Федеральное государственное бюджетное учреждение «Новосибирский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии им. Я.Л. Цивьяна» Министерства здравоохранения Российской Федерации

На правах рукописи

POMAHOBA

Светлана Вячеславовна

ПРЕДОПЕРАЦИОННОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ ПЕРВИЧНОГО ЭНДОПРОТЕЗИРОВАНИЯ ТАЗОБЕДРЕННОГО СУСТАВА ПРИ ПОСТТРАВМАТИЧЕСКИХ ДЕФЕКТАХ ВЕРТЛУЖНОЙ ВПАДИНЫ

3.1.8 – травматология и ортопедия

Диссертация на соискание ученой степени кандидата медицинских наук

Научный руководитель: д-р мед. наук ПАВЛОВ Виталий Викторович

> Новосибирск 2023

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ5	
ГЛАВА 1. СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ПРОБЛЕМЫ	
ЭНДОПРОТЕЗИРОВАНИЯ ТАЗОБЕДРЕННОГО СУСТАВА У ПАЦИЕНТОВ	
С ПОСЛЕДСТВИЯМИ ТРАВМ ВЕРТЛУЖНОЙ ВПАДИНЫ10	
1.1. Эпидемиология травм тазобедренного сустава	
1.2. Анатомия вертлужной впадины. Центр ротации	
1.3. Хирургическое лечение переломов вертлужной впадины и ее последствий 16	
1.4. Особенности посттравматического коксартроза	
1.5. Классификации посттравматических дефектов вертлужной впадины 21	
1.6. Особенности предоперационного планирования первичного	
эндопротезирования тазобедренного сустава	
1.6.1. Плоскостное планирование	
1.6.2. Предоперационное планирование с использованием цифровых	
методов	
1.6.3. Планирование на основе компьютерной томографии	
1.6.4. Компьютер-ассоциированная хирургия в эндопротезировании	
тазобедренного сустава	
ГЛАВА 2. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ 42	
2.1. Объект исследования	
2.2. Гипотеза и дизайн исследования	
2.3. Общая характеристика клинического материала	
2.4. Общая характеристика пациентов, включенных в исследование 48	
2.5. Характеристика методов, использованных в исследовании	
2.5.1. Инструментальное и лабораторное обследование пациентов 48	
2.5.2. Клинические методы обследования	
2.5.3. Лучевые методы исследования	
2.5.4. Методы оценки клинических результатов	

2.5.5. Методы оценки функциональных результатов	. 54
2.5.6. Хирургический метод. Первичное тотальное эндопротезирование	
тазобедренного сустава у пациентов с посттравматическими дефектами	
вертлужной впадины	. 55
2.6. Статистические методы исследования	. 55
ГЛАВА 3. СПОСОБ ПРЕДОПЕРАЦИОННОГО ПЛАНИРОВАНИЯ	
РЕКОНСТРУКЦИИ ВЕРТЛУЖНОЙ ВПАДИНЫ, ОСНОВАННЫЙ НА	
ОПИСАНИИ ЛОКАЛИЗАЦИИ ДЕФЕКТА И ЕГО ОБЪЕМА	. 59
ГЛАВА 4. РЕЗУЛЬТАТЫ ПЕРВИЧНОГО ТОТАЛЬНОГО	
ЭНДОПРОТЕЗИРОВАНИЯ ТАЗОБЕДРЕННОГО СУСТАВА В ГРУППЕ	
СРАВНЕНИЯ И В ГРУППЕ ИССЛЕДОВАНИЯ	. 76
4.1. Анализ клинического результата в послеоперационном периоде	. 77
4.2. Анализ функционального результата в послеоперационном периоде	. 79
4.3. Анализ смещения биомеханических ориентиров тазобедренного сустав	sa
в послеоперационном периоде	. 81
4.4. Оценка осложнений в послеоперационном периоде	. 83
ГЛАВА 5. СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ПЕРВИЧНОГО	
ЭНДОПРОТЕЗИРОВАНИЯ ТАЗОБЕДРЕННОГО СУСТАВА	
В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СПОСОБА ПРЕДОПЕРАЦИОННОГО	
ПЛАНИРОВАНИЯ РЕКОНСТРУКЦИИ ВЕРТЛУЖНОЙ ВПАДИНЫ	. 86
5.1. Сравнительный анализ клинических результатов в послеоперационном	[
периоде	. 86
5.2. Сравнительный анализ функциональных результатов по Harris Hip Scor	
и ВАШ в послеоперационном периоде	. 88
5.3 Сравнительный анализ положения биомеханических параметров	
тазобедренного сустава в послеоперационном периоде	. 90
5.4. Сравнительный анализ осложнений в послеоперационном периоде	
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	. 96

ВЫВОДЫ	101
ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ	102
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	103
Приложение 1	123
Приложение 2	124
Приложение 3	125
Приложение 4	128

ВВЕДЕНИЕ

Ежегодно во всем мире выполняется около 1 млн оперативных вмешательств по эндопротезированию тазобедренного сустава [103]. Вопросом эндопротезирования тазобедренного сустава активно занимаются и развивают данное направление травматологии и ортопедии многие авторы 18,26,30,39]. Данный вид оперативного вмешательства у пациентов с последствиями травм вертлужной впадины относится к категории сложных эндопротезирования вследствие дефектов случаев наличия посттравматических деформаций вертлужной В современной впадины. мировой литературе описаны многочисленные варианты оперативного лечения у данной категории пациентов, направленные на достижение стабильной первичной фиксации компонентов, замещение костных дефектов трансплантатами или аугментами, имплантацию ацетабулярного компонента в истинный центр ротации ДЛЯ восстановления биомеханических взаимоотношений в поражённом суставе [103, 109, 28].

В настоящее время не существует общепринятой системы оценки посттравматических изменений вертлужной впадины, таких как дефект и деформация, что, в свою очередь, крайне затрудняет анализ результатов первичного эндопротезирования у данной группы больных и разработку системного подхода при выборе хирургической тактики [4]. При попытке описать локализацию и характер посттравматических изменений большинство авторов используют либо классификации переломов вертлужной впадины [4], либо классификации периацетабулярного остеолизиса, изначально разработанные для ревизионного эндопротезирования, такие как AAOS [41], DGOT [60], A.E. Gross и K.J. Saleh [77], W.G. Paprosky [125]. Классификация AAOS является наиболее воспроизводимой среди хирургов и не привязана к смещению ацетабулярного компонента [67]. Однако попытки использования классификаций острых повреждений таза для оценки посттравматических изменений вертлужной впадины при первичном эндопротезировании не отражают всех особенностей, существенно влияющих на выбор хирургической тактики для стабильной и корректной имплантации вертлужного компонента эндопротеза [39].

Для определения тактики тотального первичного эндопротезирования тазобедренного сустава, подбора типа вертлужного компонента, необходимости костной пластики, требуется выбор способа реконструкции вертлужной впадины на этапе предоперационного планирования, основанный на описании объёма костного дефекта и его локализации.

Таим образом, первичное тотальное эндопротезирование у пациентов с посттравматическими дефектами вертлужной впадины является актуальной задачей травматологии и ортопедии, что и определило цель настоящего исследования.

Цель исследования: Улучшить первичного результаты тазобедренного эндопротезирования сустава пациентов y посттравматическими дефектами вертлужной впадины путем разработки планирования способа предоперационного реконструкции вертлужной впадины, основанного на описании локализации и объема дефекта.

Задачи исследования

- 1. Изучить современное состояния проблемы и выявить недостатки первичного эндопротезирования тазобедренного сустава, в части предоперационного планирования у пациентов с посттравматическими дефектами вертлужной впадины.
- 2. Предложить способ предоперационного планирования реконструкции вертлужной впадины при проведении первичного тотального эндопротезирования у пациентов с посттравматическими дефектами в зависимости от его объема и локализации.

- 3. Изучить результаты лечения первичного тотального эндопротезирования тазобедренного сустава, полученные при использовании разработанного способа предоперационного планирования реконструкции вертлужной впадины у пациентов с посттравматическими дефектами.
- 4. Сравнить результаты первичного тотального эндопротезирования тазобедренного сустава пациентов с посттравматическими дефектами вертлужной впадины и доказать эффективность предложенного способа предоперационного планирования

Научная новизна исследования

- 1. Впервые изучены посттравматические изменения вертлужной впадины с позиции локализации и объема костного дефекта.
- 2. В зависимости от признаков, характеризующих посттравматический дефект вертлужной впадины, определен способ реконструкции и тактика замещения дефекта, в части предоперационного планирования.

Практическая значимость исследования

- 1. Предложен способ предоперационного планирования реконструкции вертлужной впадины у пациентов с посттравматическими дефектами, основанный на описании его локализации и объема
- 2. Использование предложенного способа предоперационного планирования при проведении тотального эндопротезирования тазобедренного сустава позволяет восстановить биомеханические параметры тазобедренного сустава, наиболее близкие к показателям здорового контралатерального сустава.

Основные положения, выносимые на защиту

Предложенный способ предоперационного планирования реконструкции вертлужной впадины у пациентов с посттравматическими дефектами вертлужной впадины позволяет описать дефект с позиции его локализации и объема и спланировать тактику замещения дефекта

Предложенный способ предоперационного планирования позволяет спланировать выбор вертлужного компонента, определить показания к использованию индивидуальных конструкций, что приводит к хорошему функциональному результату за счет восстановления биомеханических параметров тазобедренного сустава.

Внедрение в практику: результаты диссертационного исследования внедрены в клиническую практику травматолого-ортопедического отделения № 2 ФГБУ «ННИИТО им. Я.Л. Цивьяна» Минздрава России.

Апробация основных положений диссертации

Основные положения диссертационного исследования представлены и обсуждены на российских конференциях и научных форумах, в том числе с международным участием: Межрегиональной на научно-практической конференции «Актуальные вопросы травматологии И ортопедии, нейрохирургии», (2022 г., Иркутск), XII Всероссийском съезде травматологовортопедов (2022 г., Москва), конференции молодых ученых «Батпеновские чтения» (2022 и 2021 гг., Астана), научно-практической конференции с международным участием «Вреденовские чтения» (2021 и 2022 гг., Санкт-Петербург).

Публикация результатов исследования и сведения о внедрении в практику

По теме диссертационного исследования опубликовано 10 научных работ, из них 4 статьи в журналах, рекомендованных ВАК при Минобрнауки России, в том числе 2 статьи в журналах, входящих в международные базы данных, получено 2 патента. Результаты исследования внедрены в учебный процесс ординаторов по профилю «травматология и ортопедия», а также в практику травматолого-ортопедического отделения № 2 ФГБУ «ННИИТО им. Я.Л. Цивьяна» Минздрава России.

Структура и объем диссертации. Диссертационная работа изложена на 128 страницах машинописного текста, состоит из введения, 5 глав, заключения, выводов, практических рекомендаций, списка использованной литературы и приложений. Работа иллюстрирована 35 рисунками, 9 таблицами. Библиографический список использованной литературы представлен 158 источниками, из них 42 отечественных и 116 иностранных.

Личный вклад автора В формулировке состоит задач исследования и основных положений, выносимых на защиту. Автором проанализированы зарубежные и отечественные источники литературы по проблеме исследования, проведен набор и обработка клинического материала, статистический анализ. Автор принял участие, в качестве ассистента, в 170 (90 %) хирургических операциях в объеме первичного эндопротезирования тазобедренного сустава, в том числе с использованием индивидуальных 3Dимплантатов. С участием автора разработан и внедрён в практику «Способ реконструкции вертлужной впадины при посттравматическом дефекте» (заявка на патент № 2023115542, приоритет от 13.06.2023г.). Получен патент на базу данных «Основные клинические, инструментальные и функциональные параметры пациентов с посттравматическими дефектами и деформациями вертлужной впадины, которым по поводу остеоартроза тазобедренного сустава тазобедренного проведено тотальное эндопротезирование сустава» (свидетельство о государственной регистрации базы данных № 202362281 от 27.07.2023 г.)

ГЛАВА 1. СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ПРОБЛЕМЫ ЭНДОПРОТЕЗИРОВАНИЯ ТАЗОБЕДРЕННОГО СУСТАВА У ПАЦИЕНТОВ С ПОСЛЕДСТВИЯМИ ТРАВМ ВЕРТЛУЖНОЙ ВПАДИНЫ

1.1. Эпидемиология травм тазобедренного сустава

Переломы костей таза и вертлужной впадины составляют от 3 до 8 % от всех переломов костей скелета. В структуре повреждений таза переломы вертлужной впадины составляют от 7 до 20 %, в группе политравм эта цифра достигает 20 %, из них на долю кататравм приходится до 40 % случаев тяжелых повреждений ацетабулярной впадины [12]. В эпидемиологии взрослого населения общая встречаемость переломов вертлужной впадины составляет от 1 случая на 50 тыс. человек до 3 случаев на 100 тыс. человек в год [103, 109].

Основной причиной изолированных переломов вертлужной впадины (до 90 % случаев) приходится на дорожно-транспортные происшествия. Данная тенденция связана с общей тенденцией ускорения ритмов жизни, с каждым годом растет число транспортных средств. Ежегодно в Москве количество автомобилей и автовладельцев увеличивается на 300–400 тыс., а число ДТП – на 30–40 тыс. [28]. В мире ДТП ежегодно являются причиной более 50 млн госпитализаций в травматологические отделения [4]. Пострадавшие с переломами вертлужной впадины чаще являются людьми трудоспособного возраста, моложе 50 лет, что имеет существенное социально-экономическое значение [25]. Наряду с этим, наметилась тенденция к увеличению числа пациентов старшей возрастной группы [25,42].

При невозможности восстановления анатомических соотношений вертлужной впадины частота неудовлетворительных результатов составляет 38,4 %, что составляет в среднем 3 случая на 100 тыс. человек в год [103]. Доля неудовлетворительных результатов после остеосинтеза вертлужной впадины,

выполненного в ранние сроки, может достигать 17–26 % [3, 103]. У пациентов с политравмой реконструктивные вмешательства на вертлужной впадине выполнить возможно только после стабилизации состояния, что приводит к увеличению сроков проведения окончательного остеосинтеза [6,33].

При оценке прогноза результатов хирургического лечения при переломе учитывается возраст пациента и сопутствующая вертлужной впадины соматическая патология. В своих работах F.Y. Chiu et al. [66] указывают на то, что средний возраст пациентов составляет 51 год, а переломы вертлужной впадины у данной группы пациентов имеют многооскольчатый характер [74,92]. Для пациентов старше 50 лет также характерно общее снижение компенсаторных возможностей организма [35], увеличение риска развития посттравматического артроза после внутрисуставных переломов в 2–4 раза [52], (26.8-50.0)%) обусловливает крайне высокую потребность что эндопротезировании тазобедренного сустава в течение двух лет после остеосинтеза [123, 76].

1.2. Анатомия вертлужной впадины. Центр ротации

Тазовая кость (os coxae) у детей и подростков состоит из трех костей: подвздошной (os ilium), седалищной (os ischii) и лобковой (os pubis). Первичные точки окостенения закладываются после 8-й недели внутриутробного развития. Тазовая кость развивается из трех первичных точек окостенения и нескольких (до 8) добавочных точек. Первичные образуют подвздошную кость (появляется на третьем месяце внтуриутробного развития плода), седалищную (на четвертом месяце) и лобковую (на пятом месяце); добавочные точки дополняют возвышения, углубления, края отдельных костей. К 8 годам жизни ветви лобковой и седалищной костей синостозируют и образуют os ischiopubicum. В области вертлужной впадины все 3 кости сначала соединяются хрящевыми прослойками (триангулярный хрящ), в которых в дальнейшем (к 16–18 годам)

появляются добавочные точки окостенения. Сращение всех точек окостенения происходит в возрасте 20–25 лет в области наибольшей нагрузки, а именно в области вертлужной впадины (*acetabulum*), являющейся суставной ямкой тазобедренного сустава (рисунок 1) [124, 11].

Подвздошная кость занимает приблизительно 40 % от площади вертлужной впадины, седалищная — около 40 %, лобковая — около 20 % [1, 2].

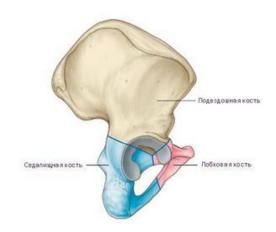


Рисунок 1 – Анатомия вертлужной впадины [1]

На сегодняшний день существуют исследования, которые дают более точную анатомическую и морфологическую характеристику вертлужной впадины. На основе морфометрии и КТ-метрии Е.А. Анисимова, К.С. Юсупов и др. в 2013 г. провели анализ морфологии костных структур вертлужной впадины. В результате исследования были выявлены такие параметры, как вариабельность толщины стенок вертлужной впадины (таблица 1) [2].

Таблица 1 – Морфологические характеристики стенок вертлужной впадины (толщина, мм)

Стенка вертлужной впадины	Вариабельность толщины
Задняя	4,0–21,0
Нижняя	4,0–21,0
Верхняя (крыша)	$14,1 \pm 0,3 \ (10,0-19,0)$
Передняя	$7.6 \pm 0.3 \ (4.0 - 15.0)$

На основании полученных данных можно говорить о границах вертлужной впадины в популяции и соответственно разграничить повреждения костей таза и изолированные повреждения вертлужной впадины. Таким образом, если линия перелома проходит вне границ вертлужной впадины, то перелом является внеацетабулярным, и классифицируется как перелом костей таза.

Оптимальным условием функционирования тазобедренного сустава среди прочих является совмещение центра ротации вертлужной впадины с анатомическим центром тазобедренного сустава.

Центры ротации здорового и поврежденного тазобедренных суставов определяют по центру окружности, соответствующей контурам головки бедренной кости или вертлужной впадины. Затем по касательной к обоим седалищным буграм проводят первую горизонтальную прямую. Вторую прямую проводят перпендикулярно к первой через центр лобкового симфиза. Ацетабулярный офсет определяют по расстоянию между «запятой» Кёлера и вертикальным отрезком, проходящим через центр вращения тазобедренного сустава, бедренный офсет определяют, как наименьшее расстояние между центральной продольной осью бедренной кости и центром ротации (рисунок 2). Любое несовпадение анатомического центра ротации называют смещением центра ротации.

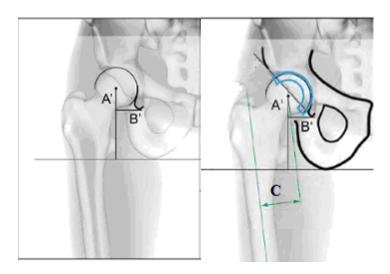


Рисунок 2 — Определение центра ротации и ацетабулярного офсета: A` — центр ротации; B` — запятая Кёлера, С — бедренный офсет (*CBC Evolution*. Техника хирургической операции)

Смещение центра ротации по вертикальной оси называют краниальным или каудальным. Относительно сагиттальной оси центр ротации может смещаться внутри (медиально) или кнаружи (латерально). Относительно фронтальной оси встречается его смещение кпереди или кзади. В своих работах Т.Р. Schmalzried et al., N.J. Little et al., D. Bhaskar et al. подтверждают, что увеличение ацетабулярного после тотального эндопротезирования приводит к увеличению длины рычага веса тела и силы действия мышц абдукторов, что, естественно, вызывает ускоренное разрушение эндопротеза [58, 47].

В рамках классификационных схем оценка потери костной массы часто основывается на оставшихся анатомических ориентирах, контралатеральной 132, стороне и/или опыте хирургов [144, 112, 69]. Недостаточное восстановление механики тазобедренного сустава приводит к увеличению количества таких осложнений, как вывихи бедренного компонента, раннее расшатывание компонентов эндопротеза [51,62,150]. асептическое достижения хорошего клинического результата у таких пациентов возникает необходимость точного представления о положении ориентиров вертлужной впадины, тщательного восстановления таких параметров, как центр ротации и бедренный офсет. Эти параметры влияют на функцию мышц-абдукторов,

являющихся главным стабилизатором тазобедренного сустава. По данным мировой литературы, смещение центра ротации более чем на 15 мм краниально или изменение бедренного офсета более чем на 20 мм значительно влияют на послеоперационный объем движений, количество послеоперационных осложнений, и, как следствие, функциональный результат [46, 132, 137].

Однако понимание анатомической позиции, представленное в литературе, весьма вариабельно. Так, W Pagnano et al. считают допустимым краниальное и латеральное смещения в пределах 10 мм от приблизительного анатомического центра ротации [51]. В дальнейшем эта же группа авторов расширила допустимые границы до 15 мм от приблизительного анатомического центра ротации или в пределах 35 мм от линии, соединяющей «фигуры слезы» [51], как это было предложено для ревизионного эндопротезирования тазобедренного сустава [75]. Значительно чаще в публикациях вообще не оговаривается, с какой величины краниального смещения начинается высокий центр ротации [63, 121, 140].

В то же время в большинстве публикаций подчеркивается важность установки вертлужного компонента строго в анатомическую позицию в связи с более высоким процентом расшатывания высоко установленных чашек или выраженными биомеханическими нарушениями и слабостью отводящего аппарата [82,67, 95, 99]. Проведены исследования с 4-летним наблюдением 35 пациентов, которым выполнено эндопротезирование тазобедренного сустава по поводу коксартроза. В 9 % случаев асептическое расшатывание вертлужного компонента эндопротеза наблюдается при смещении центра ротации кнутри или краниально более чем на 1 см по сравнению истинным положением или при его смещении в пределах 5 мм от анатомического положения [108]. У пациентов с посттравматическим коксартрозом хирург имеет дело не только со смещением анатомических ориентиров, но и с деформацией и дефектом вертлужной впадины [59]. Деформация вертлужной впадины характеризуется

дефектов стенок вертлужной впадины И (или) наличием костными разрастаниями — остеофитами [24], а также, в случае отсутствия костного дефекта стенок вертлужной впадины, может быть охарактеризована смещением центра ротации относительно его анатомического положения **[29**]. Деформированная вертлужная впадина затрудняет интраоперационную ориентацию вертлужного компонента тотального эндопротеза тазобедренного сустава, а наличие выраженных дефектов уменьшает возможности фиксации имплантата [116, 118, 145].

Вышесказанное еще раз подтверждает, что корректная имплантация компонента анатомической вертлужного В 30HY вертлужной впадины необходима оптимальных биомеханических ДЛЯ создания условий функционирования Для эндопротеза. уточнения прямой причинноследственной связи между позицией ацетабулярного компонента и сроками эндопротеза необходимы дополнительные проспективные выживания клинические исследования [13, 124].

1.3. Хирургическое лечение переломов вертлужной впадины и ее последствий

Ha сегодняшний день ОДНИМ ИЗ часто обсуждаемых вопросов современной травматологии и ортопедии является лечение переломов вертлужной впадины и их последствий. Со времен начала применения и обоснования техник открытой репозиции и стабильного погружного остеосинтеза [105] методы и алгоритмы лечения постоянно эволюционируют [27]. Результаты лечения переломов вертлужной впадины, в независимости от их локализации и обширности, часто могут быть неудовлетворительным [3]. Вывих головки бедренной кости, частота которого при переломах вертлужной впадины достигает 40,7 % [126], часто приводит к неудовлетворительному результату, в независимости от выбранной хирургической методики.

Несмотря на совершенствование хирургических методов лечения, пациентам с повреждениями вертлужной впадины до настоящего времени часто проводится консервативное лечение с помощью скелетного вытяжения. Это объясняется тем, что у пострадавших переломы вертлужной впадины сопровождаются тяжелыми сопутствующими повреждениями и шоком, технической сложностью открытой репозиции и накостного остеосинтеза, такие пациенты не попадают в «окно возможностей» [91, 110].

Среди различных методов хирургического лечения переломов вертлужной впадины основными являются открытая репозиция и стабильно функциональный остеосинтез винтами и (или) реконструктивными пластинами (до 87 %). Одной из главных задач выполнения открытой репозиции и остеосинтеза сложного перелома вертлужной впадины многие авторы считают костного массива для возможности попытку воссоздания имплантировать более простой ацетабулярный компонент при эндопротезировании тазобедренного сустава [129, 135].

В последние годы разработаны и внедрены в практику малоинвазивные технологии фиксации отломков вертлужной впадины, которые благодаря своей эффективности получили широкое признание [55, 56]. Сложность при выполнении подобных операций заключается еще и в том, что не существует единого доступа к месту повреждения, а сами по себе доступы травматичны и таят много опасностей (ятрогенное повреждение крупных сосудов и нервов), такие операции сопровождаются массивной кровопотерей, отсюда высок риск тромбоэмболических. инфекционных осложнений, а также риск возникновения гетеротопических оссификатов [10, 14].

Основной проблемой является обеспечение стабильной фиксации вертлужного компонента в условиях деформации за счет смещения отломков и отсутствия признаков консолидации [36,130,135], которая, как правило, достигается путем использования укрепляющих конструкций [9]. Оперативное

лечение у пациентов с переломами, распространяющимися на ацетабулярную область, проводят не только в ближайшие часы и дни после травмы, но и в отдаленном периоде вследствие развития у пациентов посттравматического коксартроза. Проблема лечения переломов вертлужной впадины связана не только со сложностью хирургического лечения, но и с сопутствующими травмами, возникающими в результате перелома, такими как нейропатия седалищного нерва, вывих головки большеберцовой кости и ее некроз [57,147]. Одно из часто встречающихся осложнений, связанное с нейропатией седалищного нерва в результате перелома вертлужной впадины, возникает в 26–31 % проценте случаев [76, 50].

Тотальное эндопротезирование тазобедренного сустава является операцией выбора для таких пациентов, поскольку наиболее экономически и клинически эффективно.

1.4. Особенности посттравматического коксартроза

При лечении пациентов с последствиями переломов вертлужной впадины высока вероятность развития порочной консолидации отломков, что приводит к нарушению анатомических взаимоотношений в суставе[147,149].

В клинической практике в определение посттравматического коксартроза включают пациентов как с незначительными деформациями вертлужной впадины, так и пациентов с ложными суставами и консолидированными переломами в порочном положении костей, образующих вертлужную впадину, с предшествующей хирургической операцией в анамнезе или без нее [124].

Современные исследования показали, что в большом количестве случаев после перенесенной травмы ацетабулярной области прогрессирует посттравматический артроз тазобедренного сустава, причем независимо от того, была ли восстановлена анатомия сустава или нет [124].

Но несмотря на широкое распространение эндопротезирования тазобедренного сустава у пациентов с переломами вертлужной впадины в анамнезе, клинические результаты лечения посттравматического коксартроза хуже, чем при лечении идиопатического коксартроза [103, 20, 135, 151].

При развитии посттравматического коксартроза выбор оперативного лечения ограничен артродезированием и эндопротезированием тазобедренного тазобедренного сустава. Артродез сустава y данных пациентов послеоперационном периоде приводит к нарушению позвоночно-тазовых отношений, механических осей нижних конечностей, что способствует развитию гонартроза и крузартроза, значительному нарушению походки, тем С учетом вышесказанного снижая качество жизни. наиболее предпочтительным способом хирургического лечения является тотальное эндопротезирование тазобедренного сустава [20]. Основной проблемой является обеспечение стабильной фиксации вертлужного компонента в условиях несращения перелома [135], которая, как правило, достигается путем использования укрепляющих конструкций [9].

Эндопротезирование тазобедренного сустава пациентов \mathbf{c} последствиями травм вертлужной впадины сопряжено с целым комплексом сложностей: дефектами костной ткани вертлужной впадины, не позволяющими достичь прочной первичной фиксации стандартных вертлужных компонентов, анатомических взаимоотношений нарушением суставе, наличием выраженного мягкотканного рубцового процесса, наличием металлоконструкций, повышенным риском развития инфекции, связанной с многочисленными хирургическими вмешательствами, асептическим некрозом головки бедренной кости, который ограничивает возможности костной аутопластики [56, 34,81, 85].

Все больше современные авторы указывают на то, что развитие патологических изменений в тазобедренном суставе в посттравматическом

периоде носит полиэтиологичный характер. Так, Z. Morrison et al. предположили, что развитие артроза может быть не только результатом неконгруэнтности суставных поверхностей, но и быть обусловлено контузионным повреждением суставного хряща в момент травмы [148].

Предшествующие многократные и объемные операции приводят к выраженному мягкотканному рубцовому процессу в проекции доступа и в области параартикулярных тканей, что увеличивает время оперативного снижает реабилитационный потенциал, вмешательства, повышает септических осложнений [114].Наличие металлоконструкций также ограничивает варианты использования имплантатов, увеличивает риск развития параимплантной инфекции, при необходимости удаления металлоконструкций увеличивается тяжесть интраоперационного травматического воздействия [103, 113,114]. Вследствие выраженного изменения анатомических осложнений у пациентов с посттравматическим коксартрозом определяется сформированный порочный мышечный стереотип ходьбы, что снижает реабилитационный потенциал.

По литературным источникам сравнивали результаты эндопротезирования у пациентов, которым по поводу перелома проводилось консервативное или оперативное лечение [38, 119]. В двух исследованиях сравнивали результаты лечения пациентов с дефектами вертлужной впадины различной формы и объема [37]. При сравнительном анализе результатов лечения пациентов, которым проводилось тотальное эндопротезирование тазобедренного сустава по поводу посттравматического и идиопатического коксартроза, в четырех исследованиях было выявлено, что оперативное последствий вмешательство случае травмы вертлужной впадины представляет более сложную задачу для хирурга, так как статистически оперативного значимо увеличивается время вмешательства объем

кровопотери (в среднем на 360 мл), также увеличивается и количество послеоперационных осложнений [65, 37, 84, 93, 107, 117, 117148, 93].

1.5. Классификации посттравматических дефектов вертлужной впадины

С увеличением числа оперативных лечений в объеме тотального эндопротезирования тазобедренного сустава и накоплением мирового клинического опыта выросла потребность в создании классификаций потери костной ткани в области вертлужной впадины.

предложено мировой и отечественной литературе множество различных схем классификации для описания степени периацетабулярной костной выполнении первичного потери ткани при И ревизионного эндопротезирования тазобедренного сустава [40],a также существует классификация, известная как система Американской академии хирурговортопедов (AAOS), Saleh [77], Gustilo и Pasternak (таблица 2) [89], Gross et al. [88]

Для описания дефектов и нарушения геометрии вертлужной впадины существуют различные классификации, однако они основаны на визуальной интерпретации анатомических ориентиров, поэтому не обладают высокой надежностью и приводят к трудностям воспроизведения между хирургами [45,96]. Классификация AAOS способна всего лишь в незначительной степени определить тактику замещения дефекта и технику имплантации вертлужного компонента. Вследствие того, что она является количественной, осложняется оценка результатов применения разных хирургических решений в аналогичных по степени тяжести случаях [45]. При проверке такого параметра, как воспроизводимость классификации, Campbell et al. получили данные о низком k-коэффициенте: только 0,57 в исследовании разработчиков и только 0,16 при проведении экспертной оценки [125]. Предоперационная оценка костных

дефектов вертлужной впадины чаще всего производится по наиболее известным классификациям: W.G. Paprosky, AAOS, K.J. Saleh и A.E. Gross [131, 89, 142,].

Таблица 2 – Классификация костных дефектов вертлужной впадины Gustilo и Pasternak [89]

Тип	Описание
Ι	Рентгенопрозрачные линии вокруг вертлужного компонента,
	минимальная потеря кости
II	Серьезное расширение вертлужной впадины, отмечается истончение
	стенок вертлужной впадины
III	Передняя, верхняя и/или центральная потеря кости, вызывающая
	нестабильность имплантата
IV	Разрушение вертлужной впадины с переломом или тяжелой потерей
	костной ткани

Классификация Paprosky, опубликованная в 1994 г. в журнале The Jurnal of Atrhroplasty, дает описание постимплантационного дефекта и помогает хирургу с выбором способа замещения дефекта и типа вертлужного компонента. Принципом является определение наличия или отсутствия опорных структур вертлужной впадины, медиальной стенки (дна), передней и задней колонн.

Главным достоинством данной классификации является то, что для проведения оценки рентгенограммы в переднезаднем направлении требуются только рентгенограммы таза в прямой проекции. Как правило, дефекты вертлужной впадины I типа имеют минимальную деформацию, отсутствие миграции центра ротации и отсутствие остеолиза седалищной кости, контакт с костью более 90 %. Дефекты II типа имеют различную степень потери костной массы. В таких случаях могут потребоваться аугменты, костная пластика или и то, и другое, но зачастую нативной костной ткани достаточно для создания реss-fit-фиксации с опорой на сохранные края вертлужной впадины. Дефекты III типа имеют умеренную миграцию центра ротации, признаки остеолиза

седалищной кости, более высокую степень потери костной ткани и включают в себя нестабильность тазового кольца. У этих пациентов используются аугменты или большие структурные костные трансплантаты, однако развитие современной травматологии-ортопедии позволяет использовать индивидуальные имплантаты, изготовленные помощью аддитивных технологий. Эта классификация оценивает конкретные костные структуры и их опороспособность для установки вертлужного компонента или аугмента, в то же время она не включает в себя описание объемной потери костной массы, которая является основой нескольких других систем [88]. В мировой известно множество попыток проверить воспроизводимость, надежность и достоверность классификации Paprosky из-за ее широкой распространенности и относительной простоты применения. Одним из наиболее ранних исследований является публикация J. Jerosch (1996), в которой оценка предоперационных рентгенограмм проводилась шестью респондентами с различным клиническим опытом и квалификацией. В результате точность верификации дефектов составила только 25 %, выявлена ее прямая зависимость тяжести дефекта и квалификации респондента. В степени оригинальной работе W.G. Paprosky также отмечает снижение достоверности оценки дефекта в зависимости от его тяжести (100 % респондентов правильно определили дефект I типа, а дефекты III типа – 95 %). В большинстве исследований, посвящённых оценке данной классификации, приводятся противоречивые сведения о воспроизводимости – коэффициент к показывает разброс от 0,14, до 0,75. Основными причинами таких результатов является то, что для характеристики дефекта используются плоскостные рентгенограммы в прямой проекции, не во всех случаях соответствующие клинической картине, а также степень владения респондентами данной классификацией. Еще одним фактором, снижающим надежность классификации Paprosky, становится тот момент, что по предоперационным рентгенограммам невозможно оценить

ятрогенный дефект вертлужной впадины при ревизионном вмешательстве. Как и классификация Paprosky, классификация Saleh (таблица 3) [40], используется для планирования ревизионного эндопротезирования, однако она направлена на оценку оставшейся костной ткани вертлужной впадины после удаления имплантата. Авторы выявляют конкретные недостатки, которые создают проблемы при ревизионной хирургии, не предлагая вариантов реконструкции.

Таблица 3 – Классификация Saleh [67]

Дефекты	Описание		
1-й тип	Без значительной потери костной массы		
2-й тип	Дефекты с неповрежденными стенками вертлужной впадины		
3-й тип	Дефекты с менее чем 50 % сегментарной потерей вертлужной		
	впадины классифицируются как тип		
4-й тип	Дефекты с более чем 50 % сегментарной потерей		
	классифицируются как тип I		
5-й тип	Разрыв тазового кольца		

Однако 2 исследования, в которых оценивалась надежность наиболее часто используемой классификации Saleh и Gross, дали противоречивые результаты. Исследование, проведенное разработчиками системы (Saleh et al.), показало хорошую достоверность [67], в то время как другие исследователи, не являющиеся создателями данной классификации, сообщили о более низкой (умеренной) достоверности [86]. Из-за этого несоответствия необходимы дополнительные исследования для дальнейшего определения надежности классификации Saleh. Классификация J.A. D'Antonio, системы усовершенствованная Американской ассоциацией хирургов-ортопедов (AAOS), наряду с классификациями W.G. Paprosky и Saleh, является одной из наиболее часто используемых, она основана на разделении дефектов на 5 типов, из которых выделяют сегментарные, полостные (кавитарные), комбинированные, а также дефекты с разобщением тазового кольца и анкилоз тазобедренного сустава [125]. Отличительной особенностью классификации AAOS (рисунок 3)

[17, 125] является то, что ее можно использовать в случаях и первичного, и ревизионного эндопротезирования.

Разделение на ТИПЫ И подтипы необходимо не только ДЛЯ качественной характеристики пространственной И дефекта, НО ДЛЯ определения типа реконструкции, необходимой для получения стабильной фиксации вертлужного компонента.

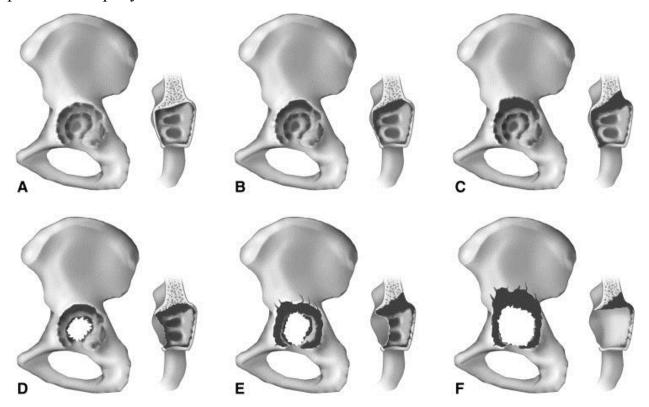


Рисунок 3 — Классификация AAOS: A — тип I; B — тип IIA; С — тип IIB; D — тип II; E — тип IIIA; F — тип IIIB [31]

Engh и Glassman [60] разработали упрощенную версию классификация AAOS. Система подразумевает оценку дефекта как легкого, умеренного или тяжелого типа, для каждой категории определяется отдельное описание дефекта и степень сохранности стенок вертлужной впадины. Основным принципом данной классификации является определение сохранности опороспособной кости для выбора типа фиксации вертлужного компонента.

Классификация костных дефектов вертлужной впадины DGOT (German Society of Orthopedics and Traumatology), опубликованная в 1997 г.,

распределяет дефекты вертлужной впадины по семи типам (Приложение 1). В первом, втором и третьем типах описываются односегментарные дефекты вертлужной впадины. Первый тип включает в себя простые ятрогенные дефекты, возникающие после удаления расшатанного вертлужного компонента, структуры Второй котором опорные остаются интактными. подразумевает сегментарный дефект дна впадины, который обычно развивается в результате центральной протрузии имплантата. К третьему типу относятся дефекты надацетабулярного массива вертлужной впадины в зоне основной нагрузки, остальная часть впадины во втором и третьем типах остаются сохранными. В четвертом типе сегментарный дефект кости расположен либо по переднему, либо по заднему краю вертлужной впадины. В пятом, шестом и седьмом типах описаны дефекты двух и более сегментов. Пятый тип представляет собой относительно распространенный дефект кости верхнего края и дна вертлужной впадины, возникающий после краниомедиальной миграции нестабильного ацетабулярного компонента. К шестому типу относится сочетанный дефект кости, в котором в дополнение к предыдущему обнаруживается дефект переднего или заднего края. Полная нестабильность тазового кольца относится к седьмому типу[60].

Классификация DGOT во многом повторяет систему AAOS, но, к сожалению, в ней, как и в предыдущей классификации, плохо детализирована величина дефекта. Определение типа осуществляется после соответствующей локализации ведущих дефектов. Во всех типах дефектов, могут присутствовать простые полости и дефекты кости <50 % других сегментов вертлужной впадины. Таким образом, окончательная оценка в соответствии с этой классификацией возможна только во время операции после удаления вертлужного компонента. Данная система оценки описывает степень тяжести, но из-за отсутствия указания на объем основного дефекта также является не достаточно объективной. Все приведенные выше классификации описывают

дефекты вертлужной впадины без уточнения локализации дефекта и объемов потерь костной ткани.

В 2011 г. Р.М. Тихилов с соавт. предложили свою классификацию, описывающую дефекты вертлужной впадины по их расположению. Дефекты разделены на 3 большие группы: первая – последствия переломов дна небольшим вертлужной впадины cсмещением ОТЛОМКОВ ИЛИ после остеосинтеза задних отделов; вторая – посттравматические дефекты в области задней стенки и/или крыши вертлужной впадины различной протяженности вследствие переломов задних отделов вертлужной впадины; третья – с полным нарушением анатомии вертлужной впадины в результате дефекта задней стенки, крыши, а также в результате сращения костных фрагментов в порочном положении [31].

На основе классификации Р.М. Тихилова с соавт. в 2021 г. А.В. Цыбин с соавт. предложили классификацию ASPID, которая основана на трёх критериях оценки — локализации деформации, степени смещения и целостности тазового кольца. При использовании классификации ASPID определяется локализация деформации: передней (А), верхней (S), задней (Р) и внутренней (I) стенок, затем определяется смещение в диапазонах от 0–5 мм (0 степень смещения), 6–15 мм (1-я степень смещения), более 15 мм (2-я степень смещения) и оценивается целостность тазового кольца со стороны вовлеченной вертлужной впадины — D0 (сохранение целостности тазового кольца) и D1 (нарушение целостности тазового кольца). При наличии металлоконструкции в области одной из стенок ставится пометка Н (от английского hardware) [23].

А.В. Цыбин, В.В. Любчак, В.С. Сивков описали 117 компьютерных томограмм пациентов, которым в НМИЦ ТО им. Р.Р. Вредена было выполнено первичное эндопротезирование тазобедренного сустава по поводу посттравматического коксартроза с наличием посттравматических деформаций вертлужной впадины. На основании разработанной классификации ASPID был

произведен анализ распределения значений (мм) отдельно для каждой стенки вертлужной впадины. Представленные комбинации смещений указывают на отсутствие среди 117 случаев изолированного смещения передней стенки, изолированное смещение верхней стенки встречалось в двух случаях, задней стенки — в одном случае, изолированное смещение медиальной стенки не встречалось. Нарушение целостности тазового кольца выявлено в девяти случаях. Анализ 117 случаев деформаций стенок вертлужной впадины (241 смещение) указал на превалирование смещений верхней стенки вертлужной впадины (36 %), смещение всех стенок вертлужной впадины встречалось в 1 % случаев, а наиболее часто встречающееся смещение каждой стенки — смещение I степени (6–15 мм) [23].

Д.В. Мартыненко с соавт. предложили способ описания деформаций вертлужной двухмерным рентгенограммам, впадины ПО плоскостным основанный на определении вертлужного квадрата — места стандартного расположения в вертлужной впадине сферичной головки бедренной кости или полусферичного вертлужного компонента. Метод заключается в определении верхушки «фигуры слезы», наиболее латеральных точек терминальной линии таза и крыши вертлужной впадины, верхней точки полости вертлужной впадины, медиальной и нижней точек вертлужного заполнения и построении сторон вертлужного квадрата — медиальной, нижней, латеральной и верхней ограничивающих линий. Соединение верхушки «фигуры слезы» и латеральной терминальной ЛИНИИ таза формировало медиальную сторону вертлужного квадрата, перпендикуляр к ней, проведенный через верхушку «фигуры слезы», – его нижнюю сторону. Латеральная сторона проводилась либо через точку пересечения восходящей диагональной линии — биссектрисы из верхушки «фигуры слезы» с контуром крыши вертлужной впадины, либо являлась частью проекции наиболее латеральной точки крыши вертлужной нижнюю сторону квадрата. Верхняя сторона впадины на являлась

перпендикуляром, соединяющим точку пересечения восходящей диагональной и латеральной ограничивающей линий с медальной стороной вертлужного квадрата. Область деформированной вертлужной полости за пределами вертлужного квадрата оценивалась как дефект вертлужной впадины. Недостатками метода является его поливариативность – авторами предложено 25 вариантов деформаций вертлужной впадины, что затрудняет повседневное клиническое использование данного метода. Кроме того, оценка проводится рентгенограммам, только ПО плоскостным двухмерным что снижает диагностическую ценность метода. Также существующие схемы классификации в основном носят описательный характер, поэтому попрежнему существуют трудности на этапе предоперационной подготовки, в частности в выборе имплантатов и прогнозировании объема потери костной ткани [46].

При анализе литературы установлено, что на сегодняшний день самой классификацией остается классификация часто используемой которая, несмотря на свои ограничения, имеет много преимуществ, включая ее широкое распространение, простоту использования, доступность рутинных периоперационных рентгенограмм, также разумную надежность валидность. А с учетом того, что классификация может быть использована для прогнозирования потребностей в имплантатах, эта система используется все чаще в исследованиях, чтобы сообщить о среднесрочных и долгосрочных результатах эндопротезирования тазобедренного сустава дефектами вертлужной впадины. То есть, несмотря на недостатки, классификация Paprosky - один из лучших доступных вариантов, помогающих хирургам предвидеть и планировать результаты во время ревизионной операции.

Таким образом, для более четкого понимания и описания периацетабулярных потерь костной ткани необходим тщательный подход при

описании дефектов на этапе предоперационного планирования и при выборе типа вертлужного компонента.

1.6. Особенности предоперационного планирования первичного эндопротезирования тазобедренного сустава

1.6.1. Плоскостное планирование

Эндопротезирование тазобедренного сустава не представляется возможным без планирования, в ходе которого хирург подбирает наиболее подходящую геометрию эндопротеза, в частности тип бедренного и ацетабулярного компонентов и способ фиксации [61,166].

Важно отметить, что увеличение по рентгенограммам не стандартизировано, поэтому мы не можем с уверенностью говорить о реальном проценте увеличения изображения на традиционном рентгеновском аппарате, что является значительной проблемой при планировании операции. При проведении предоперационного планирования часто не существует алгоритма выбора типа имплантата в зависимости от возраста пациента, его физической активности и анатомических особенностей.

В настоящее время внедряются на рынки медицинского оборудования цифровые рентгенологические аппараты, которые позволяют выполнять рентгенографию с меньшей лучевой нагрузкой и сохранять результаты обследования в файлах формата JPEG, TIFF, BMP, PNG [132, 29], что дает возможность хирургу провести анализ планирования и полученного результата в послеоперационном периоде.

Использование шаблонов (так называемое «шаблонирование») — процедура предоперационного планирования, повышающая эффективность хирургического лечения и снижающая послеоперационные осложнения эндопротезирования тазобедренного сустава. Предоперационное планирование

на основе шаблонов позволяет более точно спрогнозировать подходящий размер имплантата [64, 143, 146].

Одной из последних и самой распространенной процедурой предоперационного планирования тотального эндопротезирования тазобедренного сустава стало цифровое предоперационное использование шаблона [49,87,94, 128,].

Более того, предоперационное планирование может быть эффективно не только для прогнозирования положения имплантата, но и для восстановления центра ротации и выравнивания длины конечностей [143]. Это поможет восстановить длину конечности у пациента, а также избежать некорректной установки имплантата, что может привести к ранней нестабильности ацетабулярного компонента [53]. Например, выбор бедренного компонента меньшего размера может привести к установке компонента в варусное положение, что может вызвать различные послеоперационные осложнения и раннее ревизионное вмешательство [127]. В исследованиях наглядно описаны шаблонов, преимущества использования такие как увеличение удовлетворительных результатов и выживаемости имплантата, сокращение времени операции, предотвращение потерь костной ткани вследствие излишней выработки дна вертлужной впадины и перипротезных переломов, а также раннее исключение нестандартных компонентов имплантатов [80]. Ранее предоперационное планирование выполнялось путем рисования на прозрачных пленках имплантатов с соответствующим увеличением предоставленных производителем протезов [78]. При данном виде планирования использовали предоперационные рентгенограммы на бумажной основе и прозрачные пленки, выстроенные в нужной ориентации для определения соответствующего размера имплантата [78].

Наибольшие отклонения в результатах планирования отмечены у пациентов с избыточной массой тела и с выраженными контрактурами в

тазобедренных суставах. У больных с ожирением в основном ошибки в определении размеров и положения имплантатов обусловлены неправильным масштабированием снимков. Коллиматор невозможно расположить на уровне большого вертела в связи с тем, что он не попадет в кадр. Его фиксация в области трудно пальпируемой передней верхней подвздошной кости не обеспечивает корректной оценки. У пациентов с выраженными контрактурами суставов в ряде случаев не получалось выполнить качественные снимки с необходимым положением таза и ротацией бедренных костей. Это, в свою очередь, приводило при планировании к ошибкам в определении размеров бедренного компонента эндопротеза, офсета и длины конечности [143].

Одним из последних и самых распространенных способов предоперационного планирования первичного тотального эндопротезирования тазобедренного сустава стало цифровое плоскостное планирование [48, 94, 129,].

1.6.2. Предоперационное планирование с использованием цифровых методов

Развитие цифровых методов получения изображений и их просмотра открыло новую эру предоперационного планирования, основанного на рентгенографии и программном обеспечении, заменяющего предыдущую практику [146]. Это усовершенствование повысило точность прогнозирования размера имплантата, положения, восстановления центра вращения и восстановления длины конечности [49, 53, 70]. Было отмечено, что предоперационное планирование увеличило успешность прогнозирования размера имплантата при тотальном эндопротезировании тазобедренного сустава почти до 98 % [68].

В настоящее время существует 3 варианта предоперационного планирования: на цифровых изображениях, 2D-шаблонирование на цифровых изображениях и цифровой 3D-шаблон [68, 72].

Необходимо отметить, что предоперационное цифровое планирование включает в себя не только оценку размеров компонентов, но и их положение, измерение офсета, а также различных расстояний между элементами костей, чтобы в последующем использовать полученные данные в ходе операции. По данным С.С. Торопова с соавт., стандартная рентгенография имеет низкую диагностическую ценность для оценки состояния костной ткани у пациентов, которым требуется вмешательство по поводу парапротезной инфекции [32]. опубликованные Б.П. Результаты исследования, Буряченко Д.И. Варфоломеевым в 2021 г., также показывают, что в сложных случаях первичного протезирования обычных снимков может быть недостаточно для качественного предоперационного планирования [7].

Внедрение цифрового предоперационного планирования при тотальном эндопротезировании тазобедренного сустава улучшило клинические прогнозирования фактических технические результаты размеров ортопедических имплантатов [7], что привело к меньшему количеству послеоперационных осложнений, меньшему времени операции и меньшим финансовым затратам [7, 43, 127]. В настоящее время на рынке представлено множество подходов к созданию шаблонов и программного обеспечения с разной точностью. Хотя в последних исследованиях сообщается, программное обеспечение на основе трехмерной компьютерной томографии имеет лучшую точность прогнозирования, чем двумерные цифровые шаблоны, более высокое радиационное воздействие остается критическим недостатком Wedemeyer [72].Исследование [79]40 пациентов c тотальным эндопротезированием тазобедренного сустава, в котором также использовалось программное обеспечение mediCAD®, показало точность 40,0/77,5/92,5 % для

размера чашки ($\pm 0/\pm 1/\pm 2$) и 37,5/95,0/100,0 % — для размера ножки ($\pm 0/\pm 1/\pm 2$) [72]. Также Шиффнер с соавт. показали точность (± 1) 83,60 % и 80,17 % для планирования размера ножки и чашки соответственно [97]. Это указывает на то, что программное обеспечение само по себе может предоставить приемлемое средство для хирурга, если оно используется соответствующим образом, при стремлении к более высокой точности 3D-программы показывают многообещающие результаты [97,153, 154].

Однако это занимает в несколько раз больше времени, чем традиционное плоскостное 2D-шаблонирование. Внедрение программного обеспечения на основе искусственного интеллекта помогло преодолеть этот недостаток [153, 155].

В настоящее время в клинической практике появляются цифровые рентгенологические установки, которые несут меньшую лучевую нагрузку и с помощью которых можно сохранять изображение в международном стандарте хранения медицинских изображений – DICOM.

Сегодня на рынке существует множество программных обеспечений, позволяющих осуществить предоперационное планирование тотального эндопротезирования суставов: Merge OrthoCaseTM компании Watson Health (http://www.merge.com), mediCAD компании mediCAD Hectec (https://www.hectec.de), Optinav компании OptiNav Sp. (https://optinav.pl) и др. [157].

Несмотря на ряд преимуществ, данные программные девайсы имеют некоторые недостатки и ограничения. Преимуществом компьютерного планирования является возможность применения рентгенограмм не только в формате DICOM. Единственное требование к рентгеновским снимкам — наличие метки с известным диаметром. Данные программные продукты можно использовать для предоперационного планирования эндопротезирования суставов только в случае сохранной анатомии сустава, отсутствия объемных дефектов и деформаций.

Исследование, проведенное в Центре травматологии и ортопедии ГВКГ им. Н.Н. Бурденко в 2018–2020 гг. установило, что совпадение размеров вертлужного компонента, предполагаемого на этапе планирования установленного в ходе хирургического лечения, а также с учетом в отклонении в пределах ±1 размер, получено у 93 % пациентов. Различия обусловлены анатомическими особенностями вертлужной впадины в виде несовпадения переднезаднего и верхненижнего размеров впадины, а также значительными разрушениями и деформациями впадины. Основными требованиями к снимкам была соосность, линии симфиза и середины крестца, наклон таза в сагиттальной плоскости должен быть нейтральным, бедренная кость должна быть ротирована кнутри на 10-20°. В данном исследовании у 27,2 % пациентов рентгенограммы не соответствовали вышеуказанным требованиям. Причинами этого были стойкие контрактуры пораженных суставов, физиологических изгибов позвоночника и, соответственно, наклона таза в сагиттальной плоскости, не позволившие выполнить исследование необходимой укладке [7].

В исследовании Eggli et al. [83] говорится, что предоперационное планирование было плохо воспроизводимым, в частности, это касается бесцементного вертлужного компонента. Debarge указывает, что только в 37 % случаев запланированный вертлужный компонент на предоперационном этапе полностью совпал с установленным, что является относительно низким, но может быть объяснено некорректным рентгенологическим исследованием или возможными дефектами оперативного лечения хирургом [73].

1.6.3. Планирование на основе компьютерной томографии

Компьютерная томография (КТ) может быть использована как наиболее подходящий и качественный инструмент для анализа дефектов вертлужной впадины. Используя трупный материал, несколько исследовательских групп

смогли продемонстрировать, что КТ способна достоверно выявлять остеолиз и надежно отражать размеры перипротезных дефектов. В зависимости от метода анализа и используемого режима, уменьшения артефактов, описана 74—98 % чувствительность КТ-изображений для обнаружения как больших, так и малых дефектов [71, 115,133].

Надежность возрастает при использовании 3D-КТ вместо 2Dрентгенограмм, но по-прежнему сохраняется субъективная интерпретация данных [106, 133].

Новые методы визуализации на основе формирования объемной модели таза позволяют получить представление о состоянии отдельных костных структур, но объективный и количественный метод оценки дефектов костей понедоступен. Предоперационное планирование оперативного вмешательства предполагает точное понимание хирургом всех особенностей дефекта костной ткани для выработки оптимального решения, выбора необходимых имплантатов и технологий замещения дефекта, а также специальных инструментов или изготовления индивидуальных конструкций. Однако, несмотря на широкое использование данной методики, результаты лечения посттравматического коксартроза хуже, чем при лечении идиопатического коксартроза [25].

Трехмерный (3D) анализ изображений на основе КТ или МРТ потенциально может предоставить желаемую информацию, но их применение у пациентов с металлическими имплантатами до сих пор было ограничено наличием артефактов. Недавно внедрены новые методы визуализации, которые способны уменьшить влияние артефактов на сканирование и улучшить качество изображения [117], объем дефекта вертлужной впадины может быть измерен в см³ (мл), что позволяет определить размер аугментов вертлужной впадины или количество костного трансплантата, необходимого для реконструкции. Кроме того, потеря костной массы вертлужной впадины,

которая оценена в количественном выражении (в мм или %), помогает определить опороспособность костной ткани вертлужной впадины, интактность передней и задней колонн [69], также может быть предоставлен анализ общей толщины кости и кортикальной толщины. Новые программные обеспечения не более только предоставляют возможность детально предвидеть интраоперационную реальность, делают возможной разработку НО И моноблочных вертлужных имплантатов с учетом специфики дефекта в случае, если оставшаяся костная ткань не является опороспособной для установки стандартного имплантата.

Трудности, которые возникают в процессе предоперационного планирования, заключаются в том, что не все стандартные рентгенограммы имеют одинаковый процент увеличения. Даже при очень детальном планировании довольно часто остается погрешность в расчетах и размерах компонентов эндопротезов. Данный метод может быть применим только при обычном первичном эндопротезировании, без больших костных дефектов и деформаций в области сустава.

1.6.4. Компьютер-ассоциированная хирургия в эндопротезировании тазобедренного сустава

В настоящее время технологии улучшили предоперационное планирование И хирургические процедуры, предоставляя визуальную, навигационную и механическую компьютеризированную помощь. Область компьютерной хирургии (CAS) в широком смысле относится к хирургическому CAS интерфейсу между хирургом И компьютером. ЭТО активная исследовательская дисциплина, которая объединяет практикующих ортопедов с традиционными техническими дисциплинами, такими как инженерия, информатика и робототехника. CAS в широком смысле относится к хирургическим методам, использующим как хирургов, так и машины, обеспечивает большую точность и контроль при выполнении хирургического лечения, чем это было обеспечено ранее традиционными методами [111, 141].

Изначально CAS разработана для локализации опухолей головного мозга на основе трехмерной системы координат. С момента создания CAS расширила функций И применений, включив В себя множество хирургических специальностей, что привело к появлению компьютерной ортопедической хирургии (CAOS) [44]. Успех CAS частично объясняется относительной простотой и точностью оценки костных структур и мягких тканей c использованием таких диагностических технологий, как КТ MPT. рентгенография, Используя рентгеноскопия, И рентгеновские лучи, КТ, MPT, ультразвук или рентгеноскопию, CAS может позволить хирургам более точно визуализировать анатомию пациента на мониторе [104, 139].

Области применения CAS и CAOS обширны, как и их перспективы: эти технологии потенциально могут быть использованы в качестве исследовательских или обучающих инструментов в обычной клинической практике и проложить путь к менее или минимально-инвазивным хирургическим методам.

Технологии CAOS для эндопротезирования тазобедренного сустава варьируются от хирургических роботов и хирургических навигационных устройств до шаблонов для конкретных пациентов и типов инструментов, которые позволяют проводить быстрые, эффективные и безопасные операции. Компьютерная помощь при эндопротезировании особенно полезна для обеспечения позиционирования Улучшая правильного имплантатов. визуализацию и хирургическую точность, САЅ может помочь расположить имплантаты в соответствии с уникальной анатомией пациента. Правильное функциональность расположение имплантатов улучшает эндопротезов тазобедренного сустава, а также уменьшает риск раннего асептического

эндопротеза [136]. В частности, основной расшатывания компонентов проблемой позиционирования имплантатов при эндопротезировании тазобедренного сустава является неправильное расположение вертлужного компонента, что может привести к избыточной нагрузке, уменьшению объема движений и увеличению риска вывиха эндопротеза [5, 19, 22,98, 100]. Однако при использовании компьютерных технологий при имплантации вертлужного компонента протеза снижается риск неправильного позиционирования. Как было доказано, такие технологии являются воспроизводимой, точной и лучшей альтернативой традиционным методам ревизионных операций по замене вертлужного компонента [141]. CAOS позволяет хирургу лучше выполнять оперативное лечение, обеспечивая виртуальную обратную связь на протяжении всей операции, а также дает лучшую визуализацию анатомических структур пациента, что особенно полезно при минимально-инвазивной артропластике тазобедренного сустава. Мини-инвазивные подходы ПО своей природе ограничивают визуализацию операционного поля, и, таким образом, их использование в артропластике тазобедренного сустава требует компьютерной навигации для облегчения позиционирования компонентов. Мнения насчет малоинвазивных хирургических доступов противоречивы, но исследования показали, что их использование вместе с CAOS не ставит под угрозу точность позиционирования компонентов, и они позволяют значительно повысить точность позиционирования имплантатов в хирургии тазобедренного сустава [44, 158].

Компьютерная навигация также полезна для достижения коррекции длины конечности во время операции, что является важным аспектом в хирургии тазобедренного сустава и влияет на функциональный результат после операции [101]. Было показано, что разница длины конечностей приводит к скованности, боли и раннему асептическому расшатыванию имплантатов в дополнение к тому, что оно является основной причиной неудовлетворенности

исходом хирургической операции после эндопротезирования пациентов тазобедренного сустава [101, 140]. Шаблоны для конкретного пациента и инструменты – это еще одна форма CAOS, которая является менее ресурсоемкой альтернативой более дорогостоящим, трудоемким ограничивающим пространство роботизированным и навигационным системам CAOS. Индивидуальный шаблон, как и навигация, может использоваться для трехмерного предоперационного планирования и прецизионной хирургии [139]. Индивидуальные шаблоны содержат базовый компонент, который помещается на поверхность кости перед операцией, и направляющий компонент, который запланированного операции используется ДЛЯ достижения до Компьютерная ортопедическая хирургия произвела революцию в современной хирургии, но ее применение не является ни универсальным, ни совершенным. Существуют не только достоинства в использовании CAS, но и недостатки: стоимость приобретения системы CAS, время, необходимое использования с точки зрения подготовки и интраоперационного применения, и сомнительная точность ЭТИХ технологий [156]. Многие технологии, используемые в CAOS, все еще находятся на ранних стадиях клинического применения, необходимы дополнительные клинические исследования для дальнейшей оценки их непосредственной и долгосрочной эффективности и безопасности [156].

Однако широкий спектр преимуществ, предоставляемых CAS, обеспечивает его постоянное развитие и расширение. CAS предлагает хирургам лучшую визуализацию, обеспечивая большие диагностические возможности, что повышает эффективность, безопасность и экономичность существующих клинических процедур. Наиболее заметным недостатком CAS являются высокие как капитальные затраты, так и текущие расходы. Кроме того, требуется подготовка специализированного персонала (что также может быть дорогостоящим), так как обучение все еще находится в стадии разработки и

пока не является легко доступным. В последние годы компьютерные технологии все чаще внедряются в хирургические процедуры. Потенциальные преимущества CAS включают повышение точности хирургических вмешательств, более точное планирование и моделирование, а также снижение радиационного облучения как для пациента, так и для хирурга. Тотальное эндопротезирование тазобедренного сустава у пациентов с посттравматическим коксартрозом является особой категорией хирургических вмешательств и относится к случаям сложного эндопротезирования, сопровождается большей кровопотерей, длительностью оперативного вмешательства и большим процентом осложнений, чем при проведении рутинного эндопротезирования. Одним из необходимых условий при оперативном вмешательстве является воссоздание анатомических взаимоотношений в тазобедренном суставе, таких как центр ротации и бедренный офсет.

При наличии дефектов вертлужной впадины любой локализации требуется их замещение костными трансплантатами или аугментами, для достижения стабильной фиксации могут использоваться и индивидуальные имплантаты.

Резюме. В ходе проведенного анализа литературы установлено, что на сегодняшний день нет единого подхода к описанию посттравматического дефекта вертлужной впадины, способа предоперационного планирования и тактике хирургического лечения пациентов с посттравматическими дефектами вертлужной впадины, а также единого мнения о влиянии восстановления центра ротации на клинический результат у данной группы пациентов.

ГЛАВА 2. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

2.1. Объект исследования

Объектом исследования являются пациенты с посттравматическими дефектами вертлужной впадины, которым проведено тотальное первичное эндопротезирование тазобедренного сустава в 2014–2022 гг. на клинической базе ФГБУ «ННИИТО им Я.Л. Цивьяна».

2.2. Гипотеза и дизайн исследования

С учетом поставленной цели и задач, сформированных из данных, представленных в обзоре литературы, и на основании имевшегося в клинике опыта лечения был сформирована следующая гипотеза: выбор оптимальной тактики замещения дефектов вертлужной впадины в ходе первичного эндопротезирования тазобедренного сустава и восстановление биомеханических параметров тазобедренного сустава, таких как центр ротации и бедренный офсет, наиболее близких к их анатомическому положению, позволяет улучшить функциональный результат лечения и снизить количество осложнений, связанных непосредственно с методом оперативного лечения.

Для подтверждения данной гипотезы пациенты были разделены на 2 группы зависимости способа предоперационного планирования Необходимый реконструкции вертлужной впадины. размер выборки (количество пациентов) рассчитан по первичной точке – вертикальному смещению центра ротации после вмешательства. Предполагается меньшее смещение центра ротации после вмешательства у пациентов в проспективной группе исследования, чем в ретроспективной группе сравнения. На основе данной гипотезы сформирован дизайн исследования.

Исследование было спланировано как проспективное, с историческим контролем, нерандомизированное, открытое, сравнительное, в параллельных

группах исследования применяли различные методы предоперационного планирования при первичном тотальном эндопротезировании тазобедренного сустава в сравнении (рисунок 4).

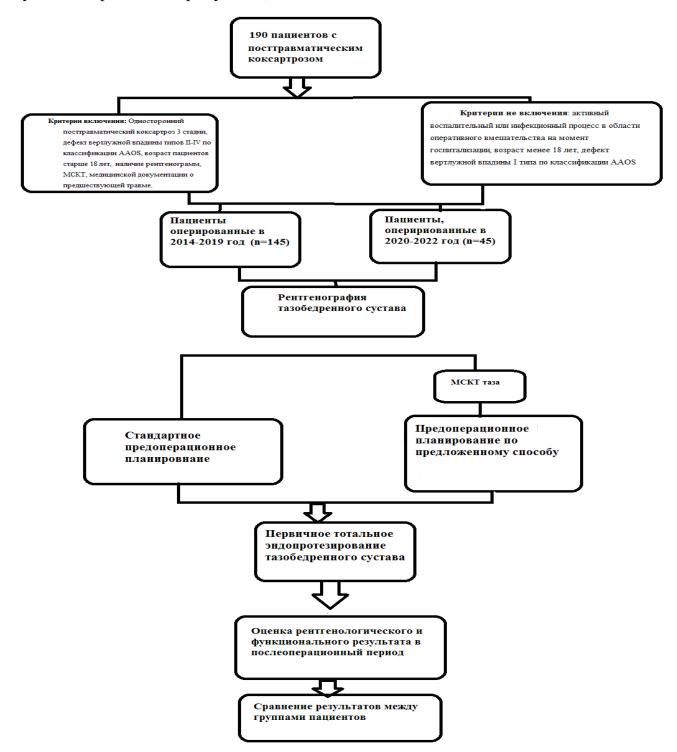


Рисунок 4 – Дизайн исследования

2.3. Общая характеристика клинического материала

В настоящей работе проанализированы результаты лечения 190 пациентов с последствиями травм вертлужной впадины. Все пациенты были разделены на группы по классификации AAOS. Данная классификация была выбрана на основании анализа мировой и отечественной литературы с 1991 по 2021 гг, посвященной классификациям и описательным системам дефектов вертлужной впадины. В ходе исследования было выявлено, что наиболее распространённой, валидной и универсальной классификацией при дефектах любой этиологии является классификация AAOS [39]. Всем пациентам в ФГБУ «НИИТО им. Я.Л. Цивьяна» Минздрава России в 2014–2022 гг. было проведено тотальное эндопротезирование тазобедренного сустава. Исследование носило ретроспективно-проспективный характер.

Критерии включения:

- 1. Односторонний посттравматический коксартроз 3-й стадии.
- 2. Дефект вертлужной впадины типов II–IV по классификации AAOS [31].
 - 3. Возраст пациентов старше 18 лет.
- 4. Наличие рентгенограмм, МСКТ, медицинской документации о предшествующей травме.

Критерии невключения:

- 1. Активный воспалительный или инфекционный процесс в области оперативного вмешательства на момент госпитализации.
 - 2. Возраст младше 18 лет.
 - 3. Дефект вертлужной впадины типа I по классификации AAOS.

Среди пациентов было 142 мужчины и 48 женщин, средний возраст на момент проведения тотального эндопротезирования составил 51,77 года \pm 13,3 мес. (Min - 24 года, Max - 79 лет , Me - 55 лет).

Средний срок, прошедший с момента травмы, составил 4,6 года \pm 4,8 мес. Анализ типа перелома проводили по представленной архивной медицинской документации и рентгенограммам по классификации AO/ASIF (Min - 6 мес., Max - 36 лет, Me - 3 года).

Пациенты были разделены на 2 группы. В первую группу были включены 45 пациентов, пролеченных в 2020–2022 гг., которым проводили планирование хирургическое лечение первичного тотального эндопротезирования тазобедренного сустава ПО предложенному оригинальному способу реконструкции вертлужной впадины. Во вторую группу (группу сравнения) были включены 145 пациентов, пролеченных в 2014–2019 гг., которым предоперационное планирование и выбор способа реконструкции вертлужной осуществляли стандартными методами, впадины плоскостных шаблонов, виртуальных программ-планировщиков.

В группе исследования максимальный возраст пациентов составил 84 года, минимальный — 31 год, медиана — 55 лет (квартили 44 и 62 соответственно). В группе сравнения максимальный возраст — 79 лет, минимальный — 24 года, медиана — 55 лет (квартили 42,25 и 61,75 соответственно; таблица 4).

Таблица 4 – Характеристика групп по половому, возрастному составу и сроку, прошедшему с момента травмы

Характеристика	Группа исследования	Группа сравнения
	(2020-2022 гг.), n = 45	(2014-2019 гг.), n = 145
Средний возраст, лет	$53,51 \pm 12,59$	$51,77 \pm 13,3$
Мужчин/женщин	34/11	112/32
Время после травмы до	$5,24 \pm 7,24$	$4,62 \pm 5,46$
эндопротезирования		
тазобедренного сустава		

Срок после травмы до проведения первичного тотального эндопротезирования тазобедренного сустава в группе исследования (n = 45) –

 $5,24 \pm 7,24$ года (минимум – 6 мес., максимум – 36 лет, медиана – 2 года). Время после предшествующей травмы в группе контроля (n = 145) – $4,62 \pm 5,46$ года (минимум – 8 мес., максимум – 35 лет, медиана – 2,5 года). Распределение по типу дефекта проводили по классификации AAOS (таблица 5, рисунки 5,6).

Таблица 5 – Распределение пациентов по типу дефекта по классификации AAOS

Тип дефекта по AAOS	Группа исследования	Группа сравнения
	(2020-2022 гг.), n = 45	(2014-2019 гг.), n = 145
IIA	38	20
IIB	57	11
IIC	1	0
IIIA	2	13
IIIB	3	1
IV	1	0

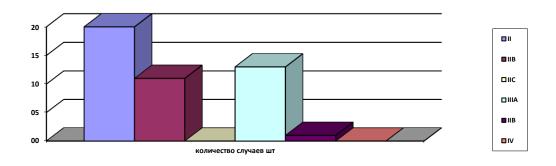


Рисунок 5 — Распределение пациентов по типу дефекта по классификации AAOS в группе исследования (n=45)

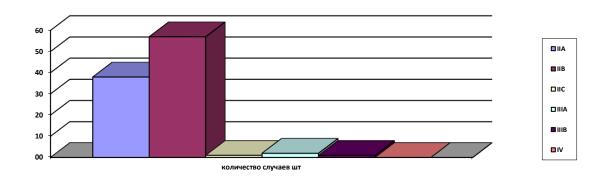


Рисунок 6 — Распределение пациентов по типу дефекта по классификации AAOS в группе сравнения (n = 145)

В группе исследования все пациенты были распределены по типу дефекта по предложенной схеме (приложение 2) в зависимости от объема дефекта вертлужной впадины (таблица 6, рисунок 7)

Таблица 6 - Распределение пациентов по объему дефекта вертлужной впадины (n=45)

Тип дефекта	Объем дефекта, %	Количество пациентов
I	0-25	10
II	26-40	20
III	41-60	13
IV	61-80	2
V	Более 80	0

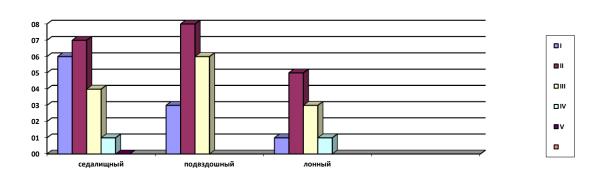


Рисунок 7 — Распределение пациентов в группе исследования по наиболее поврежденному сегменту вертлужной впадины

2.4. Общая характеристика пациентов, включенных в исследование

Для проведения исследования все потенциальные участники исследования проходили процедуру определения соответствия на критерии включения и невключения.

Критерии включения пациентов в исследование:

- Возраст старше 18 лет.
- Пациенты без тяжелой соматической патологии, ВИЧ и туберкулеза.
 - Тип дефекта по AAOS >1.
 - Интактный контралатральный сустав.

Критерия невключения пациентов в исследование:

- Возраст пациентов младше 18 лет.
- Пациенты с тяжелой соматической патологией и с наличием ВИЧ и туберкулеза.
 - Пациенты, отказавшиеся от участия в исследовании.
 - Перелом шейки бедра в анамнезе.
- Пациенты с измененным контралатеральным тазобедренным суставом (дефекты вертлужной впадины, деформирующий остеоартроз).

2.5. Характеристика методов, использованных в исследовании

2.5.1. Инструментальное и лабораторное обследование пациентов

Для точной постановки диагноза, а следовательно, для принятия решения о тактике лечения необходимо выполнение комплекса диагностических мероприятий.

Как правило, предоперационное обследование проводится амбулаторно в условиях поликлиники или диагностического центра по месту жительства, госпитализации в стационар не требуется. Перечень анализов и

инструментальных исследований при госпитализации в хирургический стационар не выходит за рамки стандартного объема обследований: общий и биохимический анализ крови, УЗИ вен нижних конечностей, УЗИ органов брюшной полости, ЭКГ, ФГДС. Результаты этих исследований в работе не сравнивались, поскольку не могут являться параметрами объективной оценки клинического или функционального состояния пациента. Однако в предоперационном периоде выполнение этих анализов и исследований необходимо с точки зрения оценки толерантности пациента к предстоящему оперативному лечению.

2.5.2. Клинические методы обследования

При осмотре обращают внимание на положение пациента, активное, пассивное, вынужденное, которое может ограничиваться одним сегментом опорно-двигательного аппарата или относиться ко всему телу больного. После выполнения визуального осмотра обращают внимание на интенсивность и локализацию болевого синдрома в исследуемой области, локальное изменение температуры, наличие отека. Активную и пассивную суставную подвижность исследуют раздельно. Пассивная подвижность может определяться в полном объеме, в то время как активная может оказаться ограниченной или вовсе отсутствовать, что наблюдается при наличии контрактур, анкилозах, нейропатиях, определяют амплитуду или объем движений. При помощи угломера определялся объем движений в тазобедренных суставах в градусах. Сгибание и разгибание в тазобедренном суставе измеряют угломером, установленным в сагиттальной плоскости и приложенным к наружной поверхности сустава. Шарнир обычного угломера располагается на уровне большого вертела, одна бранша идет по оси бедра, другая — по боковой поверхности туловища параллельно заднему краю спины, плотно прилегающей к столу, на котором лежит больной. Если движения в тазобедренном суставе ограничены сгибательной контрактурой, то остаточный объем его движений измеряется после устранения лордоза, что достигается сгибанием противоположной здоровой ноги в тазобедренном суставе [21].

Также для обследования пациента с поражением тазобедренного сустава используют специальные функциональные тесты и опросники.

2.5.3. Лучевые методы исследования

Рентгенологическое исследование является рутинным исследованием для пациентов с посттравматическими дефектами вертлужной впадины. Рентгенография проводится на базе рентгенологического отделения клиники в обязательном порядке всем пациентам обеих групп. Выполняли обзорную рентгенографию костей таза с захватом обоих тазобедренных суставов в положении пациента лежа на спине при поступлении в стационар, после эндопротезирования, на момент выписки и через 6 мес. после операции (рисунок 8).

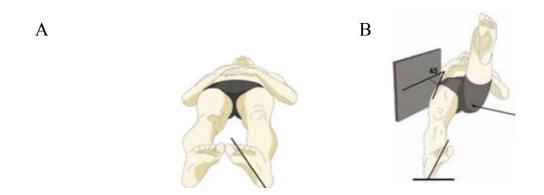


Рисунок 8 — Укладка пациента в положение лежа для выполнения рентгенографии тазобедренного сустава: А — прямая проекция; В — боковая проекция [8, 123]

В результате лучевого обследования, помимо определения типа перелома, выявляли смещения головки бедренной кости, оскольчатый характер перелома, рентгенологические признаки повреждения головки бедренной кости.

При диагностике застарелых переломов вертлужной впадины обращали внимание не только на линии перелома, но и на участки костной консолидации. Особенно это характерно для повреждений с поперечной линией перелома, когда происходит дорсомедиальная ротация лобково-седалищного сегмента.

Наличие металлофиксаторов в области вертлужной впадины усложняет идентификацию линий перелома. На рентгенограммах при застарелых переломах возможно определить такие изменения, как асептический некроз головки большеберцовой кости и остеолизис костных отломков (рисунок 9).

Рентгенографию выполняли на этапе госпитализации в стационар, в послеоперационном периоде (на 5–7-й день с момента операции) и через 6 мес. после первичного эндопротезирования тазобедренного сустава.



Рисунок 9 — Обзорная рентгенография таза в переднезадней проекции: консолидированный перелом заднего края вертлужной впадины, большого вертела бедренной кости в условиях остеометаллосинтеза

Анализ смещения анатомических ориентиров проводили на стандартных рентгенограммах в формате DICOM.

Предоперационное планирование и выбор способа реконструкции вертлужной впадины осуществляли с помощью плоскостных шаблонов и с использованием планировщика Medicad на базе модуля «Эндопротезирование».

Центр вращения головки бедренной кости определяли отмечая три точки на ее окружности. Смещение измерялось от медиальной части слезы до вертлужной впадины к продольной оси бедренной кости. Вертикальное, горизонтальное смещение и бедренный офсет определяли на прямой рентгенограмме анализировалось в зависимости от положения большого вертела относительно центра вращения головки бедренной кости (рисунок 10). Переднезаднее смещение центра ротации определяли по данным МСКТ - расстояние на перпендикуляре от горизонтальной оси таза по поперечнику крестца. После этого с помощью шаблонов программы определяли размер чашки.

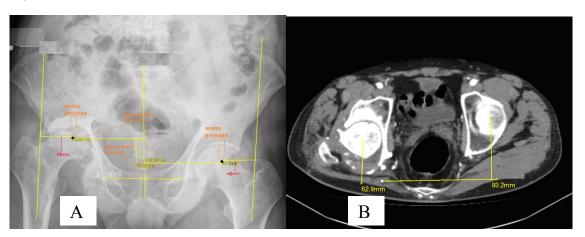


Рисунок 10 - Измерение биомеханических параметров тазобедренного сустава (центр ротации, офсет, вертикальное, горизонтальное, переднезаднее смещение) А: на рентгенограмме таза в прямой проекции и В: на фронтальном срезе МСКТ

Кроме рутинного рентгенологического исследования, пациентам в проспективной группе была проведена МСКТ таза с захватом тазобедренного сустава на компьютерном томографе Toshiba Aquilion 32. Проведение МСКТ исследования необходимо для построения 3-D модели таза и проведения

предоперационного планирования и выбора способа реконструкции вертлужной впадины.

Пациента укладывали в томограф в позиции на спине, в комфортном для него положении. Никаких манипуляций для контроля положения таза не проводили. С помощью лазерных указателей производили разметку зоны интереса, при этом исследуемый сегмент должен располагаться в центре томографа.

Для сканирования использовали стандартизованный протокол для костей таза с наличием костных и мягкотканных фильтров (Pelvis orthopaedics).

Выполняли МСКТ и производили оценку на аксиальном, фронтальном срезе: необходимо, чтобы в плоскость сканирования попадал весь таз целиком, верхней границей является наивысшая точка подвздошных гребней, либо, что более удобно, 3-й поясничный позвонок. Нижней границей зоны сканирования является малый вертел бедренной кости. Если необходимо измерение бедренной антеверсии, выполняется дистальный срез через середину мыщелков бедренной кости.

- 1. Проводили сканирование таза от верхнего края крыла подвздошной кости (от третьего поясничного позвонка) до малого вертела.
 - 2. Рекомендованная толщина аксиального среза 1 мм.
- 3. Для верификации дефекта костной ткани по общепринятой методике провели МСКТ таза с 3D-реконструкцией у пациентов из проспективной группы на момент госпитализации.

Затем этапно конвертировали данные в объемную модель с измерением плотности кости по шкале Хаунсфилда (HU). Показатели в промежутке от 400 до 600 HU соответствуют плотности нормальной костной ткани костей таза, однако для прочной фиксации компонентов определили зоны в диапазоне от 478 до 2132 HU. В результате получили ряд изображений, по которым визуализируется наиболее плотная костная ткань. Очевидно, что увеличение

анализируемых границ плотности напрямую связано с расширением границ дефекта.

2.5.4. Методы оценки клинических результатов

При оценке результатов хирургического лечения проводили анализ времени оперативного лечения, интраоперационной кровопотери, количества проведенных койко-дней, срок с момента травмы до выполнения первичного эндопротезирования, а также количество и структуру осложнений за весь срок наблюдения.

2.5.5. Методы оценки функциональных результатов

На каждом этапе (до и спустя 6 месяцев после оперативного лечения) заполняли ВАШ и опросник Harris [90] (приложение 3). Данная шкала предполагает оценку четырех категорий: боль, функция, деформация, амплитуда движений. Оценка амплитуды движений, производится в каждой плоскости и по каждому диапазону.

Состояние тазобедренного сустава определяется суммой баллов по всем четырем категориям. Максимальное число баллов для одного сустава, которое можно получить, оценивая пациента по шкале Hip Harris Score, равно 100. Сумма баллов от 100 до 90 оценивается как отличная функция сустава, от 89 до 80 — как хорошая, от 79 до 70 — как удовлетворительная и менее 70 — как неудовлетворительная

ВАШ (Visual Analogue Scale, VAS) (приложение 4) позволяет оценить субъективные болевые ощущения, которые испытывает пациент в момент исследования. Болевой синдром и функциональные возможности тазобедренного сустава являются двумя наиболее важными аспектами. Опросник Harris направлен на оценку как клинической, так и функциональной составляющей оперативного лечения тазобедренного сустава.

2.5.6. Хирургический метод. Первичное тотальное эндопротезирование тазобедренного сустава у пациентов с посттравматическими дефектами вертлужной впадины

Пациентам В обеих группах проведено первичное тотальное тазобедренного сустава. эндопротезирование He зависимо способа предоперационного планирования и типа дефекта вертлужной впадины, пациентам установлен ацетабулярный компонент бесцементной фиксации. Пациентам группы сравнения выбор фиксации вертлужного компонента и необходимость костной пластики производилась интраоперационно. Пациентам группы исследования выбор типа фиксации, необходимости и объем костной пластики, а так же размера ацетабулярного компонента производился на этапе предоперационного планирования. Эндопротезирование тазобедренного ПО стандартной методике [15,26,30,37]. проводилось тазобедренному суставу осуществлялся переднелатеральным доступом. После вертлужной впадины сферическими фрезами обработки производилась установка «стандартного» ацетабулярного компонента бесцементой фиксации, аугмента или индивидуального компонента, его фиксация винтами и костная Индивидульные 3-D конструкции сложной геометрии установлены только пациентам с дефектами вертлужной впадины более 80% костной ткани, в сравнении со здоровым, контрлатеральным суставом. После обработки бедренной кости риммерами, рашпилями производится установка бедренного компонента эндопротеза, с учетом натяжения ягодичных мышц, коррекции длины конечности подбор, установка и вправление головки эндопротеза. Оценка функции сустава, послойное ушивание раны.

2.6. Статистические методы исследования

Необходимый размер выборки рассчитан по первичной точке – вертикальному смещению центра ротации после вмешательства.

Предполагается меньшее смещение центра ротации после вмешательства у пациентов в проспективной группе исследования, чем в ретроспективной группе сравнения, иными словами, проверялась гипотеза о превосходстве (superiority) эффективности лечения в группе исследования над группой сравнения. Для формализации описания расчетов введем следующие обозначения:

- \bullet μ_T среднее вертикальное смещение центра ротации после вмешательства в группе исследования;
- ullet μ_{C} среднее вертикальное смещение центра ротации после вмешательства в группе сравнения;
- δ величина доказываемой клинической эффективности или строго доказанной разницы (superiority margin).

Предположения исследования можно записать в следующем виде:

- нулевая гипотеза H0: $\mu_C \mu_T \le \delta$ (разница средних смещений не превосходит δ)
 - H1: $\mu_C \mu_T > \delta$ (разница средних смещений превосходит δ)

Методом сравнения смещений в группах выбран U-критерий Манна-Уитни с построением 95% доверительного интервала для средней разницы смещения между группами (сдвига выборки). При расчете размера выборок использовались формулы [1]:

$$N_{C} = k N_{T}$$
, $N_{C} = \left(1 + \frac{1}{k}\right) \left(\sigma \frac{z_{1-\alpha} + z_{1-\beta}}{\mu_{T} - \mu_{C} - \delta}\right)^{2}$,

$$1 - \beta = \Phi^{-1}(z - z_{1-\alpha}) + \Phi^{-1}(-z - z_{1-\alpha}),$$

$$z = \frac{\mu_{\rm T} - \mu_{\rm C} - \delta}{\sigma / \sqrt{\frac{1}{N_{\rm T}} + \frac{1}{N_{\rm C}}}},$$

 Γ де, $N_{\scriptscriptstyle T}$ – рассчитываемые размеры выборки в группе исследования и сравнения соответственно;

- k коэффициент отношения размеров группы сравнения к группе исследования;
 - σ стандартное отклонение;
- • ф функция распределения стандартного нормального распределения;
 - Φ^{-1} функция квантилей стандартного нормального распределения;
 - α − ошибка первого рода (критический уровень значимости);
 - β ошибка второго рода, где 1- β это мощность исследования;
 - δ тестируемая величина превосходства.

В результате расчета следует, что для проверки превосходства эффективности лечения (*superiority*) группы исследования над группой сравнения достаточно набрать 45 пациентов в группу исследования для проверки 4 см превосходства в разнице смещений (superiority margin) при предположении по расчетам статистик ретроспективных данных по группе сравнения: $\mu_T = 3.5$ см., $\mu_C = 10.3$ см., k = 3, $\sigma = 6.5$ см., 5% ошибке первого рода (α) и 80% мощности (1- β).

проводился Анализ методом непрерывных данных Колмогорова. Числовые данные возраста, койко-дней, смещений центров ротаций и балльных шкал по ВАШ, Harris были проверены на соответствие нормальному Из-за распределению. малого числа нормальных данных сравнение проводилось непараметрическими методами.

Для описания непрерывных показателей рассчитывались в качестве основных статистик медианы [первый квартиль; третий квартиль] (МЕД [Q1; Q3]), а в качестве вспомогательных – среднее ± стандартное отклонение (СРЕД ± СО) и (минимальное – максимальное) значения; у категориальных и бинарных показателей определялось количество пациентов (частота) для каждой категории, для частот бинарных показателей наличия дефекта дна вертлужной впадины, асептического некроза, предшествующих и

послеоперационных осложнений рассчитывалась погрешность в виде 95 % доверительного интервала (95 % ДИ).

Сравнение непрерывных показателей между группами проводилось U-Уитни. Для критерием Манна оценки среднего различия между распределениями (effect size) рассчитывалась медиана попарных разностей 95 % значений группами (пМЕД) c построением ДИ между стандартизированная разница средних (СРС). Бинарные и категориальные показатели сравнивали точным двусторонним критерием Фишера.

Выявление попарных ассоциаций между непрерывными показателями проводилось расчетом коэффициента ранговой корреляции Спирмена с оценкой достигнутого уровня значимости р.

Предикторы осложнений и недостаточной коррекции определялись построением моделей логистических регрессий. Попарные числовые ассоциации целей и ковариат любого типа выявлялись построением однофакторных моделей. Множественные числовые ассоциации определялись построением многофакторных моделей.

Проверка статистических гипотез проводилась при критическом уровне значимости p=0.05, то есть различие считалось статистически значимым, если p<0.05.

Статистические расчёты проводились на языке R (version 4.1.3 (2022-03-10), Vienna, Austria. URL https://www.R-project.org).

Сравнение непрерывных показателей между группами проводилось U-критерием Манна — Уитни. Бинарные и категориальные показатели сравнивали точным двусторонним критерием Фишера. Выявление попарных ассоциаций между непрерывными показателями проводилось расчетом коэффициента ранговой корреляции Спирмена с оценкой достигнутого уровня значимости р.

Для оценки зависимости между осложнениями и величиной смещения центра ротации использовался ROC-анализ.

ГЛАВА 3. СПОСОБ ПРЕДОПЕРАЦИОННОГО ПЛАНИРОВАНИЯ РЕКОНСТРУКЦИИ ВЕРТЛУЖНОЙ ВПАДИНЫ, ОСНОВАННЫЙ НА ОПИСАНИИ ЛОКАЛИЗАЦИИ ДЕФЕКТА И ЕГО ОБЪЕМА

биомеханических тазобедренного Для восстановления параметров сустава, выбора типа вертлужного компонента и способа его фиксации был разработан способ предоперационного планирования реконструкции вертлужной впадины, основанный на этапном описании патологических структурных изменений заключающихся в определении объема дефекта и его локализации в костях, образующих вертлужную впадину. Объем дефекта определяли в процентах по отношению к здоровому контрлатеральному тазобедренному суставу. Данное описание объема потерь костной ткани вертлужной впадины является более универсальным, чем его измерение в абсолютных величинах, т. к. размер вертлужной впадины и объем костной ткани варьируется в зависимости от индивидуальных особенностей каждого пациента.

Изучаемыми биомеханическим параметрами данного способа предоперационного планирования реконструкции являются смещение центра ротации и дефект опороспособной костной ткани каждой отдельной кости, образующей вертлужную впадину

Обязательным условием является интактность противоположного сустава. Строятся пространственные оси таза, определяются референтные углы и линии путем зеркального переноса ориентиров на патологическую сторону.

Для начала расчета потери костной ткани вертлужной впадины выполняется многосрезовая КТ здорового и поврежденного тазобедренных суставов. Полученные в ходе МСКТ данные в формате DICOM конвертируют в файл 3D-формата (*.stl) и заносятся в программу InVesalius 3.0 для реконструкции и создания 3D-модели таза.

С использованием стандартных инструментов InVesalius на 3D-модели виртуально удаляют инородные тела области вертлужной впадины – металлоконструкции.

В предложенном способе определение дефекта описывается как смещение стенок вертлужной впадины и рассчитывается после определения плотности костной ткани по шкале Хаунсфилда в диапазоне 200–400 HU (рисунок 11).

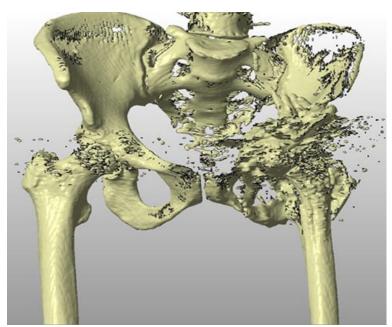


Рисунок 11 – 3D-модель таза, полученная на основе MCKT

На 3D-модели строят пространственные плоскости таза: фронтальную, сагиттальную и горизонтальную. После определения нативного анатомического центра ротации здорового тазобедренного сустава определяется полусфера здорового сустава. Полусфера делится на три сектора, соответствующие лонной, седалищной и надацетабулярной части вертлужной впадины (рисунок 12). Данные сектора обозначаются буквами Р (pubis), II (Ilium) и Іѕ (Ischiaticum). Для определения сектора соответствующего размера проводится подбор геометрической фигуры из сформированной библиотеки с размерным рядом с шагом в радиусе в 1 мм.

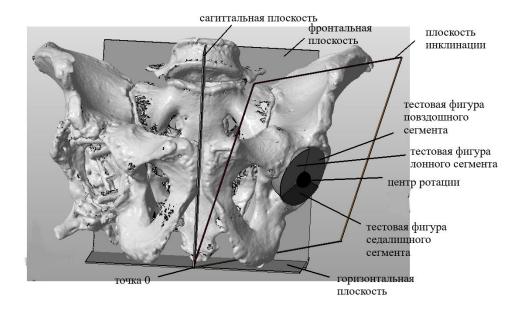
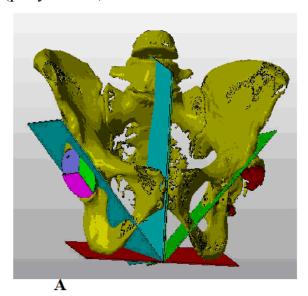


Рисунок 12 — Определение лонной седалищной надацетабулярной поверхности вертлужной впадины на 3D-модели таза

Сектор пространственно располагается таким образом, чтобы не менее 75 % поверхности его основания находилось в контакте с опороспособной плотной костной тканью, а вершина соответствовала центру ротации. После подбора правильно ориентированного сектора с известными показателями объема и площади поверхности эти параметры описываются для каждого сектора, соответствующего лонной, седалищной и надацетабулярной поверхности вертлужной впадины (рисунок 12).

После количественных показателей определения (площадь, объем сектора) зеркальный проводится перенос полученных параметров патологическую сторону путем переноса центра ротации, который является точкой отсчета для пространственного расположения геометрических фигур. Полученная графическая составляющая является нормой для данного сустава. Эти параметры обозначаются как нормальные. От зеркально перенесенного центра ротации проводится измерение патологических секторов каждой Патологические определяются подбора поверхности. секторы путем виртуальных секторов с условием, чтобы не менее 75 % поверхности фигуры опороспособной контактировало костной тканью сегмента. Для

осуществления данной идеи сформирована виртуальная библиотека полусфер и секторов с шагом радиуса в 2 мм. Так как геометрия дефекта области ацетабулярной впадины уникальна в каждом конкретном случае, для осуществления предлагаемой технологии оценки дефекта методом виртуального проектирования сформирована линейка секторов с шагом в 2 мм (рисунок 13).



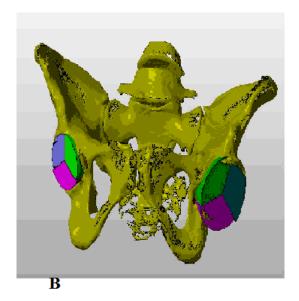


Рисунок 13— Внешний вид виртуальной модели: A— с построенными плоскостями и осями для проведения количественных измерений; В— после подбора секторов для проведения измерения

Формирование библиотеки примерочных секторов осуществлено методом масштабирования, с использованием стандартного набора функций программного продукта NetFabb. Технология применения секторов заданного размера и объема для оценки дефекта костей таза, а именно области ацетабулярной впадины не требует специфических знаний и доступна к применению на любой платформе, совместимой с форматом файла *.stl. Главным преимуществом наличия такой библиотеки является простота обработки и получения данных о дефекте. Полученные количественные данные сравниваются с нормальными параметрами.

Определяют объем в см³ (V1) каждой отдельной тестовой фигуры, обозначающий кость (лонная, седалищная, подвздошная), высчитывают процент повреждения в каждом секторе лонной, седалищной, подвздошной костей для патологически поврежденной вертлужной впадины по следующей формуле:

$$100 \% - (V/V1) \times 100 \%$$

где V – объем (cm^3) тестовой фигуры на здоровой вертлужной впадине; V1 – объем (cm^3) тестовой фигуры на патологически поврежденной вертлужной впадине.

Пример: для лонного сектора расчет производят следующим образом: $100\% - (VP/V1P) \times 100\%$, где VP - объем тестовой фигуры лонного сектора на здоровой вертлужной впадине; V1P - объем тестовой фигуры лонного сектора на патологически поврежденной вертлужной впадине.

После определения параметров составляется описание дефекта в виде количественного цифрового описания параметров отдельно для каждого сегмента вертлужной впадины. Для лонного сегмента – P, седалищного – Is, подвздошного – II.

Разность объема определяется как дефект патологического сегмента. По степени выраженности дефекта между патологическим и здоровым сегментом вертлужной впадины изменения делятся на 5 типов — до 25 %, от 26 до 40 %, от 41 до 60 %, от 61 до 80 % и свыше 80 %.

На основании клинического опыта учреждения и отечественных и зарубежных публикаций сформирована таблица показаний к использованию различных типов и способов фиксации вертлужных компонентов в зависимости дефекта ОТ объема вертлужной впадины его локализации. Основополагающим принципом при эндопротезировании МЫ считаем восстановление анатомо-механических взаимоотношений в суставе – центра ротации, ацетабулярного офсета путем достижения стабильной фиксации

компонента с опорой на 3 опорных точки вертлужной впадины и замещением костного дефекта.

При дефекте типа Р I, с учетом незначительной потери костной ткани и сохранением опороспособности передней колонны вертлужной впадины, возможно достижение press-fit-фиксации и использование стандартных серийных вертлужных компонентов бесцементной фиксации. Костная пластика выполняется при наличии дефицита костной ткани в области основания лонной кости, возможно использование как костной крошки из головки бедренной кости, так и аллопластики. Использование фиксирующих винтов остается на усмотрение хирурга в случаях сопутствующих дефектов остальных отделов вертлужной впадины.

Дефекты типа Is I также относятся к незначительным, требуют опциональной или костной пластики аутокостью при сохранной головке бедренной кости либо аллоостеопластики. Учитывая достаточный объем опороспособной костной ткани задней колонны, необходимо стремиться к достижению press-fit-фиксации с использованием бесцементного вертлужного компонента.

При наличии дефекта типа II I структура вертлужной впадины сохранна, замещение дефекта такого типа не требует использования костной пластики, показано использование вертлужного компонента бесцементной фиксации, при необходимости хирург может использовать винты для достижения лучшей стабильности.

Соответственно, тип I соответствует незначительным изменениям, количество сохранной опороспособной костной ткани вертлужной впадины является достаточным для того, чтобы достичь press-fit-фиксации, костная пластика используется опционально, только при локализации дефекта в области передней или задней колонны. Оперативное вмешательство не вызывает

технических трудностей, возможно использование стандартных вертлужных компонентов.

При визуализации дефекта типа Р II потеря костной ткани относится к умеренной, однако при сочетании потери костной ткани передней и задней колонн необходима фиксация винтами с проведением последних не только секторально в надвертлужную область, но и в лонную и седалищные кости. То есть требуется использование вертлужных компонентов бесцементной фиксации с наличием большого количества отверстий для возможности полиаксиального введения винтов. При наличии сочетания умеренного дефекта передней колонны и незначительных дефектов других секторов возможно достижение press-fit-фиксации путем имплантации стандартного вертлужного компонента большого размера.

Дефект типа Is II также относится к умеренным, при отсутствии дефектов других секторов используется вертлужный компонент большого размера либо вертлужный компонент с возможностью полиаксиального введения винтов. Однако при сочетании умеренного дефекта всех областей необходима реконструкции задней колонны путем замещения дефекта задней колонны опорным аугментом для достижения эффекта расклинивания. Костная пластика является опциональной, так как использование структурного трансплантата не позволит достичь стабильной press-fit-фиксации.

При выявлении дефекта типа II II обязательно необходимо замещение дефекта надацетабулярного массива либо опорным трансплантатом из головки бедренной кости, либо, неудовлетворительном при ee качестве, полусферическим В случае сохранной аугментом. задней колонны рекомендовано использование вертлужного компонента большого размера с полиаксиальным введением фиксирующих винтов.

Дефекты типа II относятся к умеренным, при их наличии возможно оперативное вмешательство с использованием стандартных конструкций,

однако дефекты надацетабулярного массива и задней колонны требуют press-fit-фиксации. Костная замешения ДЛЯ достижения пластика рекомендована только в случаях дефекта надацетабулярного массива. Во всех случаях невозможно использование компонентов цементной фиксации, так как наличие умеренных дефектов приведет к нарушению техники цементного эндопротезирования отсутствию стабильной фиксации И вертлужного компонента.

Дефект типа Р III относится к значительным вследствие выраженного отсутствия опороспособной кости в области передней колонны вертлужной впадины. При изолированном дефекте Р III возможно использование вертлужного компонента большого размера с полиаксиальным проведением фиксирующих винтов и их обязательным введением во все сегменты вертлужной впадины для достижения стабильной фиксации. При сочетании со значительными дефектами других секторов рекомендовано использование индивидуального вертлужного компонента преимущественно простой геометрии для упрощения обработки ацетабулярной впадины и повышения вариативности его позиционирования интраоперационно. Костная пластика используется только в виде костной крошки, так как структурный трансплантат не позволит добиться опороспособности передней колонны.

Дефект Is III является значительным, и при сочетании значительного дефекта задней колонны и незначительных либо умеренных дефектов других секторов возможно использование реконструкции задней колонны опорным аугментом либо сочетанием опорного и полусферического аугментов. При изолированном дефекте типа Is III показано использование вертлужного компонента большого размера с полиаксиальным проведением фиксирующих винтов и их обязательным введением во все сегменты вертлужной впадины для достижения стабильной фиксации. При сочетании значительных дефектов всех трех секторов рекомендована имплантация индивидуального вертлужного

компонента преимущественно простой геометрии. Костная пластика структурными трансплантатами не используется.

Дефект II III относится к значительным дефектам, при которых опороспособная кость составляет до 60 %. В данной ситуации при изолированном дефекте надацетабулярного массива обязательными условиями стабильной фиксации дефекта достижения являются замещение полусферическим аугментом либо костной пластикой и использование вертлужного компонента бесцементной фиксации. При сочетании значительного дефекта надацетабулярного массива и умеренных дефектов передней и задней колонн рекомендовано использование компонента большого размера с полиаксиальным введением винтов во все зоны впадины. При сочетании значительных дефектов всех секторов предлагается использование индивидуального вертлужного компонента преимущественно простой геометрии с обязательным предоперационным планированием направления и длины фиксирующих винтов.

Дефекты типа P IV относятся к субтотальным. При наличии изолированного либо сочетанного дефицита опороспособной кости в области передней колонны рекомендуется использование индивидуального компонента c замещением дефекта лонного вертлужного сектора обязательной винтовой фиксацией за другие сектора. Главным требованием к такому компоненту является наличие отверстий для полиаксиального введения винтов в участки наиболее плотной костной ткани, так как стандартные компоненты не позволят гарантировано добиться стабильной фиксации. Предпочтение отдается компонентам простой геометрии, так как сложные конструкции при наличии даже небольшой технической погрешности при изготовлении или планировании потребуют значительной доработки костного ложа, что может привести к позиционированию компонента, отличному от предоперационного планирования. Альтернативным методом является этапное

оперативное лечение с проведением реконструкции передней колонны внутритазовым доступом с фиксацией передней колонны пластинами.

В случае дефекта типа Is IV использование стандартных вертлужных компонентов также невозможно. Методом выбора является использование индивидуальных компонентов с замещением дефекта задней колонны и достижением полиаксиальной винтовой фиксации за другие сектора. В таком случае обязательным является тщательное предоперационное планирование и моделирование направления проведения винтов, рекомендовано использование не только индивидуального компонента, но и индивидуального направителя для формирования канала для проведения винтов. Альтернативным методом является этапное оперативное лечение с реконструкцией задней колонны пластинами.

Дефекты типа II IV требуют обязательного замещения субтотального дефекта надацетабулярного массива, при изолированном дефекте возможно использование вертлужного компонента большого размера с полиаксильным введением винтов, однако такой способ потребует использования системы аугментов как опорных, так и полусферических большой толщины. При дефиците костной ткани в области надацетабулярного массива в сочетании со значительными или субтотальными дефектами других областей ацетабулярной впадины предпочтение должно отдаваться индивидуальным вертлужным компонентам с полиаксиальным введением винтов.

Дефекты типа V относятся к тотальным. При наличии такого дефекта нарушается целостность вертлужной впадины и в одном либо во всех секторах отсутствует возможность фиксации стандартного вертлужного компонента. Основным патологическим нарушением при дефектах такого типа является разрушение запирательного отверстия либо тотальное разрушение подвздошной кости, что приводит к нарушению стабильности тазового кольца. Единственным вариантом эндопротезирования в случае таких дефектов

является использование индивидуальных вертлужных компонентов сложной геометрии с внеацетабулярной фиксацией за сохранные части таза. Например, использование компонентов с фиксацией за крестец, контралатеральную лонную прочее. Решение об использовании такого кость И типа компонентов требует индивидуальных тщательного предоперационного планирования (Приложение 2).

Дефекты составляющие до 80% объема потерь костной ткани относятся к дефектам вертлужной впадины, поскольку находятся в пределах толщины стенок вертлужной впадины [2] и восстановление биомеханических параметров осуществляется за счет «стандартного» вертлужного компонента, вертлужного компонента большого размера или в сочетании с аугментом, без использования индивидуальных конструкций. Для посттравматических дефектов объемом более 80% и относящиеся к V типу дефекта по предложенной рабочей схеме должны быть использованы индивидуальные 3-D конструкции сложной внеацетабулярной фиксацией, дефект геометрии T.K. выходит анатомические границы вертлужной впадины и превышает толщину любой из ее стенок и относится к дефекту костей таза.

Клинический пример

Пациент В. госпитализирован НИИТО c диагнозом: В Посттравматический асептический некроз головки правого бедра. Правосторонний 3 посттравматический коксартроз стадии. Консолидированный перелом заднего края правой вертлужной впадины в условиях остеометаллосинтеза пластиной. Комбинированная контрактура правого тазобедренного сустава. Относительное укорочение правой нижней конечности 2,5 см.

Из анамнеза: в 2015 году в результате ДТП получена травма: закрытый не осложненный вывих головки бедра, перелом заднего края вертлужной впадины.

Выполнен остеометаллосинтез заднего края вертлужной впадины. Через 6 месяцев проведено удаление металлоконструкций по поводу ИОХВ.

На основании жалоб, анамнеза болезни, оценки клинических анализов и физикального осмотра, а также после рентгенологического проведения обследования тазобедренных суставов в прямой проекции (рисунок 14), МСКТ тазобедренных суставов (рисунок 15) пациенту поставлен следующий диагноз: Посттравматический асептический некроз головки правого бедра. Правосторонний посттравматический коксартроз 3 стадии. Консолидированный перелом заднего края правой вертлужной впадины в условиях остеометаллосинтеза пластиной. Комбинированная контрактура правого тазобедренного сустава. Относительное укорочение правой нижней конечности 2,5 см.

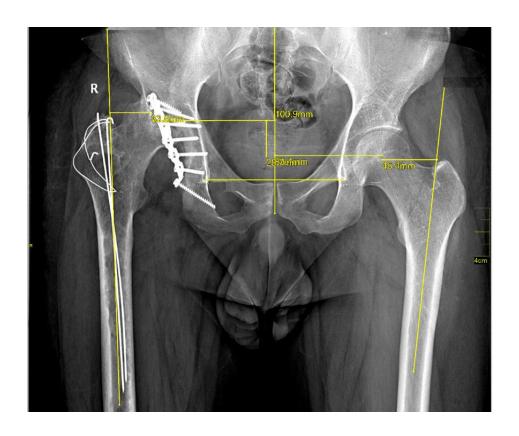


Рисунок 14 — Обзорная рентгенография таза пациента В. в прямой проекции (лежа) на этапе госпитализации в стационар: консолидированный в условиях остеометаллосинтеза пластиной перелом заднего края правой вертлужной

впадины, аваскулярный некроз головки правой бедренной кости, нарушение функции сустава 3-й степени, синдром левосторонней коксалгии

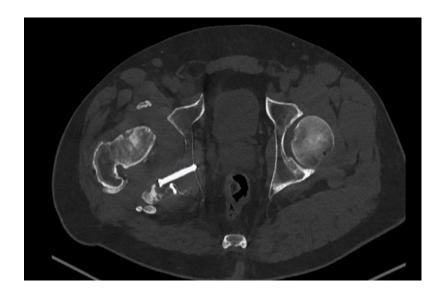


Рисунок 15 — МСКТ тазобедренного сустава пациента 3. с шагом 1 мм во фронтальной плоскости на момент планирования способа реконструкции вертлужной впадины: определяются артефакты от установленной металлоконструкции

Первым этапом выполняют предоперационное планирование по обзорной рентгенограмме тазобедренных суставов в прямой проекции, на которой определяют диаметр головки правой бедренной кости, который составляет 46 мм. Определяют центр ротации правого тазобедренного сустава с помощью медицинского измерительного прибора, например гониометра, по известной методике. Отмечают центр ротации левого тазобедренного сустава и измеряют расстояние от центра ротации до середины туловища (вертикальная линия, проведенная через центр симфиза), и составляет 100,9 мм. По методу анатомических аналогий определяют положение должного центра ротации левого тазобедренного сустава, который составляет 75,4 мм. Далее считаем смещение центра ротации в горизонтальном направлении - 27 мм. Подобным образом опредедляем вертиклальное смещение (28 мм) и офсет 12мм.

По данным, полученным после рентгенографии и МСКТ, проводят предоперационное планирование, выбор способа реконструкции вертлужной

впадины по предложенной методике. Полученное МСКТ таза в формате DICOM конвертируют в 3D-модель в формате *.stl и строят соответствующие плоскости и оси для проведения измерений (рисунок 16).

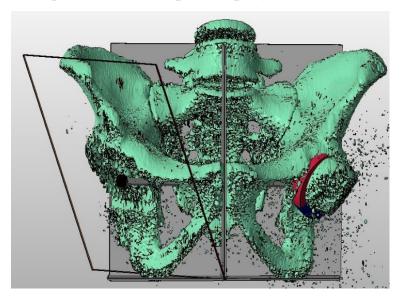


Рисунок 16 — Внешний вид виртуальной модели с построенными плоскостями и осями для проведения количественных измерений

Определяют количественные показатели (площадь сектора и объем сектора интактного тазобедренного сустава) и путем зеркального переноса, получают параметры площади и объема патологического тазобедренного сустава (рисунок 17).

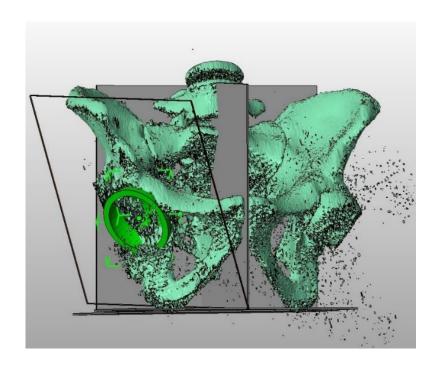


Рисунок 17 — Виртуальная модель таза: A — определение количественных показателей (площадь, объем сектора) патологически поврежденной вертлужной впадины; В —подбор вертлужного компонента

Данные, полученные после переноса секторов на поврежденную сторону подставляем в формулу: 100% - $(V \ V1)$ х 100%, где V - объем тестовой фигуры на здоровой вертлужной впадине, см³; V1 - объем тестовой фигуры на патологически поврежденной вертлужной впадины, см³, для расчета используем наиболее поврежденный сегмент, в данном случае - Is (подвздошный): 100% - $(15,22 \text{ см}^3/21,50\text{ см}^3)*100\%=29,2\%$

Согласно описанной методике выполняют выбор вертлужного компонента: Вертлужный компонент с полиакисальной фиксацией винтами.

Вторым этап проводят эндопротезирование тазобедренного сустава с учетом выбранного метода реконструкции вертлужной впадины на этапе предоперационного планирования. После операции эндопротезирования тазобедренного сустава выполняют обзорную рентгенограмму в положении пациента лежа на спине в прямой проекции, на которой определено, что анатомические ориентиры наиболее соответствуют параметрам контрлатерального сустава (офсет 2 мм, вертикальное смещение 2 мм,

горизонтальное смещение 3 мм, переднезаднее смещение 2 мм), что позволяет говорить о том, что предоперационное планирование и выбор способа реконструкции были выполнены корректно (рисунок 18).



Рисунок 18 — Обзорная рентгенография таза пациента В., в прямой проекции (лежа на спине) после первичного эндопротезирования тазобедренного сустава, проведенного на основе предложенного способа предоперационного планирования реконструкции вертлужной впадины

Пациент активизировали на вторые сутки после операции с дозированной нагрузкой на оперированную левую конечность. Осложнений в раннем и позднем послеоперационном периодах не выявлено. На момент выписки жалоб пациент не предъявляет, отмечает значительное снижение болевого синдрома по шкалам ВАШ и Hip Harris score (ВАШ – 1 балл, Harris –91 балл), увеличение объема движений в левом тазобедренном суставе, восстановление опороспособности левой нижней конечности.

Разработанный способ предоперационного планирования реконструкции вертлужной впадины позволяет описать дефект с позиции объема потери костной ткани в процентах и его локализации. На основе полученных данных на этапе предоперационного планирования, в ходе первичного тотального

эндопротезирования вертлужной впадины у пациентов с посттравматическими дефектами вертлужной впадины удается восстановить центр ротации и, как следствие, получить хороший функциональный и рентгенологический результат.

ГЛАВА 4. РЕЗУЛЬТАТЫ ПЕРВИЧНОГО ТОТАЛЬНОГО ЭНДОПРОТЕЗИРОВАНИЯ ТАЗОБЕДРЕННОГО СУСТАВА В ГРУППЕ СРАВНЕНИЯ И В ГРУППЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

Для анализа результатов исследования лечения пациентов с дефектами вертлужной впадины в группе сравнения оценке подвергли следующие критерии:

- 1. Общеклинические показатели:
- длительность стационарного лечения;
- объем интраоперационной кровопотери;
- продолжительность оперативного вмешательства;
- уровень летальности в проведенном исследовании не учитывался, так как ни одного летального случая за весь срок исследования не было зарегистрировано;
 - 2. Результаты лечения:
 - функциональные результаты по шкале Hip Harris Score;
- •интенсивность боли после первичного эндопротезирования тазобедренного сустава по шкале ВАШ
- •осложнения после первичного эндопротезирования тазобедренного сустава и их структура.
- •Смещение биомеханических параметров тазобедренного сустава до эндопротезирования тазобедренного сустава и после него

Для анализа результатов исследования лечения пациентов с дефектами вертлужной впадины в группе сравнения оценке подвергли следующие критерии:

1. Общеклинические показатели:

- уровень летальности в проведенном исследовании не учитывался, так как ни одного летального случая за весь срок исследования не было зарегистрировано;
 - длительность стационарного лечения;
 - •объем интраоперационной кровопотери;
 - •продолжительность оперативного вмешательства;

2. Результаты лечения:

- функциональные результаты;
- •интенсивность боли перед проведением первичного эндопротезирования тазобедренного сустава и после него;
- •осложнения после первичного эндопротезирования тазобедренного сустава и их структура.

4.1. Анализ клинического результата в послеоперационном периоде

В группе сравнения, в которую вошли пациенты, госпитализированные в 2014-2019 гг. включительно, продолжительность госпитализации в среднем составила $10,69 \pm 4,96$ койко-дня (медиана — 9, квартили — 8 и 12 койко-дней соответственно). В исследуемой группе, которым тотальное эндопротезирование по поводу посттравматического коксартроза было проведено в период с 2020 по 2022 гг., продолжительность госпитализации в среднем составила $9,80 \pm 6,96$ койко-дня (медиана — 9, квартили — 7 и 10 койко-дней соответственно).

В группе сравнения (2014–2019 гг.) продолжительность хирургического лечения в среднем составила $86,05 \pm 39,2$ / мин (медиана – 75, квартили – 60 и 100 мин соответственно). В исследуемой группе пациентов, которым проводилось предоперационное планирование реконструкции вертлужной впадины по предложенному нами способу, продолжительность хирургического

лечения в среднем составила $96,74 \pm 43,57$ мин (медиана -85, квартили -65,0 и 117,5 мин соответственно; рисунок 19).

В группе сравнения объем кровопотери во время эндопротезирования тазобедренного сустава в среднем составил $345,27 \pm 222,86$ мл (медиана — 300, квартили — 200 и 400 соответственно). Объем кровопотери в группе исследования в среднем составил $350,29 \pm 199,40$ мл (медиана — 350, квартили — 250 и 500 мл соответственно), а в группе сравнения — $345,27 \pm 222,86$ мл (медиана — 350, квартили — 200 и 400 соответственно; рисунок 20).

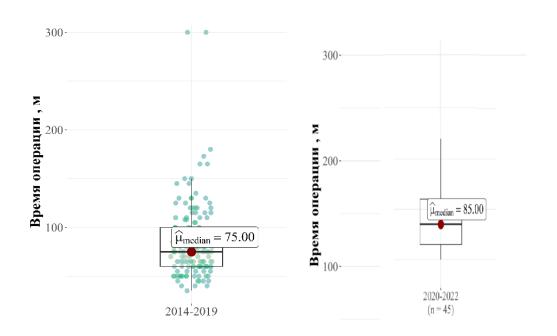


Рисунок 19 – Продолжительность времени оперативного лечения в группах

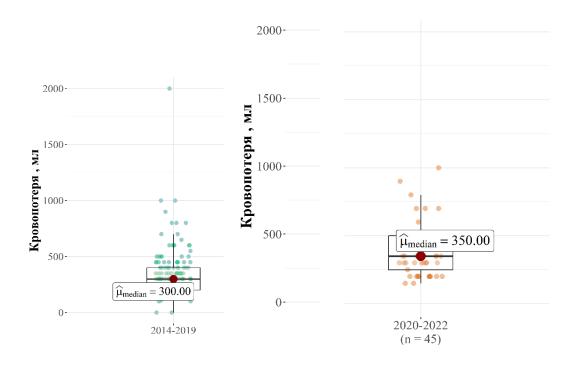


Рисунок 20 — Объем кровопотери во время эндопротезирования тазобедренного сустава в группах

4.2. Анализ функционального результата в послеоперационном периоде

Выраженность болевого синдрома сравнивали с помощью ВАШ: пациентам предлагалось на отрезке от 1 до 10 отметить выраженность болевого синдрома в области пораженного тазобедренного сустава до оперативного лечения и через 6 мес. после него. В группе сравнения медиана функционального результата через 6 месяцев после операции по ВАШ составила 2 балла. В группе 3 балла. Клинический результат можно считать хорошим, если болевой синдром через 6 месяцев после операции оценивается пациентами как легкий.

В группе сравнения функциональный результат по Harris Hip Score составил $78,1\pm9,51$ балла (медиана — 79, квартиль — 72 и 85 соответственно; рисунок 21).

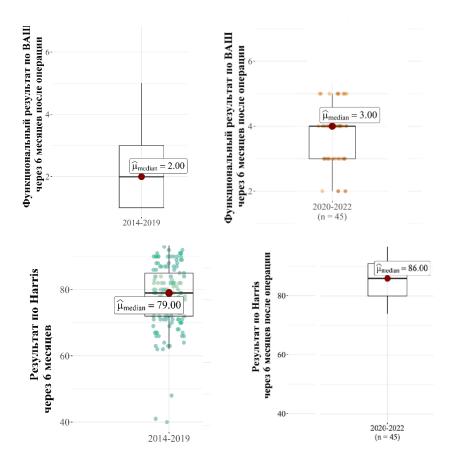


Рисунок 21 — Функциональные результаты через 6 мес. после операции по Harris Hip Score и ВАШ в группах

Количество удовлетворительных результатов по Harris Hip Score составило 6 случаев, хороших 22 и отличных 18 случаев (таблица 7).

Таблица 7 - Оценка результата по шкале Hip Harris Score через 6 месяцев после операции в группах

Баллы	Группа	Группа	Оценка результата
	сравнения, n=145	исследования, n=45	
Менее 70	22	0	Неудовлетворительный
70-79	54	6	Удовлетворительный
80-89	51	22	Хороший
90-100	18	18	Отличный

4.3. Анализ смещения биомеханических ориентиров тазобедренного сустава в послеоперационном периоде

Проводили анализ данных смещения центра ротации в горизонтальном, вертикальном и переднезаднем направлениях, а также значения изменения ацетабулярного офсета. В группе сравнения вертикальное смещение центра ротации составило 10.3 ± 6.76 мм (медиана — 10, квартиль — 5 и 15 соответственно), горизонтальное смещение — 9.43 ± 6.24 мм (медиана — 8, квартиль — 5 и 13 соответственно), переднезаднее смещение — 4.5 ± 4.68 мм (медиана — 2, квартиль — 1.0 и 7.5 соответственно), офсет — 7.77 ± 6.26 (медиана — 6, квартиль — 3 и 12 соответственно; рисунок 22).

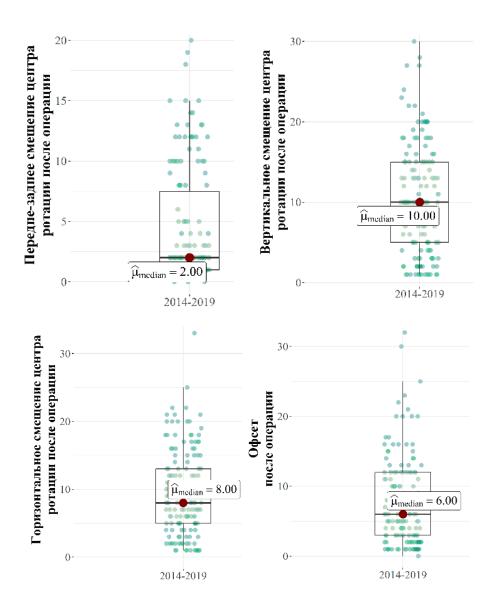


Рисунок 22 – Показатели биомеханических параметров (центр ротации и офсет) относительно здорового контралатерального сустава в группе сравнения

Вертикальное смещение центра ротации в исследуемой группе составило $3,67 \pm 3,72$ мм (медиана -2, квартиль -1 и 5 соответственно), горизонтальное смещение $-5,91 \pm 3,99$ мм (медиана -6, квартиль -2 и 9 соответственно), переднезаднее смещение центра ротации $-2,11 \pm 1,21$ мм (медиана -2, квартиль -1 и 3 соответственно), офсет $-4,18 \pm 2,88$ мм (медиана -3, квартиль -2 и 5 соответственно; рисунки 23,24).

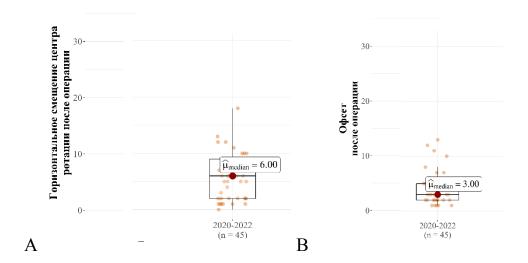


Рисунок 23 — Показатели смещения анатомических ориентиров в группе исследования: A — горизонтальное смещение центра ротации; В — офсет относительно здорового контралатерального сустава

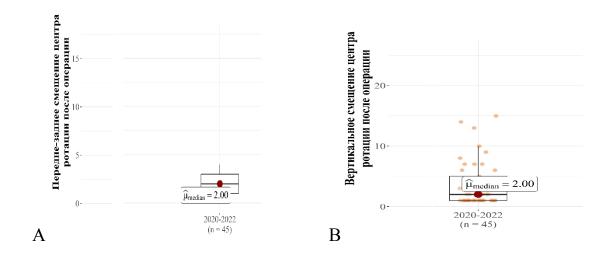


Рисунок 24 — Показатели смещения центра ротации в переднезаднем (A) и вертикальном (B) направлениях в группе исследования

4.4. Оценка осложнений в послеоперационном периоде

Провели анализ осложнений в послеоперационном периоде в обеих группах. К осложнениям относили нейропатию седалищного нерва, инфекцию области хирургического вмешательства, вывихи в послеоперационном периоде и нестабильность вертлужного компонента. К типу «другое» отнесли сосудистые осложнения и гетеротопическую оссификацию.

В группе исследования общее число осложнений составило 7%, в группе сравнения 24%. Наиболее частым осложнением в группе сравнения была нейропатия седалищного нерва — 12 %. Полученные данные по количеству осложнений, особенно касающихся ятрогенного повреждения седалищного нерва, связаны с недостаточным восстановлением центра ротации. Ни одного случая гетеротопической оссификации не было выявлено на протяжении всего срока исследования в обеих группах.

Резюме. Анализ результатов первичного тотального эндопротезирования пациентов с посттравматическими дефектами вертлужной впадины показал, что положение центра ротации после тотального эндопротезирования тазобедренного сустава в ретроспективной группе не соответствует его истинному анатомическому положению. Вертикальное смещение центра ротации составило в среднем $10,3 \pm 6,76$ мм, горизонтальное смещение — $9,43 \pm 6,24$ мм. Количество неудовлетворительных результатов по шкале Hip Harris Score составило 15,17% ($78,1 \pm 9,51$ балла).

В группе исследования, в которую вошли пациенты, котором проводили предоперационное планирование по предложенному способу и определение тактики замещения дефекта показал, что центр ротации восстановлен максимально близко к его анатомическому положению (медиана смещения не более 6 мм).

Количество неудовлетворительных результатов в группе сравнения составило 15,7 %, медиана по шкале Нір Harris Score — 79 баллов, болевой синдром оценен, как легкий (медиана 2 балла по шкале ВАШ). В группе исследования медиана результата по шкале Нір Harris Score составляет 87 баллов, медиана по шкале ВАШ 3 балла.

Так же на основе анализа установлено, что общее количество осложнений в группе сравнения составило 24 %, из них 12 % – нейропатии седалищного нерва и 3 % – вывих компонентов эндопротеза, что говорит о влиянии

смещения центра ротации на количество осложнений, связанных с нейропатей седалищного нерва вертлужной впадины на функциональный результат, пациентов в послеоперационном период.

Анализ рентгенологических результатов лечения посттравматических дефектов вертлужной впадины в послеоперационном периоде у пациентов, которым проводили предоперационное планирование и определение тактики замещения дефекта на основе предложенного способа, Функциональный результат оценен как хороший, по шкале Hip Harris Score медиана составляет 87 баллов, количество осложнений – 7 %. Такой результат связан с тем, что предложенный способ предоперационного планирования реконструкции вертлужной впадины позволяет детально описать локализацию дефекта и его объем и выбрать тактику замещения посттравматического дефекта на дооперационном этапе.

Для оценки эффективности предложенного способа предоперационного планирования реконструкции вертлужной впадины и замещения дефекта в ходе исследования проведен сравнительный анализ результатов лечения между группами

ГЛАВА 5. СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ПЕРВИЧНОГО ЭНДОПРОТЕЗИРОВАНИЯ ТАЗОБЕДРЕННОГО СУСТАВА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СПОСОБА ПРЕДОПЕРАЦИОННОГО ПЛАНИРОВАНИЯ РЕКОНСТРУКЦИИ ВЕРТЛУЖНОЙ ВПАДИНЫ

5.1. Сравнительный анализ клинических результатов в послеоперационном периоде

В группе сравнения, в которую вошли пациенты, пролеченные в 2014—2019 гг., продолжительность госпитализации в среднем составила $10,69 \pm 4,96$ койкодня. В группе исследования (2020—2022 гг.) продолжительность госпитализации в среднем составила $9,80 \pm 6,96$ койко-дня. При определении достоверности отличий исследуемых групп по времени нахождения в стационаре выявлено статистически достоверное (р < 0,05) отличие в сторону уменьшения продолжительности госпитализации в проспективной группе по сравнению с группой клинического сравнения.

В группе сравнения продолжительность хирургического лечения в среднем составила $85,05 \pm 39,28$ мин, в группе исследования — $95,44 \pm 43,15$ мин. При сравнении данных параметров статистически значимых различий между группами не выявлено (р = 0,151, при достоверности различий между группами р < 0,05), так как операции выполнялись одной хирургической бригадой, планирование в обоих случаях на предоперационном этапе соответствовало плану оперативного вмешательства и интраоперационное восстановление биомеханических параметров не влияет на объем и время операции (рисунок 25).

Объем кровопотери в группе исследования составил в среднем $350,29 \pm 199,40$ мл, в группе сравнения — $345,93 \pm 223,49$ мл. При сравнении данных параметров статистически значимых различий между группами не выявлено, так как операции выполнялись одной хирургической бригадой, планирование

на предоперационном этапе проводилось соответственно планируемому оперативному вмешательству (рисунок 26).

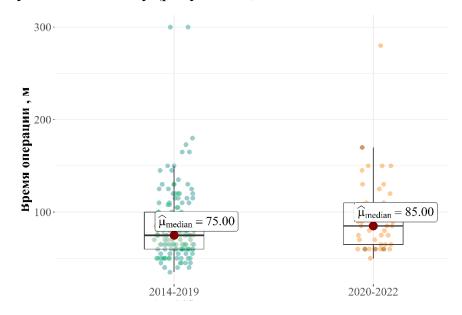


Рисунок 25 — Сравнение продолжительности оперативного лечения по времени в группе сравнения (2014—2019 гг.) и в группе исследования (2020—2022 гг.)

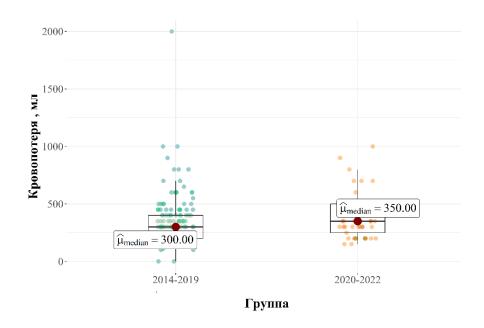


Рисунок 26 — Сравнение объема кровопотери во время операции (мл) в группе сравнения (2014—2019 гг.) и в группе исследования (2020—2022 гг.)

При сравнении объема кровопотери статистически значимых различий между группами не выявлено (р = 0,101, при достоверности различий между

группами р < 0,05). Это обусловлено тем, что оперативное лечение пациентов проводилось одной хирургической бригадой, а так же, что восстановление биомеханических параметров тазобедренного сустава не влияет на объем интраоперационной кровопотери.

5.2. Сравнительный анализ функциональных результатов по Harris Hip Score и ВАШ в послеоперационном периоде

Сравнение групп не выявило статистически достоверных отличий в выраженности болевого синдрома через 6 мес. после операции между группами по ВАШ (таблица 8)

Таблица 8 — Функциональный результат лечения пациентов по шкале ВАШ через 6 мес. после операции

Показатель (медиана)	Группа исследования	Группа сравнения (n = 145)	р-уровень
	(n = 45)		
ВАШ, баллы	2	3	0, 451

Различия между группой исследования и группой сравнения по показателям ВАШ не выявило статистически значимых различий, поскольку в обоих случаях у пациентов на дооперационном этапе болевой синдром был высоким, что является одним из показаний к проведению эндопротезирования тазобедренного сустава и оперативное лечение направлено в том числе на его снижение. Полученный результат можно считать хорошим в обеих группах, болевой синдром оценен как незначительный.

Провели сравнение функциональных результатов по Harris Hip Score в группах исследования и сравнения через 6 мес. после первичного тотального эндопротезирования тазобедренного сустава (рисунок 27; таблица 9). Медиана значений по Harris Hip Score в группе сравнения составила 79,0 баллов, в группе исследования — 87,0. Данные различия считаются достоверным (р <

0,05). Это еще раз свидетельствует об эффективности предложенной методики предоперационного планирования реконструкции вертлужной впадины.

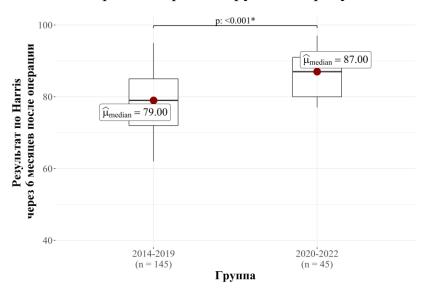


Рисунок 27 — Сравнение функционального результата по Harris Hip Score в послеоперационном периоде в группах сравнения и исследования

Таблица 9 - Сравнение результата по шкале Hip Harris Score через 6 месяцев после операции в группах

Баллы	Количество	Количество	Оценка результата
	случаев 2014-2019	случаев 2020-2022	
	гг.,%	гг.,%	
Менее 70	15,17	0	Неудовлетворительный
70-79	37,2	13,3	Удовлетворительный
80-89	35,17	48,8	Хороший
90-100	12,41	37,7	Отличный

Провели сравнение болевого синдрома в группах исследования и сравнения через 6 месяцев после первичного тотального эндопротезирования тазобедренного сустава (рисунок - 28).

Медиана значений по ВАШ в группе сравнения составила 2 балла, в группе исследования — 3. Достоверных различий между группами не выявлено. На основании полученных данных можно сделать вывод, что первичное эндопротезирование тазобедренного сустава у пациентов с

посттравматическими дефектами вертлужной впадины приводит к уменьшению болевого синдрома в послеоперационном периоде.

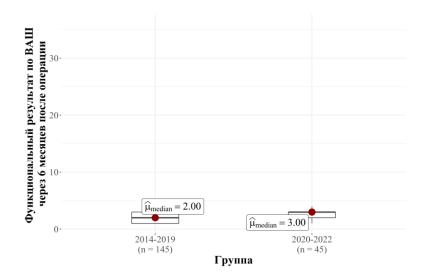


Рисунок 28 — Сравнение болевого синдрома по шкале ВАШ послеоперационном периоде в группах сравнения и исследования

5.3 Сравнительный анализ положения биомеханических параметров тазобедренного сустава в послеоперационном периоде

Проводилось сравнение результата хирургического лечения по степени восстановления биомеханических параметров между группой сравнения и группой исследования. Сравнение проводилось по таким показателям, как переднезаднее смещение центра ротации, вертикальное и горизонтальное смещение центра ротации и офсет. Сравнивали показатели по рентгенограммам, выполненным на момент выписки после оперативного лечения (рисунок 29).

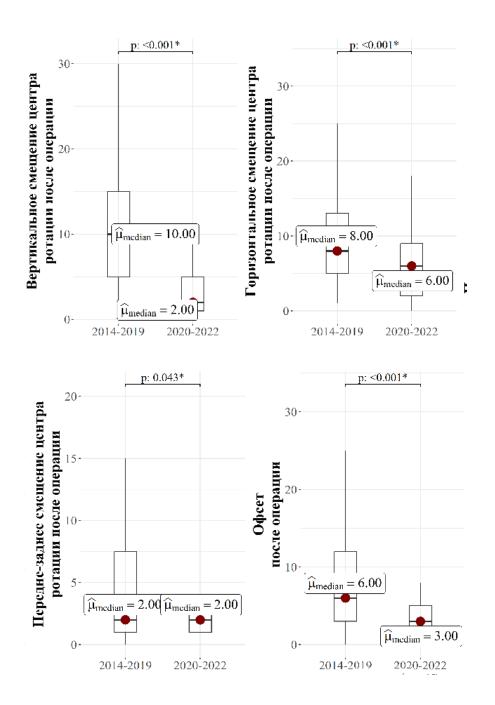


Рисунок 29 — Сравнение смещения центра ротации в послеоперационном периоде между группой исследования (2020—2022 гг.) и группой сравнения (2014—2019 гг.). * - различия между группами достоверны при р < 0.05

Также проанализировали корреляцию между функциональным результатом через 6 мес. после операции и степенью смещения центра ротации в группах (рисунок 30-32).

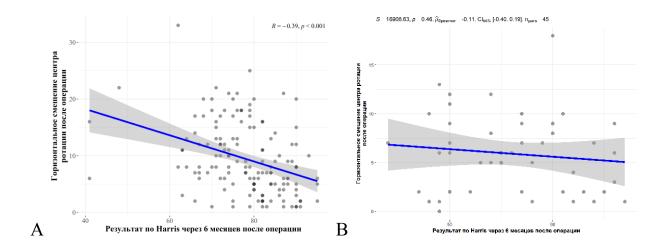


Рисунок 30 – Корреляция между горизонтальным смещением центра ротации и функциональным результатом по Harris: A – группа сравнения; В – группа исследования

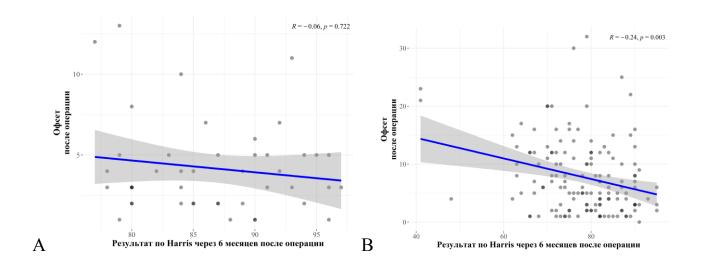


Рисунок 31 — Корреляция между офсетом и функциональным результатом по Harris в группе сравнения(A) и в группе исследования (B)

По полученным данным видно следующее: чем точнее восстановлен центр ротации у пациентов в послеоперационном периоде, тем выше функциональный результат у пациентов в послеоперационном периоде.

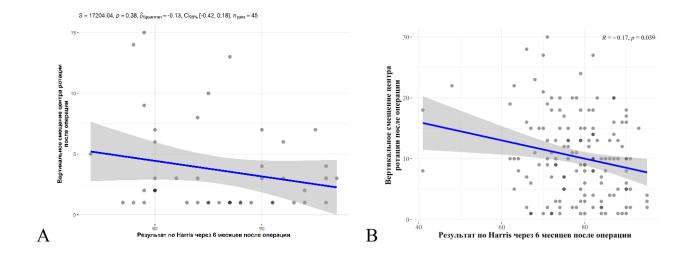


Рисунок 32 — Корреляция между вертикальным смещением и функциональным результатом по Harris в группе сравнения и в группе исследования

5.4. Сравнительный анализ осложнений в послеоперационном периоде

Сравнительный анализ осложнений первичного эндопротезирования тазобедренного сустава проводили как по общему числу осложнений, так и по каждой группе (рисунки 33 - 35).

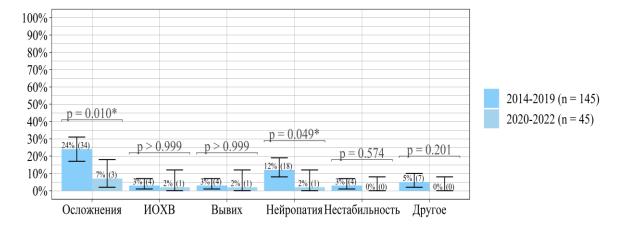


Рисунок 33 — Структура осложнений в послеоперационном периоде в группах исследования (2020–2022 гг.) и сравнения (2014–2019 гг.)

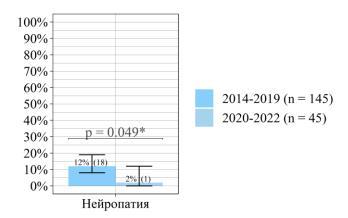


Рисунок 34 — Сравнение количества нейропатий седалищного нерва в послеоперационном периоде между группами исследования (2020–2022 гг.) и сравнения (2014–2019 гг.)

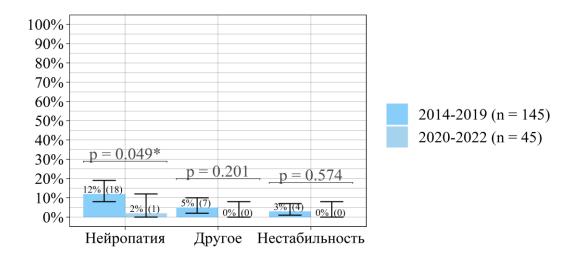


Рисунок 35 — Осложнения первичного эндопротезирования тазобедренного сустава в группе сравнения (2014—2019 гг.) и исследования (2020—2022 гг.)

Одним из наиболее часто встречающихся осложнений, влияющих на качество жизни пациента после операции, является нейропатия седалищного нерва. В группе сравнения нейропатии седалищного нерва зарегистрированы у 18 пациентов, что составляет 12 % от общего числа осложнений. В группе исследования количество нейропатий седалищного нерва – 1 (2 %); р = 0,049, что являет достоверно значимым различием (рисунок 35).

Ни одного случая гетеротопической оссификации не было выявлено ни в группе исследования, ни в группе сравнения. Такие данные свидетельствуют о

том, что интраоперционную кровопотерю и повреждение седалищного нерва нельзя считать значимыми для возникновения данного осложнения.

Резюме. Анализ предложенного способа реконструкции вертлужной впадины на этапе предоперационного планирования показал, что количество осложнений в раннем и позднем послеоперационном периодах сократилось на 10 %, преимущественно за сокращения нейропатий счет количества седалищного нерва, что является достоверно значимым (p<0,05) за счет наиболее точного восстановления центра ротации, меньшей интраоперационной травматизации тканей, что уменьшило возникновение таких осложнений, как инфекция области хирургического вмешательства и асептическое расшатывание бедренного компонента.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Диссертационное исследование проведено с целью улучшения результатов хирургического лечения у пациентов с посттравматическими дефектами вертлужной впадины.

Выполнение диссертационной работы по данной теме продиктовано мировой литературы предоперационному анализом ПО планированию первичного эндопротезирования тазобедренного сустава у пациентов с посттравматическими дефектами, a также анализом существующих классификационных схем посттравматических дефектов вертлужной впадины [31,60,89,125]. На сегодняшний день не существует унифицированного посттравматических дефектов описания вертлужной впадины, обоснованных подходов к выбору типа вертлужного компонента, способа его фиксации при первичном эндопротезировании тазобедренного сустава.

Изучены характер И структура посттравматических изменений вертлужной впадины, а также клинический и функциональный результаты первичного эндопротезирования тазобедренного сустава. Выявлены недостатки предоперационного планирования, выбора способа реконструкции вертлужной ацетабулярного впадины И типа компонента ДЛЯ пациентов посттравматическими дефектами. Определено, что самыми распространенными классификациями для описания дефектов вертлужной впадины являются классификация AAOS и Paprosky [125]. Популярная в США классификация AAOS, которая позволяет достаточно точно описать дефект любой этиологии (как посттравматический, так и постимплантационный) и представить его характер, не отражает тяжести изменений и в незначительной степени определяет тактику замещения дефекта и его локализацию.

Для достижения хорошего клинического результата, помимо прочной фиксации компонентов и замещения дефектов, необходимо учитывать некоторые особенности посттравматических изменений вертлужной впадины, а

именно смещение центра ротации, объем дефекта костной ткани и его локализацию. Известен ряд публикаций, посвященных тактике ведения больных с посттравматическими дефектами вертлужной впадины [15, 16, 17]. При проведении первичного эндопротезирования тазобедренного сустава у данной группы пациентов на этапе предоперационного планирования и выбора способа реконструкции вертлужной впадины необходимо спланировать восстановление бедренного офсета, длину конечностей и положение центра ротации [13, 14].

Для решения существующих проблем, было предпринято исследование, целью которого являлось улучшить результаты лечения пациентов с посттравматическими дефектами вертлужной впадины путем разработки способа предоперационного планирования реконструкции вертлужной впадины, основанного на описании объема дефекта и его локализации.

Выбор способа реконструкции вертлужной впадины у пациентов с посттравматическими изменениями в проведенном исследовании а также в большинстве проанализированных работ в 100 % случаев проводится на основе рентгенографии тазобедренного сустава, а при необходимости детализации данных используется МСКТ. По полученным данным определить степень потери костной ткани и локализацию дефекта полностью не удается, а следовательно, невозможно заранее точно выбрать тип вертлужного компонента и способ его фиксации.

Исходя данной проблематики, МЫ предложили способ предоперационного планирования реконструкции вертлужной впадины, основанный на 3D-визуализации, позволяющей описать дефект с позиции его локализации и объема. Данный способ основан на создании с помощью КТ виртуальной 3D-модели, очищенной OT посторонних шумов, металлоконструкций и визуализированной по шкале Хаунсфилда в диапазоне 200-400 HU. Посттравматический дефект описывали в процентном выражении

объема потери костной ткани, а также по его локализации (седалищная кость, лонная кость или надацетабулярный массив). Описание дефекта костной ткани в процентах обусловлено необходимостью унифицировать подход к выбору способа реконструкции вертлужной впадины, поскольку выражение объема дефекта в абсолютных величинах не может быть применимо ко всем пациентам из-за индивидульных особенностей (рост, вес, пол, возраст, размер вертлужной впадины)

Для дефектов составляющих до 80% объема костной ткани относительно здорового контралатерального сустава рекомендуется установка вертлужного компонента бесцементной фиксации или его сочетание с аугментами, т.к данный дефект не выходит за границы вертлужной впадины и остается в пределах толщины ее стенок.

Для дефектов до 25 % рекомендуется стандартный вертлужный компонент бесцементной фиксации, для дефекта 26-40 % - вертлужный компонент стандартного или большого размера с полиакисальной фиксацией винтами, при наличии дефекта седалищной кости или надацетабулярного осуществляется выбор необходимого аугмента (опорный массива сферический), для дефекта 41-60 % - вертлужный компонент большого c полиакисальной фиксацией винтами размера ИЛИ индивидуальный вертлужный компонент с использованием аугментов при наличии дефекта седалищной кости или в надацетабулярном массиве, для 61-80 % потери костной ткани – индивидуальный вертлужный компонент простой геометрии и одномоментная реконструкция колонны или индивидуальный вертлужный компонент сложной геометрии.

Для дефектов, превышающих 80 % объёма вертлужной впадины рекомендовано использование индивидуального вертлужного компонента, т.к данный дефект выходит за толщину стенок вертлужной впадины и может быть описан как дефект костей таза.

На клинической базе Новосибирского НИИТО им Я.Л. Цивьяна проанализированы результаты лечения 191 пациента с последствиями травм вертлужной впадины, пролеченных в 2014–2022 гг. Выявлена встречаемость различных типов деформаций вертлужной впадины на основе классификации AAOS. Самой многочисленной группой пациентов были пациенты со 2-м типом дефекта (кавитарный дефект), а самой малочисленной – с 5-м типом (n = 1 в группе исследования, в группе сравнения с таким типом дефекта пациентов не было). Провели анализ клинических, функциональных и рентгенологических результатов хирургического лечения 190 пациента с последствиями травм вертлужной впадины. В группе сравнения (2014–2019 гг.) осуществляли выбор реконструкции основе рентгенограмм с на использованием стандартных шаблонов или в компьютерной программе MediCad, а в группе (2020–2022 гг.) – с помощью исследования предложенного реконструкции, основанного на определении объема дефекта и его локализации в костях вертлужной впадины. Для оценки результата проводили измерение степени смещения центра ротации вертлужной впадины и офсета до и после операции.

Восстановление биомеханических ориентиров, а именно центра ротации в группе исследования (n = 45) было следующим: горизонтальное смещение – $5.91 \pm 3.99\,$ мм, вертикальное смещение – $3.67 \pm 3.72\,$ мм, переднезаднее смещение – $2.11 \pm 1.21\,$ мм, офсет – $4.18 \pm 2.88\,$ мм. В группе сравнения (n = 145): горизонтальное смещение – $9.43 \pm 6.24\,$ мм, вертикальное смещение – $10.3 \pm 6.76\,$ мм, переднезаднее смещение – $4.5 \pm 4.68\,$ мм, офсет – $7.77 \pm 6.26\,$ мм. Клинический результат оценивали по ВАШ и Нір Наггіз Score. В группе исследования медиана по Нір Наггіз Score – $87\,$ баллов, в группе сравнения – $79\,$ баллов, по ВАШ в группе исследования и в группе сравнения медиана значений составила $2\,$ и $3\,$ балла соответственно.

Функциональный результат по Hip Harris Score отвечает критериям достоверности: p = 0,011 и p < 0,001 соответственно. В сравнении с группой сравнения у пациентов, которым проводилось предоперационное планирование по предложенному способу реконструкции вертлужной впадины, выявлена достоверная разница В восстановлении центра ротации после эндопротезирования тазобедренного У пациентов, сустава. которым проводилось планирование и лечение на основе способа реконструкции вертлужной впадины, осложнения уменьшились на 17 %, в том числе количество нейропатий седалищного нерва на 10% (p < 0,05).

По ряду показателей (восстановление центра ротации, функциональный результат по шкале Hip Harris Score) результаты в группе исследования были достоверно лучше (р < 0,05). При анализе зависимости функционального результата от восстановления центра вертлужной впадины показано, что чем лучше восставлены биомеханические параметры, тем выше функциональный результат в послеоперационном периоде.

Также в ходе исследования выявлено, что суммарное количество осложнений в группе исследования уменьшилось на 10 % (р<0,05) и составило 2% в том числе − ИОХВ, нейропатия седалищного нерва, вывих компонента эндопротеза (по одному случаю в каждой группе), в группе сравнения количество осложнений составляет 24 % от общего числа пациентов, которым проведено тотальное эндопротезирование тазобедренного сустава.

Таким образом, на основе проведенного исследования предложенный способ предоперационного планирования реконструкции вертлужной впадины у пациентов с посттравматическими дефектами, основанный на описании его объема и локализации считается эффективным.

ВЫВОДЫ

- 1. Проблемой предоперационного планирования первичного эндопротезирования тазобедренного сустава У пациентов посттравматическими дефектами вертлужной впадины является отсутствие к описанию дефекта унифицированного подхода И выбору реконструкции вертлужной впадины, что приводит к неудовлетворительным результатам в 15,7 % случаев.
- 2. Разработан способ предоперационного планирования реконструкции вертлужной впадины при посттравматических дефектах, позволяющий рассчитать объем дефекта костной ткани патологически повреждённой вертлужной впадины в процентах, относительно интактного контрлатерального сустава, и описать его локализацию в лонной, седалищной, подвздошной костях, что позволяет выбрать тип вертлужного компонента и способ его фиксации.
- 3. Предложенный способ предоперационного планирования реконструкции вертлужной впадины при проведении первичного тотального эндопротезирования у пациентов с посттравматическими дефектами вертлужной впадины позволяет восстановить биомеханические параметры путем устранения переднезаднего и вертикального смещений центра ротации до 2мм (p<0,05), горизонтального до 6мм (p<0,05)и восстановлением офсета до 3мм (p<0,05).
- 4. Оперативное лечение, проведенное с использование предложенного способа предоперационного планирования у пациентов с посттравматическими дефектами вертлужной впадины, позволило улучшить функциональные результаты по Hip Harris Score на 10% (p<0,05), сократить количество нейропатий на 17% (p<0,05).

ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

- 1. Пациентам с последствиями травм вертлужной впадины рекомендовано проводить МСКТ и создавать виртуальную 3D-модель в диапазоне 200–400 HU для более точной оценки объема костного дефекта.
- **2.** Рекомендовано применять предложный способ реконструкции вертлужной впадины у пациентов с посттравматическими изменениями, которым планируется хирургическое лечение в объеме первичного тотального эндопротезирования тазобедренного сустава.
- **3.** Для дефектов костной ткани вертлужной впадины до 25 % рекомендовано использование стандартного вертлужного компонента бесцементной фиксации. При дефектах костной ткани 26-40 % рекомендован вертлужный компонент стандартного или большого размера с полиакисальной дефекта фиксацией винтами, при наличии седалищной кости надацетабулярного массива необходим выбор аугмента: опорный ИЛИ сферический. При посттравматических дефектах вертлужной впадины 41-60 % рекомендовано использовать вертлужный компонент большого размера с полиакисальной фиксацией винтами или индивидуальный вертлужный компонент с использованием аугментов при наличии дефекта седалищной кости или в надацетабулярном массиве. При дефектах 61-80 % - использовать индивидуальный вертлужный компонент простой геометрии с реконструкцией колонны или индивидуальным вертлужным компонентом сложной геометрии. При дефектах более 80 % необходимо применять индивидуальный 3–D вертлужный компонент сложной геометрии внеацетабулярной фиксации.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1. Анатомия подвздошной, лобковой, седалищной кости (тазовой кости). Текст: электронный // Medicine to students: база данных. URL: https://medfsh.ru/ttc01/anatomiya-c01/m2s-anatomiya-podvzdoshnoj-lobkovoj-sedalishhnoj-kosti-tazovoj-kosti.
- 2. Анисимова, Е. А. Морфология костных структур вертлужной впадины и бедренного компонента тазобедренного сустава/ Е. А. Анисимова, К. С. Юсупов, Д. И. Анисимов // Саратовский научно-медицинский журнал. 2014. Т. 10, 1. С. 32-38.
- 3. Белецкий, А. В. Определение показаний к оперативному лечению и выбор хирургических доступов при сложных комплексных переломах вертлужной впадины / А. В. Белецкий, А. И. Воронович, А. Э. Мурзич // Вестник травматологии и ортопедии им. Н. Н. Приорова. 2010. №4. С. 30–37.
- 4. Боровков, В. Н. Дорожно-транспортный травматизм как комплексная медико-социальная проблема потерь здоровья населения России / В.Н. Боровков, В. Г. Семенова, А. А. Хрупалов [и др.] // Травматология и ортопедия России. 2011. Т.61, №3. С. 101–108.
- 5. Бриггс, Т. Оперативная ортопедия: стенморское руководство / Т. Бриггс, Дж. Майлз, У. Астон; пер. с англ. Л. А. Родоманова; ред. Р. М. Тихилов. Москва: БИНОМ, 2014. 320 с.
- 6. Буачидзе, О. Ш. Хирургия тазобедренного сустава / О. Ш. Буачидзе, Г. А. Оноприенко, В. П. Волошин. Москва: Медицина, 2002. С. 4; 24; 52.
- 7. Буряченко Б. П. Особенности предоперационного планирования эндопротезирования тазобедренного сустава / Б. П. Буряченко, Д. И. Варфоломеев // Медицинский вестник ГВКГ им. Н. Н. Бурденко. 2021. Т. 4, № 2. С. 59–64.

- 8. Возможности рентгенографии в ранней диагностике патологии тазобедренного сустава / Р. М. Тихилов, И. И. Шубняков, Д. Г. Плиев [и др.] // Травматология и ортопедия России. 2017. Т.23, №1. С.117-131.
- Волошин, В. П. Хирургическое лечение чрезвертлужных переломов тазовой кости. / В. П. Волошин, Г. А. Оноприенко, В. С. Зубиков // Альманах клинической медицины. 2008. №19. С. 37–42.
- 10. Гареев, И. Ф. Гетеротопическая оссификация после травм центральной нервной системы: понимание патогенеза / И. Ф. Гареев, О. А. Бейлерли, А. К. Вахитов // Вестник травматологии и ортопедии им Н. Н. Приорова. 2018. № 3. С.119-124.
- 11. Гайворонский, И. В. Анатомия соединений костей: учеб. пособие / И. В. Гайворонский, Г. И. Ничипорук. СПб.: ЭЛБИ, 2010. 55 с.
- 12. Гринь, А. А. Выбор операционного доступа при лечении двухколонных переломов вертлужной впадины / А. А. Гринь, А. В. Рунков, И. Л. Шлыков // Травматологияи ортопедия России. 2014. Т.71, №1. С. 92-97.
- 13. Даниляк, В. В. Комментарий к статье «Особенности ревизионного эндопротезирования тазобедренного сустава при изначально высоком расположении вертлужного компонента» / В. В. Даниляк // Травматология и ортопедия России. 2020. Т. 26, № 3. С. 21–24.
- 14. Елфимов, С. В. Прогнозирование гетеротопической оссификации после операций и травм тазобедренного сустава / С. В. Елфимов, Н. Л. Кузнецова А. Г. Солодовников // Политравма. 2011. №2. С. 14–19.
- Загородний, Н. В. Эндопротезирование тазобедренного сустава.
 Основы и практика: руководство. / Н. В. Загородний. Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2012. – С. 460–466.
- 16. Кавалерский, Γ . М. 2D-планирование эндопротезирования тазобедренного сустава / Γ . М. Кавалерский, А. П. Середа, В. Ю. Мурылев // Травматология и ортопедия России. -2015. -№4. -C. 95-102.

- 17. Каминский, А. В. Ревизионное эндопротезирование тазобедренного сустава: эпидемиология, причины, факторы риска (обзор зарубежной литературы) / А. В. Каминский, Л. О. Марченкова, А. В. Поздняков // Вестник травматологии и ортопедии им. Н. Н. Приорова 2015. №2. С. 83 89.
- Кузьмин, И. И. Тромбоэмболические осложнения при эндопротезировании тазобедренных суставов / И. И. Кузьмин, И. Ф. Ахтямов,
 В. А. Сорокин // Гений ортопедии. 2004. №4. С. 63–68.
- 19. Лежнев, А. Γ Осложнения после эндопротезирования тазобедренного сустава / А. Γ . Лежнев // Вестник травматологии и ортопедии им. Н. Н. Приорова. -2011. -№ 3. C. 59 63.
- 20. Малютин, А. П. Тактика эндопротезирования тазобедренного сустава при дефектах вертлужной впадины / А. П. Малютин, И. А. Норкин // Саратовский научно-медицинский журнал. 2008. Т.4, № 4. С. 83–88.
- 21. Маркс В.О. Ортопедическая диагностика / В.О. Маркс. Минск: «Наука и техника», 1978. –С. 71-79
- 22. Молодов, М. А. Вывихи тотальных эндопротезов тазобедренного сустава: специальность 14.01.15 «Травматология и ортопедия»: автореферат диссертации на соискание учений степени кандидата медицинских наук; / Молодов Михаил Александрович; Ярославский государственный медицинский университет. Ярославль, 2015. 25 с.
- 23. Обоснование использования оригинальной классификации посттравматических деформаций вертлужной впадины при первичном эндопротезировании тазобедренного сустава / А. В. Цыбин, В. В. Любчак, В.С. Сивков [и др.] // Гений ортопедии. 2021. Т. 27, № 5. С. 508–513.
- 24. Определение деформации вертлужной впадины при предоперационном планировании эндопротезирования тазобедренного сустава. / Д. В. Мартыненко, В. П. Волошин, Л. А. Шерман [и др.] // Травматология и ортопедия России. 2019. –Т. 25, № 3. С.153–164.

- 25. Оптимальный метод первичного эндопротезирования тазобедренного сустава при последствиях сложных переломов вертлужной впадины / А. И. Гуцз, С. А. Ласунский, А. О. Денисов [и др.] // Современные проблемы науки и образования. 2017. N = 5. C. 147.
- 26. Прохоренко, В.М. Атлас первичного эндопротезирования крупных суставов: учебное пособие / В.М. Прохоренко, М. А. Садовой, А. Б. Слабодской, Т.И. Александров, В.С. Баитов, М.А. Овтин, И.А. Пахомов, С.И. Чорний; под ред. В.М. Прохоренко, М.А. Садового. Новосибирск: Наука, 2016. 286 с.
- 27. Современные тенденции в оперативном лечении больных с повреждениями таза и вертлужной впадины (обзор литературы) / Н. В. Загородний, А. И. Колесник, А. Ф. Лазарев [и др.] // Гений ортопедии. 2020. Т. 26, № 2. С. 266–274.
- 28. Соколов, В. А. Дорожно-транспортные травмы /В. А. Соколов. Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2009. С. 9–10; 131.
- 29. Солнцев, Ю. П. Материаловедение: учебник для вузов. / Ю. П. Солнцев, Е. И. Пряхин, Ф. Войткун Москва: МИСИС, 1999. 600 с.
- 30. Тихилов, Р. М., Выбор способа имплантации вертлужного компонента на основе рабочей классификации последствий переломов вертлужной впадины / Р. М. Тихилов, И. И. Шубняков, И. Т. Чиладзе [и др.] // Травматология и ортопедия России. 2011. № 2. С. 37–43.
- 31. Тихилов, Р. М. Классификации дефектов вертлужной впадины: дают ли они объективную картину сложности ревизионного эндопротезирования тазобедренного сустава? Критический обзор литературы и собственных наблюдений / Р. М. Тихилов, И. И. Шубняков, А. О. Денисов // Травматология и ортопедия России. 2019. Т. 25. № 1. С. 122—141.
- 32. Торопов, С. С. Возможности рентген-диагностики в предоперационном планировании при хронической перипротезной инфекции

- тазобедренного сустава. / С. С. Торопов, В. А. Артюх, С. А. Божкова // Современные достижения травматологии и ортопедии: сборник научных статей. Санкт Петербург: НИИ травматологии и ортопедии им. Н. Н. Вредена, 2018. С. 244–247.
- 33. Травматизм, ортопедическая заболеваемость, состояние травматолого-ортопедической помощи населению России в 2018 году / под ред. Н. А. Еськина. Москва: НМИЦ ТО им. Н. Н. Приорова, 2019. 166 с.
- 34. Чегуров, О. К. Реконструктивное эндопротезирование тазобедренного сустава у больной с последствием повреждений вертлужной впадины (случай из практики) / О. К. Чегуров, И. Н. Менщиков, А. С. Жданов // Гений ортопедии. 2017. Т. 23, № 3. С. 364–367.
- 35. Черкес-Заде, Д. И. Лечение повреждений таза и их последствий / Д. И. Черкес-Заде. Москва: Медицина, 2006. С. 20-21; 115; 121-122.
- 36. Эндопротезирование при посттравматических изменениях вертлужной впадины / Н. Г. Гарькавый, Н. А. Верещагин, А. А. Жильцов, Е. Н. Верещагина // Вестник Ивановской медицинской академии. − 2017. − Т. 22, № 4. C. 15–19.
- 37. Эндопротезирование тазобедренного сустава в сложных случаях / Н. А. Шестерня, А. Ф. Лазарев, С. В. Иванников [и др.] // Кафедра травматологии и ортопедии. 2016. Т. 17, № 1. С. 30–35.
- 38. Эндопротезирование тазобедренного сустава у пациентов с обширными посттравматическими дефектами вертлужной впадины / А. А. Пронских, К. Н. Харитонов, В. Ю. Кузин [и др.] // Современные проблемы науки и образования. 2019. № 5. С. 112.
- 39. Эндопротезирование тазобедренного сустава у пациентов с посттравматическими дефектами и деформациями вертлужной впадины / А. А. Пронских, С.В. Романова, В. Л. Лукинов [и др.] //Травматология и ортопедия Росии. 2022. № 4. С. 66-78.

- 40. Эндопротезирование тазобедренного сустава у пациентов с посттравматическим коксартрозом и обширным дефектом вертлужной впадины. (случай из практики) / А. А. Пронских, Т. 3. Мамуладзе, В. А. Базлов [и др.] // Современные проблемы науки и образования. 2020. № 5. С. 155.
- 41. Эпидемиологическая характеристика переломов костей конечностей в популяционной выборке лиц 50 лет и старше / Е. Е. Михайлов, Л. И. Беневоленская, Е. И. Баркова [и др.] // Остеопороз и остеопатии. − 1998. − № 2. − С. 2–6.
- 42. 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.
- 43. A new digital preoperative planning method for total hip arthroplastie / H. J. A Crooijmans, A. M. R. P. Laumen, C. van Pul [et al.] // Clinical Orthopaedics and Related Research. 2009. Vol. 467, № 4. P. 909–916.
- 44. A prospective analysis of 211 robotic-assisted surgical procedures. / M. A. Talamini, S. Chapman, S. Horgan, W. S. Melvin // Endoscopic Surgery. 2003. Vol. 17, № 10. P. 1521–1524.
- 45. Acetabular bone loss in revision total hip arthroplasty: evaluation and management / N. P. Sheth, C. L. Nelson, B. D. Springer [et al.] // American Academy of Orthopaedic Surgeons. 2013. Vol. 21, №. 3. P. 128–139.
- 46. Acetabular defect classification in times of 3D imaging and patientspecific treatment protocols / K. Horas, J. Arnholdt, A. F. Steinert [et al.] // Orthopaede. 2017 Vol. 46, № 1. P.168–178.
- 47. Acetabular polyethylene wear and acetabular inclination and femoral offset. / N. J. Little, C. A. Busch, J. A. Gallagher [et al.] // Clinical Orthopaedics and Related Research. 2009. Vol. 467, №. 11. P. 2895-2900.

- 48. Ackerman, I. N. The projected burden of primary total knee and hip replacement for osteoarthritis in Australia to the year 2030 / I. N. Ackerman, M. A. Bohensky, E. Zomer // BMC Musculoskelet Disord. − 2019. − Vol. 20, № 1. − P. 90.
- 49. Alnahhal, A. Templating hip arthroplasty. / A. Alnahhal, N. Aslam-Pervez, N. Q. Sheikh // Open Access Macedonian Journal of Medical. 2019. Vol. 7, № 4. P. 672–685.
- 50. Analysis of result and influence factors of operative treatment of acetabular fractures / C. Zhi, Z. Li, X Yan / Zhongguo Xiu Fu Chong Jian Wai KeZa Zhi. -2011. Vol. 25, № 1. P. 21–25.
- 51. Anatomic hip center decreases aseptic losening rates after total hip arthroplasty with cement in patients with crowe type-II dysplasia: a concise follow-up report at a mean of thirty-six years. / C. D.Watts, M. P. Abde., A. D. Hanssen, M. W. Pagnano // The Journal of Bone and Joint Surgery. Am. − 2016. − Vol. 98, № 11. − P. 910-915.
- 52. Articular fractures: does an anatomic reduction really change the result?

 / J. L. Marsh, J. Buckwalter, R. Gelberman [et al.] // The Journal of Bone and Joint Surgery. Am. − 2002. − Vol. 84, № 7. − P.1259–1271.
- 53. Assessment of accuracy and reliability in preoperative templating for hip resurfacing arthroplasty / M. Olsen, P. Gamble, M. Chiu [et al.] // Journal of arthroplasty. -2010. Vol. 25, No 2. P. 445-449.
- 54. Atlas of Anatomy atlas of anatomy image collection general anatomy and musculoskeletal system / M. Schuenke, E. Schulte, U. Schumacher [et al.]. New Yor: Thieme, 2006. 388 p.
- 55. Augmented reality patient-specific reconstruction plate design for pelvic and acetabular fracture surgery / F. Shen, B. Chen, Q. Guo [et al.] // The International Journal for Computer Assisted Radiology and Surgery. − 2013. − Vol. 8, № 2. − P.169–179.

- 56. Aziz, M. Biomechanics of acute total hip arthroplasty after acetabular fracture: plate vs cable fixation / M. Aziz. Toronto: Institute of Medical Science University, 2014. 141 p.
- 57. Baghoolizadeh, M. The Lawrence D. Dorr Surgical Techniques and Technologies Award: Conversion Total Hip Arthroplasty: Is it a Primary or Revision Hip Arthroplasty. / M. Baghoolizadeh, R. Schwarzkopf // Journal of arthroplasty. 2016. Vol. 31, № 9 supp. l. P. 16–21.
- 58. Bhaskar, D. Current concepts in acetabular Positioning in total hip arthroplasty / D. Bhaskar, A. Rajpura, T. Board // The Indian Journal of Orthopaedics. 2017. Vol. 51, № 4. P. 386-396.
- 59. Berry, D. J. Uncemented acetabular components for arthritis after acetabular fracture / D. J. Berry, M. Halasy // Clinical Orthopaedics and Related Research. 2002. Vol.405. P. 164–167.
- 60. Bettin, D. The German Society of Orthopedics and Traumatology classification of bone defects in total hip endoprostheses revision operations. / D. Bettin, B. D. Katthagen // Zeitschrift fur Orthopadie und Ihre Grenzgebiete. 1997. Vol. 135, \mathbb{N}_2 . 4. P. 281–284.
- 61. Blinov, N. N. The necessity and the adequacy of the technical retrofitting in national health care / N. N Blinov, A. Yu. Vasil'yev, V. Ya. Zinichenko // Meditsinskaya tekhnika [Medical equipment]. − 2011. − № 5. − P. 26-29.
- 62. Bone impaction grafting and a cemented cup after acetabular fracture at 3-18 years / B.W. Schreurs, M. Zengerink, M. L. Welten [et al.] // Clinical Orthopaedics and Related Research. 2005. № 437. P. 145–151.
- 63. Bozic, K. J. The high hip center / K. J. Bozic, A. A. Freiberg, W. H. Harris // Clinical Orthopaedics and Related Research. 2004. Vol. 420. P. 101–105.

- 64. Carter, L. W. Determination of accuracy of preoperative templating of noncemented femoral prostheses / L.W. Carter, D. O. Stovall, T. R. Young // Journal of arthroplasty. 1995. Vol. 10, № 4. P. -507–513.
- 65. Cementless total hip arthroplasty in the treatment after acetabular fractures / W. Salama, P. Ditto, S. Mousa, [et al.] // European journal of orthopaedic surgery and traumatology. 2018. Vol. 28, № 1. P. 59–64.
- 66. Chiu, F. Y. Surgical treatment of displaced acetabular fractures 72 cases followed for 10 (6-14) years / F. Y. Chiu, C. M. Chen, W. H. Lo // Injury. 2000. Vol.31, № 3. P.181-185.
- 67. Classification and management of acetabular abnormalities in total hip arthroplasty / J. A. D'Antonio, W. N. Capello, L. S. Borden [et al.] // Clinical Orthopaedics and Related Research. 1989. Vol. 24. P. 3126-3137.
- 68. Colombi, A. Total hip arthroplasty planning / A. Colombi, D. Schena, C. C. Castelli // British Editorial Society of Bone and Joint Surgery. 2019. Vol. 4, № 11. P. 626–632.
- 69. Computer-aided planning of reconstructive surgery of the innominate bone: automated correction proposals / F. Gelaude, T. Clijmans, P. L. Broos [et al.] // Computer assisted surgery. 2007. Vol. 12, № 5. P. 286–294.
- 70. Comparison of analog and digital preoperative planning in total hip and knee arthroplasties. A prospective study of 173 hips and 65 total knees / B. The, R. L. Diercks, P. M. van Ooijen, J. R. van Horn // Acta Orthopaedica. 2005. Vol. 76, N_{\odot} 1. P. 78–84.
- 71. Comparison of CT, MRI and radiographs in assessing pelvic osteolysis: a cadaveric study / T. A. Walde, D. E. Weiland, S. B. Leung [et al.] // Clinical Orthopaedics and Related Research. 2005 Vol. 437. P.138–144.
- 72. Comparison of the accuracy of 2D and 3D templating methods for planning primary total hip replacement: a systematic review and meta-analysis. / H.

- Bishi, J. B. V. Smith, V. Asopa [et al.] // British Editorial Society of Bone and Joint Surgery. 2022. Vol. 7, № 1. P. 70–83.
- 73. Confrontation of the radiographic preoperative planning with the postoperative data for uncemented total hip arthroplasty / R. Debarge, S. Lustig, P. Neyret N. T. Ait Si Selmi // Revue de chirurgie orthopedique et reparatrice de l'appareil moteur. -2008. Vol. 94, N0 4 P. 368-75.
- 74. Cornell, C.N. Management of acetabular fractures in the elderly patient / C. N. Cornell // HSS Journal. 2005. Vol 1, № 1. P. 25–30.
- 75. Dearborn, J. T High placement of an acetabular component inserted without cement in a revision total hip arthroplasty. Results after a mean of ten years / J. T. Dearborn, W. H. Harris // The Journal of Bone and Joint Surgery. Am. 1999. Vol. 81, No. 4. P. 469–480.
- 76. Determinants of functional outcome after simple and complex acetabular fractures involving the posterior wall / H. J. Kreder, N. Rozen, C. M. Borkhoff [et al.] // The Journal of Bone and Joint Surgery Br. − .2006. − Vol. 88, № 6. − P. 776–82.
- 77. Development test reliability and validation of a classification for revision hip arthroplasty / K. J. Saleh, J. Holtzman, A. Gafni [et al.] // Journal of Orthopaedic Research. 2001. Vol. 19, № 1. P.50–56.
- 78. Digital radiography image quality: image acquisition / M.B. Williams, E. A. Krupinski, K. J. Strauss [et al.] // Journal of the American College of Radiology. 2007. Vol. 4, № 6. P. 371–388.
- 79. Digital templating in total hip arthroplasty with the Mayo stem / C. Wedemeyer, H. Quitmann, J. Xu [et al.] // Archives of Orthopaedic and Trauma Surgery. 2008. Vol. 128, № 10. P.1023–1029.
- 80. Digital versus conventional templating techniques in preoperative planning for total hip arthroplasty / Y. Kosashvili, N. Shasha, E. Olschewski [et al.] // Canadian-journal surgery. 2009. Vol.52, № 1. P. 6–11.

- 81. Do conversion total hip arthroplasty yield comparable results to primary total hip arthroplasty? / R. Schwarzkopf, G. Chin, K. Kim [et al.] // Journal of arthroplasty. 2017. Vol. 32, № 3. –P. 862–871.
- 82. Does hip center location affect the recovery of abductor moment after total hip arthroplasty? / J. I. Fukushi, I. Kawano, G. Motomura [et al.] // Clinical Orthopaedics and Related Research. 2018. Vol. 104, №8. P. 1149–1153.
- 83. Eggli, S. The value of preoperative planning for total hip arthroplasty / S. Eggli, M. Pisan, M. E. Muller // The Journal of Bone and Joint Surgery. Br 1998. Vol. 80. P. 382–90.
- 84. Eka, A. Patient-related medical risk factors for periprosthetic joint infection of the hip and knee / A. Eka, A. E. Chen // Annals of Translational Medicine 2015. Vol. 3, No 16. P. 233.
- 85. Epstein, H. C. Posterior fracture-dislocations of the hip. long-term follow-up / H. C Epstein // The Journal of Bone and Joint Surgery. Am. − 1974. − Vol. 56, № 6. − P. 1103-1127.
- 86. Gelaude, F. Quantitative computerized assessment of the degree of acetabular bone deficiency: total radial acetabular bone loss (TrABL) / E. Gelaude, T. Clijmans, H. Delport // Advances in Orthopedics. 2011. Vol. 2011. P. 494382.
- 87. Gomez, P. F. Early attempts at hip arthroplasty--1700s to 1950s / P. F. Gomez, J. A. Morcuende // Iowa Orthopaedic Journal 2005. Vol. 25. P. 25-29.
- 88. Grading acetabular defects: the need for a universal and valid system. / N. A. Johanson, K. R. Driftmier, D. L. Cerynik, C. C. Stehman // Journal of arthroplasty. -2010. -Vol. 25, $Noldsymbol{0}$ 3. -P. 425-431.
- 89. Gustilo, R. B. Revision total hip arthroplasty with titanium ingrowth prosthesis and bone grafting for failed cemented femoral component loosening. / R. B. Gustilo, H. S. Pasternak // Clinical Orthopaedics and Related Research. 1988. Vol. 235. P. 111–119.

- 90. Harris, W. H. Socket fixation using a metal-backed acetabular component for total hip replacement. A minimum five-year follow-up. / W. H Harris, R. E Jr. White // The Journal of Bone and Joint Surgery Am. − 1982. − Vol. 64, № 5. − P.745–748.
- 91. Heeg, M. Operative treatment for acetabular fractures / M. Heeg, H. J. Klasen, J. D. // The Journal of Bone and Joint Surgery. Br. − 1999. − Vol. 72, № 3. − P. 383–386.
- 92. Hill, B.W. Management of high-energy acetabular fractures in the elderly individuals: a current review / B.W. Hill, J. A. Switzer, P. A. Cole // Geriatric Orthopaedic Surgery and Rehabilitation. − 2012. − Vol. 3, № 3. − P. 95–106.
- 93. Incidence of heterotopic ossification in direct anterior vs posterior approach to total hip arthroplasty: a retrospective radiographic review / E. A. Newman, D. C. Holst, D. N. Bracey [et al.] // International Orthopaedics. -2016. Vol. 40, No. 9. P. 1967-1973.
- 94. Incidence of symptomatic COVID-19 in unvaccinated patients within one month after elective total joint arthroplasty: a multicenter study / E. Sheikhbahaei, S. P.Mirghaderi, A. Moharrami [et al.] // Arthroplasty Today. 2022. Vol. 14. –P. 110-115.
- 95. Influence of a high hip center on abductor muscle function / J. Jerosch, J. Steinbeck, J. Stechmann, V. Guth // Archives of Orthopaedic and Trauma Surgery. 1997. Vol. 116, № 6-7. 385–389.
- 96. Interobserver and intraobserver variability in radiogiographic assessment of osteolysis. / C. A. Engh, C. J. Sychterz, A. M. Young [et al.] // Journal of arthroplasty. -2002. Vol. 17, \mathbb{N} 6. P. 752–759.
- 97. Is computerised 3D templating more accurate than 2D templating to predict size of components in primary total hip arthroplasty? / E. Schiffner, D. Latz, P. Jungbluth P [et al.] // HIP International. 2019. Vol. 29, № 3. P. 270–275.

- 98. Jasty, M. Management of limb length inequality during total hip replacement / M. Jasty, W. Webster, W. Harris // Clinical Orthopaedics and Related Research. 1996. Vol. 333. P.165–171.
- 99. Johnston, R. C. Reconstruction of the hip. A mathematical approach to determine optimum geometric relationships./ R. S. Johnston, R. A. Brand, R. D. Crowninshield // The Journal of Bone and Joint Surgery. Am. − 1979. –Vol. 61, № 5. –P. 639–652.
- 100. Jolles, B. M. Computer- assisted cup placement techniques in total hip arthroplasty improve accuracy of placement. / B. M. Jolles, P. Genoud, P. Hoffmeyer // Clinical Orthopaedics and Related Research. 2004. Vol. 426. P. 174–179.
- 101. Kelley, T. C. Role of navigation in total hip arthroplasty / T. S. Kelley, M. L. Swank // The Journal of Bone and Joint Surgery Am. 2009. Vol. 91, suppl. 1. P. 153–158.
- 102. Kurtz, S. M. Future young patient demand for primary and revision joint replacement: national projections from 2010 to 2030 / S. M. Kurtz, E. Lau, K Ong [et al.] // Clinical Orthopaedics and Related Research. 2009. Vol. 467, № 10. P. 2606–2612.
- 103. Laird, A. Acetabular fractures. A 16-year prospective epidemiological study / A. Laird, J. F. Keating // The Journal of Bone and Joint Surgery Br. 2005. Vol. 87, № 7. P. 969-973.
- 104. Langlotz, F. Technical approaches to computer- assisted orthopedic surgery. / F. Langlotz, L. P. Nolte. // European Journal of Trauma. 2004. Vol. 30. P. 1–11.
- 105. Letournel, E. Acetabulum fractures: classification and management // E. Letournel // Clinical Orthopaedics and Related Research. 1980. Vol. 151. P. 81–106.

- 106. Limitations of conventional radiographs in the assessment of acetabular defects following total hip arthroplasty / O. Safir, C. Lin, Y. Kosashvili [et al.] // Canadian Journal of Surgery. 2012. Vol. 55, № 6. P. 401–407.
- 107. Lizaur-Utrilla, A. Cementless acetabular reconstruction after acetabular fracture: a prospective, matched-cohort study / A. Lizaur-Utrilla, J. Sanz-Reig, R. Serna-Berna // Journal of Trauma and Acute Care Surgery. − 2012. − Vol. 73, № 1. − P. 232–238.
- 108. Lum, Z. Restoration of center of rotation and balance of THR. / Z. Lum, L. D. // Journal of Orthopaedics. 2018. Vol. 15, № 4. P. 992-996.
- 109. Madhu, R. Outcome of surgery for reconstruction of fractures of the acetabulum. The time dependent effect of delay / R. Madhu, R. Kotnis, A. Al-Mousawi // The Journal of Bone and Joint Surgery. Br. − 2006. –Vol. 88, № 9. − P.1197–1203.
- 110. Mayo, K. A. Open reduction and internal fixation of fractures of the acetabulum. Results in 163 fractures / K. A. Mayo // Clinical Orthopaedics and Related Research. 1994. Vol. 305. P. 31–37.
- 111. Mayo Clinic: robotic surgery Mayo clinic Tests and procedures online resources. USA, 2016 URL: http://www.mayoclinic.org/tests-procedures/robotic-surgery/basics/definition/prc-20013988 (дата обращения 01.09.2020). Текст: электронный.
- 112. Mazurov, A. I. Recent advances in digital radiology / A. I Mazurov // Meditsinskaya tekhnika [Medical equipment]. 2010. № 5. P. 10–14.
- 113. Mears, D. C. Primary total hip arthroplasty after acetabular fracture / D. C. Mears, J. H. Velyvis // Instructional Course Lectures 2001. Vol. 50. P. 335–354.
- 114. Mears, D. C. Displaced acetabular fracturesmanaged operatively: indicators of outcome / D. C. Mears, J. H. Velyvis, C. P. Chang // Clinical Orthopaedics and Related Research 2003. Vol. 407. P. 173–186.

- 115. Measurement of bone defects adjacent to acetabular components of hip replacement. / R. Stamenkov, D. Howie, J. Taylor [et al.] // Clinical Orthopaedics and Related Research. 2003. Vol. 412. P. 117–124.
- 116. Medial protrusio technique in cementless total hip athroplasty for developmental dysplasia of the ihp: a prospective 6- to 9-year follow-up of 43 consecutive patients. / G. C. Zha, J. Y. Sun, K. J. Guo [et al.] // Journal of arthroplasty. -2016. -Vol. 31, Nolemode 8. -P.1761-1766.
- 117. Metal artifact reduction: standard and advanced magnetic resonance and computed tomography techniques. / A. Gupta, N. Subhas, A. N. Primak [et al.] // Radiologic linics of North America 2015. Vol. 53, № 3. P. 531–547.
- 118. Midterm results of total hip arthroplasty in patients with high hip dislocation after suppurative hip arthritis / W. N. Zeng, J. L. Liu, X. L. Jia [et al.] // Journal of arthroplasty. -2019 Vol. 34, N0 1. -P. 102–107.
- 119. Midterm results of uncemented acetabular reconstruction for posttraumatic arthritis secondary to acetabular fracture / O. Lai, J. Yang, B. Shen [et al.] // Journal of arthroplasty -2011. Vol. 26, No. 7. P. 1008-1013.
- 120. Murphy, S. B. THA performed using conventional and navigated tissue- preserving techniques / S. B. Murphy, T. M. Ecker, M. Tannast. // Clinical Orthopaedics and Related Research. 2006. Vol. 453. P. 160–167.
- 121. Nie, Y. Effect of high hip center on stress for dysplastic hip / Y. Nie, F. Pei, Z. Li // Orthopedics. 2014 Vol. 37, № 7. P. 637–43.
- 122. Operative management of acetabular fractures in Oxford / S. D. Deo, S. P. Tavares, P. K. Pandey [et al.] // Injury. 2001. Vol. 32, № 7. P. 581–586.
- 123. Operative treatment of acetabular fractures in an older population through a limited ilioinguinal approach / D. M. Jeffcoat, E. A. Carroll, F.G. Huber [et al.] // Journal of Orthopaedic Trauma. − 2012. − Vol. 26, № 5. − P. 284–289.

- 124. Operative treatment of displaced fractures of the acetabulum. A meta-analysis. / P. V. Giannoudis, M. R. Grotz, C. Papakostidis, H. Dinopoulos H. // The Journal of Bone and Joint Surgery. Br. − 2005. − Vol. 87, № 1. − P. 2–9.
- 125. Paprosky, W. G Acetabular defect classification and surgical reconstruction in revision arthroplasty: a 6-year follow-up evaluation / W. G. Paprosky, P. G. Perona, J. M. Lawrence // Journal of arthroplasty. 1994. Vol. 9, $N_{\rm P}$ 1. P. 33–44.
- 126. Predictors of ostoperative outcome for acetabular fractures/ U. K. Meena, S. K. Tripathy, R. K. Sen [et al.] // Orthopaedics and traumatology, surgery and research. 2013. Vol. 99, № 8. P. 29–35.
- 127. Precision and accuracy of pre-surgical planning of non-cemented total hip replacement with calibrated digital images and acetates / L. F. U. Gómez, H. Gaitán-Lee, M. A. Duarte [et al.] // Journal of Orthopaedic Surgery and Research. 2021. Vol. 16, Nole 1. P. 431.
- 128. Rahm, S. Indications for joint replacement: total hip arthroplasty / S. Rahm, P. O. Zingg // Zeitschrift für Rheumatologie. 2018. Vol. 77, № 1. P. 55–65.
- 129. Reconstruction of major segmental acetabular defects with an oblong-shaped cementless prosthesis: a long-term outcomes study. / P. N. Abeyta, R. S. Namba, G. V. Janku [et al.] // Journal of arthroplasty. − 2008. − Vol. 23, № 2. −P. 247-253.
- 130. Reduced survival for uncemented compared to cemented total hip arthroplasty after operatively treated acetabular fractures / J. Clarke-Jenssen, M. Westberg, O. Roise [et al.] // Injury. 2017. Vol. 48, № 11. P. 2534–2539.
- 131. Revision arthroplasty of the acetabulum in association with loss of bone stock / A. E. Gross, C. P. Duncan, D. Garbuz, E. M. Mohamed // Instructional Course Lectures. 1999. Vol. 48. P. 57–66.

- 132. Revisionsendoprothetik / C. Perka, B. Fink, M. Millrose [et al.] // AE-Manual der Endoprothetik. Berlin: Springer, 2012. –P. 441–587.
- 133. Sensitivity and specificity of plain radiographs for detection of medial-wall perforation secondary to osteolysis / T. A. Walde, V. Mohan, S. J. Leung [et al.] // Journal of arthroplasty. -2005. Vol. 20, N1. P. 20-24.
- 134. Sereda, A.P. Hip replacement: all the answers / A. P. Sereda. Moscow: Granat, 2014. 121 p.
- 135. Sermon, A. Total hip replacement for acetabular fractures. Results in 121 patients operated between 1983 and 2003 / A. Sermon, P. Broos, P. Vanderschot // Injury. -2008. Vol. 39, N = 8 P.914-921.
- 136. Sikorski, J. M. Computer-assisted orthopaedic surgery: do we need CAOS? / J. M. Sikorski, S. Chauhan // The Journal of Bone and Joint Surgery Br. 2003. Vol. 85, № 3. P. 319–23.
- 137. Sporer, S.M. How to do a revision total hip arthroplasty: revision of the acetabulum / S. M Sporer // Instructional course lectures 2012. Vol.61. P. 303–311.
- 138. Strategies to prevent surgical site infections in acute care hospitals / D. J. Anderson, K. S. Kaye, D. Classen [et al.] // Infection Control and Hospital Epidemiology. 2008. Vol. 29.suppl. 1. P. 51–61.
- 139. Sugano, N. Computer-assisted orthopaedic surgery and robotic surgery in total hip arthroplasty / N. Sugano // Clinics in Orthopedic Surgery. -2013. Vol. 5, N₂ 1. P. 1-9.
- 140. Surgical treatment of limb- length discrepancy following total hip arthroplasty / J. Parvizi, P. F. Sharkey, G. A, Bissett [et al.] // The Journal of Bone and Joint Surgery. Am. 2003. Vol. 85. P. 2310–2317.
- 141. Taylor, R. H. Computer–integrated surgery: technology and clinical pplications/ M. Taylor. Cambridge: MIT, 1996. 756 p.

- 142. Telleria, J. J. Classifications in brief: Paprosky classification of acetabular bone loss / J. J. Telleria, A.O Gee // Clinical Orthopaedics and Related Research. 2013. Vol. 471, № 11. P. 3725–37330.
- 143. The accuracy of digital templating: a comparison of short-stem total hip arthroplasty and conventional total hip arthroplasty / F. Schmidutz, A. Steinbrück, L. Wanke-Jellinek [et al.] // International Orthopaedics. − 2012. − Vol. 36, № 9. − P. 1767–1772.
- 144. The effect of superior placement of the acetabular component on the rate of loosening after total hip arthroplasty / W. Pagnano, A. D. Hanssen, D. G. Lewallen, W. J. Shaughnessy // The Journal of Bone and Joint Surgery. Am. − 1996. − Vol. 78, № 7. − P. 1004–1014.
- 145. The use of porous tantalum augments for the reconstruction of acetabular defect in primary total hip arthroplasty / T. X. Ling, J. L. Li, K. Zhou [et al.] // Journal of arthroplasty. -2018. -Vol.33, No.2. -P.453-459.
- 146. The utility and precision of analogue and digital preoperative planning for total hip arthroplasty / A. Della Valle González, F. Comba, N. Taveras, E. A. Salvati [et al.] // International Orthopaedics. 2008. Vol. 32, № 3. P. 289–294.
- 147. Total hip arthroplasty after acetabular fracture: incidence of complications, reoperation rates and functional outcomes: evidence today / K.G. Makridis, O. Obakponovwe, P. Bobak, P.V. Giannoudis // Journal of arthroplasty. 2014. Vol. 29, Nol. P. 1983-1990.
- 148. Total hip arthroplasty after acetabular fracture is associated with lower survivorship and more complications / Z. Morison, D. J. Moojen, A. Nauth [et al.] // Clinical Orthopaedics and Related Research. 2016. Vol. 474, № 2. P. 392–398.
- 149. Total hip arthroplasty after operative treatment of an acetabular fracture / M. Weber, D. J. Berry, W. S. Harmsen [et al.] // The Journal of Bone and Joint Surgery. Am. 1998. Vol. 80, № 9. P. 1295–1305.

- 150. Total hip arthroplasty for failed treatment of acetabular fractures: a 5-year follow-up study / L. Zhang, Y. Zhou, Y. Li [et al.] // Journal of arthroplasty. 2011. Vol. 26, № 8. P. 1189–1193.
- 151. Total hip arthroplasty for posttraumatic arthritis after acetabular fracture / A. Ranawat, J. Zelken, D. Helfet, R. Buly // Journal of arthroplasty. -2009. Vol. 24, N_{\odot} 5. -P. 759–767.
- 152. Total hip arthroplasty for posttraumatic osteoarthritis of the hip fares worse than THA for primary osteoarthritis / S. Khurana, T. B. Nobel, J. S. Merkow [et al.] // American journal of orthopedics (Belle Mead NJ). − 2015. − Vol. 44, № 7. − P. 321–325.
- 153. Value of 3D preoperative planning for primary total hip arthroplasty based on artificial intelligence technology / J. Huo, G. Huang, D. Han [et al.] // Journal of Orthopaedic Surgery and Research 2021. Vol. 16, № 1. P. 156.
- 154. Value of preoperative three-dimensional planning software (AI-HIP) in primary total hip arthroplasty: a retrospective study / X. Ding, B. Zhang, W. Li [et al.] // The Journal of International Medical Research. − 2021. − Vol. 49, № 11. − P. 03000605211058874
- 155. Ward, A. J. The role of acute total hip arthroplasty in the treatment of acetabular fractures / A. J. Ward, T. J. Chesser // Injury. -2010 Vol. 41, No. 8. P. 777–779.
- 156. Watkins, R. G. Cost-effectiveness of image-guided spine surgery / R. G. Watkins, A. Gupta, R. G. Watkins // The Open Orthopaedics Journal. 2010. Vol. 6, № 4. P. 228–33.
- 157. Weber, T. Functional outcome of navigated minimally invasive total hip endoprosthesis using muculoskeletal modeling / T. Weber. Regensburg: University of Applied Science Regensburg, 2010. P. 2.

158. Wixson, R. L. Total hip arthroplasty through a minimal posterior approach using imageless computer-assisted hip navigation. / R. L. Wixson, M. A. MacDonald // Journal of arthroplasty. -2005. - Vol.20, No 7 suppl 3. - P. 51–56.

Приложение 1 Классификация костных дефектов вертлужной впадины DGOT

Типы	Формулировка	Описание
дефекта I	Простые полости	После удаления расшатанного вертлужного компонента кольцо вертлужного компонента остается сохраненным, крыша и края
П	Односегментарный центральный дефект	вертлужного компонента не повреждены Сегментарный дефект медиальной стенки, который обычно развивается в результате центральной протрузии имплантата. Отмечается перфорация дна вертлужной впадины и, следовательно, значительное его ослабление. Остальная часть кольца не разрушена
III	Односегментарный дефект крыши, сегментарный дефект верхнего края вертлужной впадины в зоне основной нагрузки	Возникает после краниальной миграции расшатанной чашки. Костные структуры остальной части кольца вертлужной впадины практически не повреждены
IV	Односегментарный дефект переднего или заднего краев вертлужной впадины	Сегментарный дефект кости расположен либо по переднему, либо по заднему краю вертлужной впадины. Как изолированный тип дефекта он встречается редко. Тем не менее он должен быть указан по систематическим причинам. В основном такой дефект встречается при посттравматических артрозах или при дисплазии
V	Бисегментарный верхнецентральный дефект	Относительно распространенный тип дефекта кости верхнего края и дна вертлужной впадины, возникающий после краниоцентральной миграции расшатанной чашки
VI	Трехсегментарный дефект (крыша, дно и край вертлужной впадины)	В этом дефекте кости, в дополнение к комбинированному дефекту V типа, обнаруживается дефект переднего или заднего края
VII	Нестабильность тазового кольца	При этом дефекте нет костного соединения между верхней и нижней частями вертлужной впадины. Эти сегменты могут перемещаться относительно друг друга, отмечается полная нестабильность тазового кольца. Передняя и задняя стенки имеют дефекты

Приложение 2 Способ реконструкции вертлужной впадины в зависимости от объёма дефекта и его локализации

Степень	P	IS	II
I	Стандартный	Стандартный	Стандартный
(до 25 %)	вертлужный компонент	вертлужный компонент	вертлужный компонент
	бесцементной фиксации	бесцементной фиксации	бесцементной фиксации
	+ костная пластика	+ костная пластика	
II	Вертлужный компонент	Вертлужный компонент	Вертлужный компонент
(26–40 %)	бесцементной фиксации	бесцементной фиксации/	бесцементной фиксации
	+ костная пластика +	Вертлужный компонент	+ костная пластика +
	винтовая фиксация/	большого размера с	аугмент
	Вертлужный компонент	полиакисальной	полусферический/
	большого размера с	фиксацией винтами/	Вертлужный компонент
	полиакисальной	Вертлужный компонент	большого размера с
	фиксацией винтами	бесцементной фиксации	полиакисальной
		+ аугмент опорный	фиксацией винтами
III	Индивидуальный	Индивидуальный	Индивидуальный
(41–60 %)	вертлужный компонент	вертлужный компонент	вертлужный компонент
	+ костная пластика/	+ костная пластика/	+ костная пластика/
	Вертлужный компонент	Вертлужный компонент	Вертлужный компонент
	большого размера с	бесцементной фиксации	бесцементной фиксации
	полиакисальной	+ опорный аугмент +	+ полусферический
	фиксацией винтами	полусферический	аугмент/ Вертлужный
		аугмент/ Вертлужный	компонент большого
		компонент большого	размера с
		размера с	полиакисальной
		полиакисальной	фиксацией винтами
13.7	11	фиксацией винтами	11
IV	Индивидуальный	Индивидуальный	Индивидуальный
(61–80 %)	вертлужный компонент	вертлужный компонент	вертлужный компонент
	простой геометрии +	простой геометрии +	простой геометрии +
	реконструкция передней	реконструкция задней	полусферический
	колонны/	колонны/	аугмент/
	Индивидуальный компочент	Индивидуальный	Индивидуальный
	вертлужный компонент	вертлужный компонент сложной геометрии	вертлужный компонент сложной геометрии
V	сложной геометрии Индивидуальнй	*	Индивидуальный
(свыше 80	_	Индивидуальный вертлужный компонент	индивидуальныи вертлужный компонент
%)	вертлужный компонент внеацетабулярной	внеацетабулярной	вертлужный компонент внеацетабулярной
70)	фиксации	фиксации	фиксации
	фиксации	<u> фиксации</u>	фиксации

МОДИФИЦИРОВАННАЯ ШКАЛА ХАРРИСА

Дата заполнения

Ф.И.О. дата рождения

Место проведения операции

и/б №

Дата госпитализации:

Срок после операции (в месяцах)

Качество жизни после операции улучшилось ухудшилось не изменилось

Зависимость от посторонней помощи зависим частично зависим независим

- І. Боль (возможно 44 балла) (заполняется пациентом)
- а. Нет или можно ее проигнорировать

44

Слабая, случайная, не снижающая активности

40

с. Слабая, не проявляется при средней активности, редко может появиться умеренная боль при повышенной нагрузке, прием аспирина

30

- d. Умеренная. Боль терпимая, но пациент уступает боли, ограничивая в некоторой степени обычную нагрузку, может постоянно работать. Иногда могут потребоваться противоболевые препараты, сильнее, чем аспирин, аспирин постоянно
- е. Выраженная боль. Все время. Способен передвигаться. Выраженное ограничение активности. Прием более сильных, чем аспирин препаратов, обычно и многократно

 10

f. Сильные боли в кровати, прикован к постели

0

II. Функция (возможно 47 баллов) (заполняется пациентом)

А. Походка (возможно 33 балла)

1. Хромота

нет	11
Легкая	8
Умеренная	5
Сильная	0

2. Опора

нет	11
Трость для длительных прогулок	7
Трость большую часть времени	5
Один костыль	3
Две трости	2
Два костыля	0
Не может ходить пешком	0

3. Преодолеваемое расстояние

Ходит на неограниченное расстояние	11
Проходит 6 кварталов	8
Проходит 2- 3 квартала	5
Передвигается только по квартире	2
Прикован к кровати или инвалидной	0
коляске	

3. Сидение

- а. Комфортно на обычном стуле один час 5
- b. На высоком стуле полчаса 3
- с. Невозможно сидеть на стуле любого типа 0

4. Пользование городским транспортом

III. Деформация (дается 4 балла, если пациент демонстрирует):

(заполняется хирургом или совместно)

- а. Фиксированную сгибательную контрактуру менее 30°
- b. Менее 10° фиксированного приведения
- с. Менее 10° фиксированной внутренней ротации при разгибании
- d. Разницу в длине конечностей меньше, чем 3 см

IV. Объем движений (максимально 5)

(заполняется хирургом или совместно)

- а. Сгибание $> 90^{\circ} 1;$ $< 90^{\circ} 0$
- b. Отведение $>15^{\circ}$ 1; $<15^{\circ}$ 0
- с. Наружная ротация $>30^{\circ}$ 1; $<30^{\circ}$ 0
- d. Внутренняя ротация >15° 1; <15° 0
- е. Приведение $>15^{\circ}$ 1; $<15^{\circ}$ 0

Сумма _____(при полном заполнении)

Приложение 4

Шкала ВАШ

Сравнительная таблица болевых ощущений

