаев, А.В. Шмелев // Гений ортопедии. – 2022. – Т. 28, № 3. – С. 345-351.
37. Чегодаев, А.И. Математические методы анализа экспертных оценок / А.И. Чегодаев // Вестник Самарского государственного экономического университета. – 2010. – № 2 (64). – С. 130-135.
38. Шубняков, И.И. Эпидемиология первичного эндопротезирования тазобедренного сустава на основании данных регистра артропластики РНИИТО им. Р.Р. Вредена / И.И. Шубняков, Р.М. Тихилов, Н.С. Николаев [и др.] // Травматология и ортопедия России. – 2017. – Т. 23, № 2. – С. 81-101.
39. Шубняков, И.И. Основные тренды в эндопротезировании тазобедренного сустава на основании данных регистра артропластики НМИЦ ТО им. Р.Р. Вредена с 2007 по 2020 г. / И.И. Шубняков, А. Риахи, А.О. Денисов [и др.] // Травматология и ортопедия России. – 2021. – Т. 27, № 3. – С. 119-142.
40. Ageing and health, 2022. URL: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/ageing-and-health>
41. Andrzejowski, P. The diamond concept for long bone non-union management / P. Andrzejowski, P.V. Giannoudis // J. Orthop. Traumatol. – 2019. – Vol. 20. – P. 21.
42. Babcock, S. Hip fracture non-unions: Diagnosis, treatment and special considerations in elderly patients / S. Babcock, J.F. Kellam // Adv. Orthop. – 2018. – N 1912762.
43. Baker, R.P. Total hip arthroplasty and hemiarthroplasty in mobile, independent patients with a displaced intracapsular fracture of the femoral neck. A randomized, controlled trial / R.P. Baker, B. Squires, M.F. Gargan, G.C. Bannister // J. Bone Joint Surg. Am. – 2006. – Vol. 88, N 12. – P. 2583-2589.

44. Banaszek, D. Principles of Valgus Intertrochanteric Osteotomy (VITO) after Femoral Neck Nonunion / D. Banaszek, D. Spence, P. O'Brien, K. Lefaivre // *Adv. Orthop.* – 2018. – N 5214273.
45. Bartels, S. High failure rate after internal fixation and beneficial outcome after arthroplasty in treatment of displaced femoral neck fractures in patients between 55 and 70 years / S. Bartels, J.E. Gjertsen, F. Frihagen [et al.] // *Acta Orthop.* – 2018. – Vol. 89, N 1. – P. 53-58.
46. Baumgaertner, M.R. The value of the tip-apex distance in predicting failure of fixation of peritrochanteric fractures of the hip / M.R. Baumgaertner, S.L. Curtin, D.M. Lindskog [et al.] // *J. Bone Joint Surg.* – 1995. – Vol. 77, N 7. – P. 1058-1064.
47. Bell, A. Nonunion of the femur and tibia: an update / A. Bell, D. Templeman, J.C. Weinlein // *Orthop. Clin. North Am.* – 2016. – Vol. 47, N 2. – P. 365-375.
48. Benabdeslam, A. Pseudarthrosis of the Femoral Neck Treated With Total Hip Arthroplasty (About 14 Cases) / A. Benabdeslam, M.A. Berrady, M. Khermaz [et al.] // *Int. J. Sci Tech. Res.* – 2014. – Vol. 3, N 6. – P. 196-200.
49. Bhandari, M. Assessment of radiographic fracture healing in patients with operatively treated femoral neck fractures / M. Bhandari, M. Chiavaras, O. Ayeni [et al.] // *J. Orthop. Trauma.* – 2013. – Vol. 27. – P. e213-219.
50. Blomfeldt, R. Displaced femoral neck fracture: comparison of primary total hip replacement with secondary replacement after failed internal fixation: a 2-year follow-up of 84 patients / R. Blomfeldt, H. Tornkvist, S. Ponzer [et al.] // *Acta Orthop.* – 2006. – Vol. 77, N 4. – P. 638-643.
51. Brinker, M.R. The biological basis for nonunions / M.R. Brinker, D.P. O'Connor // *JBJS Rev.* – 2016. – Vol. 4, N 6. – P. 1-9.
52. Bureau, A. Management of Periprosthetic Joint Infections After Hemiarthroplasty of the Hip: A Critical Analysis Review / A. Bureau, J. Bourget-Murray, M.A. Azad [et al.] // *JBJS Rev.* – 2022. – Vol. 10, N 9. – doi: 10.2106/JBJS.RVW.22.00020.



53. Copuroglu, C. Fracture non-union: Who is at risk? / C. Copuroglu, G.M. Calori, P.V. Giannoudis // *Injury*. – 2013. – Vol. 44, N 11. – P. 1379-1382.
54. Campbell, M.J. Medical statistics: a textbook for the health sciences / M.J. Campbell, D. Machin, S.J. Walters. – 4<sup>th</sup> ed. / John Wiley & Sons, Ltd., 2007. – 331 p.
55. Christophersen, C.M. Pain and Complications following Bone Marrow Aspirate Concentrate (BMAC) Harvested from the Iliac Crest in Foot and Ankle Surgery / C.M. Christophersen, O. Elattar, D. Farber // *Foot Ankle Orthop.* – 2019. – Vol. 4, N 4. – P. 2473011419S0014.
56. Cichos, K.H. The value of serological screening prior to conversion total hip arthroplasty / K.H. Cichos, M.C. Christie, A.R. Heatherly [et al.] // *J. Arthroplasty*. – 2020. – Vol. 35, N 6. – P. S319-S324.
57. Clohisy, J.C. A systematic approach to the plain radiographic evaluation of the young adult hip / J.C. Clohisy, J.C. Carlisle, P.E. Beaulé [et al.] // *J. Bone Joint Surg. Am.* – 2008. – Vol. 90, Suppl. 4. – P. 47-66.
58. Cooper, C. Hip fractures in the elderly: A world-wide projection / C. Cooper, G. Campion, L.J. Melton // *Osteoporos Int.* – 1992. – Vol. 2. – P. 285-289.
59. Douglas, S.J. How does conversion total hip arthroplasty compare to primary? / S.J. Douglas, E.A. Remily, O.C. Sax [et al.] // *J. Arthroplasty*. – 2021. – Vol. 36, N 7. – P. S155-S159.
60. Ehlinger, M. Early mechanical complications following fixation of proximal femur fractures: From prevention to treatment / M. Ehlinger, H. Favreau, D. Eichler [et al.] // *Orthop. Traumatol. Surg. Res.* – 2020. – Vol. 106, N 1S. – P. S79-S87.
61. Elgafy, H. Revision internal fixation and nonvascular fibular graft for femoral neck nonunion / H. Elgafy, N.A. Ebraheim, H.G. Bach // *J. Trauma Acute Care Surgery*. – 2011. – Vol. 70, N 1. – P. 169-173.
62. Elgafy, H. Extensor hallucis longus innervation: an anatomic study / H. Elgafy, N.A. Ebraheim, P.E. Shaheen, R.A. Yeasting // *Clin. Orthop. Relat. Res.* – 2002. – Vol. 398. – P. 245-251.

63. Elzohairy, M.M. Recent Concept for Management of Femoral Neck Fracture Non-Union in Young Adults / M.M. Elzohairy // *Orthop. Rheum. Open Access J.* – 2017. – Vol. 6, N 4. – P. 1-7.
64. Florschutz, A.V. Femoral neck fractures: current management / A.V. Florschutz, J.R. Langford, G.J. Haidukewych, K.J. Koval // *J. Orthop. Trauma.* – 2015. – Vol. 29, N 3. – P. 121-129.
65. Frank, T. The Radiographic Union Score for Hip (RUSH) Identifies Radiographic Nonunion of Femoral Neck Fractures / T. Frank, G. Osterhoff, S. Sprague [et al.] // *Clin. Orthop. Relat. Res.* – 2016. – Vol. 474, N 6. – P. 1396-1404.
66. Ftouh, S. Management of hip fracture in adults: summary of NICE guidance / S. Ftouh, A. Morga, C. Swift // *BMJ.* – 2011. – Vol. 342. – N d3304.
67. Calori, G.M. Non-unions / G.M. Calori, E.L. Mazza, S. Mazzola [et al.] // *Clin. Cases Miner. Bone Metab.* – 2017. – Vol. 14, N 2. – P. 186-188.
68. Garden, R.S. Low-angle fixation in fractures of the femoral neck / // *J. Bone Joint Surg. Br.* – 1961. – Vol. 43, N 4. – P. 647–663.
69. Gausden, E.B. Periprosthetic Femur Fractures After Total Hip Arthroplasty: Does the Mode of Failure Correlate With Classification? / E.B. Gausden, Z.A. Beiene, J.L. Blevins [et al.] // *J. Arthroplasty.* – 2021. – Vol. 36, N 7. – P. 2597-2602.
70. Gavaskar, A.S. Valgus sliding subtrochanteric osteotomy for neglected fractures of the proximal femur; surgical technique and a retrospective case series / A.S. Gavaskar, N.T. Chowdary // *J. Orthop. Surg. Res.* – 2013. – Vol. 8, N 1. – P. 4.
71. Giannoudis, P.V. Fracture healing: the diamond concept / P.V. Giannoudis, T.A. Einhorn, D. Marsh // *Injury.* – 2007. – Vol. 38, N Suppl. 4. – P. S3-S6.
72. Hauer, G. Survival rate and application number of total hip arthroplasty in patients with femoral neck fracture: an analysis of clinical studies and national arthroplasty registers / G. Hauer, A. Heri, S. Klim [et al.] // *J. Arthroplasty.* – 2020. – Vol. 35, N 4. – P. 1014-1022.

73. Hoffmann, M.F. Outcome of intramedullary nailing treatment for intertrochanteric femoral fractures / M.F. Hoffmann, J.D. Khoriaty, D.L. Sietsema, C.B. Jones // *J. Orthop. Surg. Res.* – 2019. – Vol. 14, N 1. – P. 360.
74. Hounsfield, G.N. Computed medical imaging, Nobel lecture, December 8, 1979 / G.N. Hounsfield // *J. Comput. Assist. Tomogr.* – 1980. – Vol. 4, N 5. – P. 665-674.
75. Kalsbeek, J.H. Displaced femoral neck fractures in patients 60 years of age or younger: results of internal fixation with the dynamic locking blade plate / J.H. Kalsbeek, A.D. van Walsum, J.P. Vroemen [et al.] // *Bone Joint J.* – 2018. – Vol. 100-B, N 4. – P. 443-449.
76. Jackson, C. Management of subtrochanteric proximal femur fractures: a review of recent literature / C. Jackson, M. Tanios, N. Ebraheim // *Adv. Orthop.* – 2018. – N 1326701. doi: 10.1155/2018/1326701.
77. Johnsson, R. Comparison between hemiarthroplasty and total hip replacement following failure of nailed femoral neck focused on dislocations / R. Johnsson, H. Bendjelloul, L. Ekelund [et al.] // *Arch. Orthop. Trauma Surg.* – 1984. – Vol. 102. – P. 187-190.
78. Ju, D.G. Nationwide Analysis of Femoral Neck Fractures in Elderly Patients: A Receding Tide / D.G. Ju, S.S. Rajaei, J. Mirocha [et al.] // *J. Bone Joint Surg. Am.* – 2017. – Vol. 99. – P. 1932-1940.
79. Kanis, J.A. A systematic review of hip fracture incidence and probability of fracture worldwide / J.A. Kanis, A. Odén, E.V. McCloskey [et al.] // *Osteoporos Int.* – 2012. – Vol. 23. – P. 2239-2256.
80. Karagas, M.R. Heterogeneity of hip fracture: age, race, sex, and geographic patterns of femoral neck and trochanteric fractures among the US elderly / M.R. Karagas, G.L. Lu-Yao, J.A. Barrett [et al.] // *Am. J. Epidemiol.* – 1996. – Vol. 143. – P. 177-182.

81. Karlstrom, G. Fractures of the tibial shaft: a critical evaluation of treatment alternatives / G. Karlstrom, S. Olerud // *Clin. Orthop. Relat. Res.* – 1974. – Vol. 105. – P. 82-115.
82. Keating, J.F. Randomized comparison of reduction and fixation, bipolar hemiarthroplasty, and total hip arthroplasty: treatment of displaced intracapsular hip fractures in healthy older patients / J.F. Keating, A. Grant, M. Masson [et al.] // *J. Bone Joint Surg. Am.* – 2006. – Vol. 88, N 2. – P. 249-260.
83. Kim, Y.T. Dual mobility hip arthroplasty provides better outcomes compared to hemiarthroplasty for displaced femoral neck fractures: a retrospective comparative clinical study / Y.T. Kim, J.H. Yoo, M.K. Kim, [et al.] // *Int. Orthop.* – 2018. Vol. 42. – P. 1241-1246.
84. Lagergren, J. Displaced femoral neck fractures in patients 60–69 years old: treatment and patient reported outcomes in a register cohort / J. Lagergren, M. Möller, C. Rogmark // *Injury.* – 2020. – Vol. 51, N 11. – P. 2652-2657.
85. Lagergren, J. The different strategies in treating displaced femoral neck fractures: mid-term surgical outcome in a register-based cohort of 1,283 patients aged 60-69 years / J. Lagergren, S. Strøm Rönnquist, O. Wolf [et al.] // *Acta Orthop.* – 2023. – Vol. 94. – P. 505-510.
86. Le Manach, Y. Outcomes after hip fracture surgery compared with elective total hip replacement / Y. Le Manach, G. Collins, M. Bhandari [et al.] // *JAMA.* – 2015. – Vol. 314, N 11. – P. 1159-1166.
87. Leonardsson, O. Long-term follow-up of replacement compared with internal fixation for displaced femoral neck fractures: results at ten years in a randomised study of 450 patients / O. Leonardsson, I. Sernbo, A. Carlsson [et al.] // *J. Bone Joint Surg. Br.* – 2010. – Vol. 92, N 3. – P. 406-412.
88. Lesnyak, O. Epidemiology of fracture in the Russian Federation and the development of a FRAX model / O. Lesnyak, O. Ershova, K. Belova [et al.] // *Arch. Osteoporos.* – 2012. – Vol. 7, N 1-2. – P. 67-73.

89. Leung, P.C. SWF of the femoral neck in younger adults. A new method of treatment for delayed and nonunions / P.C. Leung, W.Y. Shen // Clin. Orthop. Relat. Res. – 1993. – N 295. – P. 156-160.
90. Lynch, J.R. Femoral nonunion: risk factors and treatment options / J.R. Lynch, L.A. Taitsman, D.P. Barei, S.E. Nork // J. Am. Acad. Orthop. Surg. – 2008. – Vol. 16, N 2. – P. 88-97.
91. Ma, H.H. Outcomes of dual-mobility total hip arthroplasty versus bipolar hemiarthroplasty for patients with femoral neck fractures: a systematic review and meta-analysis / H.H. Ma, T.F.A. Chou, F.Y. Pai [et al.] // J. Orthop. Surg. Res. – 2021. – Vol. 16, N 1. – P. 1-9.
92. Mabry, T.M. Long-term results of total hip arthroplasty for femoral neck fracture nonunion / T.M. Mabry, B. Prpa, G.J. Haidukewych [et al.] // J. Bone Joint Surg. Am. – 2004. – Vol. 86, N 10. – P. 2263-2267.
93. Mahmoud, S.S. Outcomes of total hip arthroplasty, as a salvage procedure, following failed internal fixation of intracapsular fractures of the femoral neck: a systematic review and meta-analysis / S.S. Mahmoud, E.O. Pearse, T.O. Smith [et al.] // Bone Joint J. – 2016. – Vol. 98, N 4. – P. 452-460.
94. Marsell, R. The biology of fracture healing / R. Marsell, T.A. Einhorn // Injury. – 2011. – Vol. 42, N 6. – P. 551-555.
95. Marti, R.K. Intertrochanteric osteotomy for non-union of the femoral neck / R.K. Marti, H.M. Schuller, E.L. Raaymakers // J. Bone Joint Surg. Br. – 1989. – Vol. 71, N 5. – P. 782-787.
96. Mathews, V. Femoral neck nonunion treatment / V. Mathews, M.E. Cabanela // Clin. Orthop. Relat. Res. – 2004. – Vol. 419. – P. 57-64.
97. Matthews, D.E. Using and understanding medical statistics / D.E. Matthews, T.V. Farewell. – 4th ed. – S. Karger AG, 2007. – 322 p.
98. Mavcic, B. Optimal mechanical environment of the healing bone fracture/osteotomy / B. Mavcic, V. Antolic // Int. Orthop. – 2012. – Vol. 36, N 4. – P. 689-695.

99. McKinley, J.C. Treatment of displaced intracapsular hip fractures with total hip arthroplasty: comparison of primary arthroplasty with early salvage arthroplasty after failed internal fixation / J.C. McKinley, C.M. Robinson // *J. Bone Joint Surg. Am.* – 2002. – Vol. 84, N 11. – P. 2010-2015.
100. Mercuriali, F. Proposal of an algorithm to help the choice of the best transfusion strategy / F. Mercuriali, G. Inghilleri // *Curr. Med. Res. Opin.* – 1996. – Vol. 13. – P. 465-478.
101. Modest, J.M. Successful Fracture Healing for Femoral Neck Nonunion with Bone Marrow Aspirate Concentrate / J.M. Modest, N.J. Lemme, E.J. Testa [et al.] // *Rhode Island Med. J.* – 2022. – Vol. 105, N 2. – P. 13-16.
102. Moller, M. The Swedish Fracture Register: ten years of experience and 600,000 fractures collected in a National Quality Register / M. Moller, O. Wolf, C. Bergdahl [et al.] // *BMC Musculoskelet. Disord.* – 2022. – Vol. 23, N 1. – P. 141.
103. Moroni, A. Surgical treatment and management of hip fracture patients / A. Moroni, M. Hoque, J.P. Waddell [et al.] // *Arch. Orthop. Trauma Surg.* – 2014. – Vol. 134. – P. 277-281.
104. Mukka, S. A cohort study comparing internal fixation for undisplaced versus hip arthroplasty for displaced femoral neck fracture in the elderly: a pilot study for a clinical trial / S. Mukka, P. Sjöholm, A. Aziz [et al.] // *Pilot Feasibility Stud.* – 2020. – Vol. 6. – P. 1-6.
105. Nilsson, L.T. Function after primary hemiarthroplasty and secondary total hip arthroplasty in femoral neck fracture / L.T. Nilsson, P. Jalovaara, H. Franze [et al.] // *J. Arthroplasty.* – 1994. – Vol. 9. – P. 369-374.
106. Nyholm, A.M. Risk of reoperation within 12 months following osteosynthesis of a displaced femoral neck fracture is linked mainly to initial fracture displacement while risk of death may be linked to bone quality: a cohort study from Danish Fracture Database / A.M. Nyholm, H. Palm, H. Sandholdt [et al.] // *Acta Orthop.* – 2020. – Vol. 91, N 1. – P. 1-75.

107. Önerfält, R. Treatment of the displaced femoral neck fracture, as reflected in *Acta Orthopaedica Scandinavica: The rise and fall of internal fixation* / R. Önerfält // *Acta Orthop.* – 2010. – Vol. 81, N 1. – P. 15-20.
108. Parvizi, J. Periprosthetic Joint Infection / J. Parvizi, M.G. Schmidt, E.J.C. Goldstein // *N. Engl. J. Med.* – 2023 – Vol. 388, N 15. – P. 1439.
109. Patron, M.S. Proximal femoral geometry and hip fractures / M.S. Patron, R.A. Duthie, A.G. Sutherland // *Acta Orthop. Belg.* – 2006. – Vol. 72, N 1. – P. 51-54.
110. Pauwels, F. Der Schenkelhalsbruch, ein Mechanisches Problem / F. Pauwels // *Z. Orthop. Ihre Grenzgeb.* – 1935. – Bd. 63. – S. 1.
111. Peacock, J.L. *Oxford Handbook of Medical Statistics* / J.L. Peacock, P.J. Peacock. – Oxford University Press, 2011. – 517 p.
112. Petrie, A. *Medical statistics at a glance* / A. Petrie, C. Sabin. – Wiley Blackwell, 2009. – 181 p.
113. Pivec, R. Hip arthroplasty / R. Pivec, A.J. Johnson, S.C. Mears, M.A. Mont // *Lancet.* – 2012. – Vol. 380, N 9855. – P. 1768-1777.
114. Prudhon, J.L. Causes for revision of dual-mobility and standard primary total hip arthroplasty / J.L. Prudhon, R. Desmarchelier, M. Hamadouche [et al.] // *Int. Orthop.* – 2017. – Vol. 41. – P. 455-459.
115. Raaymakers, E.L. Nonunion of the femoral neck: Possibilities and limitations of the various treatment modalities / E.L. Raaymakers, R. Marti // *Indian J. Orthop.* – 2008. – Vol. 42, N 1. – P. 13-21.
116. Rupp, R.E. Danger zones associated with fibular osteotomy / R.E. Rupp, D. Podeszwa, N.A. Ebraheim // *J. Orthop. Trauma.* – 1994. – Vol. 8. – P. 54-58.
117. Schmidt, A.H. Femoral neck fractures / A.H. Schmidt, S.E. Asnis, Gi Haidukewych [et al.] // *Instr. Course Lect.* – 2005. – Vol. 54. – P. 417-445.
118. Schwartzmann, C.R. Femoral neck non-union treatment by valgus intertrochanteric osteotomy / C.R. Schwartzmann, L.F. Spinelli, A.K. Yépez [et al.] // *Acta Ortop. Bras.* – 2015. – Vol. 23, N 6. – P. 319-322.

119. Selvan, V.T. Optimum configuration of cannulated hip screws for the fixation of intracapsular hip fractures: a biomechanical study / V.T. Selvan, M.J. Oakley, A. Rangan, M.K. Al-Lami // *Injury*. – 2004. – Vol. 35, N 2. – P. 136-141.
120. Sen, R.K. Osteosynthesis of femoral-neck nonunion with angle blade plate and autogenous fibular graft / R.K. Sen, S.K. Tripathy, T. Goyal [et al.] // *Int. Orthop.* – 2012. – Vol. 36, N 4. – P. 827-832.
121. Singh, M. Changes in trabecular pattern of the upper end of the femur as an index of osteoporosis / M. Singh, A.R. Nagrath, P.S. Maini // *J. Bone Joint Surg. Am.* – 1970. – Vol. 52. – P. 457-67.
122. Singh, J.A. Clinically important improvement thresholds for Harris Hip Score and its ability to predict revision risk after primary total hip arthroplasty / J.A. Singh, C. Schleck, S. Harmsen, D. Lewallen // *BMC Musculoskelet. Disord.* – 2016. – Vol. 17, N 1. – P. 256.
123. Slobogean, G.P. Complications following young femoral neck fractures / G.P. Slobogean, S.A. Sprague, T. Scott, M. Bhandari // *Injury*. – 2015. – Vol. 46, N 3. – P. 484-491.
124. Stevenson, S. Biology of bone grafts / S. Stevenson // *Orthop. Clin. North Am.* – 1999. – Vol. 30. – P. 543-552.
125. Stevenson, S. Factors affecting bone graft incorporation / S. Stevenson, S.E. Emery, V.M. Goldberg // *Clin. Orthop. Relat. Res.* – 1996. – N 324. – P. 66-74.
126. Stewart, S.K. Fracture non-union: A review of clinical challenges and future research needs / S.K. Stewart // *Malays Orthop. J.* – 2019. – Vol. 13. – P. 1-10.
127. Swedish Fracture Register Annual Report 2022. Available from: [https://registercentrum.blob.core.windows.net/sfr/r/-rsrapport-SFR-2022-By\\_ps8PU3.pdf](https://registercentrum.blob.core.windows.net/sfr/r/-rsrapport-SFR-2022-By_ps8PU3.pdf) (in Swedish)
128. Vail, T.P. Donor site morbidity with use of vascularized autogenous fibular graft / T.P. Vail, J.R. Urbaniak // *J. Bone Joint Surg. Am.* – 1996. – Vol. 78. – P. 204-211.



129. van de Kuit, A. Patients With Femoral Neck Fractures Are at Risk for Conversion to Arthroplasty After Internal Fixation: A Machine-learning Algorithm / A. van de Kuit, J.H.F. Oosterhoff, H. Dijkstra [et al.] // Clin. Orthop. Relat. Res. – 2022. – Vol. 480, N 12. – P. 2350-2360.
130. van Leent, E.A.P. Complications and survival of conversion to total hip arthroplasty after failed primary osteosynthesis compared to primary total hip arthroplasty in femoral neck fractures / E.A.P van Leent, P.P. Schmitz, L.D. de Jong [et al.] // Injury. – 2022. – Vol. 53, N 8. – P. 2853-2858.
131. World Health Organization <https://www.who.int/news-room/factsheets/detail/ageing-and-health>
132. Xu, D.F. A systematic review of undisplaced femoral neck fracture treatments for patients over 65 years of age, with a focus on union rates and avascular necrosis / D.F. Xu, F.G. Bi, C.Y. Ma [et al.] // J. Orthop. Surg. Res. 2017. – Vol. 12, N 1. – P. 28.
133. Yiannakopoulos, C.K. Inter- and intra-observer variability of the Crowe and Hartofilakidis classification systems for congenital hip disease in adults / C.K. Yiannakopoulos, A. Chougle, A. Eskelinen [et al.] // J. Bone Joint Surg. Br. – 2008. – Vol. 90, N 5. – P. 579-583.
134. Yuan, B.J. Intertrochanteric Osteotomy for Femoral Neck Nonunion: Does “Undercorrection” Result in an Acceptable Rate of Femoral Neck Union? / B.J. Yuan, D.W. Shearer, D.P. Barei, S.E. Nork // J. Orthop. Trauma. – 2017. – Vol. 31, N 8. – P. 420-426.
135. Zhao, G. Treatment of old femoral neck fractures in young adults with a medial buttress plate combined with three cannulated screws and iliac autograft: Surgical technique and preliminary results / G. Zhao, W. Chen, J. Wu et al. // Orthop. Traumatol. Surg. Res. – 2024. – Vol. 28. – N 103853. doi: 10.1016/j.otsr.2024.103853.
136. Zura, R. Epidemiology of fracture nonunion in 18 human bones / R. Zura, Z. Xiong, T. Einhorn [et al.] // JAMA Surg. – 2016. – Vol. 151, N 11. – P. e162775.