

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

На правах рукописи

Гуражев
Михаил Борисович

**КОСТНАЯ АУТОПЛАСТИКА ДЕФЕКТА МЕДИАЛЬНОГО МЫШЦЕЛКА
БОЛЬШЕБЕРЦОВОЙ КОСТИ ПРИ ЭНДОПРОТЕЗИРОВАНИИ
КОЛЕННОГО СУСТАВА**

3.1.8 – травматология и ортопедия

ДИССЕРТАЦИЯ
на соискание ученой степени
кандидата медицинских наук

Научный руководитель:
доктор медицинских наук
Павлов Виталий
Викторович

Новосибирск 2022

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	4
ГЛАВА 1. СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ПРОБЛЕМЫ КОСТНЫХ ДЕФЕКТОВ БОЛЬШЕБЕРЦОВОЙ КОСТИ ПРИ ПЕРВИЧНОМ ЭНДОПРОТЕЗИРОВАНИИ КОЛЕННОГО СУСТАВА.....	12
1.1 Причины формирования костно-хрящевых дефектов в коленном суставе	12
1.2 Классификация костных дефектов	16
1.3 Существующие методы пластик костного дефекта медиального мыщелка большеберцовой кости при первичном эндопротезировании коленного сустава .	21
1.3.1 Метод цементной пластики.....	23
1.3.2 Метод пластики металлическими блоками	25
1.3.3 Метод пластики аллотрансплантатами	27
1.3.4 Метод пластики аутотрансплантатами	28
1.4 Сравнение методов пластик костного дефекта медиального мыщелка большеберцовой кости при первичном эндопротезировании коленного сустава .	32
1.4.1 Степень связанности эндопротеза и использование удлиняющих ножек при пластике костного дефекте медиального мыщелка большеберцовой кости...	36
1.4.2 Методы оценки ремоделирования трансплантата при выполнении эндопротезирования коленного сустава с аутопластикой костного дефекта	37
1.5 Рентгенологическая оценка оси нижней конечности.....	39
ГЛАВА 2. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ	43
2.1 Формирование исследуемых групп.....	43
2.2 Предоперационное и послеоперационное обследование двух групп пациентов	44
2.2.1 Клиническая оценка по функциональным шкалам	46
2.2.2 Рентгенологическое исследование	47
2.3 Используемая классификация костных дефектов большеберцовой кости.....	51
2.4 Используемые методы оценки ремоделирования аутотрансплантата	53
2.6 Статистические анализ данных	55

ГЛАВА 3. Разработанная технология замещения дефектов медиального мыщелка большеберцовой кости при первичном эндопротезировании коленного сустава.....	57
3.1 Особенности хирургической техники костной аутопластики медиального дефекта большеберцовой кости.....	57
3.2 Клинический пример применения аутопластики медиального дефекта большеберцовой кости при первичном эндопротезировании коленного сустава .	61
3.3 Реабилитация в послеоперационном периоде.....	67
ГЛАВА 4. РЕЗУЛЬТАТЫ СОБСТВЕННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ.....	70
4.1 Полученные группы исследования	70
4.2 Рентгенологические данные исследуемой группы до операции.....	73
4.2.1 Данные о имеющейся исходящей варусной деформации.....	73
4.2.2 Данные об объеме имеющихся костных дефектах.....	73
4.3 Функциональные данные исследуемой группы до операции	74
4.4 Рентгенологические данные о имеющейся исходящей варусной деформации контрольной группы	74
4.5 Функциональные данные контрольной группы до операции	75
4.6 Сравнение полученных данных обеих групп.....	76
4.6.1 Сравнение рентгенологических данных.....	76
4.6.2 Сравнение функциональных данных	85
4.7 Полученные осложнения в обеих группах	86
4.8 Обсуждение.....	93
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	97
ВЫВОДЫ.....	107
ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ.....	108
СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ.....	109
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	110

ВВЕДЕНИЕ

Одним из самых биомеханически сложных и несущих осевую нагрузку всей массы тела является коленный сустав, что обуславливает повышенный риск возникновения травм коленного сустава. Частота повреждения коленного сустава в Российской Федерации до 2 миллионов случаев ежегодно [10]. Травмы коленного сустава способствуют раннему возникновению дегенеративно-дистрофических изменений и анатомо-функциональной неполноценности различной степени [2]. В структуре патологии суставов 80% составляют дегенеративно-дистрофические заболевания, а из них 33,4% приходится на коленный сустав, при этом от 14 до 41% у людей трудоспособного возраста [34]. И в то же время доля деформаций, сопровождающихся формированием костных дефектов при заболевании коленного сустава, составляет от 25 до 31% [105]. Варусная деформация коленного сустава в 15–20% случаев обусловлена сформировавшимся костным дефектом внутреннего мыщелка большеберцовой кости в зоне асептического некроза [30], что так же подтверждают и наши данные, где частота встречаемости дефекта медиального мыщелка большеберцовой кости при первичном эндопротезировании коленного сустава доходит до 30,4% [3]. Костные дефекты могут встречаться как в латеральной, так и в медиальной области, но чаще всего встречаются в задневнутреннем отделе большеберцовой кости. Это обусловлено преобладанием варусной деформации коленного сустава по частоте встречаемости [57, 128]. А при любой деформации в патологический процесс вовлекаются как мягкотканые, так и костные структуры коленного сустава.

Самыми частыми причинами формирования костных дефектов и, как следствие, грубых деформаций коленного сустава являются: асептический некроз мыщелков, который, по данным различных авторов, составляет от 8 до 22% всех дегенеративно-дистрофических заболеваний коленного сустава [82, 88]; кистовидная перестройка эпифизов бедренной и большеберцовой костей [88]; посттравматическая импрессия суставной поверхности [32], и это в свою

очередь формирует технические проблемы при эндопротезировании коленного сустава.

Эндопротезирование коленного сустава все чаще является методом выбора завершающего лечения дегенеративно-дистрофических заболеваний, когда попытка сохранения суставных поверхностей консервативными методами привела к неблагоприятному функциональному результату [14, 113]. В настоящее время этот метод хирургического лечения достаточно распространен и выполняется уже не только в федеральных крупных центрах, но уже и в городских муниципальных больницах. С учетом научного прогресса с каждым годом происходит увеличение доли более технологически сложных восстановительных вмешательств на коленном суставе [135]. Для достижения хорошего результата при первичном эндопротезировании хирургу приходится решать ряд задач, а дефицит костей, образующих коленный сустав, является одной из них [32]. При выполнении первичного тотального эндопротезирования коленного сустава преследуется основная цель – создание долговременной надежной опоры для компонентов эндопротеза. В случае имеющегося костного дефекта решение может достигаться следующими способами, как:

- цементная пластика с армированием или без армирования [1, 19, 48, 140];
- замещение металлическим блоком [15, 44, 73, 86, 92, 127, 135];
- костная аллопластика [19, 125, 129];
- костная аутопластика [11, 30, 39, 40, 72, 118, 121, 122].

Все имеющиеся методы восполнения костного дефекта при первичном эндопротезировании коленного сустава, так или иначе, имеют свои определенные преимущества и недостатки. Объем имеющегося костного дефекта может ограничивать применения некоторых методов пластик, поэтому используемые методы могут успешно взаимодополнять друг друга.

Стратегию «плюс костная ткань» несут в себе только костные трансплантаты, потому что только они позволяют заместить и сохранить

костную ткань мышелка, а это в свою очередь увеличивает шансы в случае необходимости выполнить не прогрессивную, а консервативную ревизию. Принципы консервативной ревизии состоят в отказе от ревизионных конструкций эндопротеза и в сведении до минимума агрессивных воздействий на интактные прилежащие мягкие ткани и костные структуры, что особенно важно у более молодых пациентов [83, 94, 121, 132].

Использование аллокости несет в себе риск передачи инфекционных заболеваний, и не у всех медицинских учреждений есть возможность использовать аллокость через костный банк [52, 134], в то же время данных об использовании аллокости при первичном эндопротезировании коленного сустава крайне мало [19, 125, 129]. И, наоборот, метод применения аутотрансплантата для пластики костного дефекта не несет в себе риск передачи инфекционных заболеваний, и он достаточно широко освещен в научной литературе [11, 30, 39, 40], что делает его более распространенным и перспективным по сравнению с методом применения аллокости.

Для более прочной фиксации костного аутотрансплантата авторы дополнительно используют различные металлоконструкции [30, 39, 40, 60, 72, 122]. Такое дополнительное травматическое воздействие на трансплантат, к сожалению, наносит ненужное нарушение пространственного расположения костных балок в нем, тем самым снижая потенциал для его ремоделирования, в качестве скаффолда, в полноценную кость [11, 118].

Замещение дефекта кости при проведении эндопротезирования из простого оперативного приема может стать самостоятельным этапом операции требующих определенных навыков и умений с целью достижения долговременной надежной опоры для компонентов, что определяет последующее качество жизни пациентов. Разработка способов замещения костных дефектов мышелков большеберцовой кости обосновано тем, что костный дефект медиального мышелка большеберцовой кости является распространённой проблемой (от 25 до 31% случаев [105]) при первичном эндопротезировании коленного сустава. Выбор аутопластики предпочтителен

потому что он имеет преимущество перед остальными методами в виду того, что содержит в себе стратегию «плюс костная ткань», что увеличивает шансы при возникшей необходимости выполнить «консервативную» ревизию. Отказ от дополнительной фиксации костного аутотрансплантата повышает шансы ремоделирования с последующим обеспечением опороспособности.

Все выше перечисленные данные подтолкнули нас на разработку и применения способа аутопластики костного дефекта большеберцовой кости при первичном эндопротезировании коленного сустава, где особенностью метода стало отсутствие элемента для дополнительной фиксации аутотрансплантата в реципиентном ложе.

Ограниченные данные [118] в специализированной литературе о результатах применения аутотрансплантатов без дополнительной фиксации при первичном эндопротезировании коленного сустава послужило для нас поводом для данного исследования.

Таким образом, выполнение первичного эндопротезирования коленного сустава, при наличии костных дефектов является актуальной проблемой травматологи и ортопедии, а разработка и обоснование способа аутопластики является вариантом костьсберегающих технологий, что особенно важно у пациентов молодого возраста.

Цель исследования: Обосновать выбор аутопластики дефекта медиального мыщелка большеберцовой кости при первичном эндопротезировании коленного сустава у пациентов, страдающих гонартрозом 3 стадией с варусной деформацией нижней конечности, направленной на улучшение исходов лечения.

Задачи исследования

1. Изучить предоперационные результаты обследования у пациентов с медиальным костным дефектом большеберцовой кости и без него.
2. Разработать и апробировать в клинике способ замещения костного дефекта большеберцовой кости с использованием аутотрансплантата.

3. Изучить сроки ремоделирования аутотрансплантата в костном ложе в зависимости от объема дефекта и возраста пациента при помощи рентгенологического метода.

4. Изучить среднесрочные результаты лечения пациентов после тотального эндопротезирования коленного сустава в сочетании с применением оригинального способа замещения костного дефекта.

Научная новизна исследования

1. Разработан и апробирован в клинике способ замещения костного дефекта большеберцовой кости при первичном эндопротезировании коленного сустава с использованием аутотрансплантата, который не требует дополнительной фиксации.

2. Впервые отслежено в динамике ремоделирование аутотрансплантата в костном ложе в зависимости от объема дефекта и возраста пациента при помощи рентгенологического метода.

3. Проведен сравнительный анализ результатов через 5 лет после эндопротезирования коленного сустава группы пациентов у которых имелся медиальный костный дефект большеберцовой кости и группы пациентов где костный дефект отсутствовал.

Практическое значение исследования

1. Уточнены показания применения существующих методов замещения костных дефектов большеберцовой кости при первичном эндопротезировании коленного сустава в зависимости от объема дефекта.

2. Выявлены преимущества применения метода аутопластики в сравнение с другими существующими методами пластики дефекта большеберцовой кости при первичном эндопротезировании коленного сустава.

3. Внедрен в клиническую практику способ замещения костного дефекта медиального мыщелка большеберцовой кости при первичном эндопротезировании коленного сустава.

Проведенный анализ полученных данных позволяет улучшить результаты эндопротезирования коленного сустава при дефектах медиального мыщелка большеберцовой кости у пациентов, страдающих гонартрозом 3 стадии.

Основные положения, выносимые на защиту

1. Аутопластика дефектов медиального мыщелка большеберцовой кости обоснована ремоделированием аутотрансплантата с течением времени в зависимости от размера дефекта и возраста пациентов.

2. Разработанный способ замещения костного дефекта медиального мыщелка большеберцовой кости обеспечивает первичную фиксацию тибиального компонента с последующей опороспособностью нижней конечности при стандартной реабилитации пациентов.

Внедрение в практику: результаты диссертационного исследования внедрены в клиническую практику ФГБУ «ННИИТО им. Я.Л. Цивьяна» Минздрава России.

Апробация основных положений диссертации. Основные положения диссертационного исследования представлены и обсуждены на 19 российских конференций и научных форумах, в том числе с международным участием: на конференции молодых ученых «Цивьяновские чтения» (Новосибирск, 2016, международным участием «IV Съезд травматологов-ортопедов Сибирского федерального округа» (Барнаул, 2017); на заседании Новосибирского общества травматологов-ортопедов (Новосибирск, 2017, 2018); на межрегиональной научно-практической конференции «Эндопротезирование коленного сустава» (Краснодар, 2018); на ежегодной научно-практической конференции с международным участием «Современные и новые технологии в реконструктивной хирургии при заболеваниях опорно-двигательного аппарата» (Томск, 2018); на научной-практической конференции с международным участием «VI Съезд травматологов-ортопедов Сибирского федерального

конференции с международным участием «Травматология и ортопедия дальнего востока: достижения, проблемы, перспективы» (Хабаровск, 2022); XII Межрегиональная научно-практическая конференция «Актуальные вопросы эндопротезирования крупных суставов» (Чебоксары, 2022), Ежегодная научно-практическая конференция с международным участием «Вреденовские чтения» (Санкт-Петербург, 2022).

Публикация результатов исследования и сведения о внедрении в практику. По теме диссертационного исследования опубликовано 3 научные работы в журналах, рекомендованных ВАК при Минобрнауки России, из них 2 в журналах, индексируемых в международных базах данных. Получен патент на изобретение Российской Федерации (№ 2607189 «Способ замещения костного дефекта большеберцовой кости при тотальном эндопротезировании коленного сустава». Заявка № 2607189, Гуражев М.Б., Мамедов А.А., Баитов В.С.)

Структура и объем диссертации. Диссертационная работа изложена на страницах машинописного текста, состоит из введения, 4 глав, заключения, выводов, практических рекомендаций, списка использованной литературы. Работа иллюстрирована 36 рисунками, 26 таблицами. Библиографический список использованной литературы представлен 140 источниками, из них 36 отечественных и 104 иностранных.

Личный вклад автора состоит в формулировке цели, задач исследования и основных положений, выносимых на защиту. Автором проанализированы зарубежные и отечественные данные литературы по проблеме исследования, проведен набор и обработка клинического материала, статистического анализа. Автор принял участие в хирургическом лечении 31 (100 %) пациента, где было выполнено первичное эндопротезирование коленного сустава с аутопластикой медиального дефекта большеберцовой кости. С участием автора разработан и внедрен в практику способ замещения костного дефекта большеберцовой кости при тотальном эндопротезировании коленного сустава (патент № 2607189 «Способ замещения костного дефекта большеберцовой кости при тотальном эндопротезировании коленного сустава». Заявка № 2607189, Гуражев М.Б.,

М
а
м
е
д
о
в

А
.
А
.
,

Б
а
и
т
о
в

В
.
С
.

П
о
л
у
ч
е
н

ГЛАВА 1. СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ПРОБЛЕМЫ КОСТНЫХ ДЕФЕКТОВ БОЛЬШЕБЕРЦОВОЙ КОСТИ ПРИ ПЕРВИЧНОМ ЭНДОПРОТЕЗИРОВАНИИ КОЛЕННОГО СУСТАВА

1.1 Причины формирования костно-хрящевых дефектов в коленном суставе

Деформирующий остеоартроз коленного сустава, или гонартроз, представляет собой повреждение суставного хряща и субхондральной кости в сочленяющихся поверхностях сустава, которое приводит к боли и нарушению функции сустава, а в конечном итоге к его полному разрушению и деформации [36, 35]. Близкое топографическое и функциональное взаимодействие между мениском и хрящевым слоем бедренной и большеберцовой кости определяет взаимосвязь повреждения мениска и началом дегенеративных изменений суставного хряща. Вследствие чего, из-за такой тесной связи любое повреждение мениска представляет собой преартрозное состояние коленного сустава и, в свою очередь, большие дефекты хрящевой ткани могут приводить к повреждению мениска [68]. Частичная артроскопическая резекция мениска тоже тесно связана с частотой возникновения и риском прогрессирования гонартроза [116].

Прогрессирование дегенеративно-дистрофического процесса в суставном хряще в конечном итоге влечет за собой начало патологических изменений и в субхондральной кости [101]. Субхондральная кость подвержена патологическому воздействию в различных заболеваниях опорно-двигательной системе человека, где поражается как хрящ, так и кость. Костно-хрящевые дефекты, располагающиеся в разных местах сустава и имеющие различные размеры, являются результатом прогрессирования заболевания, причем, вне зависимости от этиологии самого заболевания. К самым распространенным причинам, которые приводят к заболеванию коленного сустава, относят: травму, остеонекроз, артрит и проявление рассекающегося остеохондрита [101].

Травматические костно-хрящевые дефекты возникают в результате прямого физического воздействия на костно-хрящевую структуру, из-за которого происходит полное или частичное отделение суставного хряща, субхондральной и трабекулярной кости от своих анатомических областей.

Патофизиологические процессы при аваскулярном остеолизе ведут к снижению субхондрального кровоснабжения и следственно к локальной гипоксии, а это в свою очередь ведет к потере клеточной мембраны и некрозу клеток. Микроскопически о патологическом проявлении некроза можно судить с появлением в очаге большого количества нейтрофилов и макрофагов, а макроскопически этот проявляется субхондральным коллапсом с последующей дегенерацией сустава [93]. Аваскулярный остеолиз коленного сустава принято подразделять на три категории: спонтанный (первичный), идиопатическим (вторичный или ишемический) и постартроскопический [82, 96]. Спонтанный остеолиз считается наиболее распространенной формой остеолиза коленного сустава, частота встречаемости составляет 3,4% у пациентов старше 50 лет и 9,4% у пациентов старше 65 лет [101]. Вторая форма по частоте встречаемости является идиопатической, эта форма, наоборот, чаще всего наблюдается у молодых пациентов, обусловлено это от таких факторов риска, как употребление алкоголя, наличие серповидно-клеточной анемии, прием кортикостероидов, миелопролиферативные заболевания, табакокурение и наркомания. Постартроскопический остеолиз — самая редкая форма остеолиза, и встречается она у 4% пациентов, перенесших артроскопическую менискэктомию [53]. При аваскулярном остеолизе чаще всего страдает медиальный мыщелок бедренной кости, и это доходит до 94% из всех локализаций в коленном суставе. Считается, что такое преимущество связано с разным кровоснабжением медиального и латерального мыщелков бедренной кости, так как латеральный мыщелок имеет богатое внутрикостное и внекостное кровоснабжение [110].

Ревматоидный артрит представляет собой хроническое воспалительное аутоиммунное заболевание, при котором происходит гиперплазия

синовиальной оболочки с последующей деструкцией сустава [41]. Распространенность РА составляет около 0,5–1% в человеческой популяции [81]. Генетическая предрасположенность и воздействие окружающей среды являются ведущими факторами для возникновения ревматоидного артрита [81, 136]. Коленный сустав является одним из наиболее часто поражаемых суставов при ревматоидном артрите [80]. Прогрессирование ревматоидного артрита в коленном суставе приводит к возникновению значительной сгибательной контрактуры за счет вовлечения в патологический процесс капсулы сустава и мышечно-сухожильных комплексов. В связи с выраженной дегенерацией сустава при ревматоидном артрите часто образуются костные дефекты суставных поверхностей коленного сустава [9, 133].

Рассекающий остеохондрит является нередкой причиной поражения коленного сустава у пациентов и составляет от 15 до 28 случаев из 100000 популяции людей [42]. При этом заболевании происходит отслоение небольшого фрагмента субхондральной кости от окружающей ее области. В последующем при прогрессировании патологии возникают хрящевые дефекты и внутрисуставные свободные тела, а в конечном итоге происходит дегенерация сустава до терминальной стадии [37]. К причинам, которые могут приводить к рассекающему остеохондриту, относят: прямую травму коленного сустава, влекущую за собой отслоение субхондральной кости, минимальную травму коленного сустава, приводящую к ишемическому остеонекрозу с последующим отслоением субхондральной кости и к спонтанному (идиопатическому) отслоению субхондральной кости [51]. Начало патологических процессов при рассекающем остеохондрите так же, как и при аваскулярном остонекрозе, чаще всего происходят в медиальной мыщелке бедренной кости.

Гонартроз встречается у пятой части людей в возрасте старше 45 лет во всем мире [98, 120]. Рентгенологически деформирующий остеоартроз коленного сустава выявляется в 25 – 30% случаев у лиц от 45 до 64 лет и в 85% случаев у лиц 65 лет и старше [56]. При гонартрозе чаще всего встречается

варусная деформация оси нижней конечности [114], это связано с общей предрасположенности к варусной деформации в целом [46]. Также свою роль в развитии варусной деформации играет повышенный индекс массы веса у пациентов [117]. Следовательно, около 90% всех первичных эндопротезирований коленного сустава выполняются при варусной деформации оси нижней конечности [123]. При гонартрозе доля деформаций нижних конечностей, которые сопровождаются с формированием костных дефектов, составляет от 25 до 31% [3, 105].

Самыми частыми причинами формирования костных дефектов и, как следствие, грубых деформаций коленного сустава являются:

- асептический некроз мыщелков, который, по данным различных авторов, составляет от 8 до 22% всех дегенеративно-дистрофических заболеваний коленного сустава [82, 88];

- кистовидная перестройка эпифизов бедренной и большеберцовой костей [88];

- посттравматическая импрессия суставной поверхности [32].

Таким образом, из мировых литературных данных видно достаточно большую частоту встречаемости разных как по этиологии, так и морфологии патологических процессов коленного сустава, которые при прогрессировании приводят к терминальной стадии дегенерации суставных поверхностей. И также литературные данные говорят о не малой частоте встречаемости костно-хрящевых дефектов при последней стадии гонартроза, которые по мере своего увеличения приводят к грубой варусной деформации коленного сустава.

В настоящее время не осталось сомнений, что операция эндопротезирования коленного сустава завоевала первое место в финальном лечении дегенеративно-дистрофических заболеваний коленного сустава [113, 120]. А из этого следует, что решение такой проблемы, как костный дефект при первичном эндопротезировании коленного сустава, для травматолога-ортопеда остается актуальной и по сей день.

1.2 Классификация костных дефектов

Классификация костных дефектов необходима для предоперационной оценки имеющегося костного дефицита, чтобы во время операции у хирурга уже был готовый план, какими вариантами замещения костного дефицита можно будет воспользоваться во время операции.

При анализе публикаций по классификациям костных дефектов мы обратили внимание, что большинство классификаций разрабатывались для ревизионного эндопротезирования коленного сустава. И поэтому не всегда удается правильно оценить первичный дефект по классификации, которая создавалась для ревизионного эндопротезирования. Так как ревизионная техника по своей сути подразумевает окончательную оценку костного дефицита выполнять после удаления компонентов эндопротеза с последующей тщательной обработкой фиброзной и некротической ткани, а не после выполнения стандартных костных резекций, как это должно быть при первичном эндопротезировании [90, 75]. Но ввиду того, что самой идеальной классификации не существует, хирурги продолжают использовать ревизионные классификации костных дефектов и при первичном эндопротезировании коленного сустава.

Одна из самых первых, но не самая детальная классификация, предложена L.D. Dorr в 1989 г. [32]. В ней дефекты в области большеберцовой кости делятся следующим образом: центральные, периферические, первичные и ревизионные. Недостаток этой классификации заключается в отсутствии учета размера дефектов.

Классификация, предложенная J.A. Rand [108] в 1991 г., уже более подробно описывает глубину и площадь поверхности кости, вовлеченной в дефект, на основании интраоперационных наблюдений. Основным недостатком этой классификации в том, что авторы, классифицируя дефекты не дают рекомендаций вариантов лечения и не учитывают этиологию возникновения костного дефицита.

В 1993 году J.N. Insall [77], учитывая недостатки предыдущих классификаций, разрабатывает свою классификацию, где, помимо описания самих дефектов, добавляет рекомендации возможного использования вариантов восполнения костного дефицита. Дефекты, окруженные кортикальной костью, обозначаются как ограниченные, они могут быть малыми, меньше 5 мм, или большими, больше 5 мм. Дефекты, не имеющие кортикальной костной поддержки с одной из сторон, обозначаются как не ограниченные, они могут быть малыми – меньше 5 мм, средними – от 5 до 10 мм, и большими – более 10 мм. Также в эту классификацию включено расположение дефекта: симметричное, асимметричное, центральное, медиальное или латеральное. Эта классификация достаточно наглядна и включает в себя практически все формы костных дефектов с учетом этиологии возникновения костного дефицита, но она не содержит информации о площади дефектов мыщелков.

Наиболее удобная и широко применяемая классификация костных дефектов для ревизионного эндопротезирования коленного сустава разработана G.A. Engh в Anderson Orthopaedic Research Institute (AORI) в 1998 г. [61] (рисунок 1).

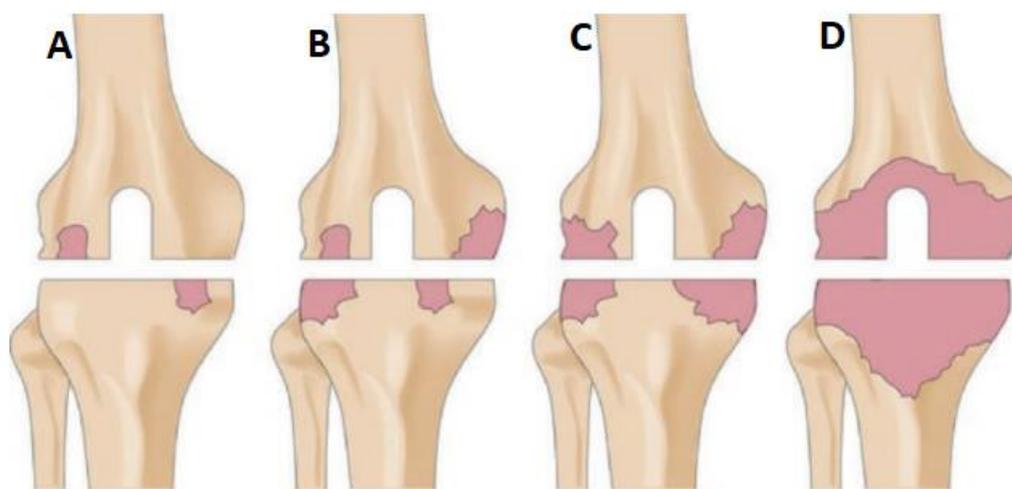


Рисунок 1 – Классификация костных дефектов при ревизионном эндопротезировании коленного сустава Anderson Orthopaedic Research Institute

В классификации выделяют три типа: 1 тип – интактная кость (A); 2 тип делится на подгруппы – 2А повреждённая губчатая кость, а кость

противоположного мышелка остается неизменной (B) и 2B симметричная потеря костной массы с вовлечением обоих мышелков или плато (C); 3 тип – повреждение губчатой и кортикальной кости (D).

Основная идея авторов – это создание простой и понятной классификации, которая позволит при имеющемся костном дефекте обоснованно выбрать конкретный вариант замещения дефекта (аугмент, ножка, трансплантат). Эта классификация специально разрабатывалась для ревизионного эндопротезирования, но она также нашла применение для оценки костного дефицита в первичном эндопротезировании коленного сустава [3, 11, 127].

С учетом роста мирового опыта в эндопротезировании коленного сустава и прогрессом качества инструментального исследования, появляются новые варианты классификаций костных дефектов, которые, как правило, модернизированы на основании старых классификаций. С учетом этиологии возникновения дефицита костной структуры и анатомического расположения дефектов в костях, образующих коленный сустав, предложена классификация для ревизионного эндопротезирования коленного сустава T.W. Huff и T.P. Sculco в 2007 г. [74]. Авторы отмечают, что их классификация — упрощённая форма классификации AORI. В ней выделяют 4 типа костных дефектов. Первый тип – кистозные небольшие дефекты губчатой кости по линии соприкосновения «имплантат – кость». Второй тип – эпифизарные дефекты, где есть дефицит кортикальной кости в эпифизарно-метафизарной зоне. Третий тип – полостные обширные дефекты губчатой и кортикальной кости метафизов. Четвертый тип – сегментарные, объединяющие две предыдущие группы, нередко в этой группе происходит потеря костной структуры с местами прикрепления коллатеральных связок. Основная ее критика заключается в том, что эпифиз резецируется при первичном эндопротезировании коленного сустава, и поэтому существование эпифизарных дефектов при ревизионном эндопротезировании сомнительно.

Имеющиеся классификации костных дефектов при первичном и ревизионном эндопротезировании коленного сустава представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Классификации костных дефектов при первичном и ревизионном эндопротезировании коленного сустава

Классификация	Год	Область дефекта	Диагностика	Стабильность импл-та	Рекомендации лечения	Оценка дефекта
Dorr	1989	Б/берцовая кость	Интраоперационно	Нет	Нет	Этиология
Rand	1991	Бедренная кость	Интраоперационно	Нет	Нет	Размер
Bargar & Gross	1992	Б/берцовая и бедренная кость	Пред/интраоперационно	Да	Да	Этиология
Elia & Lotke	1991	Б/берцовая и бедренная кость	Интраоперационно	Нет	Нет	Размер
Insall	1993	Б/берцовая и бедренная кость	Интраоперационно	Нет	Да	Этиология и размер
Slooff & Malefijt	1995	Б/берцовая и бедренная кость	Интраоперационно	Нет	Нет	Размер
(AORI)	1998	Б/берцовая и бедренная кость	Пред/интраоперационно	Да	Да	Размер
Massachusetts General Hospital	2000	Бедренная кость	Интраоперационно	Нет	Нет	Размер
SOFCO T	2000	Б/берцовая и бедренная кость	Пред/интраоперационно	Да	Да	Этиология и размер
University of Pennsylvania	2003	Б/берцовая и бедренная кость	Предоперационно	Нет	Да	Этиология
Clatworthy and Gross	2003	Б/берцовая и бедренная кость	Интраоперационно	Нет	Да	Размер
Huff and Sculco	2007	Б/берцовая и бедренная кость	Пред/интраоперационно	Нет	Да	Этиология

А.Х. Джигкаев с соавторами в 2012 г. [13] предложили дополненную классификацию Insall [77]. Авторы к исходной классификации добавили новую характеристику, такую как площадь поверхности дефекта, а глубину дефекта, которая измеряется в миллиметрах, оставили прежней. Таким образом,

сформировано три размера дефекта. Малые дефекты – площадь дефекта не больше $1/3$ поверхности мыщелка и глубина не больше 5 мм. Средние дефекты – площадь дефекта не больше $1/2$ поверхности мыщелка, а глубина от 5 до 10 мм. Большие дефекты – площадь дефекта составляет $2/3$ от поверхности мыщелка и глубина более 10 мм (таблица 2).

Таблица 2 – Классификация костных дефектов по Insall дополненная ФГБУ «НМИЦ ТО им. Р.Р. Вредена» Минздрава России

Размер дефектов	Характеристика дефектов
Малые	Площадь – $1/3$ мыщелка. Глубина – до 5 мм
Средние	Площадь – $1/2$ мыщелка. Глубина от 5 мм до 10 мм
Большие	Площадь – $2/3$ мыщелка. Глубина – более 10 мм

Предложенная классификация имеет также схожесть с классификацией J.A. Rand [108], так как, помимо глубины дефекта, учитывает такой показатель, как площадь дефекта. Единственное различие, что площадь дефекта имеет более узкий диапазон границ, а это в свою очередь, позволяет более точно определить, к какой именно группе отнести дефект, что в практическом использовании является преимуществом.

При изучении литературы о костных дефектах можно заметить, что в приведенных классификациях одни и те же дефекты имеют одно и то же значение, но относятся к разным вариантам в отдельной конкретной классификации. Идеальная система классификации должна быть простой в использовании, позволять точно оценивать имеющийся дефект для предоперационного планирования, прогнозировать исходы операции с последующими рекомендациями по реабилитации пациента. И также немаловажно, что идеальная классификация должна упростить общение, сравнение и понимание среди оперирующих хирургов, о каком объеме дефекта идет речь. Поэтому в дальнейшем при обзоре литературных данных мы будем использовать дополненную ФГБУ «НМИЦ ТО им. Р.Р. Вредена» Минздрава

России, классификацию Insall [13, 77], которая, на наш взгляд, наиболее оптимальна и наглядна, а также позволит нашей работе быть наиболее информативной (таблица 2, страница 19).

1.3 Существующие методы пластика костного дефекта медиального мыщелка большеберцовой кости при первичном эндопротезировании коленного сустава

Существует несколько методов замещения костного дефекта медиального мыщелка большеберцовой кости при первичном эндопротезировании коленного сустава. К ним относятся пластика дефекта при помощи костного цемента, при помощи металлических модульных блоков, костная алло – и аутопластика. В свою очередь цементная пластика может выполняться как с армированием, так и без него, а ауто – и аллопластика – с фиксацией трансплантата винтами или спицами, так и без фиксации. Все перечисленные методы взаимозаменяемы и могут дополнять друг друга.

Для обширной оценки применения известных методы замещения костного дефекта большеберцовой кости при первичном эндопротезировании коленного сустава, мы провели информационный поиск работ в базах данных eLIBRARY, PubMed и Scopus. Глубина поиска составила 15 лет – с 2005 по 2020 гг. Для поиска русскоязычных работ использовались ключевые слова «эндопротезирование коленного сустава», «костные дефекты», «методы замещения костных дефектов». А для поиска в зарубежных источниках использовали ключевые слова “primary total knee arthroplasty”, “bone defects”, “management of bone defects”. В общей сложности было найдено 1217 статей. Затем были исключены дублирующие работы (408); статьи, полные тексты которых были недоступны (42); работы, не связанные с темой исследования (213). Также были исключены публикации, в которых рассматривались методы замещения костного дефекта только при ревизионном эндопротезирование коленного сустава (507 статей). Оценку полнотекстовых статей для возможного

включения в анализ проводили в оставшихся 47 публикациях. Критерии включения: средний срок наблюдения не меньше 12 месяцев, количество наблюдений не меньше 5 случаев. При выполнении заданных критериев включения выявлено ограниченное количество публикаций (1 ссылка), связанных с применением аллотрансплантата для замещения костного дефекта большеберцовой кости при первичном эндопротезировании коленного сустава. На этом основании нами сделаны вынужденные исключения для 2 статей: в работе D. Tiganì и соавторов [125] описано 3 случая, что не соответствует критериям по количеству случаев, а исследование С. J. Van Loon и соавторов [129] выполнено в 1999 г., что не соответствует 15-летнему критерию глубины исследования. Блок – схема проведенного систематического обзора, выполненная по рекомендациям PRISMA для систематических обзоров и метаанализов [27,95], представлена на рисунке 2.

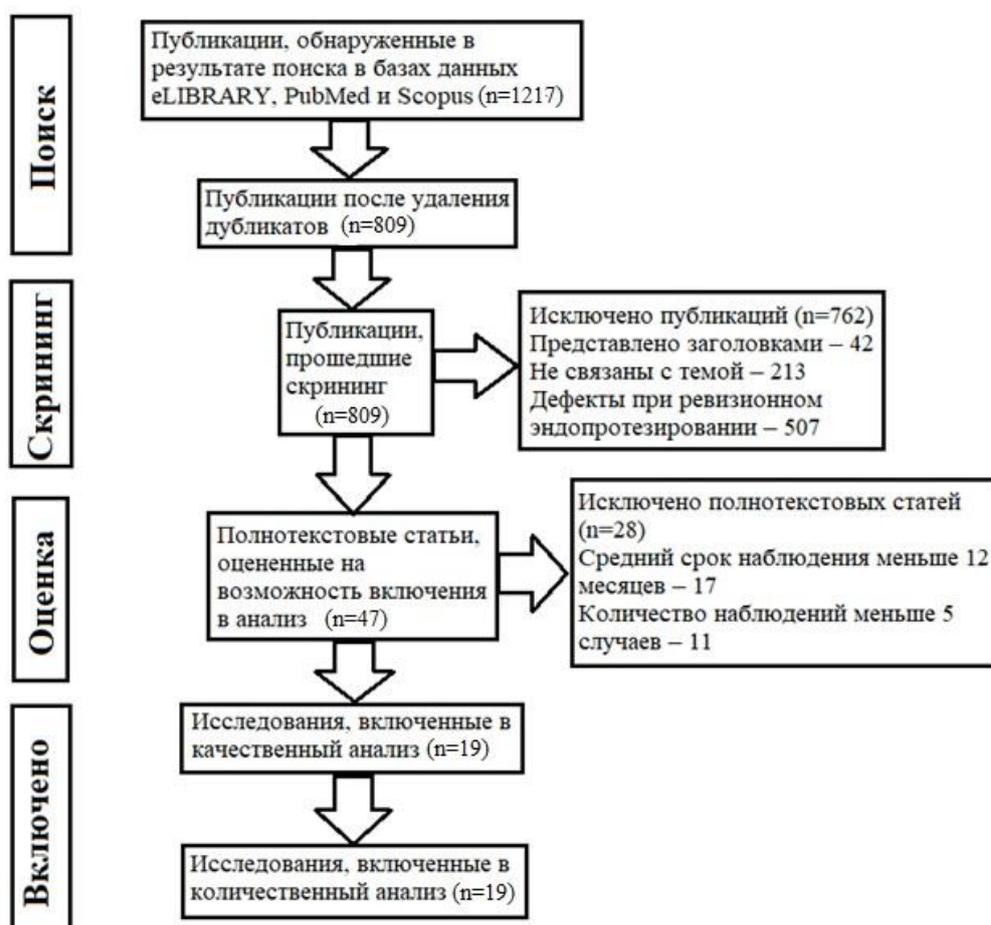


Рисунок 2 – Блок – схема проведенного систематического литературного обзора

В конечном итоге с учетом критериев исключения и включения было отобрано 19 публикаций для анализа работ, где авторы применяли различные методы замещения костного дефекта [12] (таблица 3).

Таблица 3 – Список рассмотренных работ

Авторы	Год	Количество случаев	Возраст, лет	Средний срок наблюдения, мес.
Азизов М.Ж. [1]	2015	19	67	12
Bilgen M.S. [48]	2017	24	66	34
Zheng C. [140]	2016	40	65	24
Корнилов Н.Н. [19]	2008	32/12		62/42
Hube R.B. [73]	2015	31	72	74
Lee J.K. [86]	2011	46	63	78
Tsukada S. [127]	2013	33	75	54
Загородний Н.В. [15]	2017	32	68	48
Baek S.W. [44]	2011	9	65	60
You J.S. [135]	2018	17	71	42
Martín-Hernández C [92]	2018	25	64	79
Tigani D. [125]	2011	3	65	30
Van Loon C.J. [129]	1999	6	62	38
Sohn J.M. [118]	2018	50	65	117
Sugita T. [121]	2015	45	73	65
Tanwar Y.S. [122]	2019	26	63	75
Тихилов Р.М. [30]	2010	24	67	60
Hosaka K. [72]	2017	68	67	78
Гиркалю М.В. [11]	2012	32	62	36

Для более тщательного сравнение различных методов замещения костных дефектов, при первичном эндопротезировании коленного сустава, первым этапом рассмотрим используемые авторами методы в отдельности.

1.3.1 Метод цементной пластики

К одному из первоначальных способов замещения костного дефекта относится цементная пластика. Этот метод относится к быстрому и легко исполняемому варианту замещения костного дефекта. А для более прочной фиксации цемента в склерозированной кости выполняется предварительное формирование анкерных отверстий, что в конечном итоге дает хорошую

фиксацию тиббиального компонента и предотвращает раннее расшатывание компонентов. К такому выводу приходят в своей работе М.Ж. Азизов с соавторами [1]. Авторы в своем исследовании наблюдали 19 пациентов, а послеоперационные оценки по опросникам KSS у 10 пациентов были хорошие, а у 9 – удовлетворительные.

Для создания дополнительной площадки для цемента также подходит использование спиц Киршнера. Во время операции спица сгибается П-образно и обоими концами плотно вставляется в костный дефект M.S. Bilgen с соавторами сообщают о хороших результатах по опросникам KSS (в среднем 93 балла) и KSSfs (89 баллов) [48].

О хороших послеоперационных клинических результатах (KSS – 91, KSSfs – 93) сообщают в своей работе и С. Zheng с соавторами, которые выполняли пластику медиального дефекта большеберцовой кости цементом с армированием винтами [140].

Применение для замещения дефекта как одного цемента, так и цемента с винтами в своей работе описывают Н.Н. Корнилов с соавторами: послеоперационные опросники KSS и KSSfs показали удовлетворительный результат [19].

В работах, где замещение костного дефекта выполняли цементом с армированием и без него, средний возраст пациентов составил 66 лет, а средний период наблюдения 33 мес., а размер дефекта по Insall относился к малым. Каких-либо осложнений, в том числе и инфекционных, в период наблюдения авторы не отмечают. Рентгенпрозрачные линии на границе между костью и цементом описаны в работе Н.Н. Корнилова с соавторами, где цементную пластику с армированием они применяли в 28%, а без армирования – в 55% случаев [19]. В то же время M.S. Bilgen наблюдал 2 таких случая [48]. В обеих работах при наблюдении в динамике прогрессирование этих линий не выявлено. Н.Н. Корнилов с соавторами [19] большинство операций выполняли с применением эндопротезов CR связанности, в остальных же работах

выполнялось эндопротезирование конструкциями PS. Никто из авторов не использовал удлиняющие ножки при выполнении операции.

1.3.2 Метод пластики металлическими блоками

У современных эндопротезов имеется опция, которая предлагает дополнительные металлические модульные блоки, они доступны в форме клина и прямоугольника, а также бывают разных размеров. Металлические блоки фиксируются к выбранному компоненту винтами или цементом. Совместно с модульным блоком применяют удлиняющие ножки, которые могут быть цементными и бесцементными.

Об удовлетворительных клинических результатах применения металлических блоков прямоугольной и клинообразной формы сообщают R.V. Hube с соавторами: KSS – 85, KSSfs – 82 [73]. Самое объемное как по среднему сроку наблюдения (78 мес.), так по и количеству случаев (46) исследование провели J.K. Lee с соавторами. Они замещали костные дефекты металлическими аугментами прямоугольной формы, оценки по опросникам были хорошими: KSS – 88, KSSfs – 73 [86]. Отечественные исследователи Н.В. Загородний с соавторами также отмечают хорошие послеоперационные результаты (KSS – 95, KSSfs – 85) применения металлических аугментов для замещения медиальных дефектов большеберцовой кости при первичном эндопротезировании коленного сустава [15].

Хирургическая техника, при которой один металлический аугмент крепится винтами к большеберцовому компоненту, а второй фиксируется на цемент к первому, не нарушает рекомендации производителя. Об этом сообщают в своей работе S.W. Baek с соавторами [44]. Использование двух аугментов с последующим удовлетворительным клиническим результатом (KSS – 85, KSSfs – 73) описывают также S. Tsukada с соавторами [127].

Применение малораспространенной техники для замещения медиального дефекта большеберцовой кости при первичном эндопротезировании коленного сустава описывают J.S. You с соавторами [135]. Авторы используют смоделированный во время операции танталовый конус, а именно обрабатывают целый конус осциллирующей пилой таким образом, чтобы получившийся трансплантат полностью соответствовал имеющемуся дефекту. В работе отмечено, что применения этой методики имеет некоторые технические сложности и должно выполняться опытной хирургической бригадой в хорошо оснащенной операционной. Послеоперационный клинический результат оценен как хороший (KSS – 94, KSSfs – 78).

Опытом использования метафизарной втулки делятся в своей работе С. Martín-Hernández с соавторами [92]. Этот метод использовался у пациентов, которые ранее перенесли остеосинтез костей, образующих коленный сустав. Во время операции первым этапом выполнялось удаление металлоконструкций, вторым этапом – эндопротезирование коленного сустава, причем те металлоконструкции, которые не мешали, не удалялись. Этот метод позволяет достичь хорошей стабильности компонентов эндопротеза при поврежденной эпифизарной зоне и приводит к хорошим клиническим результатам (KSS – 78, KSSfs – 81).

Таким образом, в рассматриваемой группе работ, где замещение дефекта выполняли металлическими трансплантатами, средний возраст пациентов составил 68 лет, средний период наблюдения – 62 мес. Размеры дефекта по Insall в основном относились к среднему, большие дефекты замещались при помощи двух аугментов (10 мм + 5 мм) [44], смоделированного танталового конуса [135] и метафизарной втулки [24]. О двух повторных оперативных вмешательствах по поводу инфекции в области хирургического вмешательства сообщают R.V. Hube с соавторами [73]. В 4 работах авторы описывают наличие рентгенпрозрачных линий: у R.V. Hube [73] – в 12,1% всех случаев, у J.K. Lee – в 11% [86], у S. Tsukada – в 30% [127], а у Н.В. Загороднего с соавторами – в 21,8% [21]. Все авторы отмечают, что при наблюдении в динамике

прогрессирование этих линий не наблюдалось. В итоге среднее количество наблюдаемых рентгенпрозрачных линий в описанных случаях составило 18,5%. S. Tsukada с соавторами наблюдали наличие умеренного лизиса медиального края большеберцовой кости у 51% прооперированных пациентов и считают, что это явление не имеет риска для стабильности тиббиального компонента и клинического результата [127].

Практически все авторы использовали удлиняющие ножки. С. Martín-Hernández описывают один случай возникновения stress shielding синдрома в области большеберцовой кости, который клинически проявлялся незначительными болями [92]. В основном все авторы использовали степень связанности PS, в одной работе связанность была увеличена до VVC у 3 пациентов [73], а в другой работе такую связанность использовали у всех пациентов [24].

1.3.3 Метод пластики аллотрансплантатами

Мы выявили лишь несколько исследований, где для пластики дефектов большеберцовой кости при первичном эндопротезировании коленного сустава использовали костные аллотрансплантаты [19, 125, 129]. Применение этого метода позволяет максимально восстановить костную ткань. Аллотрансплантаты могут быть структурными или измельченными. Структурный, как порой и измельченный трансплантат, нуждаются в дополнительной фиксации. Для уменьшения осевой нагрузки на восстановленную область при больших дефектах используют удлиняющую ножку, которая позволяет перераспределить нагрузку на дистальный отдел кости. Обычно структурные трансплантаты изготавливают из головки бедренной кости, дистального отдела бедренной и проксимального отдела большеберцовой костей. Одно из главных преимуществ данной методики состоит в возможности формировать аллотрансплантат в соответствии с дефектом. Н.Н. Корнилов с соавторами считают, что для перестройки

аллотрансплантата должна отсутствовать нагрузка на оперированную конечность в течение 3 мес. после операции. В их исследовании проанализированы 12 пациентов, которым выполнялась замещение костного дефекта структурными аллотрансплантатами. Послеоперационные опросники показали хороший клинический результат: KSS – 94, KSSfs – 78 [19]. Хорошие клинические результаты (KSS – 81, KSSfs – 83) при замещении посттравматических дефектов большеберцовой кости с помощью структурных аллотрансплантатов, фиксированных винтами, у трех пациентов представили в своей работе D. Tigani с соавторами [125].

Полное костное ремоделирование мелко измельченного аллотрансплантата при гистологическом анализе ткани, взятой на границе трансплантат – кость через 6 мес. после операции, наблюдали в своем исследовании С.Ж. Van Loon с соавторами [129]. Полученная ими оценка результатов по опросникам свидетельствует об удовлетворительном клиническом результате: KSS – 85, KSSfs – 48.

Средний возраст пациентов в рассматриваемых исследованиях составил 63,5 года, средний период наблюдения – 36,6 мес. При больших дефектах по Insall этот метод реконструкции применяли D. Tigani с соавторами [125], остальные авторы – при средних размерах дефекта. Рентгенпрозрачные линии в 25% случаев наблюдали Н.Н. Корнилов с соавторами [19], а 2 случая асептического расшатывания тиббиального компонента описывают С.Ж. Van Loon [129]. Все авторы выполняли эндопротезирование коленного сустава с удлиняющей ножкой эндопротеза, степень связанности конструкция в двух работах была PS [129, 125], в одной VVC [19].

1.3.4 Метод пластики аутогрансплантатами

Наиболее биологическим методом является восполнение дефекта большеберцовой кости собственной костью пациента. Аутогрансплантат чаще всего берется из фрагментов резецированных мышечков бедренной или

большеберцовой кости, но также может браться из гребня подвздошной кости. В зависимости от объема дефекта и хирургической техники цельные костные трансплантаты могут быть дополнительно фиксированы винтом или спицей, а сеткой производится фиксация мелко измельченных ауто трансплантатов.

Интересный метод аутопластики предложили Т. Sugita с соавторами [121]: для более прочной фиксации в дефекте предварительно формировали два желоба, в которые помещали субхондральные костные пластинки в качестве костных опорных столбов, а остальное пространство заполняли костной аутологичной стружкой, клинический результат: KSS – 79, KSSfs – 82.

Прочной фиксации мелкоизмельченного ауто трансплантата можно достигнуть и за счет треугольной проволоочной сетки, которая выполняет роль медиальной опоры, а сама сетка фиксируется винтами 3,5 мм к большеберцовой кости. Такой вариант аутопластики с хорошим клиническим результатом (KSS – 90, KSSfs – 86) описывают в своей работе Y.S. Tanwar с соавторами [122]. Ауто трансплантат, полученный из резецированных фрагментов мышечков и фиксированный дополнительно винтами, создает надежную и хорошую опору для тибиального компонента. К такому выводу пришли в своих работах Р.М. Тихилов с соавторами [30] и К. Hosaka с соавторами [72].

Хороший клинический результат использования комбинированной аутопластикой отражают в своей работе М.В. Гиркало с соавторами [11]. Авторы сначала восстанавливали анатомическую форму мышечка путем заполнения дефекта остеокондуктивным биоматериалом MIPG (Wright Medical Technology, США), а потом на восстановленную поверхность помещали цельный губчатый ауто трансплантата. Такой вид аутопластики нельзя полноценно отнести к варианту, где трансплантат дополнительно не фиксируется, так как помимо самого ауто трансплантата и реципиентного ложе присутствует еще и третий элемент – остеокондуктивный биоматериал.

Метод, при котором цельный ауто трансплантат не нуждается в дополнительном элементе фиксации при замещении дефекта медиального мышечка большеберцовой кости, описан в работе J.M. Sohn с соавторами [118].

Авторы во время операции при помощи хирургического инструментария переделывали неограниченный дефект в ограниченный за счет создания медиальной поддерживающей костной стенки и получали в последующем хороший клинический результат (KSS – 89, KSSfs – 91).

Методы замещения костных дефектов по данным различных авторов при первичном эндопротезировании коленного сустава приведены в таблицах 4, 5.

Таблица 4 – Дифференциальный подход к замещению костных дефектов в зависимости от их объема

Параметры	Дефекты по Insall J.N.*		
	Малые	Средние	Большие
Методы замещения, степень связанности	Цемент- PS (1 работа). Цемент с армированием- PS (3 работы). Аутопластика- PS (3 работы).	Металлический блок- PS+ ножка (4 работы). Аутопластика PS+ ножка (3 работы). Аллопластика PS/VVC+ ножка (2 работы).	Совместно 2 металлических блока- PS+ ножка (1 работа). Метафизарная втулка- VVC+ ножка (1 работа). Обработанный танталовый конус PS (1 работа). Аллопластика PS+ ножка (1 работа).

В исследованиях, где применялся костный аутооттрансплантат для замещения медиального костного дефекта большеберцовой кости, средний возраст пациентов составил 66 лет, а средний период наблюдения – 72 мес. Размер дефекта по Insall в трех работах относился к малым [121, 118, 11], в других трех был средний [122, 72, 27, 30]. Единичные случаи инфекции в области хирургического вмешательства, которые требовали повторного хирургического вмешательства, описаны в работах К. Nosaka с соавторами [72] и J.M. Sohn с соавторами [118]. Два случая, в которых выявлен бурсит гусиной лапки, возникший в результате локального соприкосновения проволочной сетки и купированный консервативно, описан в работе Y.S. Tanwar с соавторами [122]. Рентгенпрозрачные линии в 16% случаев описали Т. Sugita [121] и J.M. Sohn [118], последующих осложнений и увеличение ширины линий авторы не отмечали. Степень связанности эндопротезов во всех работах была PS, удлиняющие ножки применялись в двух работах [122, 72], где размер дефекта был средним по классификации Insall.

Таблица 5 – Методы замещения костных дефектов при первичном эндопротезировании коленного сустава по данным литературы

Авторы	Размер дефектов по Insall*	Вид эндопротеза	Количество случаев	Средний срок наблюдения, мес.	Осложнения
Цемент					
Азизов М.Ж.	Малые	PS	19	12	Нет
Цемент с армированием					
Bilgen M.S.	Малые	PS	24	34	Нет
Zheng С.И.	Малые	PS	40	24	Нет
Корнилов Н.Н.	Малые	PS/ CR	32	62	Нет
Металлические блоки					
Hube R.B.	Средние	28PS+ножка 3VVC+ножка	31	74	2 ИОХВ
Lee J.K.	Средние	PS 27 ножек	46	78	Нет
Tsukada S.	Большие	PS+ ножка	33	54	Нет
Загородний Н.В.	Средние	PS+ ножка	32	48	Нет
Baek S.W.	Средние	PS+ ножка	9	60	Нет
Метафизарные втулки					
Martín-Hernández C.	Большие	VVC 15 ножек	25	79	1 расхождение послеоп. шва
Обработанный танталовый конус					
You J.S.	Большие	PS	17	42	Нет
Цельные аллотрансплантаты					
Корнилов Н.Н.	Средние	VVC+ ножка	12	42	Нет
Tigani D.	Большие	PS+ ножка	3	30	Нет
Мелкоизмельченные аллотрансплантаты					
Van Loon C.J.	Средние	PS+ ножка	6	38	2 случая расшатывания
Аутоотрансплантаты без дополнительной фиксации					
Sohn J.M.	Малые	PS	50	117	1 ИОХВ, 1 расшатыв-е
Утрамбованный измельченный аутоотрансплантат					
Sugita T.	Малые	PS	45	65	Нет
Измельченный аутоотрансплантат, фиксированной сеткой					
Tanwar Y.S.	Средние	PS+ ножка	26	72	Нет
Аутоотрансплантат, фиксированный винтами					
Тихилов Р.М.	Средние	PS	24	60	Нет
Hosaka K.	Средние	PS + ножка	68	78	Нет
Аутоотрансплантат, фиксированный остеокондуктивным материалом MIPG					
Гиркало М.В.	Малые	PS	32	36	Нет

Таким образом существуют достаточное количество методов замещения костных дефектов при первичном эндопротезировании коленного сустава, которые при их применении показывают хорошие функциональные и рентгенологические результаты.

1.4 Сравнение методов пластик костного дефекта медиального мыщелка большеберцовой кости при первичном эндопротезировании коленного сустава

Замещение костных дефектов при помощи костного цемента показывает хороший и долгосрочный результат. А армирование расширяет возможность его применения при более обширных дефектах [47, 112]. Другой сильной стороной метода является экономическая выгода по сравнению с другими вариантами пластики. В исследовании С. Zheng с соавторами [139] при помощи программного обеспечения Mimics и компьютерной томографии коленного сустава была построена геометрическая модель коленного сустава. Авторы пришли к выводу, что техника использования винта и цемента превосходит технику использования только одного цемента даже при дефектах не глубже 5 мм, а также, что вертикальное введение винтов с точки зрения механической стабильности обеспечивает лучшую устойчивость по сравнению с горизонтальным.

Наличие рентгенпрозрачной линии не является угрозой для стабильности компонента, если её толщина не превышает 2 мм М.А. Freeman и соавторы [64, 65]. Объем дефектов в работах, где выполнялась цементная пластика, был малым по Insall, и никто из авторов не использовал удлиняющие ножки. Тем самым они не усиливали диафизарную зону фиксации, так как при таких дефектах необходимо усилить фиксацию только в эпифизарной зоне, а метафизарная зона остается сохранной. Но все же цемент не является биологической основой и в ряде случаев может вызвать термический некроз

окружающей кости, цемент также может уменьшаться в объеме на 2% от исходного M.S. Vilgen и соавторы [48]. И чем больше дефект, тем больше риск возникновения этих явлений и, следовательно, больше шансов получить раннее расшатывание компонента эндопротеза. А при возникновении необходимости проводить ревизионную операцию в случаях, где при первичном эндопротезировании был применен метод цементной пластики дефекта, имеется большая доля вероятности увеличения дефекта за счет лизиса костной ткани мышелка, и тем самым шансы проведения ревизии эндопротезирования коленного сустава первичной конструкцией уменьшаются.

Применение модульных металлических блоков для замещения костных дефектов при эндопротезировании коленного сустава обеспечивает надежную первичную опору для компонентов эндопротеза и возможно при значительных костных дефектах. На основании биомеханического исследования, проведенного Т.К. Fehring [52] можно судить, что прямоугольные блоки имеют некоторое преимущество перед клиньями в силу простоты подготовки ложа и снижения проксимального напряжения большеберцовой кости, а это положительно влияет на стабильность компонента. Сообщения об использовании танталового конуса и метафизарных втулок для замещения костного дефекта только при первичном эндопротезировании встречаются редко, чаще всего опыт применения описан совместно с ревизионными операциями А. Rajgoral с соавторами [107]. Нам встретилась работа N.M. Brown и соавторов [50], где отмечены хорошие клинические результаты лечения четырех пациентов, которым был имплантирован танталовый конус при первичном эндопротезировании; костный дефект был средним по Insall. Но поскольку количество наблюдений было меньше 5, эта работа не вошла в проводимый систематический обзор литературы.

Существует вероятность возникновения интраоперационного ятрогенного осложнения в виде перелома кости при установке метафизарной втулки [67]. В систематическом обзоре литературы А. Zanirato с соавторами сравнивают результаты установки 21 конусов и 16 втулок при ревизионном

эндопротезировании коленного сустава [137]. Авторы приходят к выводу, что оба метода дают хорошие краткосрочные и среднесрочные рентгенологические и клинические результаты. Частота встречаемых интраоперационных переломов при использовании конусов составила $1,2 \pm 4,8\%$, а втулок – $0,54 \pm 1,2\%$.

Объем дефектов в работах, где выполнялась реконструкция металлическими блоками, был средним и большим по Insall. При средних дефектах страдает как эпифизарная зона фиксации, так и частично метафизарная, а использование металлического аугмента позволяет усилить фиксацию в этих зонах. Такой объем дефекта не нуждается в использовании удлиняющего стержня, но надо отметить, что у большинства фирм-производителей при использовании аугмента толще 5 мм, согласно технологии имплантации, нужно использовать удлиняющую ножку. По-другому дело обстоит с большими дефектами, где уже необходимо усиливать фиксацию в диафизарной зоне, и это является прямым показанием к использованию удлиняющей ножки. Металлическая аугментация зарекомендовала себя не только как надежный способ замещения дефекта медиального мыщелка большеберцовой кости, но и как один из наиболее часто используемых методов борьбы с потерей костной массы А.К. Aggarwal и соавторы [38]. Но здесь следует отметить, что при обработке костного ложа под аугмент, как правило, резецируется и здоровая кость, что практически сводит к нулю вариант в последующем выполнить консервативную ревизию, и поэтому этот метод не должен быть рекомендован молодым пациентам [38, 106, 137].

Костные аллотрансплантаты применяют в качестве биологического материала для восстановления костного дефицита. Биосовместимость метода дает возможность повторного прикрепления коллатеральных связок, а его универсальность позволяет лечить широкий спектр костного дефицита. Это, прежде всего, позволяет хирургу сформировать трансплантат в соответствии с имеющимся дефицитом и избежать ненужного удаления кости пациента. Тщательное исследование изменения костной ткани провели в своей работе

N.L. Parks с соавторами [103]. Доказательная глубина этого исследования заключается в изучении ремоделирования костной ткани у 7 умерших пациентов, которым было выполнено эндопротезирование коленного сустава с замещением костного дефекта аллотрансплантатом. Все трансплантаты при исследовании были состоятельны, но реваскуляризация была слабой.

Одно из первых сообщений о применении аллотрансплантатов было опубликовано в 1992 г., I. Stockley [119] с соавторами описали хороший клинический результат у 20 прооперированных пациентов, выживаемость за 4,5 лет составила 85%, а рентгенпрозрачные линии без дальнейшего прогрессирования наблюдались в 24%. Наличие риска резорбции трансплантата и риск передачи инфекционных заболеваний относится к недостаткам метода [83, 103]. А также не у всех медицинских учреждений есть возможность пользоваться костным банком, а транспортная логистика доставки до места установки трансплантата затруднена и затратная.

Методы использования аутологичного материала в разных подразделениях хирургической практики известны на протяжении многих десятилетий. Основным преимуществом использования аутологичных тканей является полная биологическая совместимость, в отличие от метода, когда применяется аллотрансплантаты, где имеется риск передачи инфекции от донора [103, 83]. Применение аутоотрансплантата является экономически выгодным методом. Он несет в себе стратегию «плюс костная ткань», что позволяет заместить и сохранить костную ткань и тем самым увеличивает шанс обойтись первичной конструкцией эндопротеза при ревизионное эндопротезирование. К недостаткам применения аутоотрансплантата можно отнести ограничение по возможному использованию объема самого трансплантата и наличие имеющегося, как и у аллотрансплантата риска несращения с костью реципиента [57, 86]. При изучении специализированной литературы, можно заметить, что метод применение аутоотрансплантата при первичном эндопротезировании коленного сустава прошел через логические изменения. Изменения заключались главным образом в снижение

травматического воздействия на трансплантат. Ведь чем больше трансплантат подвержен механическим воздействиям, тем больше нарушается естественная архитектура костных балок аутотрансплантата, а из-за этого снижается его потенциал для консолидации в полноценную кость в реципиентном ложе. В 1986 году один из первых применил и описал метод использования аутотрансплантата для пластики медиального дефекта большеберцовой кости R.E. Windsor [131], где трансплантат фиксировался винтами. Затем ряд авторов снижают травматизацию на трансплантат путем замены винтов на спицы [25, 40,134]. А следующим этапом стала разработка применения техники, где трансплантат не нуждается в фиксации, и при этом сохраняется надежная опора для большеберцового компонента [11, 28, 118]. Отдельно нужно отметить предложенную технику аутопластики М.В. Гиркало [11], так как этот вариант несет в себе философию сохранения аутотрансплантата интактным к механическим воздействиям, но его нельзя полноценно отнести к варианту, где трансплантат дополнительно не фиксируется, так как помимо самого аутотрансплантата и реципиентного ложе присутствует еще и третий элемент – остеокондуктивный биоматериал.

1.4.1 Степень связанности эндопротеза и использование удлиняющих ножек при пластике костного дефекте медиального мышечка большеберцовой кости

Проведенный систематический литературный обзор показал, что независимо от объема имеющегося костного дефекта и выбранного метода его замещения степень связанности эндопротеза в первую очередь зависит от целостности коллатеральных связок в коленном суставе. Но, как показывает практика, при наличии больших костных дефектов увеличивается вероятность связочной нестабильности коленного сустава, при которой возможно придется

увеличивать степень связанности эндопротеза, начиная от VVC и заканчивая Hinge системами.

Для достижения хорошей стабильности компонентов эндопротеза при замещении костных дефектах нужно учитывать вовлеченность зон фиксации в имеющийся дефект [97], а это значит, что при малых дефектах использование удлиняющих ножек обязательно. При средних дефектах использование удлиняющих ножек тоже обязательно, но при замещении дефекта металлическими блоками согласно технологиями имплантации большинства фирм-производителей эндопротезов хирург должен использовать удлиняющую ножку, а при замещении костными материалами дефекта удлиняющая ножка (диафизарная фиксация) в большей степени нужна для создания оптимальных условий для перестройки трансплантата. При больших дефектах значительно страдает эпифизарные и метафизарные зоны, поэтому использование удлиняющей ножки обязательно.

1.4.2 Методы оценки ремоделирования трансплантата при выполнении эндопротезирования коленного сустава с аутопластикой костного дефекта

В рассматриваемых работах, где применялся метод аутопластики или аллопластики костных дефектов при первичном эндопротезировании коленного сустава, ремоделирование трансплантатов оценивалось рентгенологическим методом. В основном все рассматриваемые авторы [11, 19, 27, 30, 72, 118, 122, 125, 129] отслеживали границу «трансплантат – кость», при этом консолидация и ремоделирование трансплантата считались удовлетворительными, когда эта граница визуально переставала быть видимой.

Только в одном исследовании авторы [121] совместно с рентгенологическим исследованием для оценки ремоделирования костного трансплантата использовали трехфазную сцинтиграфию, и каких-либо разногласий в полученных разными методами данных не обнаружили.

Костная ткань, как «ткань сравнительно слабо дифференцированная, обладает огромной пластической способностью видоизменяться и перестраиваться, приспособляясь к новым условиям жизнедеятельности в костной системе человека». [26]. Таким образом, перестройка костного трансплантата является процессом компенсаторным, вернее, приспособительным, анатомо-функционально адаптационным к новым механическим требованиям.

При изучении имеющейся литературы о ремоделировании костного трансплантата при эндопротезировании крупных суставов ряд авторов [43, 58, 66, 104, 126], помимо отслеживания границы «трансплантат – кость», описывают трабекулярное изменение трансплантата при помощи рентгенологического исследования. Так в работе de Waal Malefijt M.C. и соавторов [58] для оценки консолидации аутооттрансплантата при замещении костного дефекта бедренной и большеберцовой кости при первичном и ревизионном эндопротезировании коленного сустава рассматривались рентгенологические характеристики самого аутооттрансплантата (таблица 7).

Таблица 7 – Рентгенологическая классификация оценки изменения костного трансплантата по de Waal Malefijt M.C. и соавторов

Варианты изменения трансплантата	Рентгенологические характеристики трансплантата		
	Трабекулы	Граница «трансплантат – кость»	Плотность костной ткани
Очевидное ремоделирование	Организованные	Не различимая	Одинаковая с реципиентной
Застывшее ремоделирование	Не организованны	Слабо различимая	Одинаковая с реципиентной
Склерозирование трансплантата	Не организованны	Четкая	Различимая с реципиентной
Полная резорбция трансплантата	Отсутствуют	-	-

В рентгенологическую характеристику аутооттрансплантата входили следующие признаки:

-наличие трабекул,

- наличие границы «трансплантат- кость»,
- плотность костной ткани.

А варианты изменения трансплантата авторы делили на четыре группы: очевидное ремоделирование, застывшее ремоделирование, склерозирование трансплантата и полная резорбция трансплантата. В своей работе авторы отмечают, что наилучшем вариантом консолидации ауто трансплантата, исходя из своей рентгенологической характеристики костного трансплантата, является вариант «очевидное ремоделирование». Но в то же время авторы наблюдали двух пациентов, где приживления трансплантата произошло по варианту «застывшей перестройки», и при этом рентгенологических признаков расшатывания компонентов эндопротеза не отмечалось на протяжении 5 лет исследования.

1.5 Рентгенологическая оценка оси нижней конечности

При изучении современной литературы, где авторы сравнивают различные рентгенологические методы оценки оси нижней конечности выявили, что наиболее информативными и широко используемыми являются два метода. В этих методах выполняются измерение углов на панорамной рентгенографии нижних конечностей, который включает в себя прямую проекцию с захватом головки бедренной кости и голеностопного сустава. Анатомический феморо-тибиальный угол (аФТУ) – это угол между анатомической осью бедренной кости и анатомической осью большеберцовой кости. Этот угол раньше измеряли и на короткой рентгенографии коленного сустава в прямой проекции, но ряд авторов провели исследование, где выявили, что измерение этого угла на коротких рентгенографиях по сравнению с панорамной рентгенографии нижних конечностей очень часто несет в себе ошибку в оценке оси нижней конечности [54, 100, 123, 138]. Бедренно-колено-лодыжечный угол (БКЛУ) – это угол между механической осью бедренной кости и механической осью большеберцовой кости. Этот угол является более

современным, так как измерения этого угла стало возможно после появления технических возможностей выполнения панорамных рентгенографий нижних конечностей [16, 55, 99, 124] (таблица 6).

Таблица 6 – Диапазоны градусов аФТУ и БКЛУ при нормальной оси нижней конечности

Углы	Нейтральная ось
аФТУ	от 2,5 ° до 7,2 °
БКЛУ	от -3 ° до 3 °

Использование двух углов у одного пациента выполняется для более точного определения оси нижней конечности, так как это исключает возможную ошибку некорректного измерения одного из углов.

Резюме

В результате исследования литературных источников (20 работ) на тему методов замещения костных дефектов при первичном эндопротезировании можно сделать следующие заключения:

- имеющийся объем дефекта не является ключевым показанием для выбора метода, так как при относительно одинаковых параметрах дефекта применялись разные варианты пластики с удовлетворительным клиническим исходом [72,140],
- каждый хирург выбирает метод замещения костных дефектов, исходя из собственных предпочтений, а также таких критериев, как оснащение операционной, профессионализм хирургической бригады, качество кости пациента и объем дефекта, выявленный во время операции [15,73],
- при восполнении дефекта нужно добиться закрепления компонентов эндопротеза как минимум в двух зонах фиксации, что более актуально при больших дефектах [97].

- предпочтение при выборе метода замещения дефекта у молодых пациентов с хорошим качеством кости должно отдаваться костным трансплантатам, так как это позволяет сохранить костный запас [11,118,121].

С каждым годом количество операции в объеме первичного эндопротезирования коленного сустава растет [6, 17, 62, 79], так в западных странах ежегодно выполняется более 700 000 таких операций, а уже к 2030 году количество первичных эндопротезирований коленного сустава увеличится до 637% [78]. Такой рост количества операций прежде всего связан с увеличением среднего периода жизни населения и увеличением людей, страдающих ожирением [22, 33, 91]. Научно-технический прогресс в хирургической техники и в реабилитационных мероприятиях также способствует росту первичного эндопротезирования коленного сустава [29, 85].

С ростом первичного эндопротезирования коленного сустава закономерно увеличивается и количество ревизионных вмешательств [4, 20, 28], в США каждый год выполняется 32 700 операций в объеме ревизионного эндопротезирования коленного сустава [78] Одно из самых распространенных причин ревизионного эндопротезирования коленного сустава является асептическое расшатывание компонентов эндопротеза [84, 89, 115].

Ревизионное эндопротезирование коленного сустава является более проблемной операцией по сравнению с первичным эндопротезированием, так как для достижения оптимального результата при выполнении этой операции растет сложность, которая заключается в наличии опыта у хирургической бригады и ревизионного инструментария. При ревизионном оперативном лечении возрастают риски послеоперационных осложнений, которые в конечном итоге влияют на клинический результат и финансовые затраты здравоохранения [59, 70, 87].

Таким образом, замещение с использованием стратегии «плюс костная ткань» при первичного эндопротезирования коленного сустава является приоритетным вариантом, так как этот метод при следующей ревизионной операции сводит до минимума агрессивное воздействие на интактные

прилежащие костные ткани и увеличивает шанс неиспользования ревизионных конструкций эндопротеза [94]. Учитывая, что применение метода аутопластики несет в себе именно эту стратегию, а в российской специализированной литературе ограниченные данные о применении аутотрансплантата при первичном эндопротезировании коленного сустава, который не нуждается в дополнительной фиксации и где нет третьего элемента между аутотрансплантатом и реципиентном ложе, говорит нам об перспективности и актуальности данного исследования.

Таким образом выполнение первичного эндопротезирования коленного сустава, при наличии костных дефектов является актуальной проблемой травматологи и ортопедии, а разработка и обоснование способа аутопластики является вариантом костьсберегающих технологий, что особенно важно у пациентов молодого возраста.

ГЛАВА 2. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

2.1 Формирование исследуемых групп

Мы проанализировали истории болезней пациентов, которые проходили оперативное лечение гонартроза 3 стадии, методом первичного эндопротезирования в ФГБУ ННИИТО с 2014 по 2016 год. Критерием включения в анализ стали все пациенты, которым была выполнена имплантация трехкомпонентного эндопротеза одной фирмы производителя (DePuy Sigma PS), а саму операцию выполняла только одна хирургическая бригада. Учитывая критерии включения, за указанный период было отобрано 276 пациентов. Критерием исключения стало наличие у пациентов в анамнезе перенесенного гонита (6 случаев), наличие системного заболевания (30 случаев), вальгусная деформация нижней конечности (15 случаев) и имеющийся консолидированный перелом в порочном положении бедренной и/или большеберцовой кости (10 случаев). Также из анализа были исключены пациенты, которым выполнялась пластика костного дефекта большеберцовой кости цементом (13 случаев). Учитывая критерии исключения получилось 202 пациента. Из них для проведения сравнения мы выделили 2 группы. В первую группу включен 31 случай, где мы использовали костную аутопластику для замещения костного дефекта. Во вторую группу – 171 случай, где выполнялось первичное стандартное эндопротезирование коленного сустава. У вошедших в группы определили исходные данные: пол, возраст индекс массы тела (ИМТ), время операции, кровопотеря, сторона операции, дооперационная контрактура сустава и объем активного движения в нем. В исходных данных выявлены неоднородные показатели: время операции, дооперационная контрактура и сторона операции, по которым выполнили выравнивание контрольной и исследуемой группы при помощи метода PSM (Propensity Score Matching, сопоставление оценки склонности, идентичности) [71]. И таким образом, количество случаев, включенных в исследование, составило 31 в исследуемой

группе и 31 в контрольной группе. Блок – схема PRISMA [27, 95] формирования двух групп представлена на рисунке 3.

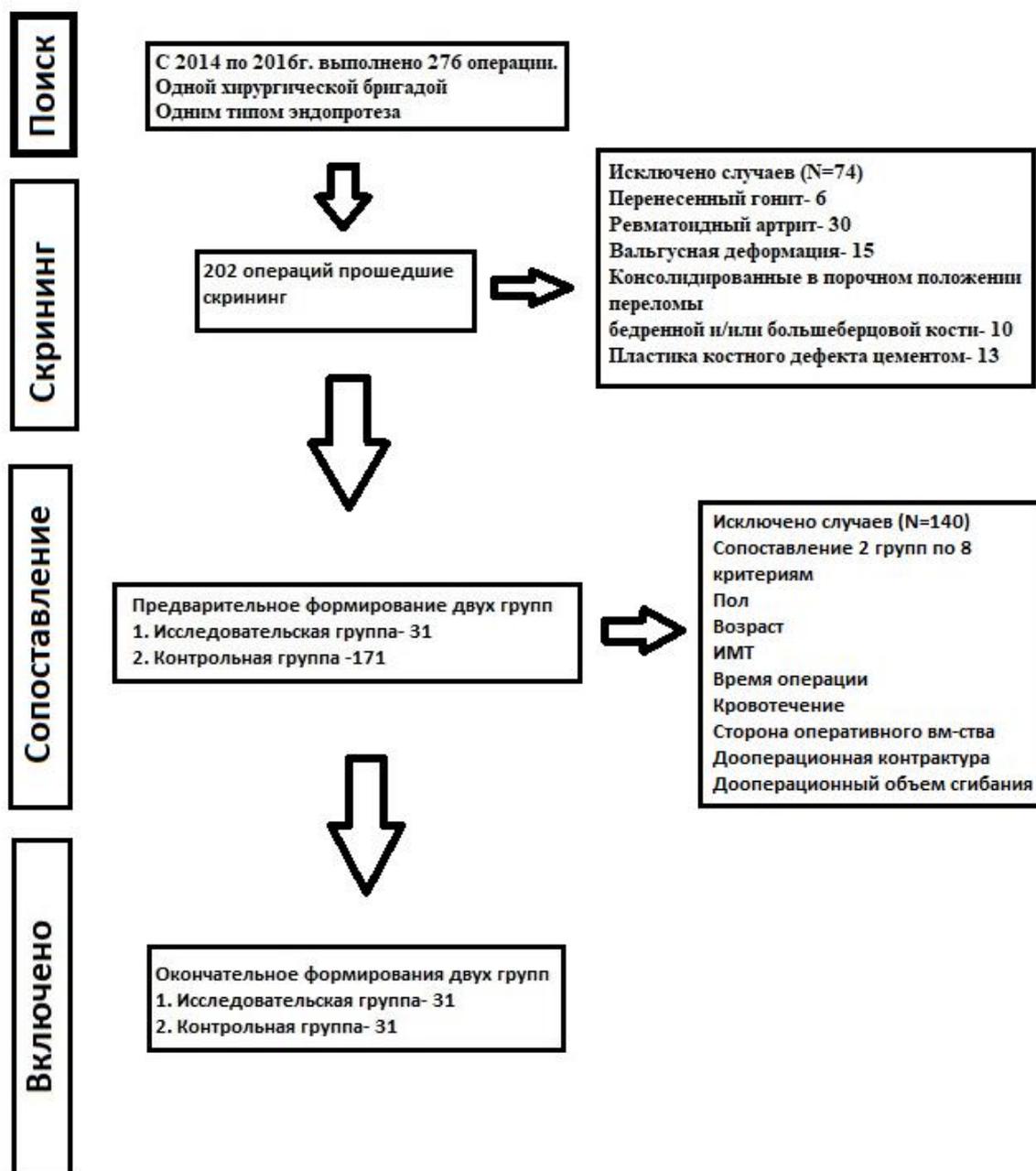


Рисунок 3 – Блок – схема формирования групп

2.2 Предоперационное и послеоперационное обследование двух групп пациентов

Как правило, общее предоперационное лабораторное и инструментальное обследование пациентов проводится амбулаторно в условиях поликлиники или

диагностического центра по месту жительства. Эти обследования не выходят за рамки стандартного предоперационного обследования: общий и биохимический анализ крови, УЗИ органов брюшной полости, УЗИ вен нижних конечностей, ЭКГ, ЭхоКГ, ФГДС. Данные этих результатов в проведенной работе не сравнивались, так как они не являются параметрами объективной оценки клинического и функционального состояния проводимого исследования. Выполнение этих предоперационных исследований в первую очередь связано с определением толерантности пациента к предстоящему плановому оперативному лечению в объеме эндопротезирование коленного сустава.

Специфические обследования, которые необходимы для исследования проводились уже в стационаре. В дооперационном и послеоперационном периодах всем пациентам проводилось клиническое и рентгенологическое исследования. Клиническая оценка проводилась в соответствии с опросником KSS (The Knee Society Score) [76] и WOMAC (Western Ontario and McMaster University Osteoarthritis Index) [45].

Так как результаты по объему активного движения в суставе и имеющейся контрактуры сустава входят в исходные данные, нужные для выравнивания двух групп по PSM методу [71], то эти измерения проводили только в дооперационном периоде. Измерения приводили в положении лежа на спине при помощи гониометра по проходящей ноль системе [23] (рисунок 4).



Рисунок 4 – Измерения объема движения коленного сустава при помощи гониометра

Первой послеоперационной точкой исследования служили данные при выписке пациента из стационара, где в основном главным критерием была рентгенологическая оценка исправление оси нижней конечности и наличие рентгенпрозрачных линий. В последующем промежуточные точки исследования были в срок 6, 12, 24, 36 месяцев и так далее. В этих точках осуществлялось наблюдение за отсутствием прогрессирования рентгенпрозрачных линий. Клиническая оценка полученных результатов осуществлялась на дооперационной и конечной точке исследования. Минимальный конечной точкой был срок 60 месяцев после операции. Если пациенты были иногородними и не было возможности осуществить очную консультацию, то рентгеновские снимки пациенты высылали по почте, а заполнение шкал опросников выполнялось дистанционно при помощи телефонной связи.

2.2.1 Клиническая оценка по функциональным шкалам

Оценка для определения клинических данных проводилась по алгоритму опросника KSS, в которой выделяют две части. Первая часть — это общая оценка коленного сустава (KSS knee score), куда входит интенсивность боли в коленном суставе, наличие контрактуры, амплитуда сгибания, наличие осевой деформации конечности и имеющаяся стабильность сустава. Вторая часть — это оценка функции сустава (KSS function score), которая измеряет дистанцию ходьбы пациента по ровной поверхности, по лестнице, с уточнением, используются ли при этом дополнительные средства опоры.

Окончательный результат функции коленного сустава в обеих частях опросника KSS состоит из суммы полученных баллов, где результат меньше 60 оценивается как плохой, от 60 до 69 — удовлетворительный, от 70 до 79 — хороший, от 80 до 100 — считается отличным.

Опросник WOMAC состоит из трех частей: боль (5 вопросов), скованность (2 вопроса), функция (17 вопросов). При ответе на вопросы,

пациент выбирает одну цифру (балл) в каждом пункте, которая наиболее точно характеризует его состояние, где цифра 0= нет, цифра 1= слегка, цифра 2= умеренно, цифра 3= сильно, цифра 4= очень сильно. Увеличение общего количества суммы баллов из трех частей указывает о неудовлетворительном функциональном состоянии пациентов.

2.2.2 Рентгенологическое исследование

Инструментальное исследование включало в себя: панорамную рентгенографию нижних конечностей (рисунок 5) и рентгенографию коленного сустава в прямой (А) и боковой (В) проекции при осевой нагрузки [26] (рисунок 6).



Рисунок 5 – Панорамная рентгенография нижних конечностей



Рисунок 6 – Рентгенография коленного сустава в двух проекциях

При помощи рентгенологического исследования проводили оценку оси нижней конечности, предполагаемый размер компонентов эндопротеза, наличие рентгенпрозрачных линий, перестройку костного трансплантата и имеющийся предварительный костный дефект медиального мыщелка большеберцовой кости.

Для оценки имеющейся деформации оси нижней конечности и ее послеоперационного исправления измеряли аФТУ и БКЛУ на панорамной рентгенографии нижних конечностей. Анатомический феморо-тибиальный угол (аФТУ) (рисунок 7), образован пересечением анатомической оси бедренной кости (X) с анатомической осью большеберцовой кости (Y) [55, 102, 123]. Бедренно-коллено-лодыжечный угол (БКЛУ) (рисунок 8), образован пересечением механической оси бедренной кости (X) и механической осью большеберцовой кости (Y) [16, 55, 102, 123].



Рисунок 7 – Измерение аФТУ А– дооперационное измерение: В– послеоперационное измерение



Рисунок 8 – Измерение БКЛУ А– дооперационное измерение: В– послеоперационное измерение

В этом исследовании варусной деформации было присвоено отрицательное (-) значение, вальгусной деформации положительное (+). Таким образом, критерием варусной деформации стало менее 2,4 градусов по аФТУ и менее -3 градусов по БКЛУ, критерием нейтрального положения конечности от 2,5 до 7,2 градусов по аФТУ и от -3 до 3 градусов по БКЛУ, а критерием вальгусной деформации более 7,2 градусов по аФТУ и более 3 градусов по БКЛУ. Критерии угловой оценки оси нижней конечности представлены в таблице 8 [55, 102, 123].

Таблица 8 – Критерии угловой оценки оси нижней конечности.

Углы	Варус	Нейтрально	Вальгус
аФТУ	менее 2,4 °	от 2,5 ° до 7,2 °	более 7,2 °
БКЛУ	менее -3 °	от -3 ° до 3 °	более 3 °

Рентгенпрозрачные линии (RLLs), которые находятся на границе «цемент – кость», оценивались с использованием метода системы зональной рентгенологической оценки KSRESS (knee society roentgenographic evaluation scoring system 1989г.) на прямой (А) и боковой (В) рентгенографии коленного сустава (рисунок 9) [63, 111]. Зональное распределения плато тиббиального компонента в прямой проекции (А) начинается с медиального края и включает в себя 4 зоны (1 – 4), зональное распределение кия тиббиального компонента включает в себя три зоны и начинается с медиальной стороны (5 – 7). В боковой проекции (В) тиббиальный компонент имеет 3 зоны (1 – 3), которые начинаются с переднего края. Бедренный компонент в боковой проекции имеет 4 зоны (1 – 4), которые начинаются с переднего края. Если у бедренного компонента имеются пегги, то добавляются еще 3 зоны (5 – 7), которые также начинаются с переднего края.

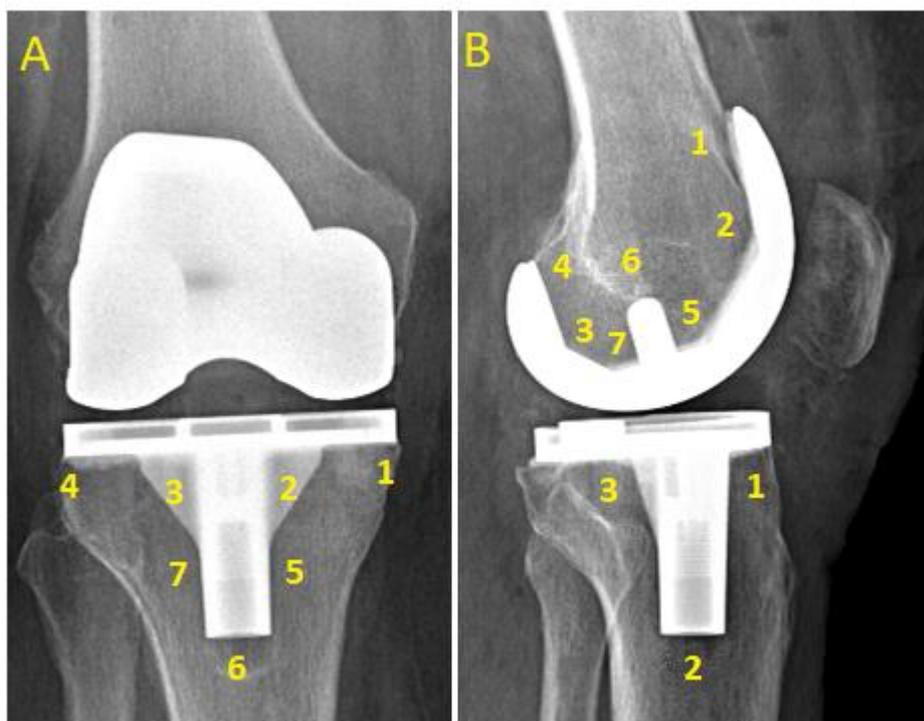


Рисунок 9 – Зональная рентгенологическая оценка рентгенпрозрачных линий по KSRESS

Признаками расшатывания компонентов эндопротеза считали наличие рентгенпрозрачной линии шире 2 мм или ее увеличение относительно от первоначальной ширины. Если суммарная зональная ширина рентгенпрозрачных линий больше 10 мм, то это свидетельствует о тотальном расшатывание компонента.

2.3 Используемая классификация костных дефектов большеберцовой кости

Имеющийся костный дефект медиального мыщелка большеберцовой кости предварительно оценивался по рентгенографии коленного сустава в передней проекции по дополненной ФГБУ «НМИЦ ТО им. Р.Р. Вредена» Минздрава России, классификации Insall [13]. Размер дефектов и характеристика дефектов представлены в таблице 2 (стр. 20). Схематическое изображение дефекта медиального мыщелка большеберцовой кости по классификации Insall представлено на рисунке 10, где линия А – стандартная

проксимальная резекция большеберцовой кости, линия В – соответствует глубине 5 мм, линия С – соответствует глубине 10 мм, линия D – соответствует площади 1/3, линия E – соответствует площади 1/2, линия F – соответствует площади 2/3. Таким образом 1 является малым дефектом (5мм S – 1/3), 2 – средним дефектом (10мм S – 1/2), 3 – большим дефектом (>10мм S – 2/3).

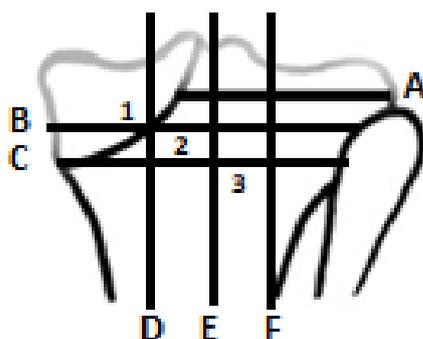


Рисунок 10 – Схема классификация костных дефектов по Insall дополненная ФГБУ «НМИЦ ТО им. Р.Р. Вредена» Минздрава России

Здесь нужно отметить, что решающая роль для определения размера дефекта принадлежит характеристике площади дефекта, а не глубине дефекта, так как в конечном итоге площадь опоры определяет количество точек фиксации для имплантата, и от нее в большей степени зависит последующая стабильность компонента. Таким образом, если площадь дефекта, согласно классификации, соответствовала малому дефекту, а глубина дефекта – среднему, то размер дефекта обозначался как малый. Определение размера дефекта на рентгенографии коленного сустава в прямой проекции представлено на рисунке 11, где линия А – стандартная проксимальная резекция большеберцовой кости, линия В – соответствует глубине 5 мм, линия С – соответствует глубине 10 мм, линия D – соответствует площади 1/3, линия E – соответствует площади 1/3, линия E – соответствует площади 1/2.



Рисунок 11 – Определение размера дефекта на рентгенографии коленного сустава в прямой проекции

Из рисунка видно, что глубина (линия С) дефекта, согласно классификации, относится к среднему дефекту, а площадь (линия D) к малому. И так как решающая роль для определения размера дефекта принадлежит характеристике площади дефекта, а не глубине дефекта, то дефект относится к малым (круг).

Если размер соответствовал малым или средним дефектам большеберцовой кости при проведении предоперационного планирования, то судьба проведения аутопластики дефекта была заранее решена. Но окончательное решение о проведении аутопластики медиального дефекта большеберцовой кости при первичном эндопротезировании принималась во время операции.

2.4 Используемые методы оценки ремоделирования аутотрансплантата

Для оценки изменения трансплантата в реципиентном ложе нами использовалась рентгенологическая классификация de Waal Malefijt M.C. и соавторов [58], где авторы рассматривали рентгенологические характеристики трансплантата (таблица 7 стр. 38). В характеристики трансплантата входили такие данные: наличие трабекул, наличие границы «трансплантат – кость»,

плотность костной ткани. А варианты изменения трансплантата авторы делили на четыре группы: очевидное ремоделирование, застывшее ремоделирование, склерозирование трансплантата и полная резорбция трансплантата. Идеальным вариантом для консолидации трансплантата считается изменение трансплантата по варианту «очевидное ремоделирование», но в то же время авторы классификации отмечают, что вариант «застывшее ремоделирование» не несет в себе причину развития раннего расшатывания компонента.

Для детального рентгенологического прослеживания состоятельности аутотрансплантата и трабекулярного рисунка области соприкосновения трансплантата и ложа реципиента выделили 4 зоны в медиальном мыщелке большеберцовой кости (рисунок 12).

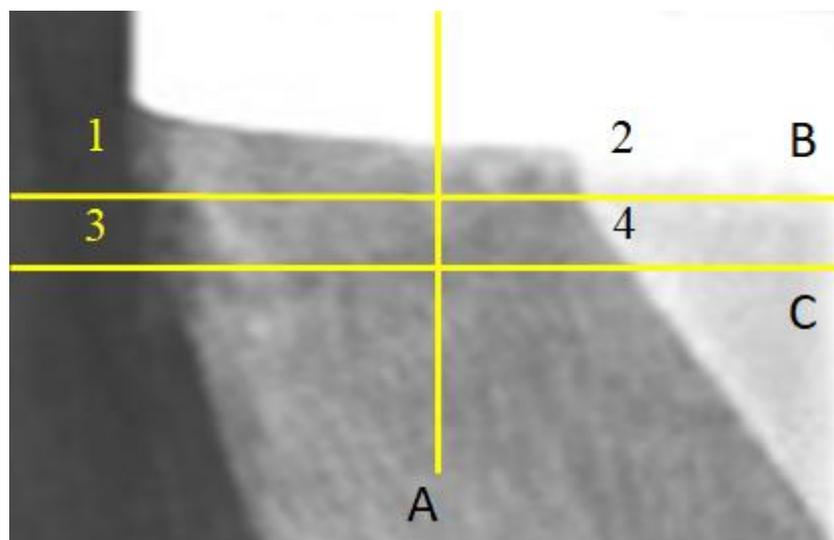


Рисунок 12 – Четыре рентгенологические зоны медиального мыщелка большеберцовой кости

Две зоны находятся на медиальной стороне (зона 1 и 3) а две другие зоны – латерально от них (зона 2 и 4). Граница между зонами – середина медиального мыщелка большеберцового компонента эндопротеза (линия A). Между собой медиальные, так и латеральные зоны делятся по глубине, где первая граница проходит на глубине 5 мм (линия B), а вторая – на 10 мм (линия C).

Таким образом, граница медиальных зон от латеральных соответствует системе зональной рентгенологической оценки KSRESS, а граница глубины соответствует классификации объема дефекта Insal.

Оценка аутотрансплантата в зоне 1, 2 производилась по принципу оценки рентгенпрозрачных зон (рисунок 9, стр. 51), где показательность состоятельности аутотрансплантата заключалась в отсутствии признаков расшатывания компонента, а именно в отсутствии прогрессирования рентгенпрозрачных линии на границе «цемент – кость».

Оценка трабекулярного рисунка области соприкосновения трансплантата и ложа реципиента вначале выполнялась в зоне 3 и 4, так как аутотрансплантат сам по себе не превышал глубину 10 мм (линия С) ввиду того, что он был малым или средним по объему. Но в последующем оценку интеграции трабекул костного аутотрансплантата в реципиентном ложе проводили уже и ниже этих зон.

2.6 Статистические анализ данных

Дизайн исследования спланирован по методу случай-контроль (ИМСК), как ретроспективное с историческим контролем, сравнительное, в параллельных группах, исследование применение разработанного метода аутопластики у пациентов с дефектом медиального мыщелка большеберцовой кости и пациентов без дефекта медиального мыщелка большеберцовой кости при первичном эндопротезировании коленного сустава.

Распределения непрерывных показателей испытывались на согласие с законом нормального распределения критерием Шапиро-Уилка. Ввиду ненормального распределения данных для сравнения непрерывных показателей ранговые критерии: U-критерий Манна-Уитни для сравнения групп в одной временной точке и критерий Вилкоксона для сравнения динамики аФТУ, БКЛУ и баллов качества жизни по опросникам KSS, FSKSS, WOMAC внутри групп. Для описательной статистики рассчитывались медиана [первый квартиль; третий квартиль] (МЕД [Q1; Q3]) и среднее \pm стандартное отклонение

(СРЕД±СО) у непрерывных данных; количество (процент) у категориальных и бинарных данных, у бинарных данных вычислялся 95% доверительный интервал (95%ДИ) по формуле Вильсона. Для сравнения категориальных и бинарных показателей применялся точный двусторонний критерий Фишера. Устранение ошибок множественного сравнения категорий проводилось путем коррекции достигнутых уровней p методом Бенджамини-Хохберга [71].

Устранение выявленных неоднородностей показателей времени операции, стороны и контрактуры между контрольной и экспериментальной группами проводилось PSM (Propensity Score Matching) методом ближайшего соседа (Nearest Neighbor Matching) с величиной калибра 0.25 (caliper), без предварительного отсева неподходящих пациентов в группах (discarding), с заданным соотношением искомых групп 1:1. В результате было отобрано по 31 пациенту в каждую группу [71].

Проверка статистических гипотез проводилась при критическом уровне значимости $p = 0.05$, т.е. различие считалось статистически значимым, если $p < 0.05$.

ГЛАВА 3. РАЗРАБОТАННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ЗАМЕЩЕНИЯ ДЕФЕКТОВ МЕДИАЛЬНОГО МЫШЦЕЛКА БОЛЬШЕБЕРЦОВОЙ КОСТИ ПРИ ПЕРВИЧНОМ ЭНДОПРОТЕЗИРОВАНИИ КОЛЕННОГО СУСТАВА

3.1 Особенности хирургической техники костной аутопластики медиального дефекта большеберцовой кости

Для выполнения аутопластики дефекта медиального мыщелка большеберцовой кости при первичном эндопротезировании коленного сустава использовали разработанный в клинике метод (патент № 2607189 «Способ замещения костного дефекта большеберцовой кости при тотальном эндопротезировании коленного сустава». Заяв. № 2607189). Основное техническое отличие от других методов аутопластики костных дефектов при первичном эндопротезировании коленного сустава заключается в отсутствие элемента для дополнительной фиксации аутотрансплантата в реципиентном ложе.

В положении пациента на спине, под пневматическим жгутом, выполняется артротомия коленного сустава с использованием переднемедиального доступа. После освобождения плато большеберцовой кости на него устанавливается экстрамедуллярный тибиальный направитель. На латеральном мыщелке устанавливается глубина резекции 8 мм с переднезадним наклоном 0 градусов, что согласуется с рекомендацией фирмы производителя. После выполнения резекции суставной поверхности остаточный костный дефект оценивался метрической линейкой по дополненной ФГБУ «НМИЦ ТО им. Р.Р. Вредена» Минздрава России классификации Insall J.N. [13, 77].

Полученные интероперационные данные об размере дефекта сопоставлялись с данными предоперационного планирования. В 28 случаях данные были схожи, а в трех случаях по предоперационному планированию

дефекты были определены как большие, но при измерении метрической линейкой во время операции, дефекты уже классифицировались как малые. Это по всей видимости связано с неточным предоперационным планированием линии стандартной резекции большеберцовой кости. Линия выполненной резекции большеберцовой кости проходила немного ниже запланированной и тем самым площадь дефекта получалась меньше. И поэтому определенный предоперационный средний размер дефекта становился во время операции малым.

При подтверждении малого или среднего размера дефекта (А) выполнялась костная аутопластика (рисунок 14).

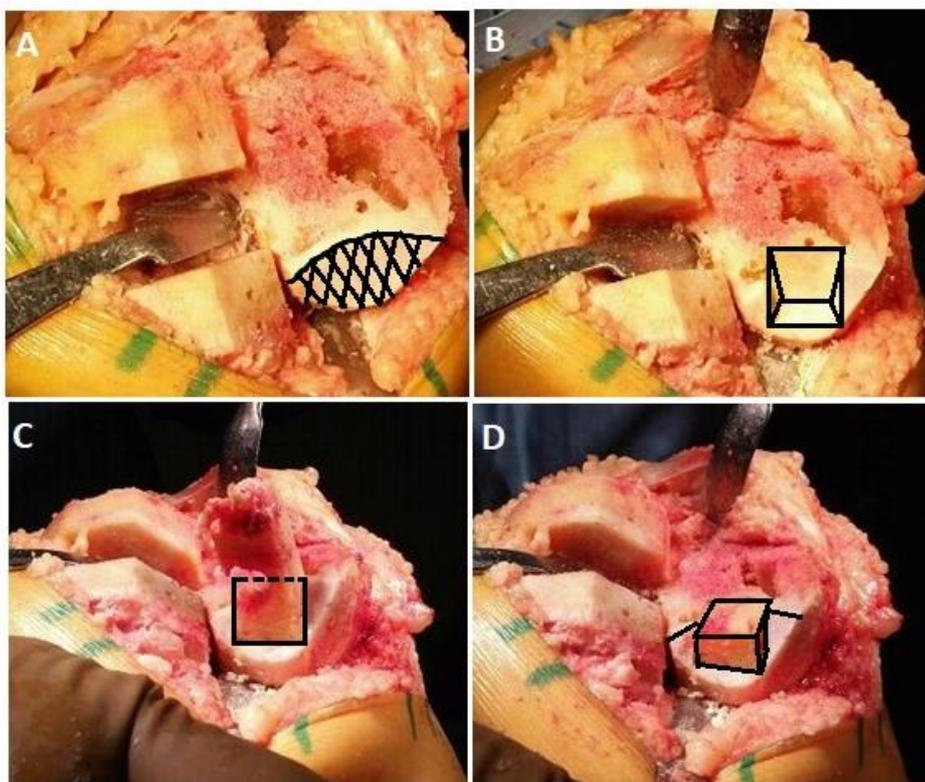


Рисунок 14 – Фотографии костной аутопластики дефекта медиального мыщелка большеберцовой кости: А – имеющийся склеротический средний костный дефект медиального мыщелка большеберцовой кости. В – обработанный костный дефект с сформированной в нем опорной площадки по типу фронтального упора. С – изготовление нужной формы ауто трансплантата с учетом полученного размера опорной площадки в дефекте. D – выполнена плотная фиксация ауто трансплантата и резецирована выступающая часть.

Взятие губчатого трансплантата производится из костного фрагмента, полученного при формировании паза для межмышечково бокса бедренного компонента (рисунок 15). У используемой фирмы эндопротеза межмышечковый бокс имеет одинаковую ширину (23 мм) вне зависимости от размера бедренного компонента, а длина (В) и высота (С) увеличивается с размером компонента. (таблица 9).

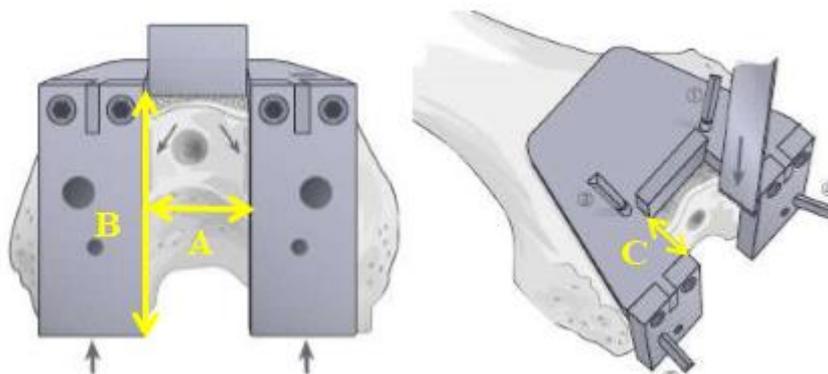


Рисунок 15 – Опилочный шаблон формирования паза для межмышечково бокса бедренного компонента: ширина (А), длина (В) и высота (С) полученного аутотрансплантата.

Таблица 9 – Изменение размеров аутотрансплантата в зависимости от размера бедренного компонента эндопротеза.

Размер бедренного компонента	Длина	Ширина	Высота
2	48 мм	23 мм	22,5 мм
2,5	50 мм	23 мм	22,5 мм
3	53 мм	23 мм	22,5 мм
4	57 мм	23 мм	25 мм
5	61 мм	23 мм	27 мм

Как видно из таблицы, наиболее стабильными величинами является ширина и высота, что и позволяет использовать эти характеристики для замещения медиальных малых и средних костных дефектов без импакции костной ткани.

Затем производится качественная обработка дефектной склеротичной кости, которая включает в себя: созданием опоры по типу фронтального упора,

и достижение «кровяной россы» на всех стенках реципиентного ложа. (рисунок 14 (B)). Здесь нужно отметить, что при выполнении обработки дефектной склеротичной кости происходит необходимое увеличение размера дефекта, но увеличение размера дефекта происходит в пределах крайних точек диапазона размера дефекта по классификации. Увеличение размера дефекта главным образом достигается за счет увеличения его площади в латеральном направлении, но без захвата подготовленного для трансплантации плато большеберцовой кости.

Далее, с учетом полученного размера опорной площадки в дефекте, изготавливают ауто трансплантат необходимого размера, ориентируясь на величину костного блока (рисунок 14 (C)). Здесь нужно отметить, что процедура изготовления нужного размера ауто трансплантата персонализированная, так как диапазоны полученного размера дефекта индивидуальны в каждом случае.

В последующем путем установки производится плотная фиксация трансплантата в созданном ранее реципиентном ложе. Важность этого этапа заключается в сведении до минимума травматических воздействий на трансплантат и сохранение его как скаффолда, что позволяет предотвратить разрушение структуры костной ткани и нарушение пространственной ориентации костных балок. Затем выступающая часть трансплантата над проксимальным опилом большеберцовой кости аккуратно резецируется осциллирующей пилой (рисунок 14 (D)). При необходимости при выполнении этого этапа трансплантат можно фиксировать зажимом.

До выполнения стандартной проксимальной резекции большеберцовой кости имеется костный дефект медиального мыщелка (A). Выполняется резекция и определяется размер костного дефекта (B). Следующий этап – моделирование дефекта с созданием опоры по типу русского замка (C) куда размещается ауто трансплантат с последующей резекцией выступающей части (D).

Схематическое изображение формирования реципиентного ложа для аутотрансплантата представлено на рисунке 16.

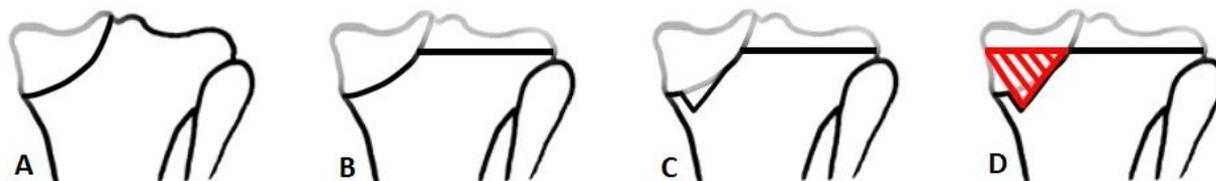


Рисунок 16 – Рабочая схема формирования реципиентного ложа для аутотрансплантата

При описанной костной аутопластике медиального дефекта большеберцовой кости использовался эндопротез фирмы DePuy Sigma PS с цементной фиксацией без удлиняющей ножек.

3.2 Клинический пример применения аутопластики медиального дефекта большеберцовой кости при первичном эндопротезировании коленного сустава

Пациент С. 1959 года рождения поступил в Новосибирский НИИТО с жалобами на боли в левом коленном суставе, усиливающиеся при нагрузке. Из анамнеза заболевания установлено, что боли в коленном суставе появились с 1999 года, после травмы (падения с высоты собственного роста). Проводилось консервативное лечение по месту жительства с кратковременным положительным эффектом.

В конце 2016 году обратилась в Новосибирский НИИТО, где был поставлен заключительный клинический диагноз:

левосторонний посттравматический гонартроз 3 стадии. Варусная деформация левой нижней конечностей. Дефект внутреннего мыщелка левой большеберцовой кости. Комбинированная контрактура коленного сустава. Синдром левосторонней гоналгии.

Перед оперативным лечением на рентгенологических снимках выполнили предоперационное планирование, включающее в себя:

- определение предполагаемого размера компонентов,
- определение объема имеющегося костного дефицита медиального мыщелка большеберцовой кости,
- определение имеющейся варусной деформации.

После оперативного лечения на рентгенологических снимках выполняли:

- оценку исправление оси нижней конечности,
- ремоделирования костного аутотрансплантата.

Определение имеющегося медиального дефекта большеберцовой кости проводили согласно дополненной ФГБУ «НМИЦ ТО им. Р.Р. Вредена» Минздрава России классификации Insall J.N. [13, 77]. (рисунок 17). На рентгенографии коленного сустава в прямой проекции проводится линия (А) параллельная анатомической оси большеберцовой кости на границе латерального края дефекта, расстояние от этой линии и до конца медиального мыщелка определяет $1/3$ площадь дефекта от всего плато. Затем проводится линия (В) стандартного проксимального опиала большеберцовой кости равной глубине 8 мм от интактного латерального мыщелка большеберцовой кости. Следующая линия (С) проходит по дну дефекта перпендикулярно анатомической оси большеберцовой кости. Расстояние от линии В до линии С определяет глубину дефекта 7 мм. По суммарным данным проведенных линий, площадь дефекта составила $1/3$, глубина – 7 мм, что соответствует малому размеру дефекта (круг) ввиду того, что решающая роль для определения размера дефекта принадлежит площади, а не глубине дефекта (страница 53).

Деформация нижней конечности определяется на предоперационной панорамной рентгенографии нижних конечностей при помощи БКЛУ и аФТУ (рисунок 18). Измерение БКЛУ составило минус 21 градус (А), измерении аФТУ составило минус 16 градусов (В), что говорит о выраженной варусной деформации правой нижней конечности.

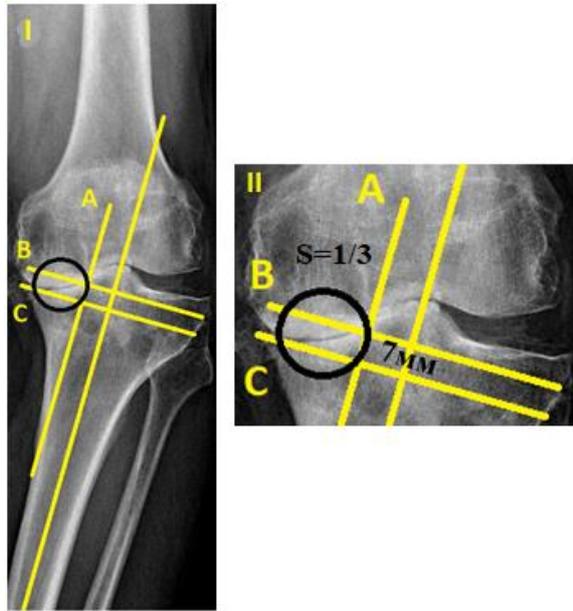


Рисунок 17 – Рентгенография коленного сустава в прямой проекции (I), масштаб 1:6 (II): Определение малого дефекта медиального мыщелка большеберцовой кости, согласно классификации костных дефектов по Insall дополненной ФГБУ «НМИЦ ТО им. Р.Р. Вредена» Минздрава России, при помощи рентгенографии коленного сустава в прямой проекции

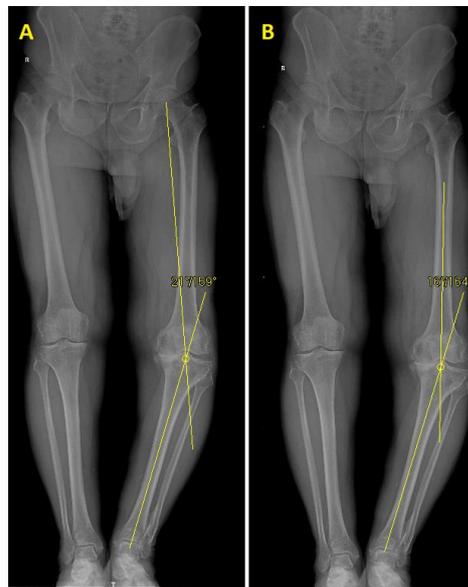


Рисунок 18 – Измерение БКЛУ (А) и аФТУ (В) на предоперационной панорамной рентгенографии нижней конечности

Во время операции после выполнения стандартной проксимальной резекций суставной поверхности большеберцовой кости, определен окончательный размер костного дефекта (рисунок 19). Линия соответствует 1/3

площади дефекта от всего плато большеберцовой кости. Согласно используемой классификации размер дефекта определен как малый (стрелка), таким образом данные предоперационного и интeроперационного измерения размера дефекта совпали.

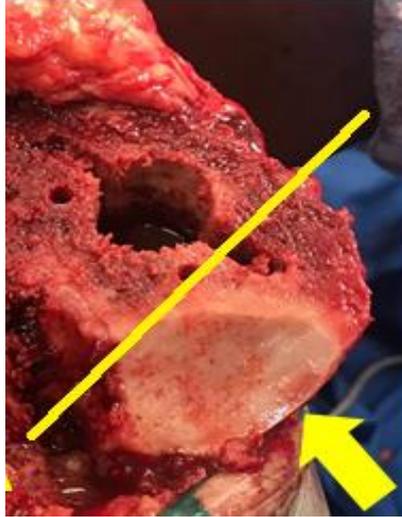


Рисунок 19 – Фотография костного дефекта большеберцовой кости во время операции (вид сверху)

Имеющийся заднемедиальный костный дефект моделируется с созданием опоры по типу русского замка (стрелка) с достижением «кровяной россы» на всех стенках реципиентного ложа (рисунок 20).



Рисунок 20 – Фотография смоделированного костного дефекта (вид сверху)

С учетом полученного размера опорной площадки в дефекте, изготавливают персонализированный размер аутотрансплантата $\approx 3,34 \text{ см}^3$. В последующем путем мягкой импакции, производится плотная фиксация трансплантата в полученном ранее реципиентном ложе (рисунок 21).



Рисунок 21 – Фотография смоделированного аутотрансплантата (вид сверху)

Выступающий трансплантат над проксимальным опилом большеберцовой кости аккуратно резецируется осциллирующей пилой (рисунок 22). Таким образом, чтоб поверхность аутотрансплантата и подготовленное плато большеберцовой кости были в одной плоскости (стрелка).

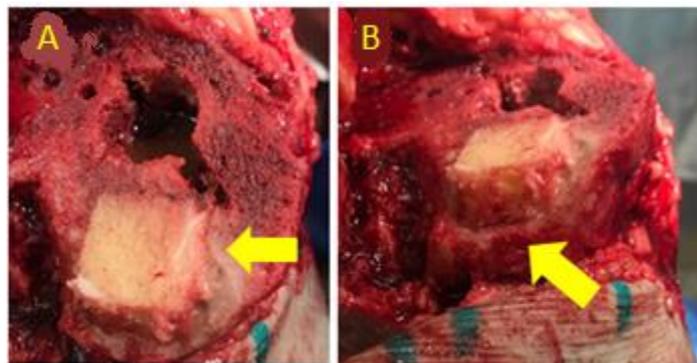


Рисунок 22 – Фотография резекции выступающие части аутотрансплантата: А – вид сверху, В – вид сбоку

Контроль исправления оси нижней конечности осуществляется на послеоперационной панорамной рентгенографии нижних конечностей при помощи БКЛУ и аФТУ (рисунок 23). Измерение БКЛУ составило 2 градуса (А), измерении аФТУ составило 5 градусов (В), что говорит о нейтральном исправлении оси правой нижней конечности.



Рисунок 23 – Измерение БКЛУ (А) и аФТУ (Б) на послеоперационной панорамной рентгенографии нижней конечности

Отслеживание ремоделирования костного аутотрансплантата в реципиентном ложе проводили на рентгенографии коленного сустава в прямой проекции при помощи классификации de Waal Malefijt M.C. [66] (таблица 7 стр. 38) и четырёх рентгенологических зон медиального мышцелка большеберцовой кости (рисунок 12, стр. 54).

При выписке пациента из стационара (I) в зонах 1 и 2 отсутствует рентгенпрозрачная линия, в зонах 3 и 4 отчетливо видна граница «трансплантат – кость», а также видна неоднородность плотности трансплантата и реципиентной кости во всех 4 зонах с отсутствием единой архитектоники костных трабекул. (рисунок 24).

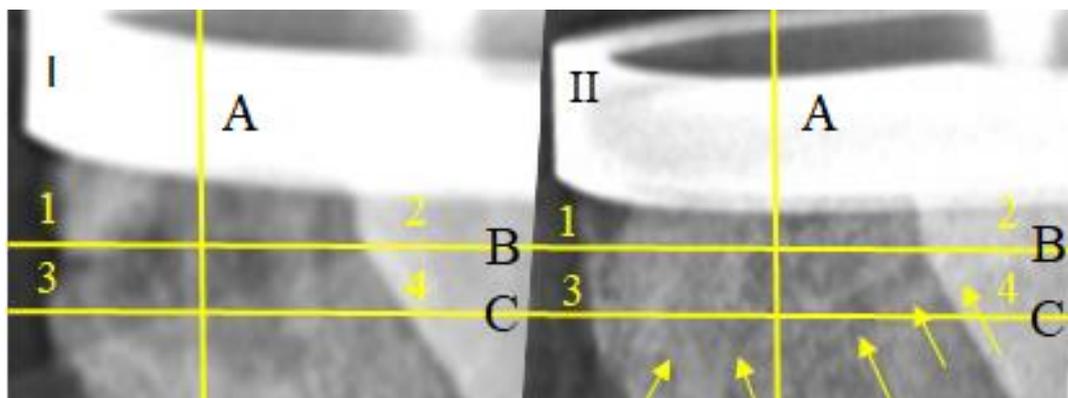


Рисунок 24 – Ремоделирование костного ауто трансплантата в реципиентном ложе на рентгенографии коленного сустава с масштабом 1:6: I – перед выпиской пациента из стационара. II – через 12 месяцев после операции

Через 12 месяцев после операции (II), в зонах 1 и 2 сохранившееся отсутствие рентгенпрозрачной линии говорит о состоятельности ауто трансплантата и отсутствии признаков расшатывания компонента. В зонах 3 и 4 уже не прослеживается граница «трансплантат–кость», плотность трансплантата и реципиентной кости во всех 4 зонах стала однородной, а единая архитектура костных трабекул интегрировалась ниже 3 и 4 зоны (стрелки).

Согласно используемой классификации такая рентгенологическая картина изменение ауто трансплантата говорит о очевидном ремоделирование ауто трансплантата в кость реципиента.

3.3 Реабилитация в послеоперационном периоде

Стандартный протокол послеоперационной реабилитации был применен у всех пациентов и включал в себя: послеоперационное обезболивание, профилактика инфекционных осложнений, профилактика тромбоэмболических осложнений, восстановительное лечение [8, 21, 31].

Профилактика инфекционных осложнений заключалась в внутривенном введении антибиотика I поколения цефалоспоринового ряда за 30 минут до кожного разреза. Последующие профилактическое назначения антибактериальной терапии осуществлялось по показаниям.

Профилактика тромбозомболических осложнений проводилось путем подкожного введение низкомолекулярного гепарина за 12 часов до оперативного лечения. В послеоперационном периоде пациенты в стационаре получали пероральные антикоагулянты с последующим амбулаторным назначением до 35 дней после операции. После проведения оперативного лечения пациенты использовали компрессионный трикотаж 2 класса, ношение чулков осуществлялось до 3 месяцев после операции [7, 18].

Всем пациентам интeроперационно устанавливался дренаж, который удалялся на следующий день. После удаления дренажа пациенты начинали проводить укрепляющие упражнения для мышц нижних конечностей. С первых суток после операции при наличии противопоказаний пациенты получали физиопроцедуры. На 2 – 3 сутки происходила активизация пациента и обучение ходьбе при помощи костылей. Проводилась активная работа с инструкторами ЛФК: пациенты обучались ходьбе по лестницы, выполняли активные и пассивные (рисунок 13) упражнения для разработки движения в коленном суставе [5, 24].



Рисунок 13 – Непрерывная пассивная разработка коленного сустава в аппарате ORMED

Выписка пациентов производится на 5 – 6 сутки после операции с ортопедическими рекомендациями по использованию костылей при ходьбе в течение 6 недель.

Резюме

Предложенная технология замещения малых и средних дефектов большеберцовой кости заключается в использовании собственных, с заданной размерной характеристикой ранее удаляемых костных тканей. При замещении нет необходимости использования третьего элемента для фиксации (винты спицы) поскольку достаточно фронтального упора. Использование губчатого аутотрансплантата в губчатом реципиентом ложе позволяет проводить анализ ремоделирования костной ткани до достижения визуальной идентичности с матричной костной тканью. Это позволила внедрить технологи в клиническую практику и провести сравнительный анализ групп, который изложен в следующей главе.

ГЛАВА 4. РЕЗУЛЬТАТЫ СОБСТВЕННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

4.1 Полученные группы исследования

При первичном формировании двух групп с учетом критериев включения и исключения получилось 202 операции первичного эндопротезирования коленного сустава. Из них для проведения сравнения мы выделили 2 группы. Первая группа составила 31 случай, где мы использовали костную аутопластику для замещения костного дефекта. Вторая группа составила 171 случай, где выполнялось первичное стандартное эндопротезирование коленного сустава. У получившихся групп определили исходные данные: пол, возраст индекс массы тела (ИМТ), время операции, кровопотеря, сторона операции, дооперационная контрактура сустава и объем активного движения в нем. Показатели исходных данных между группами до выравнивания представлены в таблице 10.

В исходных данных выявлены неоднородные показатели. Среднее время операции в контрольной группе составило 60 минут, а в исследуемой группе 70 минут ($P=0,001$). Оперативное лечение левого коленного сустава в контрольной группе выполнено у 84 пациентов (49.1%), правого коленного сустава у 87 пациентов (50.9%), в исследуемой группе левый коленный прооперирован у 21 пациента (67.7%), правый коленный сустава у 10 пациентов (32.3%) ($p = 0.078$). Дооперационная контрактура коленного сустава в контрольной группе составило 9 градусов, а в исследуемой 12 градусов ($P=0,007$). По выявленным неоднородным показателям (время операции, дооперационная контрактура, сторона операции) выполнили выравнивание контрольной и исследуемой группы при помощи метода PSM [71]. И, таким образом, количество случаев, включенных в исследование, составило 31 в исследуемой группе и 31 в контрольной группе. Средний срок наблюдения составил 72 месяца (диапазон 60 – 84 месяцев). Показатели исходных данных между группами после выравнивания представлены в таблице 11.

Таблица 10 – Сравнение исходных данных между группами до выравнивания по методу PSM (Propensity Score Matching)

Данные пациентов	Контрольная группа (n=171) МЕД [Q1; Q3] СРЕД±СО	Исследуемая группа (n=31) МЕД [Q1; Q3] СРЕД±СО	Р значение
Пол Ж/М	Ж - 134 (78.4%) М - 37 (21.6%)	Ж - 25 (80.6%) М - 6 (19.4%)	>0.999
Возраст	65 [60; 72] 64.99±9.13	65 [62; 68] 64.42±9.03	0.875
ИМТ	32.44 [28.32; 37.23] 32.53±6.26	31.62 [28.94; 34.29] 31.67±5.01	0.435
Время операции	60 [55; 70] 62.6±10.38	70 [60; 72.5] 69.19±10.65	0.001*
Кровопотеря	20 - 1 (0.6%) 25 - 1 (0.6%) 30 - 2 (1.2%) 50 - 150 (87.7%) 100 - 13 (7.6%) 150 - 4 (2.3%)	20 - 0 (0%) 25 - 0 (0%) 30 - 0 (0%) 50 - 24 (77.4%) 100 - 7 (22.6%) 150 - 0 (0%)	Общее сравнение: 0.187 категория: р, коррекция р 20: >0.999, >0.999 25: >0.999, >0.999 30: >0.999, >0.999 50: 0.155, 0.466 100: 0.018*, 0.111 150: >0.999, >0.999
Сторона операции Левая/Правая	Л - 84 (49.1%) П - 87 (50.9%)	Л - 21 (67.7%) П - 10 (32.3%)	0.078
Дооперационная контрактура (градусы)	9 [4.5; 13] 8.92±5.21	12 [9; 14] 11.74±3.27	0.007*
Объем активного движения (градусы)	90 [86; 95] 90.9±6.6	89 [86; 92] 89.26±4.58	0.156

Количество женщин в контрольной группе составило 26 (83,9%), мужчин 5 (16,1%), в исследуемой группе 25(80,6%) и 6 (19,4%) соответственно, что статистически не значимо ($P > 0.999$). Средний возраст в контрольной группе составил 64 года, в исследуемой группе 65 лет ($P = 0.289$). Средний индекс массы тела (ИМТ) в контрольной группе составил 33,28, в исследуемой группе 31,62 ($P = 0.816$). Среднее время операции в контрольной группе составило 65 минут, в исследуемой группе 70 минут ($P = 0.847$). Средняя интерпретационная кровопотеря в контрольной группе получилась 65 мл, в исследуемой 70 мл ($P = 0.734$).

Таблица 11 – Сравнение исходных данных между группами после выравнивания по методу PSM (Propensity Score Matching)

Данные пациентов	Контрольная группа (n=31) МЕД [Q1; Q3] СРЕД±СО (МИН – МАКС)	Исследуемая группа (n=31) МЕД [Q1; Q3] СРЕД±СО (МИН – МАКС)	Р значение
Пол Ж/М	Ж - 26 (83.9%) М - 5 (16.1%)	Ж - 25 (80.6%) М - 6 (19.4%)	>0.999
Возраст	64 [57; 66.5] 62.32±9.79 (36 - 84)	65 [62; 68] 64.42±9.03 (37 - 80)	0.289
ИМТ	33.28 [25.14; 37.52] 31.71±6.71	31.62 [28.94; 34.29] 31.67±5.01	0.816
Время операции	65 [60; 75] 68.71±10.41 (55 - 90)	70 [60; 72.5] 69.19±10.65 (50 - 95)	0.847
Кровопотеря	20 - 1 (3.2%) 50 - 24 (77.4%) 100 - 5 (16.1%) 150 - 1 (3.2%)	20 - 0 (0%) 50 - 24 (77.4%) 100 - 7 (22.6%) 150 - 0 (0%)	Общее сравнение: 0.734 категория: р, коррекция р 20: >0.999, >0.999
Сторона операции Левая/Правая	Л - 18 (58.1%) П - 13 (41.9%)	Л - 21 (67.7%) П - 10 (32.3%)	0.600
Дооперационная контрактура (градусы)	12 [9; 15] 12.19±3.6 (7 - 20)	12 [9; 14] 11.74±3.27 (5 - 18)	0.745
Объем активного движения (градусы)	90 [87; 95] 90.23±5.78 (75 - 100)	89 [86; 92] 89.26±4.58 (79 - 97)	0.435

Оперативное лечение левого коленного сустава в контрольной группе выполнено у 18 пациентов (58.1%), правого коленного сустава у 13 пациентов (41.9%). В исследуемой группе левый коленный прооперирован у 21 пациента (67.7%), правый коленный сустава у 10 пациентов (32.3%), что так же оказалось статистически незначимо (P =0.600). Средняя дооперационная контрактура коленного сустава в контрольной и в исследуемой группе составила 12° (P =0.745). Объем активного движения в контрольной группе составил 90°, в исследуемой группе – 89° (P =0.435). Полученные данные после выравнивания демонстрируют отсутствие статистически значимых показателей между группами.

4.2 Рентгенологические данные исследуемой группы до операции

4.2.1 Данные о имеющейся исходящей варусной деформации

В исследуемой группе аФТУ в 10 случаях (32%) был в диапазоне от 0 до -10°, в 12 случаях (39%) от -11 до -20°, в 5 случаях (16%) от -21 до -30°, в 4 случаях (13%) от -31 до -40°. Полученные данные измерения предоперационного аФТУ в исследуемой группе представлены в таблице 12.

Таблица 12 – Предоперационная варусная деформация исследуемой группы по отношению к диапазону градусов, измеренных аФТУ

Предоперационный (аФТУ)	Исследуемая группа (n=31) Количество пациентов
0 — -10°	10 (32%)
-11 — -20°	12 (39%)
-21 — -30°	5 (16%)
-31 — -40°	4 (13%)

В 14 случаях (45%) БКЛУ был в диапазоне от -11 до -20°, в 9 случаях (29%) от -21 до -30°, в 4 случаях (13%) от -31 до -40° и в диапазоне от -41 до -50° также в 4 случаях (13%). Полученные данные измерения предоперационного БКЛУ в исследуемой группе представлены в таблице 13.

Таблица 13 – Предоперационная варусная деформация исследуемой группы по отношению к диапазону градусов, измеренных БКЛУ

Предоперационный (БКЛУ)	Исследуемая группа (n=31) Количество пациентов
0 — -10°	0
-11 — -20°	14 (45%)
-21 — -30°	9 (29%)
-31 — -40°	4 (13%)
-41 — -50°	4 (13%)

4.2.2 Данные об объеме имеющихся костных дефектах

По данным предоперационных рентгенологических измерений и по метрическим измерениям дефекта линейкой во время операции у пациентов

незначительно преобладал малый дефект. Малый дефект составил 17 случаев, что составило 55 %, а средний дефект составил 14 случаев, что составило 45 % (таблица 14).

Таблица 14 – Соотношения дефектов по объему в наблюдаемых случаях

Объем дефекта	Количество случаев (n=31)
Малый дефект	17 (55%)
Средний дефект	14 (45%)

4.3 Функциональные данные исследуемой группы до операции

Общая оценка коленного сустава KSSks в среднем у пациентов составила 50 баллов, что относится к плохому результату, а оценка функции коленного сустава KSSfs составило 61 балл, что относится к удовлетворительному результату. Средние показатели по опроснику WOMAC в категории «боль» составили 16 баллов, в категории «скованность» 4 балла и в категории «функция» 43 балла. Полученные данные клинических результатов, исходя из опросников KSS и WOMAC, у исследуемой группы представлены в таблице 15.

Таблица 15 – Предоперационные клинические результаты исследуемой группы

Опросники	До операции исследуемая группа (n=31)
KSSks*	50.58±9.06
KSSfs**	61.58±5.03
WOMAC боль	16.81±2.68
WOMAC скованность	4.45±1.65
WOMAC функция	43.26±8.17

4.4 Рентгенологические данные о имеющейся исходящей варусной деформации контрольной группы

В контрольной группе аФТУ в 25 случаях (81%) был в диапазоне от 0 до -10°, в 5 (16%) случаях от -11 до -20°, в 1 случае (3%) от -21 до -30°, случаев с

диапазоном от -31 до -40° не выявлено. Полученные данные измерения предоперационного аФТУ в контрольной группе представлены в таблице 16.

Таблица 16 – Предоперационная варусная деформация контрольной группы по отношению к диапазону градусов, измеренных аФТУ

Предоперационный (аФТУ)	Контрольная группа (n=31) Количество пациентов
0 — -10°	25 (81%)
-11 — -20°	5 (16%)
-21 — -30°	1 (3%)

В 18 случаях (58%) БКЛУ был в диапазоне от 0 до -10° , в 7 случаях (23%) от -11 до 20° , в 5 случаях (16%) от -21 до -30° , и в 1 случае (3%) от -31 до -40° , случаев с диапазоном от -41 до -50° не выявлено. Полученные данные измерения предоперационного БКЛУ в контрольной группе представлены в таблице 17.

Таблица 17 – Предоперационная варусная деформация контрольной группы по отношению к диапазону градусов, измеренных БКЛУ

Предоперационный (БКЛУ)	Контрольная группа (n=31) Количество пациентов
0 — -10°	18 (58%)
-11 — -20°	7 (23%)
-21 — -30°	5 (16%)
-31 — -40°	1 (3%)

4.5 Функциональные данные контрольной группы до операции

Общая оценка коленного сустава KSSks в среднем у пациентов составила 52 балла, что относится к плохому результату, а оценка функции коленного сустава KSSfs 63 балла, что относится к удовлетворительному результату. Средние показатели по опроснику WOMAC в категории «боль» составили 15 баллов, в категории «скованность» 4 балла и в категории «функция» 42 балла. Полученные данные клинических результатов, исходя из опросников KSS и WOMAC, у контрольной группы представлены в таблице 18,

Таблица 18 – Предоперационные клинические результаты контрольной группы

Опросники	До операции контрольная группа (n=31)
KSSks*	52.61±8.92
KSSfs**	63.06±5.12
WOMAC боль	15.87±2.09
WOMAC скованность	4.32±1.51
WOMAC функция	42.16±7.79

4.6 Сравнение полученных данных обеих групп

4.6.1 Сравнение рентгенологических данных

Сравнение осей нижних конечностей

Так как в этом исследовании, по соглашению всех авторов, варусной деформации было присвоено отрицательное значение (-) при измерении аФТУ и БКЛУ, а критерием исключения стала вальгусная деформация (+), то в дооперационных измерениях градусов у всех пациентов было отрицательное значение либо нулевое.

В исследуемой группе преобладал диапазон аФТУ от -11 до -20°, что составило 38,7% (12 пациентов), на втором месте по количеству пациентов – диапазон от 0 до -10°, что составило 32% (10 пациентов), на третьем – диапазон от -21 до -30°, что составило 16% (5 пациентов) и на четвертом – диапазон от -31 до -40°, что составило 13% (4 пациента).

В контрольной группе преобладал диапазон аФТУ от 0 до -10°, что составило 81% (25 пациентов), на втором месте по количеству пациентов – диапазон от -11 до -20°, что составило 16% (5 пациентов), на третьем – диапазон от -21 до -30°, что составило 3% (1 пациент). Сравнение дооперационного аФТУ между двумя группами представлено в таблице 19.

Таблица 19 – Сравнение дооперационного аФТУ между двумя группами

Дооперационный (аФТУ)	Исследуемая группа (n=31) Количество пациентов	Контрольная группа (n=31) Количество пациентов
0 — -10°	10 (32%)	25 (81%)
-11 — -20°	12 (39%)	5 (16%)
-21 — -30°	5 (16%)	1(3%)
-31 — -40°	4 (13%)	0

В исследуемой группе преобладал диапазон БКЛУ от -11 до 20°, что составило 45% (14 пациентов), на втором месте по количеству пациентов – диапазон от -21 до -30°, что составило 29% (9 пациентов). Одинаковое количество процентов показали диапазоны от -31 до -40° и от -41 до -50° и составили по 13%.

В контрольной группе преобладал диапазон БКЛУ от 0 до -10°, что составило 58% (18 пациентов), на втором месте по количеству пациентов – диапазон от -11 до -20°, что составило 23% (7 пациентов), на третьем месте – диапазон от -21 до -30°, что составило 16% (5 пациентов) и на четвертом месте – диапазон от -31 до -40°, что составило 3% (1 пациент). Сравнение дооперационного БКЛУ между двумя группами представлено в таблице 20.

Таблица 20 – Сравнение дооперационного БКЛУ между двумя группами

Дооперационный (БКЛУ)	Исследуемая группа (n=31) Количество пациентов	Контрольная группа (n=31) Количество пациентов
0 — -10 градусов	0	18 (58%)
-11 — -20 градусов	14 (45%)	7 (23%)
-21 — -30 градусов	9 (29%)	5 (16%)
-31 — -40 градусов	4 (13%)	1 (3%)
-41 — -50 градусов	4 (13%)	0

Полученные данные измерения обоих углов аФТУ, БКЛУ в двух группах демонстрируют преобладание более выраженной дооперационной варусной деформации в исследуемой группе. Так как в контрольной группе показатели аФТУ и БКЛУ в диапазоне от 0 до -10° имеют существенное преимущество, то

в исследуемой группе угловые показатели имеют преимущество в диапазоне от -11 до -20° .

Исходя из полученных данных измерения аФТУ и БКЛУ, можно выявить значительное статистическое различие между группами в исходной варусной деформации (оба угла $P < 0,001$). Но уже в послеоперационных измерениях существенных статистических различий не наблюдалось ($P=0.257, 0.075$), и в обеих группах было нейтральное исправление оси нижней конечности (таблица 21).

Таблица 21 – Статистическое сравнение дооперационной и послеоперационной оси нижней конечности между двумя группами по данным измерения аФТУ и БКЛУ

Угол	Исследуемая группа (n=31) МЕД [Q1; Q3] СРЕД±СО (МИН – МАКС)	Контрольная группа (n=31) МЕД [Q1; Q3] СРЕД±СО (МИН – МАКС)	U-критерий Манна-Уитни, P
Дооперационный (аФТУ)	-14 [-23.5; -9] -16.71±9.17 (-35 — -4)	-6 [-9; -3] -7.03±6.04 (-28 — 0)	<0.001*
Дооперационный (БКЛУ)	-25 [-31; -15] -23.9±10.3 (-44 — -10)	-9 [-14.5; -8] 11.35±7.78 (-34 — 0)	<0.001*
Послеоперационный (аФТУ)	4 [3; 5.5] 4.39±1.63 (2 — 8)	5 [3; 6] 4.94±1.79 (3 — 9)	0.257
Послеоперационный (БКЛУ)	-2 [-3; -0.5] -1.42±2.53 (-7 — 4)	-1 [-2.5; 2] -0.23±2.58 (-4 — 5)	0.075

Также более выраженная исходная варусная деформация нижних конечностей в исследуемой группе по сравнению с контрольной группой видна на графическом изображении. Графическое изображение дооперационной варусной деформации и послеоперационное исправление оси нижней конечности на основании полученных данных измерения аФТУ и БКЛУ обеих групп представлено на рисунках 25, 26.

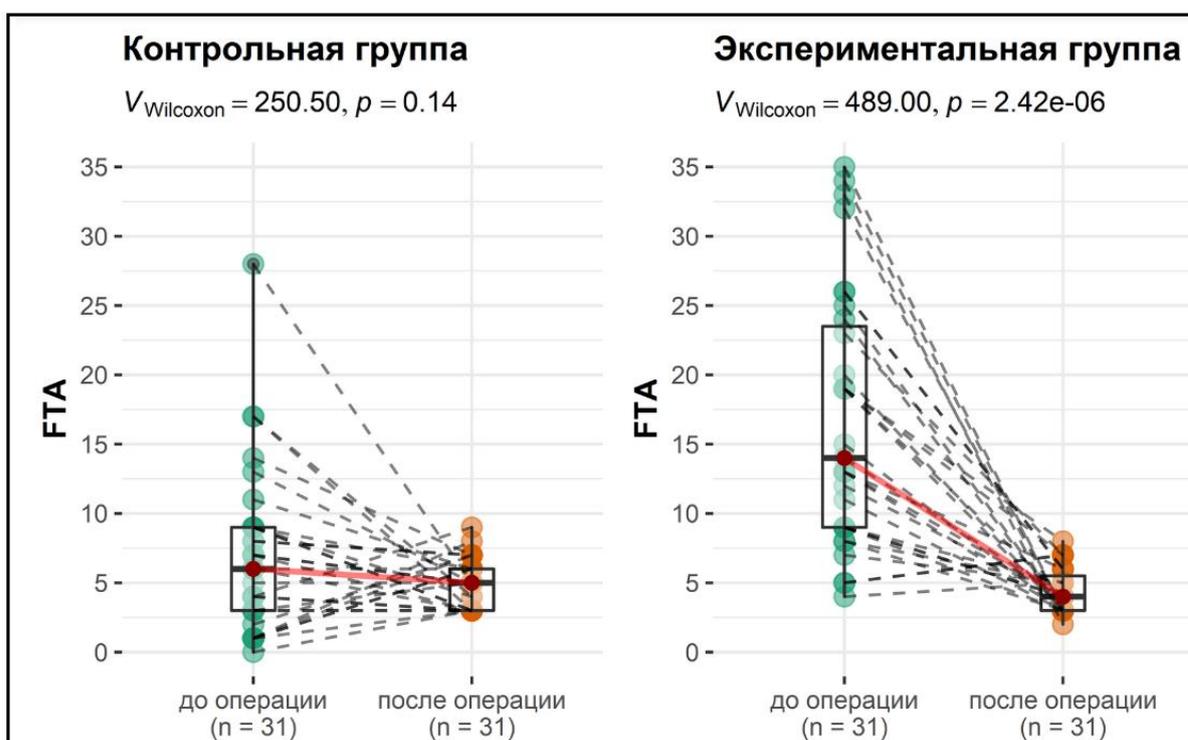


Рисунок 25 – Графическое изображение дооперационной варусной деформации и послеоперационное исправление оси нижней конечности на основании полученных данных измерения аФТУ обеих групп

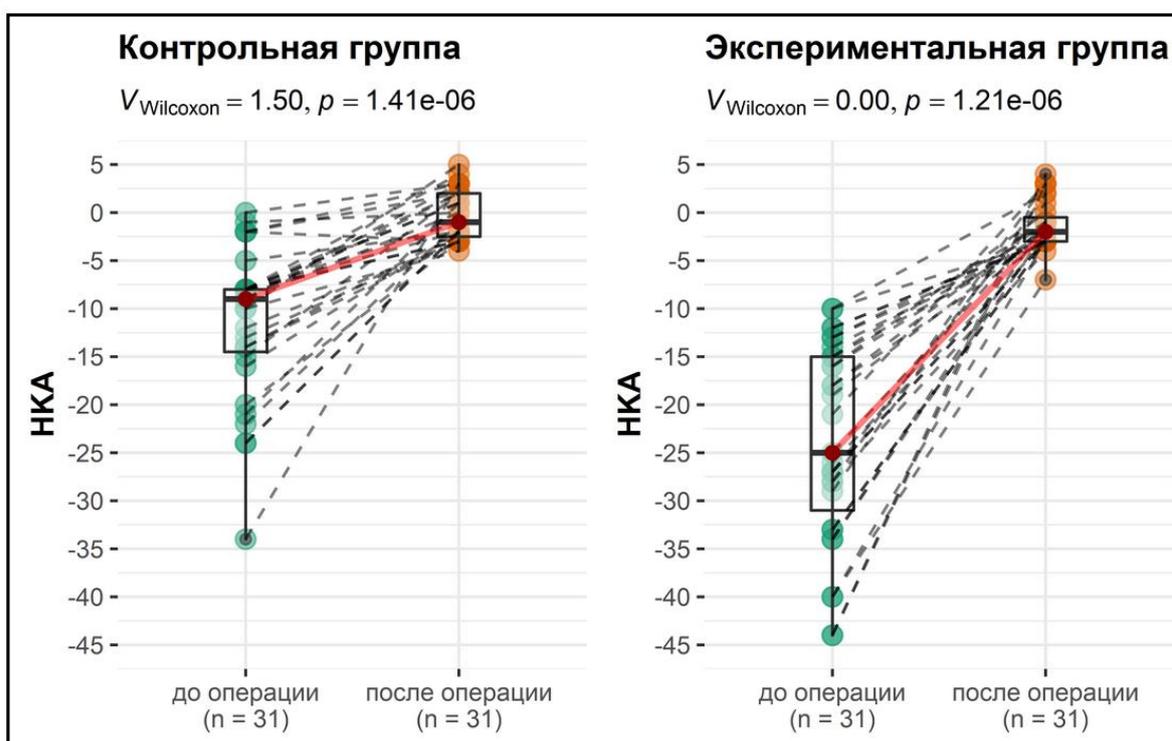


Рисунок 26 – Графическое изображение дооперационной варусной деформации и послеоперационное исправление оси нижней конечности на основании полученных данных измерения БКЛУ обеих групп

Также графические изображения демонстрируют большой дооперационный диапазон разброса точек, где точки являются измеренными углами аФТУ, БКЛУ, а после операции диапазон разброса точек существенно сократился, что говорит о статистически не различимой разнице выравнивания оси нижней конечности.

Сравнение рентгенпрозрачных линий

Непрогрессирующие рентгенпрозрачные линии, не превышающие 2 мм в группе, где выполнялась аутопластика, наблюдались в 6 случаях (19%) и в 8 случаях (26%) в группе, где пластика не выполнялась (таблица 22).

Таблица 22 – Количество наблюдаемых случаев непрогрессирующих рентгенпрозрачных линии <2 мм в группах

Группы	Количество случаев
Исследуемая группа	6 (19%)
Контрольная группа	8 (26%)

Пример рентгенпрозрачных линий, не превышающих 2 мм, через 60 месяцев после операции предоставлен на рисунке 27. Линия А – середина медиального мыщелка большеберцовой кости, линия В – граница «трансплантат – цемент», линия С – граница «цемент– кость». Так как рентгенпрозрачные линии на всем протяжении наблюдения не прогрессировали можно судить об отсутствии предпосылок к расшатыванию компонентов в обеих группах. А в исследуемой группе еще отсутствие прогрессирование рентгенпрозрачных линий говорит о состоятельности аутооттрансплантата и о его «очевидном ремоделировании» в кость реципиента.

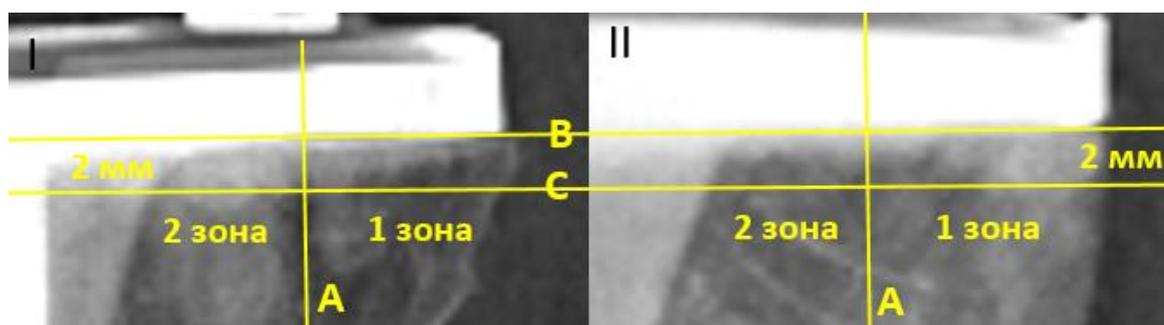


Рисунок 27 – Наличие рентгенпрозрачных линий на рентгенографии коленного сустава с масштабом 1:4: I – контрольная группа, II – исследуемая группа

Значимых статистических различий между группами в имеющихся рентгенпрозрачных линиях не выявлено. Рентгенпрозрачные линии, превышающие 2 мм, ни в одной группе, не встречались.

Оценка рентгенологической характеристики аутотрансплантата в исследуемой группе

В окончательной оценке изменения аутотрансплантата в реципиентном ложе в 30 случаях рентгенологическая характеристика трансплантата включала в себя:

- организованную архитектуру трабекул,
- мостовидная перестройка трабекул на всей границе «трансплантат – кость»,
- плотность костной ткани аутотрансплантата стала одинаковой с плотностью реципиентной кости.

Такие изменения аутотрансплантата, по классификации de Waal Malefijt М.С. и соавторов [66], соответствуют варианту «очевидное ремоделирование», что говорит о самом благоприятном исходе приживления аутотрансплантата. А в одном случае рентгенологическое изменение аутотрансплантата происходило иначе, в нем наблюдалась не полная организация архитектуры трабекул, граница «трансплантат – кость» осталась слабо различима, но плотность была одинаковой с плотностью реципиентной кости. Такой вариант

изменения аутотрансплантата можно расценить как «застывшее ремоделирование», так как дальнейшего изменения трансплантата в виде появления полноценной архитектоники трабекул и исчезновения границы «трансплантат – кость» не происходило. Но здесь нужно отметить, что это не привело к негативным последствиям для стабильности компонента и для функциональных показателей у пациента на всем протяжении наблюдения.

Этапные рентгеновские снимки демонстрировали следующие изменения аутотрансплантата (рисунок 28).

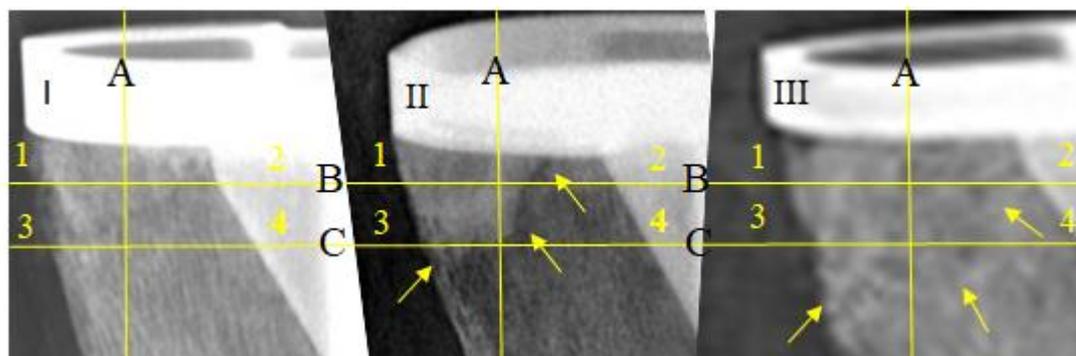


Рисунок 28 – Ремоделирование костного аутотрансплантата в реципиентном ложе на рентгенографии коленного сустава с масштабом 1:6: I – перед выпиской пациента из стационара, II – через 6 месяцев после операции, III – через 24 месяца после операции

При выписке из стационара (I) в зонах 1 и 2 отсутствует рентгенпрозрачная линия, в зонах 2, 3 и 4 отчетливо видна граница «трансплантат – кость», а также видна неоднородность плотности трансплантата и реципиентной кости во всех 4 зонах с отсутствием единой архитектоники костных трабекул.

На 6 месяце у всех пациентов, по сравнению с выписными рентгеновскими снимками, трансплантат подвергся изменениям (II). Изменения главным образом заключались в признаках локального склерозирования аутотрансплантата с незначительной интеграцией в нижние слои 3 и 4 зоны медиального мыщелка. А также наблюдалось появление гетерогенных зон частичной резорбции на границе «трансплантат – кость»

(стрелки), что является закономерным проявлением сосудистых резорбтивных процессов. Объемы и размеры гетерогенных зон частичной резорбции и очаги склероза трансплантата были разные у пациентов в зависимости от размера дефекта. У всех пациентов на 6 месяце наблюдения отсутствовали признаки «очевидного ремоделирования».

С 12 месяца наблюдений появлялись признаки мостовидной перестройки трабекул в зоне соприкосновения трансплантата и реципиентного ложа, а также отчетливее становилось видно организованную архитектуру трабекул трансплантата, что косвенно отражает процессы ассоциирования трансплантата с матричной костью. И в конечном итоге в течение 24 месяцев (диапазон 12 – 36 месяца) граница соприкосновения «трансплантат – кость» полностью исчезала. Плотность костной ткани трансплантата не различалась с плотностью реципиентной кости, а единая архитектура костных трабекул интегрировалась ниже 3 и 4 зоны (стрелки), что уже соответствовало варианту «очевидного ремоделирования» трансплантата в пересаженную кость (III).

Сроки приживления ауто трансплантата по варианту «очевидного ремоделирование» были разные в зависимости от возраста и гендерного различия пациентов.

Таблица 23 – Периоды приживления ауто трансплантата по варианту «очевидного ремоделирования» в зависимости от среднего возраста пациентов и гендерному различию

Критерии	Периоды приживления ауто трансплантата		
	6 – 12 месяцев	12 – 24 месяцев	24 – 36 месяцев
Мужчины	5 (16%)	1 (80 лет) (3%)	–
Женщины	4 (13%)	17 (55%)	4 (13%)
Средний возраст	55 лет±1.71	66 лет±1.82	74 года±2.01

Так в период 6 – 12 месяцев это прослеживалось у 9 пациентов (29%), где средний возраст составил 55 лет, в период 12 – 24 месяца у 18 пациентов (58%), где средний возраст составил 66 лет, а в периоде 24 – 36 месяцев у 4 пациентов (13%), где средний возраст составил 74 года. У мужчин большее количество

случаев (83%) приживления аутотрансплантата прослеживалось в период 6 – 12 месяцев, а у женщин (68%) в период 12 – 24 месяцев (таблице 23).

Полученные данные показывают, что самые ранние сроки «очевидного ремоделирования» наступили у более молодых пациентов, что говорит о важной роли наличия качественной характеристики костной ткани и имеющегося регенераторного потенциала. Гендерное различие полученных данных – еще одно доказательство в пользу важности качественной характеристики костной ткани для более быстрого и полного ремоделирования трансплантата в матричную кость, ведь у женщин, ввиду своих возрастных гормональных особенностей, происходит более резкое снижение минеральной плотности костной структуры, чем у мужчин. Хотя здесь нужно отметить, что гендерное различие полученных данных остается спорным, так как количество мужчин, включенное в исследование, значительно уступает количеству женщин.

Сроки приживления аутотрансплантата по варианту «очевидного ремоделирование» были разные в зависимости от объема дефекта. Так из 17 случаев, где выявлен малый дефект, в 8 случаях (47%) это наблюдалось в период 6 – 12 месяцев, в 9 случаях (53%) в период 12 – 24 месяца, а в период 24 – 36 месяцев ни одного случая выявлено не было. В 14 случаях, где имелся средний дефект, приживление аутотрансплантата в период 6 – 12 месяцев выявлено в 1 случае (7%), в период 12 – 24 месяца в 9 случаях (64%), а в период 24 – 36 месяцев 4 случая (29%) (таблица 24).

Таблица 24 – Периоды приживления аутотрансплантата по варианту «очевидного ремоделирования» в зависимости от объема дефекта

Дефекты	Периоды приживления аутотрансплантата		
	6 – 12 месяцев	12 – 24 месяцев	24 – 36 месяцев
Малые 17	8 (47%)	9 (53%)	0
Средние 14	1 (7%)	9 (64%)	4 (29%)

Таким образом, при малых дефектах в 47% случаев приживление аутотрансплантата наблюдается в первый период наблюдения, остальные 53% – во второй период. А при средних дефектах в 64% случаях ремоделирование аутотрансплантата наблюдается во втором периоде и 29% – в третьем периоде. Это, по всей видимости, связано с тем, что при средних дефектах объем трансплантат (высота и длина) больше, чем при малом дефекте, и поэтому для полной консолидации нужно больше времени.

4.6.2 Сравнение функциональных данных

По данным опросников KSS и WOMAC, предоперационные клинические результаты были статистически неразличимы, несмотря на то, что имелась большая разница в исходной варусной деформации. Сравнительные предоперационные данные результатов опросников представлены в таблице 25.

Таблица 25 –Сравнительные предоперационные клинические результаты

Показатели	До операции исследуемая группа	До операции контрольная группа	P значение
KSSks*	50.58±9.06	52.61±8.92	0.334
KSSfs**	61.58±5.03	63.06±5.12	0.283
WOMAC боль	16.81±2.68	15.87±2.09	0.138
WOMAC скованность	4.45±1.65	4.32±1.51	0.769
WOMAC функция	43.26±8.17	42.16±7.79	0.568

После оперативного лечения клинические результаты опросников в сравнении с предоперационными данными в обеих группах улучшились. В исследуемой группе общая оценка коленного сустава KSSks в среднем составила 78 балла, что относится к хорошему результату, а оценка функции коленного сустава KSSfs 80 баллов, что относится к отличному результату. Средние показатели по опроснику WOMAC в категории «боль» составили 5 баллов, в категории «скованность» 1 балл и в категории «функция» 8 баллов. В

контрольной группе, после операции, общая оценка коленного сустава KSSks тоже показала хороший результат и составила 79 баллов, и оценка функции коленного сустава KSSfs показала, как в исследуемой группе, отличный результат и составила 81 балл. Средние показатели по опроснику WOMAC в категории «боль» составили 5 баллов, в категории «скованность» 1 балл и в категории «функция» 8 баллов. Сравнительные послеоперационные данные результатов опросников представлены в таблице 26

Таблица 26 – Сравнительные послеоперационные клинические результаты

Показатели	После операции исследуемая группа	После операции контрольная группа	P значение
KSSks*	78±6.06	79.06±6.02	0.432
KSSfs**	80.65±4.67	81.1±4.77	0.656
WOMAC боль	5.32±1.72	5.48±1.63	0.688
WOMAC скованность	1.81±0.91	1.81±0.79	0.389
WOMAC функция	8.55±1.29	8.52±1.55	0.873

Таким образом, послеоперационные, как и предоперационные данные опросников KSS и WOMAC получились статистически однородными.

4.7 Полученные осложнения в обеих группах

Нежелательные явления в виде расшатывания тибиального компонента отмечены в трех случаях. В исследуемой группе, где применялась аутопластика, выполнено одно одноэтапное ревизионное оперативное вмешательство по поводу асептического расшатывания компонентов эндопротеза через 4 месяца после операции. В контрольной группе выполнено два ревизионных оперативных вмешательства. Одно двухэтапное ревизионное оперативное вмешательство было выполнено по поводу септического расшатывания компонента через 19 месяцев после операции, другое

одноэтапное ревизионное оперативное лечение было выполнено по поводу асептического расшатывания компонентов через 45 месяцев после операции. Таким образом, ревизионному оперативному лечению в сумме двух групп подверглись 4,8% пациентов за весь период наблюдения.

Клинический пример одноэтапного ревизионного эндопротезирование коленного сустава по поводу асептического расшатывания тибиального компонента в исследуемой группе.

Пациент С. 1959 года рождения поступил в Новосибирский НИИТО для планового оперативного лечения в объеме эндопротезирование левого коленного сустава. Пациенту выполнили стандартное предоперационное рентгенологическое обследования (рисунок 29).



Рисунок 29 – Дооперационная панорамная рентгенография нижней конечности (I) и рентгенография коленного сустава в прямой проекции (II): измерение варусной деформации при помощи БКЛУ (-24 градусов) и определение малого костного дефекта медиального мыщелка большеберцовой кости, согласно классификации костных дефектов по Insall

Послеоперационная панорамная рентгенография нижней конечности демонстрирует нейтральное исправление оси нижней конечности БКЛУ (-3 градуса). Рентгенография коленного сустава в прямой проекции демонстрирует

отсутствие рентгенпрозрачных линий и отсутствие миграции трансплантата (рисунок 30).



Рисунок 30 – Послеоперационная панорамная рентгенография нижней конечности (I) и рентгенография коленного сустава в прямой проекции (II)

Через 4 месяца после оперативного лечения пациент обратился с жалобами на боль в левом коленном суставе. Выполнено рентгенологическое обследование, на котором диагностировано асептическое расшатывание тиббиального компонента и несостоятельность аутотрансплантата (рисунок 31).



Рисунок 31 – Рентгенография коленного сустава в прямой проекции через 4 месяца после операции: появление рентгенпрозрачных линий больше 2 мм (стрелки), варусная миграция тибиального компонента

Пациенту выполнено одноэтапное ревизионное эндопротезирование коленного сустава (рисунок 32).



Рисунок 32 – Послеоперационная рентгенография коленного сустава в прямой проекции: ревизионная конструкция эндопротеза коленного сустава

Послеоперационный период без особенностей, проводился стандартный послеоперационный протокол реабилитации. Пациент на 10 сутки после операции выписан на амбулаторное лечение по месту жительства.

Неудовлетворительный полученный результат в данном клиническом случае можно объяснить нарушением ортопедического режима (ходьба без костылей), однако это простое объяснение не отражает патологические воспалительные процессы в виде гиперергических реакций, приводящих к асептическому лизису аутотрансплантата, что в свою очередь является предметом для отдельного рассмотрение.

Клинический пример одноэтапного ревизионного эндопротезирование коленного сустава по поводу асептического расшатывания тибиального компонента в контрольной группе.

Пациентка В. 1954 года рождения поступила в Новосибирский НИИТО для планового оперативного лечения в объеме эндопротезирование левого коленного сустава. Пациентке выполнили стандартное предоперационное рентгенологического обследования (рисунок 33).



Рисунок 33 – Дооперационная панорамная рентгенография нижней конечности (I) и рентгенография коленного сустава в прямой проекции (II): измеренный

БКЛУ (-1 градус) показывает нейтральное положение оси нижней конечности, костный дефект медиального мыщелка большеберцовой кости отсутствует

Послеоперационная панорамная рентгенография нижней конечности демонстрирует нейтральное исправление оси нижней конечности БКЛУ (0 градусов). Рентгенография коленного сустава в прямой проекции демонстрирует отсутствие рентгенпрозрачных линий (рисунок 34).



Рисунок 34 – Послеоперационная панорамная рентгенография нижней конечности (I) и рентгенография коленного сустава в прямой проекции (II)

Через 45 месяца после оперативного лечения пациентка обратилась с жалобами на боль в левом коленном суставе. Выполнено рентгенологическое обследование, на котором диагностировано асептическое расшатывание тиббиального компонента в виду появления рентгенпрозрачных линий на протяжении всего плато большеберцовой кости (рисунок 35).

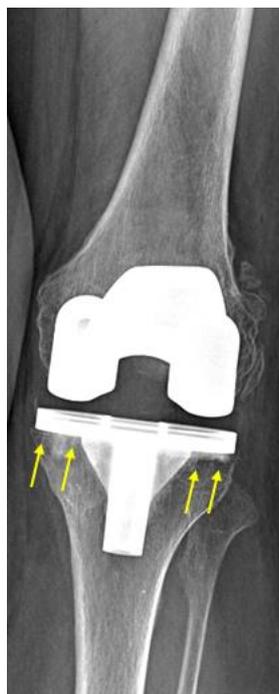


Рисунок 35 – Рентгенография коленного сустава в прямой проекции через 45 месяца после операции: появление рентгенпрозрачных линий больше 2 мм на протяжении всего плато большеберцовой кости (стрелки).

Пациентке выполнено одноэтапное ревизионное эндопротезирование коленного сустава (рисунок 36).



Рисунок 36 – Послеоперационная рентгенография коленного сустава в прямой проекции: ревизионная конструкция эндопротеза коленного сустава

Послеоперационный период без особенностей, проводился стандартный послеоперационный протокол реабилитации. Пациентка выписана на 9 сутки после операции на амбулаторное лечение по месту жительства.

Расшатывание тиббиального компонента в срок на 45 месяцев после операции может рассматриваться как вариант латентной инфекции при ложноотрицательных результатах, либо развитием локального остеопороза на фоне дисгормональных нарушений.

4.8 Обсуждение

Применение модульных металлических блоков или цемента для восполнения костного дефицита при первичном эндопротезировании коленного сустава создает условия для возникновения существенного костного дефекта при последующих ревизионных операциях. Это прежде всего связано с тем, что ни аугмент, ни цемент не перестраиваются в костную ткань, а тем более при установке металлического блока необходимо резецировать здоровую кость, и, поэтому, шансы выполнения последующей консервативной ревизии у этих двух методов очень малы.

Предложенный способ аутопластики дефекта медиального мыщелка большеберцовой кости позволяет достичь хороших результатов первичного эндопротезирования при малых и средних дефектах по Insall без дополнительного третьего элемента для фиксации аутотрансплантата. А проведенное среднесрочное исследование показывает, что разработанный способ позволяет выраженную варусную деформацию оси нижней конечности (аФТУ -35 градусов; БКЛУ -44 градусов) исправить до нейтрального положения без каких-либо негативных последствий для стабильности компонентов эндопротеза.

В научной литературе описаны методы, где аутотрансплантат для более прочной фиксации дополнительно фиксируется при помощи различных металлоконструкций при первичном эндопротезировании коленного сустава

[30, 39, 40, 60, 72, 122]. Дополнительная фиксация аутотрансплантата разрушает губчатую кость как скаффолда, нарушая пространственное расположение костных балок. В отличие от этого, в предложенном методе костный аутотрансплантат не подвергается дополнительному разрушению костных балок металлоконструкциями, и тем самым создаются наиболее благоприятные условия для миграции клеточных элементов (мостовидной миграции) с последующим преобразованием в единую трабекулярную архитектуру, которую можно косвенно оценить рентгенологическим исследованием. Это стало возможно при выполнении трех условий: первое – создание фронтального упора для прочной и плотной фиксации трансплантата, второе – максимальное сохранение пространственной ориентации костных балок трансплантата, третье – наличие кровяной росы, которая свидетельствует о появлении кровоснабжения в реципиентном ложе. При применении разработанного метода не требуется донорское ложе в других анатомических областях костного скелета, так как материал для пластики дефекта берется из костной структуры, которая образуется при выполнении стандартной резекции бедренной кости при подготовке межмышечково паза под феморальный компонент. Реабилитационные рекомендации пациентам, которым была выполнена аутопластика медиального дефекта большеберцовой кости при первичном эндопротезировании коленного сустава, были идентичны рекомендациям пациентам, которым не выполнялась аутопластика.

К недостаткам применения аутотрансплантата можно отнести ограничение по возможному использованию объема самого трансплантата и наличие имеющегося, как и у аллотрансплантата, риска несращения с костью реципиента [57, 86].

Из проведенного исследования видно, что сроки исчезновения границы соприкосновения «трансплантат – кость» напрямую зависят от характеристики дефекта и имеющегося регенерационного потенциала кости у пациента, то есть чем больше объем дефекта и старше пациент, тем сроки полной перестройки трансплантата дольше. Здесь также можно предположить, что гендерное

различие полученных данных – еще одно доказательство в пользу важности качественной характеристики костной ткани, для более быстрой полной костной перестройки трансплантата, ведь у женщин, в виду своих возрастных гормональных особенностей, происходит более резкое снижение минеральной плотности костной структуры чем у мужчин.

Наличие выявленных рентгенпрозрачных линий больше 2 мм априори является предиктором раннего расшатывания компонентов эндопротеза [69]. Непрогрессивные рентгенпрозрачные линии, не превышающие 2 мм в проведенном исследовании, наблюдались нами в обеих группах. Так как их было практически одинаковое количество, то это подтверждает, что нет особого различия риска развития расшатывания компонентов в обеих группах.

У одного пациента в группе, где выполнялась костная аутопластика, диагностирована асептическая медиальная дислокация тибиального компонента через 4 месяца после операции. По этому поводу пациенту выполнено одноэтапное ревизионное оперативное лечение. Первичное эндопротезирование у данного пациента выполнялось в 2014 году, то есть на начальных этапах применения разработанной методики. Причиной смещения трансплантата стала ранняя полная осевая нагрузка на нижнюю конечность, повлекшая к коллапсу не перестроенного трансплантата. Для предупреждения впоследствии таких случаев мы начали более тщательно разъяснять пациентам важность соблюдения ортопедического режима и последствия, которые могут возникнуть, если этого не делать.

В исследуемой группе было выполнено одно ревизионное оперативное лечение (0,31%), а в контрольной группе выполнено два ревизионных вмешательства (0,62%), поэтому существенного статистического различия в риске проведения ревизионных оперативных лечений в исследуемой группе не наблюдается.

Из неоднородных критериев, по которым в последующем делали сопоставление по методу PSM для формирования контрольной группы, интересны время операции и имеющаяся контрактура коленного сустава.

Объяснить разницу в группах затраченного времени на операцию не сложно. В группе, где выполнялась аутопластика дополнительно тратились минуты на обработку реципиентного ложа и на моделировании аутотрансплантата до нужной формы. Сложней объяснить, почему такой критерий, как имеющаяся контрактура коленного сустава, стал неоднородным в исходном сравнении групп, в то время, как критерий объема активного движения, получился однородным. Это несоответствие объясняется наличием костного дефекта большеберцовой кости в заднемедиальном отделе. Увеличение размера сгибательной щели в коленном суставе в исследуемой группе происходит за счёт двух факторов: первый – это наличие заднемедиального дефекта большеберцовой кости; второй – это биомеханический задний откат медиального мыщелка бедренной кости при сгибании. Таким образом, медиальный мыщелок бедра смещается в дефект при сгибании, и тем самым увеличивается угол сгибания в коленном суставе. Но, так как дефект расположен в заднемедиальном отделе, то при разгибании коленного сустава возникает импиджмент между медиальным мыщелком бедра и передним краем дефекта большеберцовой кости, что ограничивает разгибание в суставе. И поэтому в исследуемой группе имеется более выраженная сгибательная контрактура и одинаковый объем активного движения по сравнению с контрольной группой.

Используемый метод сопоставления неоднородных данных PSM в двух группах позволил выполнить более корректное статистическое послеоперационное сравнение.

Проведенное исследование подтвердило нашу гипотезу, так как в рассматриваемых группах в исходных данных была существенная разница в варусной деформации, а в клинических предоперационных опросниках различий между группами не было. Но уже после выполнения оперативного лечения нами не выявлено различий в полученных осях нижних конечностей между группами, а клинические опросники так же остались без статистических различий.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Операция эндопротезирование коленного сустава окончательно завоевала первое место в завершающем хирургическом лечении дегенеративно-дистрофических заболеваний коленного сустава [14, 113, 120]. По разным источникам литературы, при гонартрозе частота встречаемости деформации нижних конечностей с наличием костных дефектов составляет от 25 до 31 % [3, 88, 105]. Одна из обязательных задач, которую необходимо выполнить при первичном эндопротезировании коленного сустава, – это создание долговременной надежной опоры для компонентов эндопротеза. Возникшие костные дефекты в проекции будущей установки компонентов эндопротеза создают для выполнения этой задачи проблемы. К имеющимся вариантам замещения дефекта относят: цементную пластику с армированием или без, костную аутопластику, замещение металлическим блоком, костную аллопластику. Все перечисленные методы восполнения костного дефицита при первичном эндопротезировании коленного сустава имеют свои преимущества и недостатки. А объем имеющегося костного дефекта может ограничивать применения некоторых методов пластик, поэтому используемые методы могут успешно взаимодополнять друг друга.

Применение костного цемента для замещение костных дефектов показывает хороший и долгосрочный результат. А использование цемента с армированием позволяет расширить возможность применения этого метода при обширных дефектах [47, 112]. Другой сильной стороной цемента является экономическая выгода по сравнению с другими вариантами пластики. Но все же цемент не является биологической основой и в ряде случаев может вызвать термический некроз окружающей кости, а также цемент может уменьшаться в объеме на 2% от исходного M.S. Vilgen и соавторы [48].

Металлическая аугментация зарекомендовала себя не только как надежный способ замещения дефекта медиального мыщелка большеберцовой

кости, но и как один из наиболее часто используемых методов борьбы с потерей костной массы А.К. Aggarwal и соавторы [38]. Применение этого метода возможно при значительных костных дефектах. Но, к сожалению, при обработке костного ложа под аугмент резецируется и здоровая кость, а это в свою очередь, приводит к большим потерям костной ткани при выполнении последующей ревизионной операции. И поэтому металлическому блоку не должно отдаваться предпочтение при возможности выполнения других вариантов пластик дефекта у молодых пациентов [38, 106, 137].

В качестве биологического материала для восстановления костного дефицита при первичном эндопротезировании коленного сустава применяют костные аллотрансплантаты. Так как аллотрансплантаты биосовместимы, то при больших дефектах сохраняется возможность повторного прикрепления коллатеральных связок. А возможность хирурга сформировать трансплантат в соответствии с имеющимся костным дефицитом и при этом избежать ненужного удаления кости пациента является преимуществом метода. Существующие риски передачи инфекционных заболеваний, риск несращения с костью пациента относятся к недостаткам метода [83, 103]. К ограничению применения этого метода относится и то, что не у всех медицинских учреждений есть возможность пользоваться костным банком, а транспортная логистика доставки до места установки трансплантата затруднена и затратная.

Простым и экономически выгодным методом для пластики костного дефекта при первичном эндопротезировании коленного сустава является костная аутопластика. Основным преимуществом использования аутологичных тканей является полная биологическая совместимость, в отличие от метода, когда применяется аллотрансплантаты, где имеется риск передачи инфекции от донора [83, 103]. В этом методе заложена стратегия «плюс костная ткань», которая позволяет заместить и сохранить костную ткань, а это в свою очередь увеличивает шанс при возникшей необходимости выполнить не прогрессивную, а консервативную ревизию. Где принципы консервативной ревизии состоят в неиспользовании ревизионных конструкций эндопротеза и в

сведения до минимума агрессивных воздействий на интактные прилежащие мягкие ткани и костные структуры, что особенно важно у более молодых пациентов [83, 94, 121, 132]. К недостаткам применения аутотрансплантата можно отнести ограничение по возможному использованию объема самого трансплантата и наличие имеющегося, как и у аллотрансплантата риска несращения с костью реципиента [57, 86].

В результате исследования литературных источников (20 работ) на тему методов замещения костных дефектов при первичном эндопротезировании можно сделать следующие заключения:

- имеющийся объем дефекта не является ключевым показанием для выбора метода, так как при относительно одинаковых параметрах дефекта применялись разные варианты пластики с удовлетворительным клиническим исходом [72,140],

- каждый хирург выбирает метод замещения костных дефектов, исходя из собственных предпочтений, а также таких критериев, как оснащение операционной, профессионализм хирургической бригады, качество кости пациента и объем дефекта, выявленный во время операции [15,73],

- при восполнении дефекта нужно добиться закрепления компонентов эндопротеза как минимум в двух зонах фиксации, что более актуально при больших дефектах [97].

- предпочтение при выборе метода замещения дефекта у молодых пациентов с хорошим качеством кости должно отдаваться костным трансплантатам, так как это позволяет сохранить костный запас [11,118,121].

В России не проводились сравнительные среднесрочные клинические и рентгенологические исследования пациентов, которым выполнено первичное эндопротезирование коленного сустава с применением аутопластики дефекта, где трансплантат не нуждается в дополнительном третьем компоненте для фиксации, и пациентов, у которых не было костного дефекта и где было выполнено стандартное эндопротезирование коленного сустава.

Мы проанализировали истории болезней пациентов, которые проходили оперативное лечение гонартроза 3 стадии, методом первичного эндопротезирования в ФГБУ ННИИТО с 2014 по 2016 год. Критерием включения в анализ стали все пациенты, которым была выполнена имплантация трехкомпонентного эндопротеза одной фирмы производителя (DePuy Sigma PS), а саму операцию выполняла только одна хирургическая бригада. В этот же анализ вошли все пациенты, которым выполнялась костная аутопластика по разработанной методике. Учитывая критерии включения за указанный период было отобрано 276 операций. Критерием исключения стало наличие у пациентов в анамнезе перенесенного гонита (6 случаев), наличие системного заболевания (30 случаев), вальгусная деформация нижней конечности (15 случаев) и имеющийся консолидированный перелом в порочном положении бедренной и/или большеберцовой кости (10 случаев). Также из анализа были исключены пациенты, которым выполнялась пластика костного дефекта большеберцовой кости цементом (13 случаев). Учитывая критерии исключения получилось 202 операции. Из них для проведения сравнения мы выделили 2 группы. Первая группа составила 31 случай, где мы использовали костную аутопластику для замещения костного дефекта. Вторая группа составила 171 случай, где выполнялось первичное стандартное эндопротезирование коленного сустава. У получившихся групп определили исходные данные: пол, возраст индекс массы тела (ИМТ), время операции, кровопотеря, сторона операции, дооперационная контрактура сустава и объем активного движения в нем.

В исходных данных выявлены неоднородные показатели. Среднее время операции в контрольной группе составило 60 минут, а в исследуемой группе 70 минут ($P=0,001$). Оперативное лечение левого коленного сустава в контрольной группе выполнено у 84 пациентов (49.1%), правого коленного сустава у 87 пациентов (50.9%), в исследуемой группе левый коленный прооперирован у 21 пациента (67.7%), правый коленный сустава у 10 пациентов (32.3%) ($p = 0.078$). Дооперационная контрактура коленного сустава

в контрольной группе составило 9 градусов, а в исследуемой 12 градусов ($P=0,007$). По выявленным неоднородным показателям выполнили выравнивание контрольной и исследуемой группы при помощи метода PSM [71 Но D.E.]. И таким образом, в ретроспективное исследование включен 31 пациент в исследуемую группу и 31 пациент в контрольную группу.

Количество женщин в контрольной группе составило 26 (83,9%), мужчин 5 (16,1%), в исследуемой группе 25(80,6%) и 6 (19,4%) соответственно, что статистически не значимо ($P >0.999$). Средний возраст в контрольной группе составил 64 года, в исследуемой группе 65 лет ($P =0.289$). Средний индекс массы тела (ИМТ) в контрольной группе составил 33,28, в исследуемой группе 31,62 ($P =0.816$). Среднее время операции в контрольной группе составило 65 минут, в исследуемой группе 70 минут ($P =0.847$). Средняя интерпретационная кровопотеря в контрольной группе получилась 65 мл, в исследуемой 70 мл ($P =0.734$). Оперативное лечение левого коленного сустава в контрольной группе выполнено у 18 пациентов (58.1%), правого коленного сустава у 13 пациентов (41.9%). В исследуемой группе левый коленный прооперирован у 21 пациента (67.7%), правый коленный сустава у 10 пациентов (32.3%), что так же оказалось статистически незначимо ($P =0.600$). Средняя дооперационная контрактура коленного сустава в контрольной группе составила 12 градусов, в исследуемой группе так же 12 градусов ($P =0.745$). Объем активного движения в контрольной группе составил 90 градусов, в исследуемой группе 89 градусов ($P =0.435$). Таким образом, после выравнивания между группами статистически значимых показателей не было.

В дооперационном и послеоперационном периодах всем пациентам проводилось клиническое и рентгенологическое исследования.

Клиническая оценка проводилась в соответствии с опросником KSS [76.] и WOMAC [45].

Инструментальное исследование включало в себя рентгенографию коленного сустава в прямой и боковой проекции, а также выполнялась панорамная

рентгенография нижних конечностей, включающий в себя захват головки бедренной кости и голеностопного сустава.

Для оценки имеющейся деформации оси нижней конечности и ее послеоперационного исправления использовали аФТУ [55, 102, 123] и БКЛУ [16, 55, 102, 123].

Рентгенпрозрачные линии (RLLs), которые находятся на границе цемент кость, оценивались с использованием метода системы зональной рентгенологической оценки KSRESS на стандартных прямых и боковых рентгенологических снимках коленного сустава [63, 111].

Имеющиеся костный дефект предварительно оценивался по рентгенографии коленного сустава в передней проекции по классификации Insall дополненной ФГБУ «НМИЦ ТО им. Р.Р. Вредена» Минздрава России

Для оценки изменения трансплантата в реципиентном ложе нами использовалась рентгенологическая классификация de Waal Malefijt M.C. и соавторов [66].

Стандартный протокол послеоперационной реабилитации был применен у всех пациентов, который включал в себя: послеоперационное обезболивание, профилактику инфекционных и тромбоэмболических осложнений, восстановительное лечение [8, 21, 31].

Первой послеоперационной точкой исследования служили данные при выписке пациента из стационара, где главным критерием была рентгенологическая оценка исправление оси нижней конечности и наличие рентгенпрозрачных линий. В последующем промежуточные точки исследования были в срок 6, 12, 24, 36 месяцев и так далее. А в этих промежуточных точках, по мимо оценки прогрессирования рентгенпрозрачных линий, выполнялось и клиническая оценка полученных результатов. Минимальный конечной точкой был срок 60 месяцев после операции. Если пациенты были иногородними и не было возможности осуществить очную консультацию, то рентгеновские снимки пациенты высылали по почте, а

заполнение шкал опросников выполнялось дистанционно при помощи телефонной связи.

Исходя из полученных данных измерения аФТУ и БКЛУ, выявили значительное различие между группами в исходной варусной деформации (оба угла $P < 0,001$), а именно, в исследовательской группе, где выполняли аутопластику, варусная деформация была грубее. Но уже в послеоперационных измерениях существенных статистических различий не наблюдалось ($P=0.257, 0.075$) и в обеих группах было нейтральное исправление оси нижней конечности.

По данным опросников KSS и WOMAC, клинические результаты послеоперационного периода в сравнении с предоперационным периодом в обеих группах улучшились и не имели каких-либо статистических различий. В предоперационном периоде и в послеоперационном периоде две группы статистически однородны, и это несмотря на то что имелась большая разница в исходной варусной деформации в исследуемой группе.

При оценке изменения трансплантата в реципиентном ложе по классификации de Waal Malefijt M.C. и соавторов [66] у 30 пациентов приживление ауто трансплантата произошло по варианту «очевидное ремоделирование». Так как рентгенологическая характеристика трансплантата содержала в себе организованную архитектуру трабекул, граница «трансплантат – кость» стала неразличимой за счет появления мостовидной перестройки трабекул на этой границе, и плотность костной ткани трансплантата была одинаковой с плотностью реципиентной кости. У одного пациента приживление ауто трансплантата произошло по варианту «застывшее ремоделирование», так как наблюдалось не полная организация архитектуры трабекул, граница «трансплантат – кость» осталась слабо различимой, но плотность была одинаковой с плотностью реципиентной кости. Но в дальнейшем негативных последствий для стабильности компонентов и для функциональных показателей пациента на всем протяжении наблюдения не наблюдалось.

Ремоделирование аутотрансплантата происходит в 100% случаях при малых дефектах в срок до 24 месяцев, при средних дефектах в срок до 36 месяцев. Темпы ремоделирования аутотрансплантата удлиняются с возрастом пациентов с 12 месяцев в среднем возрасте 55 лет до 36 месяцев в среднем возрасте 74 года, что и подтверждается рентгенологической картиной «очевидного ремоделирования» у молодых пациентов в более ранние сроки.

Непрогрессирующие рентгенпрозрачные линии <2 мм в группе, где выполнялась аутопластика наблюдались в 6 случаях (19%) и в 8 случаях (26%) в группе, где пластика не выполнялась. Значимых статистических различий между группами в имеющихся рентгенпрозрачные линии <2 мм не выявлено.

Нежелательные явления в виде расшатывания тиббиального компонента отмечены в трех случаях. В исследуемой группе, где применялась аутопластика, выполнено одно одноэтапное ревизионное оперативное вмешательство по поводу асептического расшатывания компонентов эндопротеза через 4 месяца после операции. В контрольной группе выполнено два ревизионных оперативных вмешательства. Одно двухэтапное ревизионное оперативное вмешательства было выполнено по поводу септического расшатывания компонента через 19 месяцев после операции, другое одноэтапное ревизионное оперативное лечение было выполнено по поводу асептического расшатывания компонентов через 45 месяцев после операции. Таким образом, ревизионному оперативному лечению в сумме двух групп подверглись 4,8% пациентов за весь период наблюдения.

За последнее десятилетие во всем мире увеличилось количество операций в объеме тотального эндопротезирования крупных суставов. Хотя изначально этот вид оперативного лечения разрабатывался для пожилых людей старше 70 лет [109] Это говорит о том, что все больше людей сталкиваются с показаниями к выполнению первичного эндопротезирования в более молодом возрасте [49]. С увеличением роста первичного эндопротезирования коленного сустава закономерно увеличивается и количество ревизионных вмешательств [4, 115, 124] Расширение этиологии выполнения ревизионных оперативных

вмешательств напрямую зависит от самого роста количества выполняемых первичных операций, от увеличения среднего периода жизни населения и роста количество выполняемых операций у людей более молодого возраста [130].

На фоне увеличения роста ревизионного эндопротезирования и неизбежного старения населения с увеличением продолжительности жизни, ожидания пациентов остаются повышенными, вследствие чего любое хирургическое решение должно быть проверенным и взвешенным [94].

Не исключено, что множественные ревизионные операции станут для пациентов обыденным делом, а это, в свою очередь станет проблемой для здравоохранения в виду повышенных финансовых затрат. Поэтому выполнение аутопластики костного дефекта при первичном эндопротезировании коленного сустава является экономически выгодным вариантом, который повышает жизнеспособность любой последующей реконструкции у этих пациентов.

При первичном эндопротезировании коленного сустава использование металлических блоков или цемента для пластики костного дефекта создает условия для формирования костного дефекта при последующих ревизионных операций на коленном суставе. Так как цемент и аугмент не способны перестроится в костную ткань, в отличии от аутотрансплантата, который несет в себе биологическую основу для восполнения костного дефекта. И поэтому применение аутопластики для замещения дефекта при первичном эндопротезировании коленного сустава увеличивает шансы при возникшей необходимости выполнить консервативную ревизию, сведя до минимума агрессивное воздействие на интактные прилежащие мягкие ткани и костные структуры, что особенно важно у более молодых пациентов.

Для выполнения аутопластики дефекта большеберцовой кости при первичном эндопротезировании коленного сустава использовали разработанный в клинике метод (патент № 2607189 «Способ замещения костного дефекта большеберцовой кости при тотальном эндопротезировании коленного сустава при тотальном эндопротезировании коленного сустава». Заяв. № 2607189). Основное техническое отличие от других методов

аутопластики костных дефектов при первичном эндопротезировании коленного сустава заключается в отсутствии третьего элемента для дополнительных фиксации трансплантата.

Таким образом выполнение первичного эндопротезирования коленного сустава с разработанным и обоснованным способом аутопластики является вариантом костьсберегающих технологий, что особенно важно у пациентов молодого возраста. Обоснованность аутопластики подтверждена хорошими и отличными среднесрочными функциональными результатами и полным ремоделированием аутооттрансплантата.

ВЫВОДЫ

1. Функциональные результаты предоперационного обследования пациентов с медиальным дефектом большеберцовой кости и без него были «удовлетворительными» и «плохими» и статистически не различались ($p=0.334-0.769$), при этом выявлена статистически значимая варусная деформация нижних конечностей в группе пациентов с дефектом (аФТУ (-16.71 ± 9.17) и БКЛУ (-23.9 ± 10.3)) ($<0.001^*$).

2. Разработан и апробирован в клинике способ замещения костного дефекта большеберцовой кости с использованием аутотрансплантата не требующий использования дополнительной фиксации и обладающий полной биосовместимостью.

3. Ремоделирование аутотрансплантата происходит в 100% случаях при малых дефектах в срок до 24 месяцев, при средних дефектах в срок до 36 месяцев, темпы ремоделирования аутотрансплантата удлиняются с возрастом пациентов с 12 месяцев в среднем возрасте 55 лет до 36 месяцев в среднем возрасте 74 года, что и подтверждается рентгенологической картиной «очевидного ремоделирования» у молодых пациентов в более ранние сроки.

4. Использование аутопластики для замещения дефектов позволяет получить среднесрочные результаты сопоставимые со стандартным эндопротезированием коленного сустава: «хорошие» и «отличные» функциональные результаты ($p=0.432-0.656$) и нейтральное восстановление осей нижних конечностей (аФТУ (4.39 ± 1.63) и БКЛУ (-1.42 ± 2.53)).

ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

1. При наличии малых и средних костных дефектов медиального мыщелка большеберцовой кости, сопровождающихся варусной деформацией средней степени тяжести, использование ревизионных конструкций эндопротезов коленного сустава не целесообразно.

2. У пациентов с малыми и средними костными дефектами медиального мыщелка большеберцовой кости целесообразно использовать заднестабилизированные эндопротезы и при проведении обработки бедренной кости под межмышцелковый бокс сохранить полученную костную ткань виде параллелепипеда размерами 53 мм x 23 мм x 25 мм для использования ее на этапе обработанной большеберцовой кости для пластики дефектов.

3. После стандартной резекции большеберцовой кости в проекции дефекта рекомендуется выполнить удаление склероза с формированием стандартного паза в варианте фронтального упора размерами 23 мм x 25 мм с установкой в него ранее заготовленной виде параллелепипеда кости без дополнительной фиксации с последующей ее резекцией согласно плоскости, ранее подготовленного плато большеберцовой кости.

4. После эндопротезирования коленного сустава у пациентов с малыми и средними костными дефектами медиального мыщелка большеберцовой кости период реабилитации проводить в рамках стандартного протокола.

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

- аФТУ – анатомический феморо-тибиальный угол;
- БКЛУ – бедренно-коллено-лодыжечный угол;
- УЗИ – ультразвуковое исследование;
- ФГДС – фиброгастродуоденоскопия;
- ЭКГ – электрокардиограмма;
- ЭхоКГ – эхокардиография сердца;
- cruciate retaining (эндопротез с сохранением задней крестообразной связки);
- KSSfs – Knee Society Score function score (оценка функции сустава);
- KSSks – Knee Society Score knee score (общая оценка коленного сустава);
- KSRESS – Knee Society Roentgenographic Evaluation Scoring System (системы зональной рентгенологической оценки);
- posterior stabilized (эндопротез с задней стабилизацией);
- PSM – Propensity Score Matching (соответствие балла склонности)
- varus/valgus constrained (эндопротез варус/вальгус ограниченный);
- Western Ontario and McMaster University Osteoarthritis Index (Индекс остеоартрита Университета Западного Онтарио и Макмастера).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Азизов, М. Ж. Клиническая оценка применения костной и цементной пластик дефектов мыщелков тибиаляного плато при эндопротезировании коленного сустава / М. Ж. Азизов, А. П. Алимов, А. М. Азизов // Наука и Мир. – 2015. – Т. 27, №11-2. – С. 103–108.
2. Ахмеджанов, Ф. М. Сравнительный медико-экономический анализ подходов к диагностике и лечению внутренних повреждений коленного сустава. / Ф. М. Ахмеджанов, В. А. Бодяжин, Ю. В. Варшавский // Радиология - практика. - 2001. – № 4. – С. 40–47.
3. Баитов, В. С. Аутопластика костного дефекта большеберцовой кости при первичном эндопротезировании коленного сустава / В. С. Баитов, М. Б. Гуражев, В. М. Прохоренко // Современные проблемы науки и образования. - 2017. - № 6. - С. 19.
4. Бовкис, Г. Ю. Восстановление уровня суставной линии при ревизионном эндопротезировании коленного сустава: обзор литературы / Г. Ю. Бовкис, Т. А. Куляба, Н. Н. Корнилов // Кафедра травматологии и ортопедии. – 2020. – № 4. – С. 29–36.
5. Брижань, Л. К. Эффективность применения современных технологий в послеоперационном лечении у пациентов после тотального эндопротезирования коленного сустава / Л. К. Брижань, Д. В. Давыдов, Б. П. Буряченко [и др.] // Вестник Национального медико-хирургического центра им. Н.И. Пирогова. – 2018. – Т. 13, № 2. – С. 74–77.
6. Базлов, В. А. Использование индивидуальных имплантатов в ревизионном эндопротезировании коленного сустава / В. А. Базлов, М. Б. Гуражев, Т. З. Мамуладзе [и др.] // Современные проблемы науки и образования. – 2019. – № 4. – С. 154.
7. Власова, И. В. Особенности тромботических осложнений после эндопротезирования коленного сустава / И. В. Власова, С. В. Власов, А. Ю. Милюков, В. Н. Цюрюпа // Политравма. – 2018. – № 2. – С. 69–74.

8. Возницкая, О. Э. Восстановительное лечение при эндопротезировании коленного сустава: учебное пособие / О. Э. Возницкая, А. Р. Сабирьянов, И. А. Атманский. – Челябинск : Челябинская гос. мед. акад., 2009. – 79 с.
9. Волченко Д. В. Особенности эндопротезирования коленного сустава у пациентов с ревматоидным артритом / Д. В. Волченко, И. Ф. Ахтямов, С. А. Лапшина, И. Ш. Гильмутдинов // Медицинский алфавит. – 2021. – № 33. – С. 48–52. DOI: 10.33667/2078-5631-2021-33-48-52.
10. Воронов, А. В. Биомеханические особенности функционирования коленного сустава / А. В. Воронов, А. В. Шпаков // Вестник спортивной медицины. – 2017. – № 4. – С. 22–25.
11. Гиркало, М. В. Комбинированная пластика метаэпифизарных костных дефектов при эндопротезировании коленного сустава с применением костнопластического биоматериала / М. В. Гиркало, М. А. Гаврилов, В. В. Козлов // Саратовский научно-медицинский журнал. – 2012. – Т. 8, № 4. – С. 971–974.
12. Гуражев М. Б. Методы замещения костного дефицита большеберцовой кости при первичном эндопротезировании коленного сустава: систематический обзор литературы / М. Б. Гуражев, В. С. Байтов, А. Н. Гаврилов [и др.] // Травматология и ортопедия России. – 2021. – Т. 27, № 3. – С. 173–188. DOI:10.21823/2311-2905-2021-27-3-173-188
13. Джигкаев, А. Х. Опыт применения модульных блоков для замещения костных дефектов медиального мыщелка большеберцовой кости при первичном эндопротезировании коленного сустава / А. Х. Джигкаев, А. В. Каземирский, П. М. Преображенский // Травматология и ортопедия России. – 2012. – Т. 63, № 1. – С. 22–29.
14. Жумабеков, С. Б. Хирургическое лечение пациентов с патологией коленного сустава и деформациями нижних конечностей: систематический обзор литературы / С. Б. Жумабеков, А. А. Пронских, В. В. Павлов [и др.] // Травматология и ортопедия России. – 2022. – Т. 28, № 1. – С. 138–147. DOI: 10.17816/2311-2905-1627.

15. Загородний, Н. В. Отдаленные результаты первичного эндопротезирования коленного сустава с применением модульных блоков для замещения костных дефектов медиального мыщелка большеберцовой кости / Н. В. Загородний, А. Н. Ивашкин, Ф. С. Ауде [и др.] // Современная наука: Актуальные проблемы теории и практики. Сер. Естественные и технические науки. – 2017. – № 1. – С. 69–74.
16. Зиновьев, М. П. Остаточная деформация после двустороннего эндопротезирования коленных суставов: влияние на краткосрочные результаты / М. П. Зиновьев, Р. В. Паськов, К. С. Сергеев, Д. В. Римашевский // Травматология и ортопедия России. – 2018. – Т. 24, № 2. – С. 19-28. DOI: 10.21823/2311-2905-2018-24-2-19-28.
17. Иржанский, А. А. Разработка оригинальной балльной системы удовлетворенности результатами первичной артропластики коленного сустава / А. А. Иржанский, Н. Н. Корнилов, Т. А. Куляба, П. Г. Кочергин // Современные проблемы науки и образования. – 2021. – № 1. – С. 63. DOI: 10.17513/spno.30391
18. Касимова, А. Р. Влияние фармакологической тромبوпрофилактики, турникета и дренирования на геморрагические осложнения в ранние сроки после эндопротезирования коленного сустава: предварительные результаты / А. Р. Касимова, С. А. Божкова, Р. М. Тихилов [и др.] // Травматология и ортопедия России. – 2019. – Т. 25, № 3. – С. 70-80. DOI: 10.21823/2311-2905-2019-25-3-70-80
19. Корнилов, Н. Н. Замещение костных дефектов при первичном эндопротезировании коленного сустава / Н. Н. Корнилов, Т. А. Куляба, Р. М. Тихилов [и др.] // Травматология и ортопедия России. – 2008. – Т. 47, № 1. – С. 76-81.
20. Леонова, С. Н. Инфекционное осложнение ревизионного эндопротезирования коленного сустава / С. Н. Леонова, А. Л. Камека, А. Н. Грищук // Acta Biomedica Scientifica (East Siberian Biomedical Journal). – 2019. – Т. 4, № 6. – С. 68-71. DOI 10.29413/ABS.2019-4.6.10

21. Логвиненко, В. В. Сравнительное исследование эффективности нестероидных противовоспалительных средств неселективного действия у пациентов с тотальным эндопротезированием коленного и тазобедренного суставов / В. В. Логвиненко, Н. П. Шень, Д. Ю. Колосов // *Общая реаниматология*. – 2012. – Т. 8, № 5. – С. 65-69.
22. Лычагин, А. В. Первичное тотальное эндопротезирование коленного сустава и ожирение / А. Лычагин, А. Грицюк, Ю. Гасанов // *Врач*. – 2018. – Т. 29, № 10. – С. 58-60. DOI: 10.29296/25877305.
23. Маркс, В.О. Ортопедическая диагностика : руководство-справочник/ В. О. Маркс. – Минск: Наука и техника, 1978. – С. 440–441.
24. Пиманчев, О. В. Применение длительной сртмтерапии в реабилитации пациентов после тотального эндопротезирования коленного сустава / О. В. Пиманчев, Л. К. Брижань, А. А. Грицюк // *Вестник Национального медико-хирургического центра им. Н.И. Пирогова*. – 2013. – Т. 8, № 2. – С. 102-105.
25. Рева, М. А. Результаты лечения больных гонартрозом методом тотального эндопротезирования коленного сустава с применением костной аутопластики / М. А. Рева, О. К. Чегуров // *Современные проблемы науки и образования*. – 2013. – № 2. – С. 97.
26. Рейнберг, С. А. Рентгенодиагностика заболеваний костей и суставов / С. А. Рейнберг. – Москва: Медицина, 1964. – С. 103.
27. Середа, А. П. Рекомендации по оформлению дизайна исследования / А. П. Середа, М. А. Андрианова // *Травматология и ортопедия России*. – 2019. – Т. 25, №3. – С.165-184. DOI: 10.21823/2311-2905-2019-25-3-165-184.
28. Середа, А. П. Диагностика перипротезной инфекции. Часть 1: серология / А. П. Середа, Г. М. Кавалерский, В. Ю. Мурылев, Я. А. Рукин // *Травматология и ортопедия России*. – 2014. – № 4. – С. 115-126.
29. Тихилов, Р. М. Современные тенденции в ортопедии: артропластика коленного сустава / Р. М. Тихилов, Н. Н. Корнилов, Т. А. Куляба [и др.] // *Травматология и ортопедия России*. – 2012. – Т. 64, № 2. – С. 5–15.

30. Тихилов, Р. М. Отдаленные результаты применения костной аутопластики при эндопротезировании коленного сустава / Р. М. Тихилов, А. В. Каземирский, П. М. Преображенский [и др.] // Травматология и ортопедия России. – 2010. – Т. 57, № 3. – С.21–27.
31. Фань, У. Эффективность обезболивания после тотального эндопротезирования коленного сустава / У. Фань, А. В. Лычагин, А. А. Грицюк, С. М. Сметанин // Врач. – 2020. – Т. 31, № 4. – С. 75–79. DOI: 10.29296/25877305-2020-04-13.
32. Федоров, В. Г. Лечение импрессионных переломов мыщелков большеберцовой кости – полностью ли решена сегодня эта проблема? : обзор диссертаций, патентов начала 21-го века / В. Г. Федоров // Современные проблемы науки и образования. – 2017. – № 4. – С. 78.
33. Хело М. Д. Эндопротезирование коленного сустава у пациентов с ожирением / М. Д. Хело, И. Ф. Ахтямов, Ф. М. Саид [и др.] // Практическая медицина. – 2018. – № 7-1. – С. 94–97.
34. Ходарев, С. В. Эффективность применения фонофореза с «Лонгидазой 3000МЕ» при лечении больных дегенеративно-дистрофическими заболеваниями коленных суставов / С. В. Ходарев, О. И. Прядко, О. В. Казакова // Вестник восстановительной медицины. – 2010. – Т. 35, № 1. – С. 71-73.
35. Шкребко, А. Н. Роль снижения массы тела и физических упражнений в лечении гонартроза / А. Н. Шкребко, А. Н. Глушаков // Спортивная медицина: наука и практика. – 2018. – Т. 8, № 4. – С. 71-79. DOI: 10.17238/ISSN2223-2524.2018.4.71.
36. Щелкунова, Е. И. Синтез агрекана и коллагена II типа in vitro хондроцитами из разных зон коленного сустава больных гонартрозом / Е. И. Щелкунова, А. А. Воропаева, Т. В. Русова, В. С. Байтов // Современные проблемы науки и образования. – 2016. – № 6. – С. 212.
37. Accadbled, F. Osteochondritis dissecans of the knee / F. Accadbled, J. Vial, J. Sales de Gauzy // Orthopaedics and Traumatology: Surgery and Research – 2018. – Vol. 104, № 1. – P. 97-105. DOI: 10.1016/j.otsr.2017.02.016.

38. Aggarwal, A. K. Managing bone defects in primary total knee arthroplasty: options and current trends. / A. K. Aggarwal, V. Baburaj // *Musculoskelet Surgery*. – 2021. – Vol. 105, №1. – P. 31-38. DOI: 10.1007/s12306-020-00683-7.
39. Aglietti, P. Autologous bone grafting for medial tibial defects in total knee arthroplasty / P. Aglietti, R. Buzzi, F. Scrope // *Journal Arthroplasty*. – 1991. – Vol. 6, № 4. – P. 287-294. DOI: 10.1016/s0883-5403(06)80178-6.
40. Ahmed, I. Autogenous bone grafting of uncontained bony defects of tibia during total knee arthroplasty a 10-year follow up / I. Ahmed, M. Logan, F. Alipour [et al.] // *Journal Arthroplasty*. – 2008. – Vol. 23, № 5. – P. 744-750. DOI: 10.1016/j.arth.2007.08.021.
41. Aletaha, D. Diagnosis and management of rheumatoid arthritis : a review. / D. Aletaha, J. S. Smolen // *JAMA*. – 2018. – Vol. 320, № 13. – P. 1360-1372. DOI: 10.1001/jama.2018.13103.
42. Andriolo, L. Osteochondritis Dissecans of the Knee: Etiology and pathogenetic mechanisms. A systematic review // L. Andriolo, D. C. Crawford, D. Reale // *Cartilage*. – 2020. – Vol. 11, № 3. – P. 273-290. DOI: 10.1177/1947603518786557.
43. Arslan, A. Using tibia proximal cut autograft in advanced varus knee deformity in total knee arthroplasty: outcomes compared to the control group / A. Arslan // *The Open Orthopaedics Journal*. – 2018. – № 12. – P. 405-410. DOI: 10.2174/1874325001812010405.
44. Baek, S. W. Management of severe tibial bony defects with double metal blocks in knee arthroplasty-a technical note involving 9 cases / S. W. Baek, C. H. Choi // *Acta Orthopaedica*. – 2011. – Vol. 82, № 1. – P. 116-118. DOI: 10.3109/17453674.2010.548031.
45. Bellamy, N. Validation study of WOMAC: a health status instrument for measuring clinically important patient relevant outcomes to antirheumatic drug therapy in patients with osteoarthritis of the hip or knee / N. Bellamy, W. W. Buchanan, C. H. Goldsmith [et al.] // *The Journal of Rheumatology*. – 1988. – Vol. 15, № 12. – P. 1833-1840.

46. Bellemans, J. The chitranjan ranawat award: is neutral mechanical alignment normal for all patients? The concept of constitutional varus / J. Bellemans, W. Colyn, H. Vandenuecker, J. Victor // *Clinical Orthopaedics and Related Research*. - 2012. – Vol. 470, № 1. – P. 45-53. DOI: 10.1007/s11999-011-1936-5.
47. Berend, M. E. Use of screws and cement in primary TKA with up to 20 years follow-up. / M. E. Berend, M. A. Ritter, E. M. Keating [et al.] // *Journal Arthroplasty*. - 2014. – Vol. 29, № 6. – P. 1207-1210. DOI: 10.1016/j.arth.2013.12.023.
48. Bilgen, M. S. Short-term results of the management of severe bone defects in primary TKA with cement and K-wires / M. S. Bilgen, G. Eken, N. Guney // *Acta Orthopaedica et Traumatologica Turcica*. – 2017. – Vol. 51, № 5. – P. 388-392. DOI: 10.1016/j.aott.2017.02.002.
49. Bozic, K. J. Comparative epidemiology of revision arthroplasty: failed THA poses greater clinical and economic burdens than failed TKA / K. J. Bozic, A. F. Kamath, K. Ong // *Clinical Orthopaedics and Related Research*. – 2015. – Vol. 473, № 6. – P. 2131-2138. DOI: 10.1007/s11999-014-4078-8.
50. Brown, N.M. The Use of trabecular metal cones in complex primary and revision total knee arthroplasty / N. M. Brown, J. A. Bell, E. K. Jung [et al.] // *Journal Arthroplasty*. – 2015. – Vol. 30, № 9. – P. 90-93. DOI: 10.1016/j.arth.2015.02.048.
51. Bruns, J. Osteochondritis dissecans: etiology, pathology, and imaging with a special focus on the knee joint / J. Bruns, M. Werner, C. Habermann // *Cartilage*. -2018. – Vol. 9, № 4. – P. 346-362. DOI: 10.1177/1947603517715736.
52. Buck, B. E. Bone transplantation and human immunodeficiency virus. An estimate of risk of acquired immunodeficiency syndrome (AIDS) / B. E. Buck, T. I. Malinin, M. D. Brown // *Clinical Orthopaedics and Related Research*. – 1989. – Vol. 240. – P. 129-36.
53. Cetik, O. Risk of osteonecrosis of the femoral condyle after arthroscopic chondroplasty using radiofrequency: a prospective clinical series / O. Cetik, H. Cift, B. Comert, M. Cirpar // *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*. -2009. – Vol. 17, № 1. – P. 24-29. DOI: 10.1007/s00167-008-0604-0.

54. Cho, B.W. Analysis of gender differences in the rotational alignment of the distal femur in kinematically aligned and mechanically aligned total knee arthroplasty / B.W Cho, H. T. Hong, Y. G. Koh // *Journal of Clinical Medicine*. – 2021. – Vol. 10, № 16. – P. 3691. DOI: 10.3390/jcm10163691.
55. Clément, J. Hip-Knee-Ankle (HKA) angle modification during gait in healthy subjects / J. Clément, W. Blakeney, N. Hagemester [et al.] // *Gait & Posture*. – 2019. – Vol. 72. – P. 62-68. DOI: 10.1016/j.gaitpost.2019.05.025.
56. Cole, B. J. Degenerative arthritis of the knee in active patients: evaluation and management / B. J. Cole, C. D. Harner // *Journal of the American academy of orthopaedic surgeons*. – 1999. – Vol. 7, № 6. – P. 389-402.
57. Cuckler, J. M. Bone loss in total knee arthroplasty: graft augment and options / J. M. Cuckler // *Journal Arthroplasty*. – 2004. – Vol. 19, № 4, suppl. 1. – P. 56-58. DOI: 10.1016/j.arth.2004.03.002.
58. de Waal Malefijt, M. C. Bone grafting in cemented knee replacement. 45 primary and secondary cases followed for 2-5 years / M. C. de Waal Malefijt, A. van Kampen, T. J. Slooff // *Acta Orthopaedica Scandinavica*. – 1995. – Vol. 66, № 4. – P. 325-328. DOI: 10.3109/17453679508995554.
59. Dieterich, J. D. Short term outcomes of revision total knee arthroplasty / J. D. Dieterich, A. C. Fields, C. S. Moucha // *Journal Arthroplasty*. – 2014. – Vol. 29, № 11. – P. 2163-2166. DOI: 10.1016/j.arth.2014.07.004.
60. Dorr, L. D. Bone graft for tibial defects in total knee arthroplasty. 1986. / L. D. Dorr, C.S. Ranawat, T. A. Sculco [et al.] // *Clinical Orthopaedics and Related Research*. – 2006. – Vol. 446. – P. 4–9. DOI: 10.1097/01.blo.0000214430.19033.b3.
61. Engh, G. A. Classification and preoperative radiographic evaluation: knee / G. A. Engh, D. J. Ammeen // *Orthopedic Clinics of North America*. – 1998. – Vol. 29, № 2. – P. 205-217. DOI: 10.1016/s0030-5898(05)70319-9.
62. Ethgen, O. Health-related quality of life in total hip and total knee arthroplasty. A qualitative and systematic review of the literature [et al.] / O. Ethgen, O. Bruyère, F. Richy. // *The Journal of Bone and Joint Surgery Am*. – 2004. – Vol. 86, № 5. – P. 963-974. DOI: 10.2106/00004623-200405000-00012.

63. Ewald, F. C. The Knee Society total knee arthroplasty roentgenographic evaluation and scoring system / F. C. Ewald // *Clinical Orthopaedics and Related Research*. – 1989. – Vol. 248. – P. 9-12.
64. Fehring, T. K. Modular tibial augmentations in total knee arthroplasty / T. K. Fehring, R. D. Peindl, R. S. Humble [et al.] // *Clinical Orthopaedics and Related Research*. – 1996. – Vol. 327. – P. 207-217. DOI: 10.1097/00003086-199606000-00026.
65. Freeman, M. A. Observations upon the interface between bone and polymethylmethacrylate cement / M. A. Freeman, G. W. Bradley, P. A. Revell // *The Journal of Bone and Joint Surgery Br*. – 1982. – Vol. 64, № 4. – P. 489-493. – DOI: 10.1302/0301-620X.64B4.7096429.
66. Gie, G. A. Impacted cancellous allografts and cement for revision total hip arthroplasty / G. A. Gie, L. Linder, R. S. Ling [et al.] // *The Journal of Bone and Joint Surgery Br*. – 1993. – Vol. 75, № 1. – P. 14-21. DOI: 10.1302/0301-620X.75B1.8421012.
67. Gill, U. N. Management of the bone loss by metaphyseal sleeves in primary and revision knee arthroplasty: clinical experience and outcome after forty three cases / U. N. Gill, N. Ahmed, S. S. Noor [et al.] // *International Orthopaedics*. – 2020. – Vol. 44, № 11. – P. 2315-2320. DOI: 10.1007/s00264-020-04663-1.
68. Goebel, L. Die Meniskusläsion – ein präarthrotischer Zustand des Kniegelenks [Meniscal lesion. A pre-osteoarthritic condition of the knee joint] / L. Goebel, J. Reinhard, H. Madry // *Orthopade*. – 2017. – Vol. 46, № 10. – P. 822-830. DOI: 10.1007/s00132-017-3462-y.
69. Guha, A. R. Radiolucent lines below the tibial component of a total knee replacement (TKR)-a comparison between single-and two-stage cementation techniques / A. R. Guha, U. K. Debnath, N. M. Graham // *International Orthopaedics*. – 2008. – Vol. 32, № 4. – P. 453-457. DOI: 10.1007/s00264-007-0345-6.
70. Hamilton, D. F. Dealing with the predicted increase in demand for revision total knee arthroplasty: challenges, risks and opportunities / D. F. Hamilton, C. R. Howie, R.

- Burnett [et al.] // *The Journal of Bone and Joint Surgery Br.* – 2015. – Vol. 97, № 6. – P. 723-728. DOI: 10.1302/0301-620X.97B6.35185.
71. Ho, D. E. MatchIt: Nonparametric preprocessing for parametric causal inference / D. E. Ho, K. Imai, G. King, E. A. Stuart // *Journal of Statistical Software.* – 2011. – Vol. 42, № 8. – P. 1-28. DOI: 10.18637/jss.v042.i08.
72. Hosaka, K. Union, knee alignment, and clinical outcomes of patients treated with autologous bone grafting for medial tibial defects in primary total knee arthroplasty. / K. Hosaka, S. Saito, T. Oyama [et al.] // *Orthopedics.* – 2017. – Vol. 40, № 4. – P. 604-608. DOI: 10.3928/01477447-20170418-01.
73. Hube, R. Defektrekonstruktion in der knieendoprothetik mit wedges und blöcken [Defect reconstruction in total knee arthroplasty with wedges and blocks]. [Corrected] / R. Hube, T. Pfitzner, P. von Roth, H. O. Mayr // *Operative Orthopädie und Traumatologie.* – 2015. – Vol. 27, № 1. – P. 6-16. DOI: 10.1007/s00064-014-0331-2.
74. Huff, T. W. Management of bone loss in revision total knee arthroplasty / T. W. Huff, T. P. Sculco // *Journal Arthroplasty.* – 2007. – Vol. 22, № 7, suppl. – P. 32-36. DOI: 10.1016/j.arth.2007.05.022.
75. Hutten, D. Techniques for filling tibiofemoral bone defects during revision total knee arthroplasty / D. Hutten, G. Pasquier, J. C. Lambotte // *Orthopaedics and Traumatology: Surgery and Research.* – 2021 – Vol. 107, № 1. – 102776. DOI: 10.1016/j.otsr.2020.102776.
76. Insall, J. N. Rationale of the knee society clinical rating system. / J. N. Insall, L. D. Dorr, R. D. Scott, W. N. Scot // *Clinical Orthopaedics and Related Research.* – 1989. – Vol. 248. – P. 13-14.
77. Insall, J. N. Revision of aseptic failed total knee arthroplasty. *Surgery of the knee* / J. N. Insall. - 2nd ed. – New York: Churchill livingstone, 1993. – P. 935–957.
78. Jasper, L. L. Risk factors for revision of total knee arthroplasty : a scoping review / L. L. Jasper, C. A Jones, J. Mollins // *BMC Musculoskeletal Disorders.* – 2016. – Vol. 26, № 17. – P. 182. DOI: 10.1186/s12891-016-1025-8.

79. Jones, C. A. Health-related quality of life after total joint arthroplasty: a scoping review. / C. A. Jones, S. Pohar // *Clinics in Geriatric Medicine*. – 2012. – Vol. 28, № 3. – P. 395-429. DOI: 10.1016/j.cger.2012.06.001.
80. Kajino, A. Comparison of the results of bilateral total knee arthroplasty with and without patellar replacement for rheumatoid arthritis. A follow-up note. / A. Kajino, S. Yoshino, S. Kameyama [et al.] // *The Journal of Bone and Joint Surgery Am.* – 1997. – Vol. 79, № 4. – P. 570-574.
81. Karami, J. Genetic implications in the pathogenesis of rheumatoid arthritis; an updated review / J. Karami, S. Aslani, A. Jamshidi [et al.] // *Gene*. – 2019. – Vol. 702. – P. 8-16. DOI: 10.1016/j.gene.2019.03.033.
82. Karim, A. R. Osteonecrosis of the knee: review / A. R. Karim, J. J. Cherian, J. J. Jauregui [et al.] // *Annals of Translational Medicine*. – 2015. – Vol. 3, № 1. – P. 6. DOI: 10.3978/j.issn.2305-5839.2014.11.13.
83. Kharbanda, Y. Autograft reconstructions for bone defects in primary total knee replacement in severe varus knees / Y. Kharbanda, M. Sharma / *Indian Journal of Orthopaedics*. – 2014. – Vol. 48, № 3. – P. 313-318. DOI: 10.4103/0019-5413.132525.
84. Kulshrestha, V. Epidemiology of revision total knee arthroplasty: a single center's experience / V. Kulshrestha, B. Datta, G. Mittal, S. Kumar // *Indian Journal of Orthopaedics*. – 2019. – Vol. 53, № 2. – P. 282-288. DOI: 10.4103/ortho.IJOrtho_127_17.
85. Kurtz, S. Projections of primary and revision hip and knee arthroplasty in the United States from 2005 to 2030 / S. Kurtz, K. Ong, E. Lau // *The Journal of Bone and Joint Surgery Am.* – 2007. – Vol. 89, № 4. – P. 780-785. DOI: 10.2106/JBJS.F.00222.
86. Lee, J. K. Management of tibial bone defects with metal augmentation in primary total knee replacement: a minimum five-year review / J. K. Lee, C. H. Choi // *The Journal of Bone and Joint Surgery Br.* – 2011. – Vol. 93, № 11. – P. 1493-1496. DOI: 10.1302/0301-620x.93b10.27136.
87. Liodakis, E. Perioperative complications and length of stay after revision total hip and knee arthroplasties: an analysis of the NSQIP database / E. Liodakis, S. G.

- Bergeron, D. J. Zukor [et al.] // *Journal Arthroplasty*. – 2015. – Vol. 30, № 11. – P. 1868-1871. DOI: 10.1016/j.arth.2015.05.029.
88. Liu J, Autologous bone grafting plus screw fixation for medial tibial defects in total knee arthroplasty / J. Liu, Z. H Sun, M. Q Tian [et al.] // *Zhonghua Yi Xue Za Zhi*. – 2011. – Vol. 91, № 29. – P. 2046-2050.
89. Lützner, J. Langzeitergebnisse in der knieendoprothetik: metaanalyse zu revisionsrate und funktionellem ergebnis [Long-term results in total knee arthroplasty. A meta-analysis of revision rates and functional outcome] / J. Lützner, U. Hübel, S. Kirschner [et al.] // *Chirurg*. – 2011. - Vol. 82, № 7. – P. 618-624. DOI: 10.1007/s00104-010-2001-8.
90. Mancuso, F. Management of metaphyseal bone loss in revision knee arthroplasty / F. Mancuso, A. Beltrame, E. Colombo [et al.] // *Acta Biomedica*. – 2017. – Vol. 88. – P. 98-111. DOI:10.23750/abm.v88i2-S.6520.
91. Martin, K. R. Body mass index, occupational activity, and leisure-time physical activity: an exploration of risk factors and modifiers for knee osteoarthritis in the 1946 British birth cohort / K. R. Martin, D. Kuh, T. B. Harris [et al.] // *BMC Musculoskelet Disorders*. – 2013. – №14. – P. 219. DOI: 10.1186/1471-2474-14-219.
92. Martín-Hernández, C. Metaphyseal sleeves as the primary implant for the management of bone defects in total knee arthroplasty after post-traumatic knee arthritis / C. Martín-Hernández, L. J. Floría-Arnal, A. Gómez-Blasco [et al.] // *Knee*. – 2018. – № 4. – P. 669-675. DOI: 10.1016/j.knee.2018.05.009.
93. Matthews, A. H. Avascular necrosis. / A. H. Matthews, D. D. Davis, M. J. Fish, D. Stitson. - reasure Island (FL): StatPearls Publishing.
94. Mirza, A. H. A review and description of acetabular impaction bone grafting: updating the traditional technique / A. H. Mirza, S. A Sadiq // *Hip Pelvis*. – 2021. – Vol. 33, № 4. – P. 173-180. DOI: 10.5371/hp.2021.33.4.173.
95. Moher, D. Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: the PRISMA statement. / D. Moher, A. Liberati, J. Tetzlaff, D. G. Altman // *Journal of Clinical Epidemiology*. – 2009. – Vol. 62, № 10. – P. 1006-1012. DOI: 10.1016/j.jclinepi.2009.06.005.

96. Mont, M. A. Atraumatic osteonecrosis of the knee / M. A. Mont, K. M. Baumgarten, A. Rifai [et al.] // *The Journal of Bone and Joint Surgery Am.* – 2000. – Vol. 82, № 9. – P. 1279-1290. DOI: 10.2106/00004623-200009000-00008.
97. Morgan-Jones, R. Zonal fixation in revision total knee arthroplasty / R. Morgan-Jones, S. I. Oussedik, H. Graichen, F. S. Haddad // *Bone and Joint Journal Br.* – 2015. – Vol. 97, № 2. – P. 47-49. DOI: 10.1302/0301-620X.97B2.34144.
98. Murphy, L. Lifetime risk of symptomatic knee osteoarthritis / L. Murphy, T. A. Schwartz, C. G. Helmick [et al.] // *Arthritis Care and Research.* – 2008. – Vol. 59, № 9. – P. 1207-1213. DOI: 10.1002/art.24021.
99. Nayak, M. Alignment of the lower extremity: A gender-based radio-graphic analysis in indian patients / M. Nayak, V. Kumar, R. Yadav [et al.] // *Indian Journal of Orthopaedics.* – 2020. – Vol. 54, № 4. – P. 504-512. DOI: 10.1007/s43465-020-00050-5.
100. Oh, S. M. Short knee radiographs can be inadequate for estimating TKA alignment in knees with bowing / S. M. Oh, S. I. Bin, J. Y. Kim [et al.] // *Knee Surgery and Related Research.* – 2020. – Vol. 32, № 1. – P. 9. DOI: 10.1186/s43019-019-0020-4.
101. Pape, D. Disease-specific clinical problems associated with the subchondral bone / D. Pape, G. Filardo, E. Kon [et al.] // *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy.* – 2010. – Vol. 18, № 4. – P. 448-462. DOI: 10.1007/s00167-010-1052-1.
102. Park, A. The inadequacy of short knee radiographs in evaluating coronal alignment after total knee arthroplasty / A. Park, J. B. Stambough, R. M. Nunley [et al.] // *Journal Arthroplasty.* – 2016. – Vol. 31, № 4. – P. 878-882. DOI: 10.1016/j.arth.2015.08.015.
103. Parks, N. L. Histology of nine structural bone grafts used in total knee arthroplasty / N. L. Parks, G. A. Engh // *Clinical Orthopaedics and Related Research.* – 1997. Vol. 345. – P. 17-23.
104. Pizarro, F. C. Total hip arthroplasty with bulk femoral head autograft for acetabular reconstruction in developmental dysplasia of the hip / F. C. Pizarro, S. W. Young, J. H. Blacutt [et al.] // *Orthopedics.* – 2013. – № 18. – P. 794218. DOI: 10.1155/2013/794218.

105. Ponzio, D. Y. Metaphyseal bone loss in revision knee arthroplasty / D. Y. Ponzio, M. S. Austin // *Current Reviews in Musculoskeletal Medicine*. – 2015. – Vol. 8, № 4. – P. 361-7. DOI: 10.1007/s12178-015-9291-x.
106. Qiu, Y. Y. Review article: bone defect classifications in revision total knee arthroplasty / Y.Y. Qiu, C. H. Yan, K. Y. Chiu, F. Y. Ng // *Journal of orthopaedic surgery (Hong Kong)*. – 2011. – Vol. 19, № 2. – P. 238-43. DOI: 10.1177/230949901101900223.
107. Rajgopal, A. Midterm outcomes of tantalum metal cones for severe bone loss in complex primary and revision total knee arthroplasty / A. Rajgopal, S. Kumar, K. Aggarwal // *Arthroplasty Today*. – 2021. – Vol. 11, № 7. – P. 76-83. DOI: 10.1016/j.artd.2020.12.004.
108. Rand, J. A. Bone deficiency in total knee arthroplasty. Use of metal wedge augmentation / J. A. Rand // *Clinical Orthopaedics and Related Research*. – 1991. – № 271. – P. 63-71.
109. Ravi, B. The changing demographics of total joint arthroplasty recipients in the United States and Ontario from 2001 to 2007 / B. Ravi, R. Croxford, W. M. Reichmann [et al.] // *Best Practice and Research: Clinical Rheumatology*. – 2012 – Vol. 26, № 5. – P. 637-647. DOI: 10.1016/j.berh.2012.07.014.
110. Reddy, A. S. Evaluation of the intraosseous and extraosseous blood supply to the distal femoral condyles / A. S. Reddy, R. W. Frederick // *American Journal of Sports Medicine*. – 1998. – Vol. 26, № 3. – P. 415-419. DOI: 10.1177/03635465980260031201.
111. Ritter, M. A. Radiolucency at the bone-cement interface in total knee replacement. The effects of bone-surface preparation and cement technique. / M. A. Ritter, S. A. Herbst, E. M. Keating, P. M. Faris // *Bone and Joint Journal Am*. – 1994. – Vol. 76, № 1. – P. 60-5. DOI: 10.2106/00004623-199401000-00008.
112. Ritter, M. A. Screw and cement fixation of large defects in total knee arthroplasty / M. A. Ritter // *Journal Arthroplasty*. – 1986. – Vol. 1, № 2. – P. 125-9. DOI: 10.1016/s0883-5403(86)80050-x.

113. Robertsson, O. The Swedish Knee Arthroplasty Register 1975-1997: an update with special emphasis on 41,223 knees operated on in 1988-1997 / O. Robertsson, K. Knutson, S. Lewold, L. Lidgren // *Acta Orthopaedica Scandinavica*. – 2001. – Vol. 72, № 5. – P. 503-513. DOI: 10.1080/000164701753532853.
114. Rossi, R. Total knee arthroplasty in the valgus knee / R. Rossi, F. Rosso, U. Cottino // *International Orthopaedics*. – 2014. – Vol. 38, № 2. – P. 273-83. DOI: 10.1007/s00264-013-2227-4.
115. Rudert, M. Periprothetische defekte am knie [Periprosthetic defects of the knee] / M. Rudert // *Operative Orthopädie und Traumatologie*. – 2015. – Vol. 27, № 1. – P. 5. DOI: 10.1007/s00064-014-0334-z.
116. Saltzman, B. M. Subchondral bone and the osteochondral unit: basic science and clinical implications in sports medicine / B. M. Saltzman, J. C. Riboh // *Sports Health*. – 2018. – Vol. 10, № 5. – P. 412-418. DOI: 10.1177/1941738118782453.
117. Shetty, G. M. Factors contributing to inherent varus alignment of lower limb in normal Asian adults: role of tibial plateau inclination / G. M. Shetty, A. Mullaji, S. Bhayde [et al.] // *Knee*. – 2014. – Vol.21, № 2. – P. 544-548. DOI: 10.1016/j.knee.2013.09.008.
118. Sohn, J. M. Autologous impaction bone grafting for bone defects of the medial tibia plateau during primary total knee arthroplasty: propensity score matched analysis with a minimum of 7-year follow-up / J. M. Sohn, Y. In, S. H. Jeon [et al.] // *Journal Arthroplasty*. – 2018. – Vol. 33, № 8. – P. 2465-2470. DOI: 10.1016/j.arth.2018.02.082.
119. Stockley, I. Allograft reconstruction in total knee arthroplasty / I. Stockley, J. P. McAuley, A. E. Gross // *Bone and Joint Journal Br*. – 1992. – Vol. 74, № 3. – P. 393-397. DOI: 10.1302/0301-620X.74B3.1587885.
120. Stoddart, J. C. The compartmental distribution of knee osteoarthritis - a systematic review and meta-analysis / J. C. Stoddart, O. Dandridge, A. Garner // *Osteoarthritis Cartilage*. – 2021. – Vol. 29, № 4. – P. 445-455. DOI: 10.1016/j.joca.2020.10.011.
121. Sugita, T. Autologous morselised bone grafting for medial tibial defects in total knee arthroplasty / T. Sugita, T. Aizawa, A. Sasaki [et al.] // *Journal of orthopaedic surgery*

- (Hong Kong). – 2015. – Vol. 23, № 2. – P. 185-189. DOI: 10.1177/230949901502300214.
122. Tanwar, Y. S. Mid-term results of impaction bone grafting in tibial bone defects in complex primary knee arthroplasty for severe varus deformity / Y. S. Tanwar, Y. Kharbanda, H. Bhargava [et al.] // SICOT J. – 2019. – Vol. 5. – P. 2. DOI: 10.1051/sicotj/2018056.
123. Thienpont, E. A New Classification for the Varus Knee / E. Thienpont, J. Parvizi // Journal Arthroplasty. – 2016. – Vol. 31, № 1. – P. 2156-2160. DOI: 10.1016/j.arth.2016.03.034.
124. Tian, F. Impact of knee varus and valgus deformity on alignment in lower extremities after total knee arthroplasty (TKA) / F. Tian, X. H. Zang, Y. S. Sun // European Review for Medical and Pharmacological Sciences. – 2018. – № 22, suppl. 1. – P. 83-89. DOI: 10.26355/eurrev_201807_15368.
125. Tigani, D. Total knee arthroplasty for post-traumatic proximal tibial bone defect: three cases report / D. Tigani, D. Dallari, C. Coppola [et al.] // The Open Orthopaedics Journal. – 2011. – Vol. 14, № 5. – P.143-150. DOI: 10.2174/1874325001105010143.
126. Totoribe, K. Finite element analysis of the tibial bone graft in cementless total knee arthroplasty / K. Totoribe, E. Chosa, G. Yamako [et al.] // Journal of Orthopaedic Surgery and Research. – 2018. – Vol. 13, № 1. – P. 13. DOI: 10.1186/s13018-018-0830-1.
127. Tsukada, S. Metal block augmentation for bone defects of the medial tibia during primary total knee arthroplasty / S. Tsukada, M. Wakui, M. Matsueda [et al.] // Journal of Orthopaedic Surgery and Research. – 2013. – Vol. 20, № 8. – P. 36. DOI: 10.1186/1749-799X-8-36.
128. Vail, T. P. Surgical techniques and instrumentation in total knee arthroplasty / T. P. Vail, J. E. Lang, C.V Sikes. – New York, 2012. – P. 1042-1099.
129. Van Loon, C. J. Femoral bone grafting in primary and revision total knee arthroplasty / C. J. Van Loon, M. M. Wijers, M. C. de Waal Malefijt [et al.] // Acta Orthopaedica Belgica. – 1999. – Vol. 65, № 3. – P. 357-363.

130. Weinstein, A. M. Estimating the burden of total knee replacement in the United States / A. M. Weinstein, B. N. Rome, W. M. Reichmann [et al.] // *Bone and Joint Journal Am.* – 2013. – Vol. 95, № 5. – P. 385-392. DOI: 10.2106/JBJS.L.00206.
131. Windsor, R. E. Bone grafting of tibial defects in primary and revision total knee arthroplasty / R. E. Windsor, J. N. Insall, T. P. Sculco // *Journal of Orthopaedic Surgery and Research.* – 1986. – Vol. 205. – P. 132-137.
132. Yamanaka, H. Total knee arthroplasty for rheumatoid arthritis patients with large tibial condyle defects / H. Yamanaka, K. Goto, M. Suzuki // *Journal of orthopaedic surgery (Hong Kong).* – 2012. – Vol. 20, № 2. – P. 148-152. DOI: 10.1177/230949901202000202.
133. Yan, D. Total knee arthroplasty treatment of rheumatoid arthritis with severe versus moderate flexion contracture / D. Yan, J. Yang, F. Pei // *Journal of Orthopaedic Surgery and Research.* – 2013. – Vol. 15, № 8. – P. 41. DOI: 10.1186/1749-799X-8-41.
134. Yoon, J. R. Use of autogenous onlay bone graft for uncontained tibial bone defects in primary total knee arthroplasty / J. R. Yoon, I. W. Seo, Y. S. Shin // *BMC Musculoskelet Disorders.* – 2017. – Vol. 18, № 1. – P. 502. DOI: 10.1186/s12891-017-1826-4.
135. You, J. S. Addressing large tibial osseous defects in primary total knee arthroplasty using porous tantalum cones/ J. S. You, A. R. Wright, I. Hasegawa // *Knee.* – 2019. – Vol. 26, № 1. – P. 228-239. DOI: 10.1016/j.knee.2018.11.001.
136. Zamanpoor, M. The genetic pathogenesis, diagnosis and therapeutic insight of rheumatoid arthritis / M. Zamanpoor // *Clinical Genetics.* – 2019. – Vol. 95, № 5. – P. 547-557. DOI: 10.1111/cge.13498.
137. Zanirato, A. Metaphyseal cones and sleeves in revision total knee arthroplasty: Two sides of the same coin? Complications, clinical and radiological results-a systematic review of the literature / A. Zanirato, M. Formica, L. Cavagnaro [et al.] // *Musculoskelet Surgery.* – 2020. – Vol. 104, № 1. – P. 25-35. DOI: 10.1007/s12306-019-00598-y.

138. Zhang, Z. Association of HSS score and mechanical alignment after primary TKA of patients suffering from constitutional varus knee that caused by combined deformities: a retrospective study / Z. Zhang, W. Chai, G. Zhao [et al.] // *Scientific Reports*. – 2021. – Vol. 11, № 1. – 3130. DOI: 10.1038/s41598-021-81285-6.
139. Zheng, C. Finite element assessment of the screw and cement technique in total knee arthroplasty / C. Zheng, H. Y. Ma, Y. Q. Du [et al.] // *BioMed Research International*. – 2020. – Vol. 2020. – 3718705. DOI: 10.1155/2020/3718705.
140. Zheng, C. [Relationship between screw numbers and severity of tibial bone defect in primary total knee arthroplasty] / C. Zheng, Y. G. Zhou, H. Y. Ma [et al.] // *Zhongguo gu shang = China journal of orthopaedics and traumatology*. – 2016. – Vol. 29, № 5. – P. 415-420.