

На правах рукописи

Сметанин Сергей Михайлович

**БИОМЕХАНИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ЭНДОПРОТЕЗИРОВАНИЯ
КОЛЕННОГО СУСТАВА ПРИ СТРУКТУРНО-ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ
НАРУШЕНИЯХ**

14.01.15 Травматология и ортопедия

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени

доктора медицинских наук

Москва

2018

Работа выполнена в ФГАОУ ВО Первый Московский государственный медицинский университет имени И.М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет)

Научный консультант:

доктор медицинских наук, профессор **Кавалерский Геннадий Михайлович**

Официальные оппоненты:

Королев Андрей Вадимович – доктор медицинских наук, профессор, ФГАОУ ВО «Российский университет дружбы народов», кафедра травматологии и ортопедии, профессор кафедры

Лазишвили Гурам Давидович – доктор медицинских наук, профессор, ФГБОУ ВО «Российский национальный исследовательский медицинский университет им. Н.И. Пирогова» Минздрава России, кафедра травматологии, ортопедии и военно-полевой хирургии, профессор кафедры

Брижань Леонид Карлович – доктор медицинских наук, профессор ФГБУ «Главный военный клинический госпиталь имени академика Н.Н. Бурденко» Минобороны России, центр травматологии и ортопедии, начальник центра, главный травматолог

Ведущая организация: ФГБОУ ДПО «Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования» Министерства здравоохранения Российской Федерации

Защита состоится «___» _____ 2018 г. в ___ часов на заседании диссертационного совета Д. 208.040.11 на базе ФГАОУ ВО Первый Московский государственный медицинский университет имени И.М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет) по адресу: 119991, г. Москва, ул. Трубецкая, д.8, стр. 2

С диссертацией можно ознакомиться в ЦНМБ ФГАОУ ВО Первый Московский государственный медицинский университет имени И.М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет) по адресу: 119034, г. Москва, Зубовский бульвар, д. 37/1 и на сайте организации www.sechenov.ru

Автореферат разослан «___» _____ 2018 г.

Ученый секретарь Диссертационного совета,
доктор медицинских наук,
профессор

Тельпухов Владимир Иванович

Общая характеристика работы

Актуальность работы

На остеоартроз коленного сустава приходится от 25,7 до 54,5% болезней крупных суставов. Значительное снижение качества жизни пациентов связано с болями в суставе, ограничением функциональных возможностей и самообслуживания. Прогрессирование дегенеративно-дистрофических заболеваний коленного сустава в течение 12–15 лет приводит к инвалидности зачастую еще в трудоспособном возрасте. Это обстоятельство подчеркивает социально-экономическую и медицинскую значимость проблемы (К.И. Шапиро, 1991; Н.В. Корнилов, 2001; М.А. Рева, 2013; D.T. Felson, 2000; D.J. Berry, 2004; Y.Wang, 2016).

При неэффективной консервативной терапии «золотым стандартом» лечения гонартроза является тотальное эндопротезирование, позволяющее в кратчайшие сроки пресечь болевой синдром, воссоздать ось конечности и восстановить утраченную функцию. В настоящее время в мире выполняется порядка 2 млн. операций артропластики коленного сустава, причем отмечается ежегодный прирост как первичных, так и ревизионных вмешательств (Н.В. Корнилов, 1996; И.И. Кроитору, 2000; Д.Е Шпаковский, 2006; В.В. Ключевский, 2007; Р.М. Тихилов, 2012; G. Hawker, 1998; E. Losina, 2006; P.J. Jenkins, 2013).

Важным ключом в решении проблемы первичной артропластики коленного сустава является выбор хирургической тактики и типа связанности эндопротеза. Сроки функционирования эндопротезов зависят от многих факторов – таких как надлежащая техника артропластики, дизайн и качество изготовления имплантата, особенности двигательной активности пациента и его здоровья. Нагрузки, приходящиеся на коленный сустав в повседневной жизни, намного выше, чем при тестировании компонентов эндопротеза. В настоящее время анализ результатов операций основывается на данных зарубежных регистров. В нашей стране регистр эндопротезирования коленного сустава функционирует только в РНИИТО им. Р.Р. Вредена и охватывает порядка 12% пациентов, перенесших артропластику. Из-за малого срока наблюдений судить о сроках выживаемости имплантата по отечественному регистру невозможно (А.П. Середа, 2009; Р.М. Тихилов, 2014; В.В. Ключевский, 2015; Н.Н. Корнилов, 2016; I. Kutzner, 2010; C. Delaunay, 2014; D.F. Hamilton, 2015). Отсюда актуален вопрос о биомеханическом обосновании применения различных типов эндопротезов, что в совокупности с данными зарубежных и отечественных регистров позволит оптимизировать лечебную тактику у пациентов с планируемой артропластикой коленного сустава. Однако такого обоснования, основанного на современных диагностических исследованиях, математических расчетах и клинических наблюдениях, до сих пор в доступной литературе встретить не удалось.

В настоящее время в большинстве лечебных учреждений тип применяемого эндопротеза определяется предпочтениями самого ортопеда, рамками сформированной хирургической школы или эндопротезами, имеющимися в Федеральных центрах эндопротезирования при оказании высокотехнологичной медицинской помощи.

Кроме того в рамках сформировавшихся хирургических школ разработано несколько стратегий самой операции эндопротезирования, послеоперационного дренирования и реабилитации, но они не имеют полноценного научного и методического обоснования. В частности, в одной из школ первой выполняется дистальная резекция бедренной кости, в другой – опил плато большеберцовой кости. Кроме того, в одних учреждениях дренирование после артропластики не осуществляется, в других используется один дренаж, в третьих – два. Причем сторонники разных школ дают биомеханические объяснения применяемой ими тактики без реального клинического подтверждения эффективности той или иной стратегии.

Вместе с тем нередко при артропластике, чтобы воссоздать нормальную линию сустава, приходится выполнять пластику имеющегося костного дефекта. Четкие показания к применению различных вариантов пластики дефекта кости мыщелков бедренной и большеберцовой костей при первичном эндопротезировании пока не разработаны, а нерациональное их применение без учета размеров таких дефектов приводит к нестабильности самих конструкций. Кроме того, зарубежными авторами предложены классификации дефектов костной ткани бедренной и большеберцовой костей, однако они не позволяют точно определить объем костной полости для замещения (В.В. Бояринцев, 2009; Гаврилов М.А., 2012; P.G. Kirk, 1997; M. Clatworthy, 2003; P.A. Lotke, 2006; S. Muraki, 2009; Y.Y. Qiu, 2011).

Таким образом, тотальная артропластика коленного сустава является радикальным и эффективным методом лечения остеоартроза. Необходимость создания системы выбора эндопротеза и оптимальной хирургической тактики артропластики обусловила актуальность данной работы.

Цель исследования. Разработать биомеханически обоснованную систему первичного эндопротезирования КС при структурно-функциональных нарушениях, позволяющую улучшить результаты оперативных вмешательств и повысить качество жизни пациентов.

Задачи исследования

1. Изучить структурно-функциональные нарушения у больных, которым планируется первичное эндопротезирование КС.
2. Изучить структурно-функциональные взаимоотношения при движении в здоровом КС и при развитии ОА с использованием современной динамической функциональной многосрезовой компьютерной томографии.
3. При помощи динамической спиральной КТ оценить биомеханический характер движений в КС после его эндопротезирования, выполненного с сохранением и замещением задней крестообразной связки.
4. Провести численное конечно-элементное математическое моделирование распределения напряжений в костях и связочном аппарате КС – здорового и после тотальной артропластики эндопротезом с сохранением и замещением задней крестообразной связки.
5. Предложить классификации ОА КС и дефектов костной ткани, позволяющие определить показания и тактику эндопротезирования.
6. Сформулировать алгоритмы хирургической тактики в отношении связочного аппарата КС при его эндопротезировании и апробировать их клиническую эффективность.
7. Разработать систему выбора типа эндопротеза КС по степени связанности и уточнить технику выполнения операции при эндопротезировании.
8. Оценить эффективность разработанной системы выбора эндопротеза при первичной артропластике КС и сравнить с результатами ТЭКС при традиционном подходе.
9. Определить целесообразность дренирования после артропластики КС и сравнить различные варианты дренирования.
10. На основе сравнительного анализа различных методик разработки объема движений создать комплексную программу реабилитации после тотального эндопротезирования КС.

Научная новизна исследования

1. Впервые изучены структурно-функциональные нарушения, тип деформации КС с планируемой артропластикой, проведено сравнение с данными ведущих учреждений в нашей стране и в мире.
2. Впервые с использованием современной динамической функциональной многосрезовой КТ изучена биомеханика неизмененного КС, выявлены изменения его кинематики при различных стадиях ОА, а также проанализирован биомеханический

характер движений в КС после артропластики с применением эндопротезов с сохранением и замещением задней крестообразной связки.

3. Впервые создана математическая модель здорового КС и после артропластики эндопротезом CR и PS, на основе которой проведен сравнительный анализ распределения нагрузок на костные и связочные структуры неизмененного и пораженного ОА КС, а также КС после эндопротезирования, выполненного с сохранением и замещением задней крестообразной связки.

4. Установлено, что эндопротезирование, выполненное с сохранением задней крестообразной связки, точнее воспроизводит кинематику КС и снижает нагрузку на его костные и связочные структуры.

5. Впервые на основе созданной рабочей классификации разработан алгоритм персонализированного подбора типа эндопротеза, а также хирургической тактики артропластики КС, включающей 9 вариантов хирургических манипуляций на его связочном аппарате и варианты восполнения костных дефектов.

Практическая значимость работы

1. Создан алгоритм персонализированного подбора типа эндопротеза КС и разработан дифференцированный подход к выбору техники артропластики, позволяющий облегчить имплантацию, снизить риск осложнений, определить необходимый объем мягкотканного релиза.

2. Определена оптимальная техника дренирования КС после артропластики.

3. Разработана и успешно внедрена программа ранней реабилитации пациентов после эндопротезирования КС с началом разработки движений с 3-х суток послеоперационного периода без применения аппаратных методик.

4. Предложенная система эндопротезирования КС позволяет улучшить функциональные результаты артропластики на 10,8–12,1 баллов по шкале WOMAC.

Методика может быть внедрена в работу стационаров ортопедо-травматологического профиля, а также реабилитационных центров и амбулаторных учреждений, где проводится наблюдение пациентов в послеоперационном периоде.

Основные положения, выносимые на защиту

1. При планировании эндопротезирования КС необходимо учитывать возможности достижения оптимальных биомеханических параметров, зависящих от выбора

типа эндопротеза, техники операции и последующего проведения комплекса реабилитационных мероприятий.

2. Артропластика КС эндопротезом с сохранением задней крестообразной связки позволяет добиться кинематики, сопоставимой со здоровым суставом, и снизить нагрузку на его костно-связочные структуры.

3. Лечение пациентов, нуждающихся в эндопротезировании КС, должно быть комплексным, включающим дифференцированный подбор типа эндопротеза в соответствии с разработанной классификацией гонартрозов, восполнение при необходимости костных дефектов, мягкотканый релиз по одному из 9 предложенных вариантов, эффективное дренирование сустава после операции и раннюю реабилитацию без применения аппаратных методик.

Реализация результатов исследования в практику

Результаты настоящего исследования применяются в научной, педагогической и практической деятельности стационаров и поликлинических отделений клинических баз кафедры травматологии, ортопедии и хирургии катастроф лечебного факультета ФГАОУ ВО Первого МГМУ им. И.М. Сеченова: ГКБ им. С.П. Боткина; ГКБ №67 Департамента здравоохранения Москвы; клинике травматологии, ортопедии и патологии суставов Первого МГМУ им. И.М. Сеченова; а также в ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России.

Апробация работы

Основные положения диссертации включены в материалы:

1. XVII Ежегодной международной конференции Международного общества травматологов-ортопедов SICOT (Москва, 2012).

2. Всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Проблемы диагностики и лечения повреждений и заболеваний тазобедренного сустава» (Казань, 2013).

3. Всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Актуальные вопросы диагностики и лечения повреждений и заболеваний коленного сустава» (Москва, 2014).

4. I Конгрессе «Медицина чрезвычайных ситуаций. Современные технологии в травматологии и ортопедии, обучение и подготовка врачей» (Москва, 2015).

5. III научно-практической конференции «Дегенеративные заболевания и травматические повреждения крупных суставов. Актуальные вопросы травматологии, ортопедии и медицинской реабилитации» (Москва, 2016).

6. Объединенной всероссийской научно-образовательной конференции, посвященной памяти профессора А.Н. Горячева, и VII научно-образовательной конференции травматологов и ортопедов ФМБА России, посвященной 95-летию Западно-Сибирского медицинского центра ФМБА России (Омск, 2017).

7. II Конгрессе «Медицина чрезвычайных ситуаций. Современные технологии в травматологии и ортопедии, обучение и подготовка врачей» (Москва, 2016).

8. Первом Евразийском ортопедическом форуме (Москва, 2017).

Диссертационная работа апробирована на заседании кафедры травматологии, ортопедии и хирургии катастроф лечебного факультета ФГАОУ ВО Первого Московского Государственного Медицинского Университета им. И.М. Сеченова Министерства здравоохранения Российской Федерации 07 февраля 2018 года (протокол №2).

Личный вклад автора

Автору принадлежит ведущая роль в выборе направления исследования. Диссертация является результатом самостоятельной работы автора по анализу литературных данных с последующим формулированием актуальности, цели и задач исследования. Автором лично осуществлен анализ результатов биомеханики КС и математического моделирования нагрузок при различных типах эндопротезов, разработаны классификации, алгоритм комплексного подхода к связочному аппарату при артропластике и система выбора эндопротеза. Самостоятельно изучена эффективность предложенной системы выбора эндопротеза в клинической практике, осуществлены интерпретация и статистическая обработка данных у 90% из 2590 пациентов с артропластикой КС, включенных в исследование.

Публикации результатов исследования

По материалам диссертации опубликовано 52 печатные работы, отражающие сущность, результаты и выводы работы, 32 из которых – в изданиях, рекомендованных ВАК для публикации материалов к защите докторских диссертации. Получены 2 патента.

Соответствие диссертации паспорту научной специальности

Задачи и положения, выносимые на защиту диссертации, соответствуют формуле специальности 14.01.15 «Травматология и ортопедия». Результаты проведенного

исследования соответствуют специальности 14.01.15 пунктам 1, 3, 4 паспорта специальности «Травматология и ортопедия».

Объем и структура диссертации

Диссертация изложена на 363 страницах машинописного текста и включает введение, 10 глав собственных наблюдений, заключение, выводы, практические рекомендации и список литературы из 568 источников (84 отечественных и 484 зарубежных авторов). Работа иллюстрирована 174 рисунками и 45 таблицами.

Содержание диссертации

За период с февраля 2011 г. по ноябрь 2015 г. проведено наблюдение и лечение 2180 пациентов, у которых было выполнено 2590 операций первичной артропластики КС с послеоперационным наблюдением не менее 1 года; женщин было 1913 (73,8%), мужчин – 677 (26,2%).

Критериями включения пациентов в группы сравнения являлись случаи первичной артропластики КС различными типами эндопротезов. Критериями исключения являлись возникшие в анализируемый период случаи глубокой перипротезной инфекции, перипротезных переломов и другие ситуации, потребовавшие проведения ревизионных вмешательств.

Исследование состояло из 8 этапов, на каждом из которых стояли свои задачи. В процессе выполнения исследования многие вопросы изучались параллельно, не все этапы выполнялись хронологически последовательно, поэтому мы не вводили их нумерацию.

Всего в нашем исследовании были сформированы 24 группы пациентов. Поскольку сравнение групп между собой проводилось только в рамках одного этапа исследования, мы для упрощения восприятия материала применяли обновляющуюся нумерацию групп для каждого из этапов исследования (Таблица 1).

Таблица 1 – Этапы исследования и формируемые группы

Этап исследования	n	Группа (число больных)	Характеристика группы
Эпидемиология и этиология	2180 (2590)	-	Пациенты с ОА КС Эндопротезирование КС
Биомеханика КС	53	I (n=7)	Здоровый КС
		II (n=16)	ОА КС
		III (n=17)	Эндопротез CR
		IV (n=13)	Эндопротез PS

Численное конечно-элементное математическое моделирование	-	-	Здоровый КС, эндопротез CR, эндопротез PS (приложение 3-х типов заданных нагрузок)
Классификация ОА и костного дефекта	2180	-	Пациенты с ОА КС
СВЭиХТА и LM	2180	-	Пациенты диссертационного исследования
ТЭКС	2180 (2590)	I (n=1057)	Эндопротез CR, без СВЭиХТА (ретроспективное исследование)
		II (n=422)	Эндопротез PS, без СВЭиХТА (ретроспективное исследование)
		III (n=31)	Эндопротез VVC, без СВЭиХТА (ретроспективное исследование)
		IV (n=104)	Эндопротез CR, частичное применение СВЭиХТА
		V (n=24)	Эндопротез PS, частичное применение СВЭиХТА
		VI (n=2)	Эндопротез VVC, частичное применение СВЭиХТА
		VII (n=128)	Эндопротез CR, применение СВЭиХТА, без LM
		VIII (n=727)	Эндопротез CR, применение СВЭиХТА, применение LM
		IX (n=12)	Эндопротез PS, применение СВЭиХТА, без LM
		X (n=73)	Эндопротез PS, применение СВЭиХТА, применение LM
		XI (n=2)	Эндопротез VVC, применение СВЭиХТА, без LM
		XII (n=8)	Эндопротез VVC, применение СВЭиХТА, применение LM
Дренирование КС после артропластики	65	I (n=16)	Дренирование 2 толстыми трубками
		II (n=20)	Дренирование 1 толстой трубкой
		III (n=15)	Дренирование 1 тонкой трубкой
		IV (n=14)	Без дренирования
Реабилитация	130	I (n=25)	Стандартная реабилитационная программа, разработка движений в КС с 3-го дня
		II (n=25)	Стандартная реабилитационная программа с применением пассивной аппаратной двигательной терапии с 3-х суток

		после операции
	III (n=40)	Стандартная реабилитационная программа, разработка движений в КС сразу после операции
	IV (n=40)	Стандартная реабилитационная программа с применением пассивной аппаратной двигательной терапии сразу после операции

Хронологически этапы не были строго последовательными, но в целом сроки выполнения данного исследования отображают динамику научных суждений и эволюцию наших взглядов (Рисунок 1).

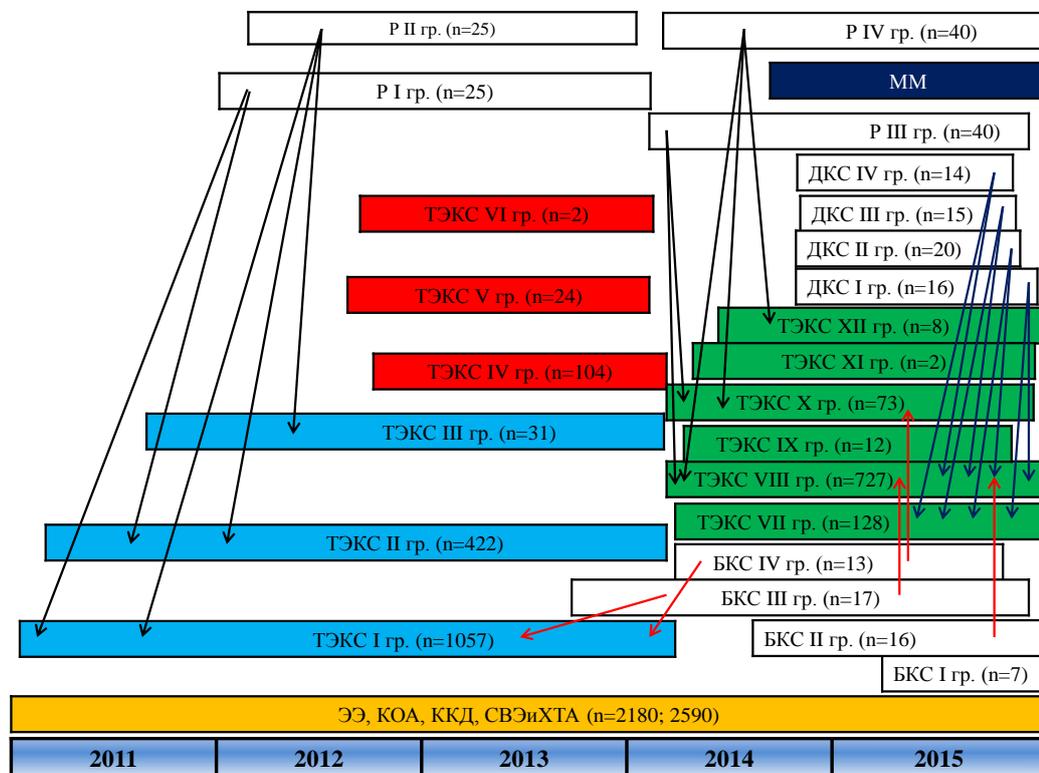


Рисунок 1 – Хронологическое формирование клинических групп: БКС – биомеханика КС; ДКС – дренирование КС; ККД – классификация костного дефекта; КОА – классификация ОА; ММ – математическое моделирование (обозначено синим цветом); ТЭКС – тотальное эндопротезирование КС (голубым цветом обозначены группы до применения СВЭиХТА; красным цветом – с частичным использованием СВЭиХТА; зеленым цветом – основные группы с полным использованием СВЭиХТА); Р – реабилитация; СВЭиХТА – система выбора эндопротеза и хирургической тактики артропластики; ЭЭ – эпидемиология и этиология; стрелками указан перекрест групп, одинаковые цвета относятся к одной части исследования; желтым цветом отмечена группа, которая имеет перекрест со всеми остальными группами

Общая характеристика клинического материала

Средний возраст оперированных составил 68,2 года (max – 87; min – 40; CO – 9,74; ДИ – 95%), что соизмеримо с данными других ведущих учреждений. Во всех группах преобладали женщины ($p < 0,05$). По этиологии ОА КС у 1654 (63,9%) пациентов был идиопатическим, у 588 (22,7%) – посттравматическим, у 348 (13,4%) – при системных заболеваниях (Рисунок 2).

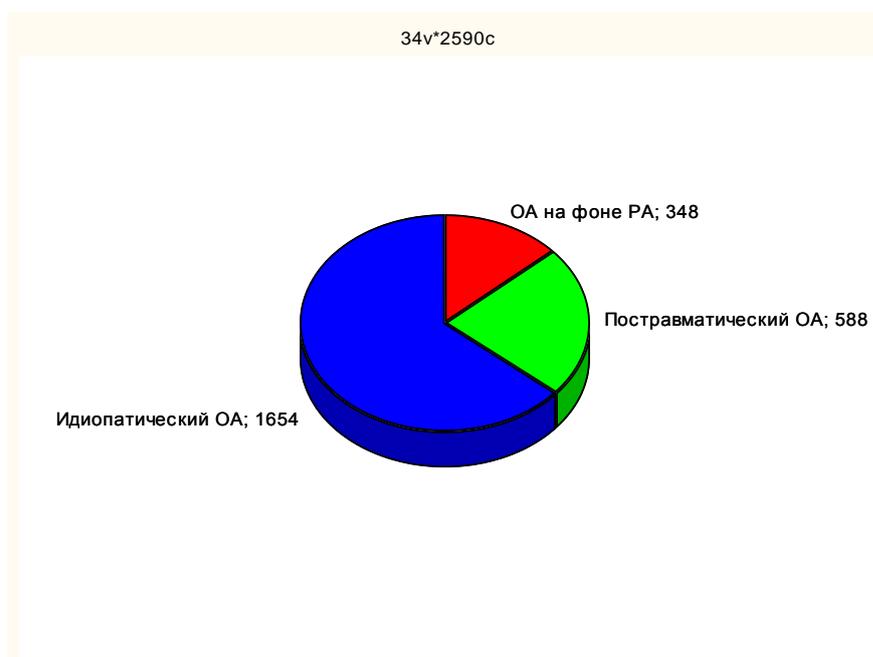


Рисунок 2 – Этиология ОА КС

Однако доля артритов на фоне системных заболеваний в 2013 г. по данным регистра артропластики РНИИТО им Р.Р. Вредена достигла 6,2%, в 2012 г. по данным регистра артропластики Англии и Уэльса она составила <1%, по данным Австралийского регистра артропластики – 1,6%, а за 1999–2012 гг. по данным Новозеландского регистра артропластики – 2,6%.

Следует отметить, что 2435 (94%) операций артропластики КС выполнены по каналу высокотехнологичной медицинской помощи. Оперативные вмешательства на КС перед его артропластикой были у 220 (8,5%) пациентов (Таблица 2).

Таблица 2 – Распределение операций на КС до артропластики

Операция	Количество операций		
	абс. (n)	% от всех перенесенных	% от количества артропластик
Резекция поврежденной части мениска	101	45,9	3,9

Вальгизирующая остеотомия большеберцовой кости	86	39,1	3,3
Аутопластика передней крестообразной связки	15	6,8	0,6
Остеосинтез внутрисуставных переломов бедренной и большеберцовой костей	12	5,4	0,5
Остеосинтез надколенника	5	2,3	0,2
Аутопластика задней крестообразной связки	1	0,5	0,04
Итого	220	100	8,5

Основной жалобой при госпитализации на эндопротезирование КС являлась боль (у 97,9% пациентов). Многие (86,0%) предъявляли жалобы на болезненный хруст и щелчки при движениях в КС. У 77,4% пациентов было ограничение амплитуды движений, у 76,4% – утренняя скованность, у 74,2% – ночные боли, у 34,8% – периодическая отечность КС. Кратковременная самоустраняемая блокада встречалась у 31,1% пациентов, неустойчивость при ходьбе – у 28%. При ходьбе 39,5% пациентов использовали трость, 2,8% – один костыль, 1,1% – два костыля, 0,5% – ходунки. приспособление. Из всех пациентов, госпитализированных для артропластики КС, у 52% ОА был двусторонний (Рисунок 3).

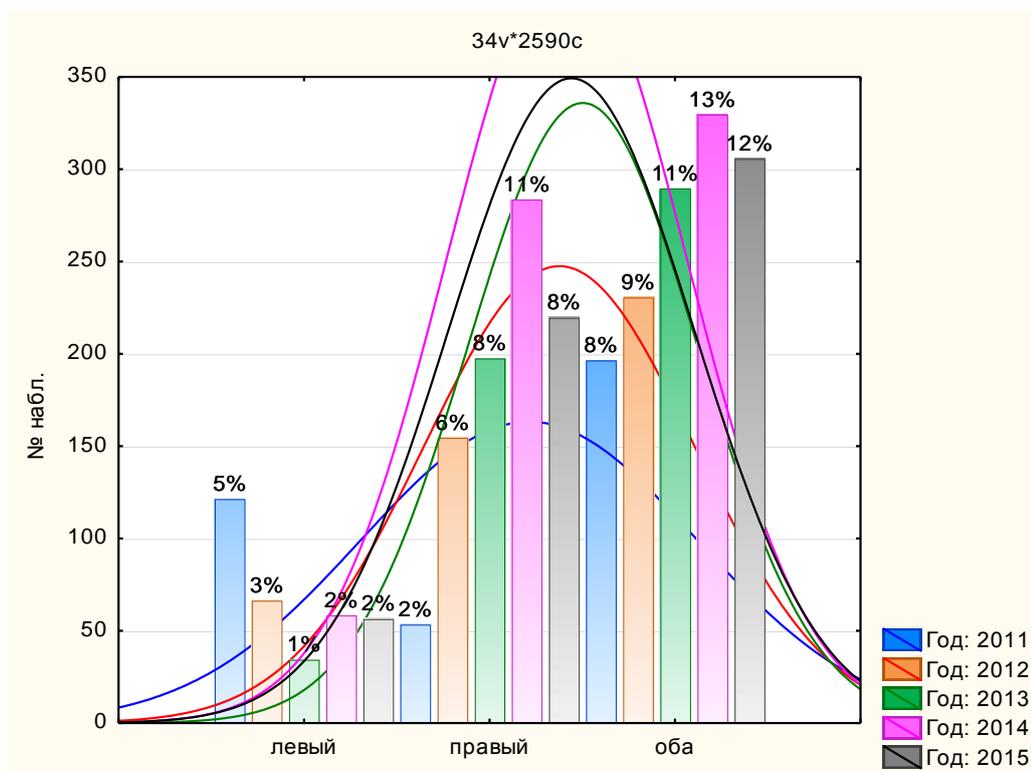


Рисунок 3 – Распределение пациентов, поступающих на артропластику КС с учетом стороны поражения ОА

В преобладающем большинстве случаев был поражен медиальный отдел КС ($W=0,64$; $p<0,05$) (Рисунок 4).

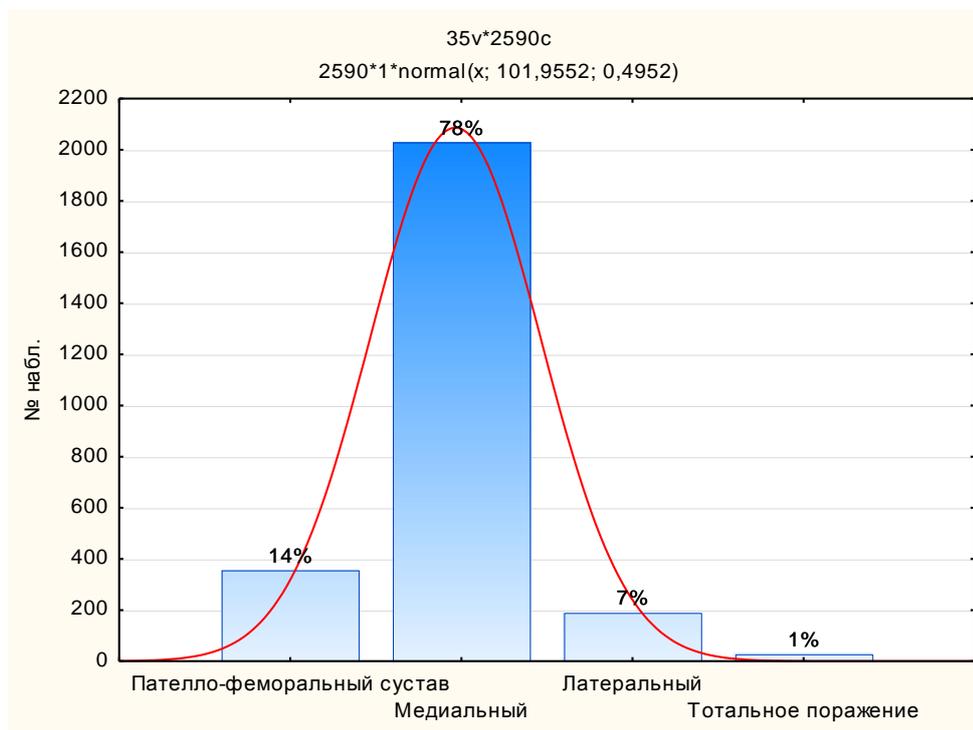


Рисунок 4 – Локализация преимущественного поражения ОА

При первичном эндопротезировании КС видна отчетливая тенденция к увеличению пациентов с ИМТ $>30,0\text{кг/м}^2$ (Таблица 3). Эти показатели были сравнимы с таковыми в других ведущих учреждениях России, однако существенно отличались от данных шведского регистра (в Швеции пациентов с ожирением при планируемой артропластике КС значительно меньше).

Таблица 3 – Распределение пациентов по ИМТ при первичной артропластике КС

ИМТ, кг/м ²	2011 г.		2012 г.		2013 г.		2014 г.		2015 г.	
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
≤24,9	68	18,4	94	20,9	73	14	80	11,9	59	10,2
25–29,9	129	34,9	144	32	176	33,8	212	31,6	182	31,4
30–34,9	67	18,1	82	18,2	95	18,3	139	20,7	122	21
35–39,9	88	23,8	107	23,8	144	27,7	184	27,5	164	28,3
≥40	18	4,8	23	5,1	32	6,2	55	8,3	53	9,1
W	0,84	0,84	0,85	0,85	0,84	0,84	0,86	0,86	0,86	0,86
p	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Итого	370	100	450	100	520	100	670	100	580	100

У пациентов ретроспективных групп преобладал ОА III стадии (69,1%), в проспективных группах II стадия была у 432 (40%), IIIA стадия – у 360 (33,3%), IIIB стадия – у 288 (26,7%).

В 1560 (60,2%) случаях встречалась варусная деформация КС: 1 степени – у 1152 (73,8%), 2 степени – у 250 (16,1%), 3 степени – у 158 (10,1%); в 663 (25,6%) наблюдениях была вальгусная деформация: 1 степени – у 537 (80,9%), 2 степени – у 69 (10,5%), 3 степени – у 57 (8,6%). В проспективных группах сгибательная контрактура встретилась у 164 (15,2%) пациентов: 1 степени – у 112 (68,3%), 2 степени – у 34 (20,8%), 3 степени – у 18 (10,9%); разгибательная контрактура – у 495 (45,8%) больных: 1 степени – у 367 (74,1%), 2 степени – у 88 (17,8%), 3 степени – у 40 (8,1%); смешанная контрактура отмечена у 307 (28,4%) больных; рекурвация – у 68 (6,3%).

Биомеханика коленного сустава

На данном этапе при помощи аппарата Toshiba Aquilion ONE 640 осуществлен анализ биомеханики 53 КС при сгибании у 51 пациента. Мужчин среди обследованных было 16 (30,2%), женщин – 37 (69,8%), большинство пациентов (81,1%) были в возрасте от 40 до 65 лет, у 83% рост определялся в пределах от 155 до 175 см ($d=0,087$; $0,078$; $p>0,2$).

Пациенты были разделены на четыре группы (Таблица 4).

Таблица 4 – Распределение пациентов по группам

Группа	Описание	Количество наблюдений	
		абс. (n)	%
I	Пациенты со здоровым КС	7	13,2
II	Пациенты со остеоартрозом КС	16	30,2
III	Пациенты, перенесшие артропластику КС эндопротезом CR	17	32,1
IV	Пациенты, перенесшие артропластику КС эндопротезом PS	13	24,5
Итого		53	100

На любом этапе сгибания коленного сустава происходит взаимное скольжение и вращение бедренной и большеберцовой костей при сохранении его тенсегрированности, обеспеченной изометрией связочных структур (Рисунок 5).

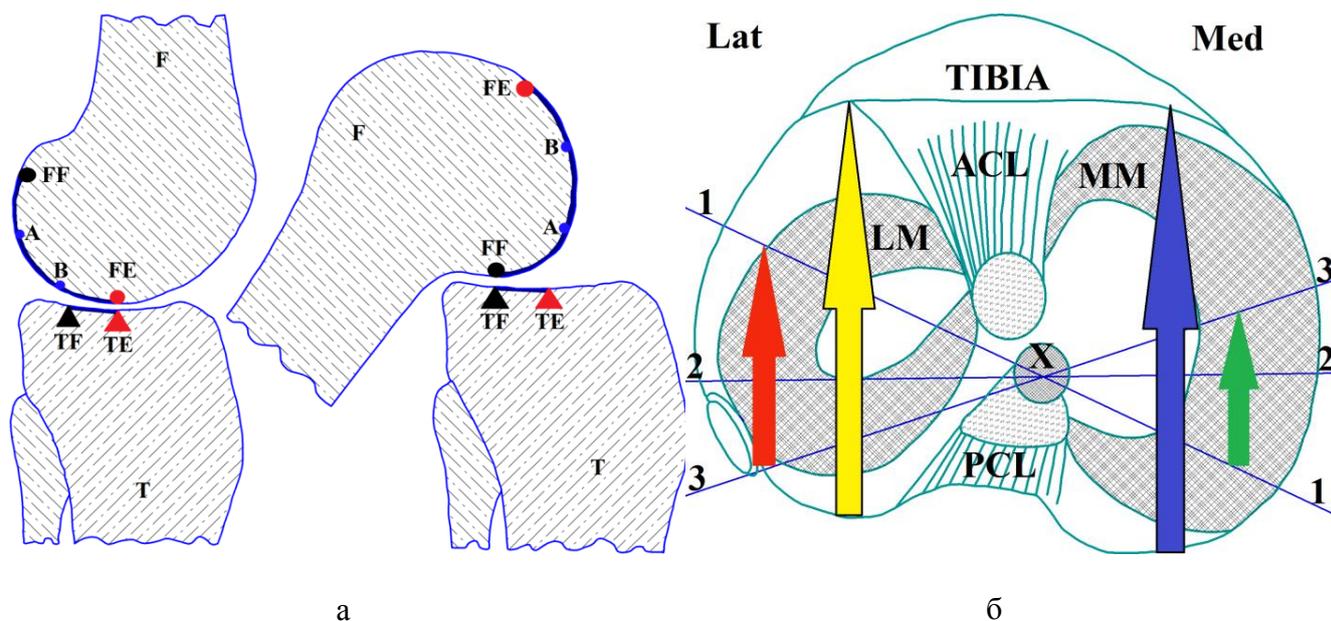


Рисунок 5 – Схематичное изображение КС: а – полное разгибание и сгибание КС (F – бедренная кость; T – большеберцовая кость); б – схематичное изображение плато большеберцовой кости слева (Lat – наружный отдел; Med – внутренний отдел; LM – наружный мениск; MM – внутренний мениск; X – перекрест крестообразных связок)

Нами исследована дистанция бедренной кости (FF-FE), дистанция большеберцовой кости (TF-TE: красная и зеленая стрелка), а также переднезаднюю длину мышечков или величину большеберцового компонента (синяя и желтая стрелки).

В I группе во внутреннем отделе преимущественно происходит фронтальное вращение, скольжение составляет 19,3% переднезаднего размера, в наружном отделе оно составляет 60,8% переднезаднего размера, т.е. в I группе скольжение в наружном отделе в 3,2 раза превышает переднезаднее смещение во внутреннем. Во II группе нами отмечены снижение скольжения в наружном отделе КС в 1,63 раза и сохранение величины переднезаднего смещения во внутреннем компартменте по сравнению с показателями в I группе, хотя во II группе у 68,8% пациентов диагностирован ОА преимущественно медиальных отделов. Кроме того, мы определили большую вариабельность биомеханики у пациентов II группы по сравнению с первой. В III группе мы обнаружили снижение скольжения в МО в 1,4 раза и в ЛО – в 1,5 раза по сравнению с таковым в I группе. Соотношение переднезаднего смещения в наружном и внутреннем отделах КС составило 1:2,9 (Таблица 5, Рисунок 6).

Таблица 5 – Сравнение биомеханики наружного и внутреннего отделов КС в группах

Группа	μ ЛО/ μ МО, %	Критерий Фишера	t-критерий	p дисп.	p
I	60,80/19,29	1,48	49,86	0,65	<0,0001
II	37,33/19,21	13,91	9,96	0,000007	<0,05
III	39,39/13,49	4,77	27,57	0,0033	<0,05
IV	12,89/13,09	1,04	-0,46	0,94	0,65

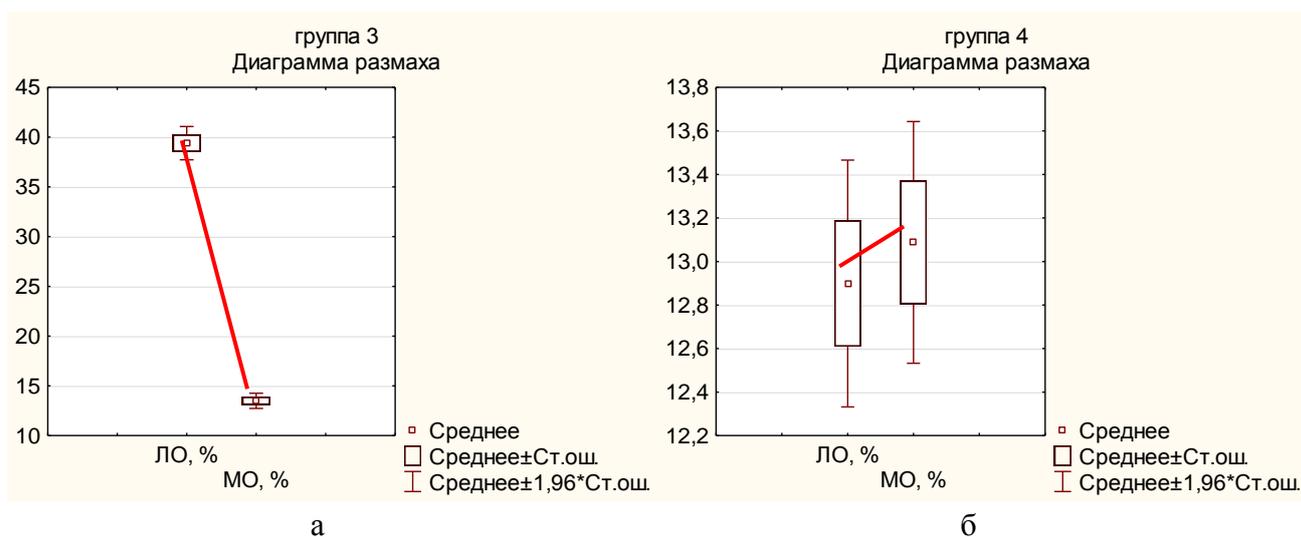


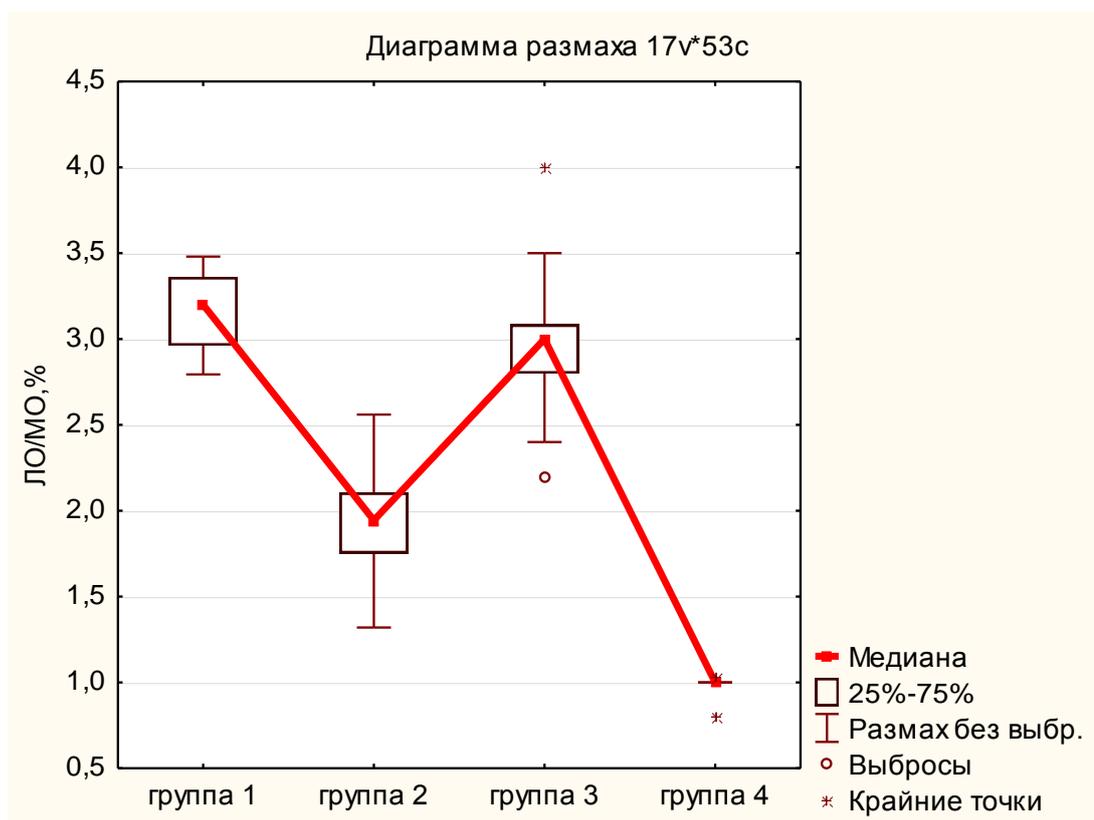
Рисунок 6 – Биомеханика наружного и внутреннего отделов КС III группы (а) и IV группы (б)

Анализируя группы между собой, мы обнаружили схожие показатели биомеханики в I и III группах (Таблица 6).

Таблица 6 – Сравнение результатов в группах

Сравниваемые группы	μ ЛО/МО vs μ ЛО/МО	Критерий Фишера	t-критерий	p дисп.	p
I гр. vs II гр.	3,15/1,94	1,75	9,15	0,50	<0,0001
I гр. vs III гр.	3,15/2,96	3,33	1,18	0,14	0,25
I гр. vs IV гр.	3,15/0,99	17,42	32,08	<0,0001	<0,0001
II гр. vs III гр.	1,94/2,96	1,90	-7,66	0,22	<0,0001
II гр. vs IV гр.	1,94/0,99	30,56	10,78	<0,0001	<0,0001
III гр. vs IV гр.	2,96/0,99	58,09	16,22	<0,0001	<0,0001

Достоверно доказано, что эндопротез с сохранением задней крестообразной связки максимально точно воспроизводит биомеханику здорового КС, а эндопротез с замещением задней крестообразной связки конструктивно уравнивает соотношение скольжения и вращения в обоих компартментах (Рисунок 7).



Научно доказанная биомеханика здорового КС и кинематика движения при различных типах эндопротезов послужили основой для дальнейшей научной работы в этом направлении.

Математическое моделирование напряжений в коленном суставе до и после артропластики эндопротезами различных типов

Одним из этапов теоретического научного познания являются моделирование и проведение мысленного эксперимента. Численное конечно-элементное математическое моделирование было выполнено фирмой «Неха», обладающей самым богатым опытом математического моделирования в медицине. Мы создали 3 математические модели нижней конечности: при здоровом КС и в случаях применения эндопротеза с сохранением и замещением задней крестообразной связки (применяли эндопротез фирмы DePuy P.F.C. Sigma – CR и PS) (Рисунок 8).

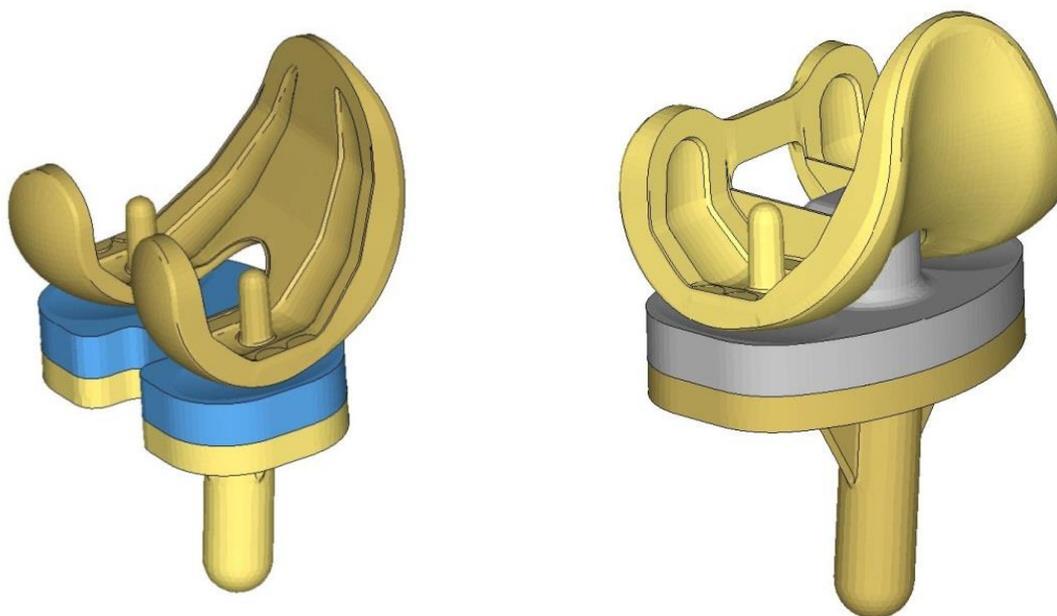


Рисунок 8 – Математическая модель эндопротеза: с сохранением задней крестообразной связки (слева); с замещением задней крестообразной связки (справа)

На данном этапе работы мы впервые с помощью математического моделирования определили распределение напряжений, возникающих в КС, подлежащей к эндопротезу кости, а также связочном аппарате, и сравнили их между собой. Нагрузку производили на головку бедренной кости (80 кг) и оценивали 3 положения нижней конечности: полное разгибание, сгибание до угла 45° и 90° . На основе сопоставления результатов моделирования можно составить представление о перегрузках костных и мягко-тканых структур у конкретного пациента (Рисунок 9, Рисунок 10, Рисунок 11).

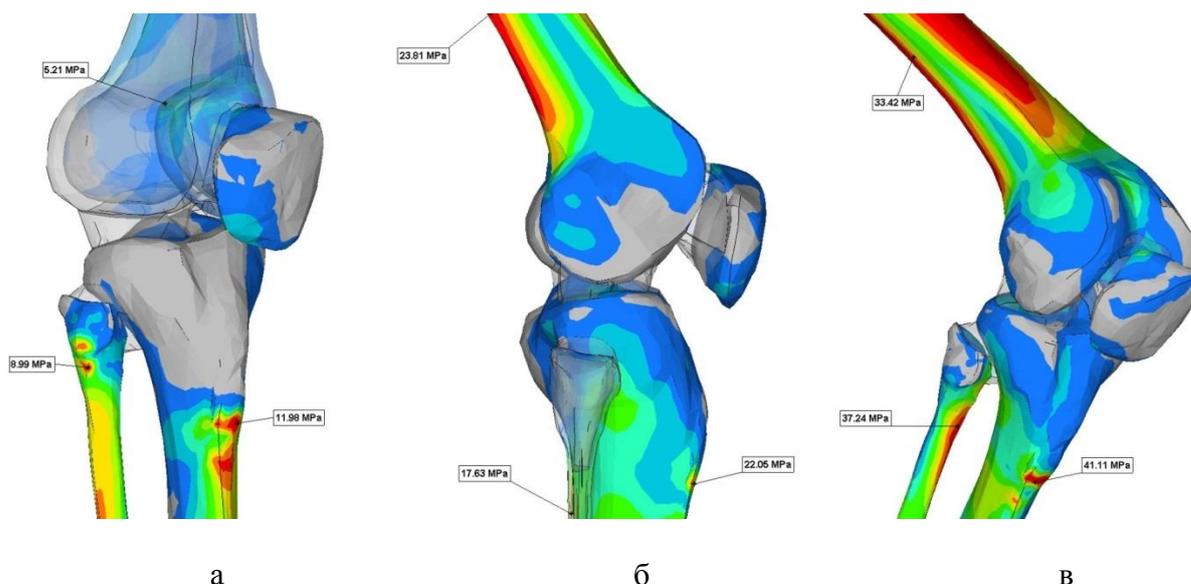


Рисунок 9 – Эквивалентные напряжения в костной ткани здорового коленного сустава: а – расчетный случай №1; б – расчетный случай №2; в – расчетный случай №3

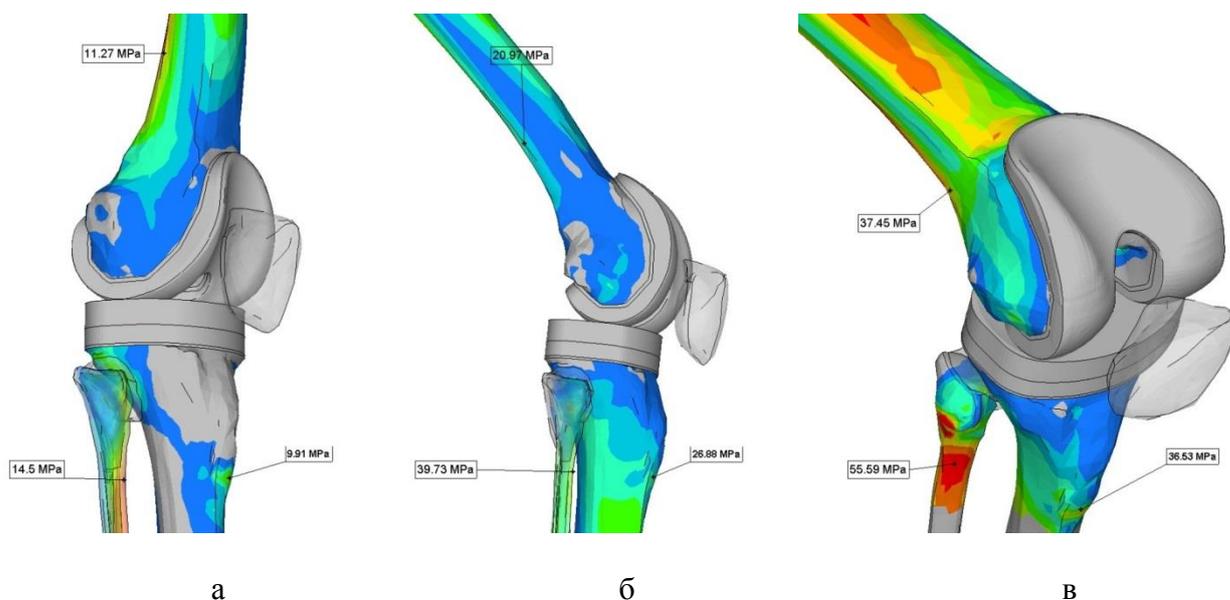


Рисунок 10 – Эквивалентные напряжения в костной ткани после артропластики коленного сустава эндопротезом с сохранением задней крестообразной связки: а – расчетный случай №1; б – расчетный случай №2; в – расчетный случай №3

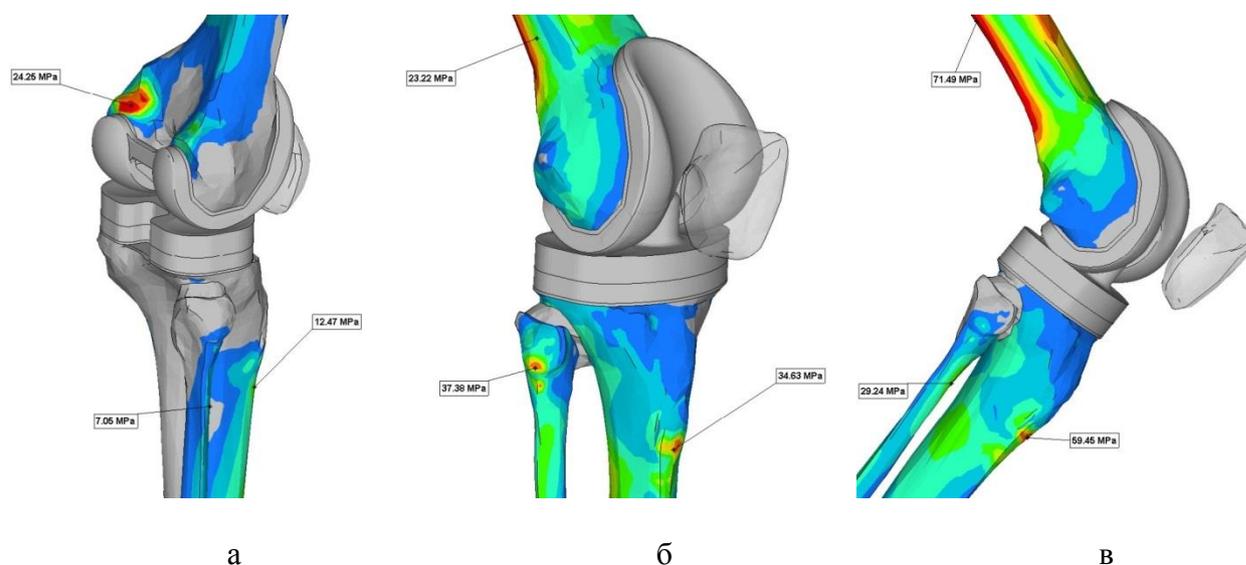


Рисунок 11 – Эквивалентные напряжения в костной ткани после артропластики коленного сустава эндопротезом с замещением задней крестообразной связки: а – расчетный случай №1; б – расчетный случай №2; в – расчетный случай №3

Мы выяснили, что в здоровом КС при сгибании 0° напряжение в большеберцовой кости в 2,29 раза выше, чем в бедренной кости, а при сгибании КС напряжение в костной ткани увеличивается, причем больше – в бедренной кости. В результате численного конечно-элементного математического моделирования нами достоверно определено, что при использовании эндопротеза PS по сравнению с эндопротезом CR напряжение в костной ткани выше при всех углах сгибания, а именно: в бедренной кости выше в 2,24 раза при угле сгибания 0° , в 1,11 раза – при угле сгибания 45° , в 1,91 раза – при угле сгибания 90° , а в

большеберцовой кости выше в 1,26 раза при угле сгибания 0°, в 1,28 раза – при угле сгибания 45°, в 1,63 раза – при угле сгибания 90°. Эквивалентные напряжения в БК и ТК выше у эндопротеза PS при всех углах сгибания. Распределение напряжения в полиэтиленовом вкладыше при использовании эндопротеза PS оказались ниже, чем эндопротеза CR, что мы связываем с увеличением поверхности контакта компонентов в случае эндопротеза с замещением задней крестообразной связки.

Система выбора эндопротеза и тактики артропластики

В процессе хирургической практики мы выяснили, что диагноз ОА КС врачи разных специальностей трактуют по различным классификациям, используя и степени, и стадии патологического процесса. При этом классификация костного дефекта при первичной артропластике в отечественной и зарубежной литературе отсутствует. Имеющийся диагноз никоим образом не структурирует дегенеративно-дистрофическое заболевание КС и тем более не несет полезной информации о дальнейшей тактике лечения.

На 4-м этапе нашей работы мы усовершенствовали клинико-рентгенологическую классификацию Н.С. Косинской, разделив III стадию на 2 (ША и ШВ), предложили классификацию костного дефекта при артропластике КС. К этому нас побудило то, что большинство врачей для структурирования костного дефекта применяют классификацию AORI, однако при таком подходе, по нашим данным, из 181 дефекта только 3 (1,66%) были II и III типов. Посчитав эту классификацию неподходящей для разделения дефектов костной ткани при первичном эндопротезировании КС, мы предложили разделять костный дефект по стороне поражения, площади и глубине вовлечения в патологический процесс (Таблица 7).

Таблица 7 – Предлагаемая классификация дефектов костной ткани при первичном эндопротезировании КС

Дефект кости		Сторона поражения		Степень поражения			
				Площадь		Глубина, мм	
F	Бедренная кость	L	Наружный отдел	I	1/3 мыщелка	A	5
				II	½ мыщелка	B	6–10
T	Большеберцовая кость	M	Внутренний отдел	III	Весь мыщелок	C	>10

В соответствии с предложенной нами классификацией, из 181 пациента дефект IA типа был у 106 (58,5%), IB типа – у 39 (21,5%), IC – у 7 (3,8%), IIА – у 16 (8,9%), IIВ – у 8 (4,4%), IC – у 1 (0,6%), IIIА – у 2 (1,1%), IIIВ – у 1 (0,6%), IIIС – у 1 (0,6%).

Данные, полученные на 2-м и 3-м этапах нашей работы, а также предложенные классификации ОА и костного дефекта легли в основу сформированной системы выбора эндопротеза и хирургической тактики артропластики.

На пятом этапе мы создали 9 алгоритмов работы на связочном аппарате КС, позволяющих добиться симметричных и равномерных сгибательного и разгибательного промежутков (Таблица 8). Созданный алгоритм основан на тенсегрированности КС при разных фазах его сгибания. Каждый алгоритм описывает последовательность работы на костных и связочных структурах для достижения адекватного баланса при эндопротезировании КС.

Таблица 8 – Алгоритм работы на связочном аппарате КС (цифрой указан номер алгоритма)

	Туго в медиальном отделе		Туго в латеральном отделе		Туго в обоих отделах	
Сгибание	1	SMCLAF; DMCL	2	LCL; TPM	7	+задний опил бедренной кости; ↓ БК с ↑ вкладыша; ↑ максимально возможный наклон плато релиз PCL; резекция PCL (эндопротез PS)
Разгибание	3	DMCL; SMCLPF; TSM; PC в медиальном отделе; PAL	4	ITB; PC в латеральном отделе	8	+дистальный опил бедренной кости; выполнить 3 и 4 пункты
Сгибание и разгибание	5	DMCL; SMCLAF; SMCLPF; TSM; PC в медиальном отделе; PAL	6	LCL; TPM; ITB; PC в латеральном отделе	9	+опил плато большеберцовой кости; +все опилы на бедре

Итогом предыдущей ступени нашей работы стала предложенная система выбора эндопротеза, включающая 4 этапа (Рисунок 12).

Основой системы является правильное планирование артропластики с учетом рентгенограмм, телерентгенограмм или топограмм всей нижней конечности, на которых мы

можем определить индивидуальные особенности пациента, механическую ось конечности, анатомическую ось бедренной и большеберцовой кости, угол вальгусного отклонения оси бедренной кости, экстраартикулярные деформации бедренной и большеберцовой костей и другие параметры.



III этап – степень деформации и контрактуры





IV этап – тип костного дефекта

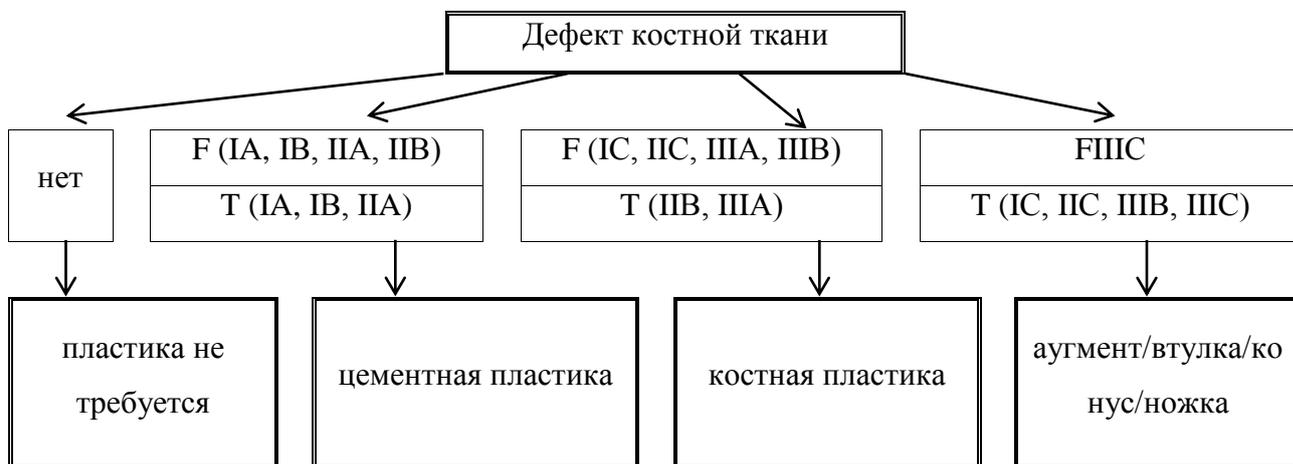


Рисунок 12 – Система выбора эндопротеза и хирургической тактики артропластики: К0 – без контрактуры; БНКС – боковая нестабильность КС (во фронтальной плоскости); ПЗНКС – переднезадняя нестабильность КС (в сагиттальной плоскости); РК – разгибательная контрактура; CMK – смешанная контрактура; СК – сгибательная контрактура; CR/PS, CR/PS/VVC – возможная интраоперационная конверсия типа связанности эндопротеза; F – бедренная кость; T – большеберцовой кость; VAL – вальгусная деформация; VAR – варусная деформация (арабскими цифрами отмечена степень контрактуры или деформации; номер алгоритма – см. табл. 8)

Данную систему мы постепенно начали применять с конца 2013 г. Каждого пациента, кому планировалось эндопротезирование КС, мы обследовали по описанной системе. На I этапе определяли стадию развития дегенеративно-дистрофического заболевания по предложенной нами классификации. На II этапе с учетом клинической оценки состояния КС предполагали тип связанности эндопротеза. По нашим данным, из 950 пациентов, которым применяли СВЭиХТА, только у 32 (3,37%) потребовалась интраоперационная конверсия в сторону более связанного эндопротеза. Данная ситуация возникала, когда на операции мы обнаруживали функциональный дефицит связки или с предполагаемым эндопротезом не получали должной стабильности сустава. На III этапе определяли хирургическую технику оперативного пособия, вариант предполагаемого мягкотканного релиза, учитывая функциональное состояние КС. На IV этапе устанавливали необходимый объем компенсации имеющегося костного дефекта. У хирурга в процессе операции должны быть все размеры компонентов эндопротеза, а также при необходимости возможность перехода на эндопротез большей связанности.

Сравнение результатов артропластики коленного сустава в группах

Все обследованные были разделены на 12 групп в зависимости от типа применяемого эндопротеза, особенностей планирования и тактики артропластики (Таблица 9).

Таблица 9 – Распределение пациентов по группам

Группы пациентов с ТЭКС											
Ретроспективные			Перспективные								
			Частичное применение СВЭиХТА			Полное применение СВЭиХТА					
контроль			контроль			основные группы					
CR	PS	VVC	CR	PS	VVC	CR		PS		VVC	
I	II	III	IV	V	VI	<LM	>LM	<LM	>LM	<LM	>LM
число больных											
1057	422	31	104	24	2	128	727	12	73	2	8
1510			130			855		85		10	
						950					
1080											
Итого: 2590 наблюдений ТЭКС											

В 2016 (77,8%) наблюдениях был применен эндопротез CR (I, IV, VII, VIII группы), в 531 (20,5%) – эндопротез PS (II, V, IX, X группы), в 43 (1,7%) – эндопротез VVC (III, VI, XI, XII группы) ($p < 0,05$). В преобладающем большинстве случаев операция артропластики проходила без использования навигации и пневматического турникета. Навигация использовалась в 34 (1,3%) наблюдениях (пациенты I, II, IV, VIII групп), а пневматический турникет – в 522 (20,2%) случаях (пациенты VII, VIII, IX, X групп). Одномоментное замещение суставной поверхности надколенника при первичном эндопротезировании КС осуществлено в 79 (3,1%) случаях, остальным пациентам была выполнена контурная пластика надколенника с краевой адаптирующей резекцией экзостозов и периферическая денервация.

Обращает на себя внимание, что эндопротез фирмы Zimmer был применен в 1126 (43,5%) случаях (NexGen CR – в 817 наблюдениях, NexGen LPS – в 266, NexGen LCCK – в 43); эндопротез фирмы DePuy использован у 1009 (38,9%) пациентов (Sigma CR – у 637, Sigma PS – у 216, Sigma All Poly Tibia CR – у 156); эндопротез Genesis II фирмы Smith&Nephew нами применен в 342 (13,2%) случаях (CR – в 304, PS – в 38); эндопротез AGC V2 фирмы Biomet использован у 23 (0,9%) пациентов (CR – у 16, PS – у 7); эндопротез ACS фирмы ImplantCast – у 90 (3,5%) больных (CR – у 86, PS – у 4).

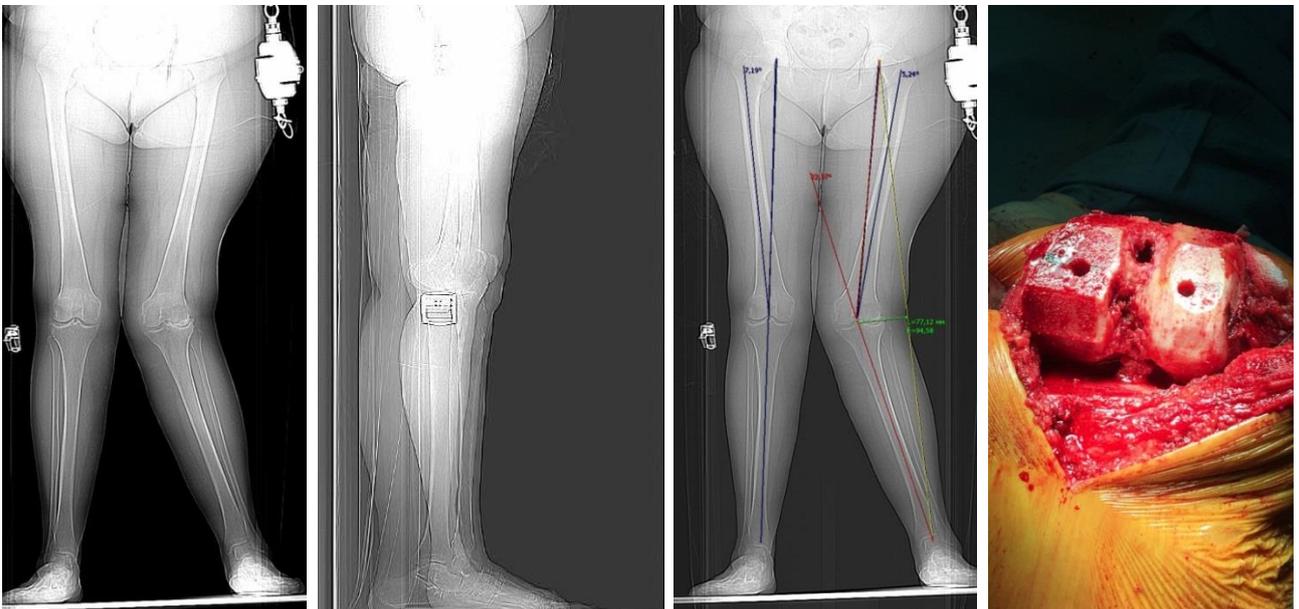
Сравнение результатов артропластики КС проводили по ВАШ для пациентов проспективных групп, по шкалам KSS и WOMAC – через 6 и 12 мес. – для всех пациентов. Кроме того, мы сравнивали сроки снятия швов и длительность стационарного лечения. В оценке объективных результатов не принимал участие 121 (4,7%) пациент вследствие выбывания из исследования.

Клиническое применение СВЭиХТА при эндопротезировании КС иллюстрирует наблюдение, представленное ниже (Рисунок 13, Рисунок 14, Рисунок 15, Рисунок 16, Рисунок 17, Рисунок 18).



а б в г

Рисунок 13 – Данные исследования пациентки П., 67 лет (VIII группа ТЭКС); госпитализирована с диагнозом: ОА левого КС IIIA стадии, вальгусная деформация 3 степени, рекурвация 10° , дефект FLIIB типа, болевой синдром: а, б – рентгенограммы при поступлении; в, г – проведение топографии нижних конечностей с нагрузкой (получен патент на изобретение №2651056 от 18.04.2018 г. «Способ предоперационного планирования хирургического лечения у пациентов с сочетанной патологией тазобедренных, коленных суставов и поясничного отдела позвоночника»)



а б в г

Рисунок 14 – То же наблюдение: а, б – результаты топографии нижних конечностей с нагрузкой; в – определение углов по топографии; механическая ось правой нижней конечности отмечена синим цветом (MAD=1 мм, VCA=7,19°); левой – желтым цветом (MAD= - 77,12 мм, VCA=5,24°, угол вальгусной деформации составляет 22,57°); г – интраоперационный дефект наружного мыщелка бедренной кости после проведения опилов в необходимой плоскости



а

б

в

г

Рисунок 15 – То же наблюдение: а, б – рентгенограммы после артропластики эндопротезом CR (Biomet AGC); в – вид послеоперационной раны в 1-е сутки после операции; г – на 5-е сутки



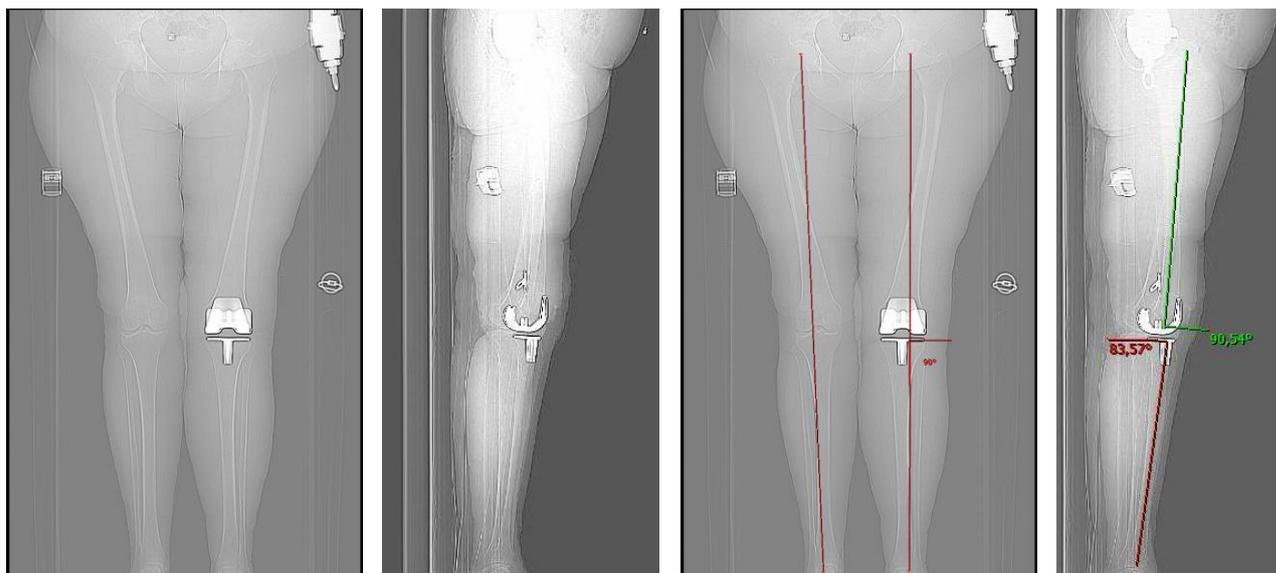
а

б

в

г

Рисунок 16 – То же наблюдение: а – снятие швов на 14-е сутки после операции; б – г – проведение топографии с нагрузкой после операции («Устройство для функциональной лучевой диагностики стоп» (патент на полезную модель №167394 от 10 января 2017 года; авторы – Кавалерский Г.М., Бобров Д.С., Слияков Л.Ю., Терновой К.С., позволяющее осуществить осевую нагрузку в горизонтальном положении)



а

б

в

г

Рисунок 17 – Пациентка П., 67 лет, VIII группа ТЭКС: а, б – топография с нагрузкой после артропластики; в, г – проведение измерений по результатам топографии (красным цветом отмечены механические оси конечностей, MAD слева и справа = 1 мм, МРТА=90°, РРТА=83,57°, справа VCA=7,08°, слева VCA=6,89°, опил бедренной кости под углом 90,54° к механической оси конечности)



а

б

в

г

д

Рисунок 18 – То же наблюдение. Осмотр через 1 год после операции: а – в – внешний вид пациентки; г, д – рентгенограммы левого КС. Жалоб со стороны оперированного сустава нет. По шкале KSS – 92 балла, по шкале WOMAC – 5 баллов

Во время проведения артропластики КС зачастую требуется проведение мягкотканного релиза с целью получения симметричных и одинаковых промежутков. Нами предложен инструмент, который отличается от обычного скальпеля рабочей частью: имеет

двустороннюю заточку с 3 режущими кромками (патент на полезную модель №165826 от 14.10.2016 г. «Инвазивный хирургический инструмент для рассечения фасций при проведении ортопедических операций») (Рисунок 19).

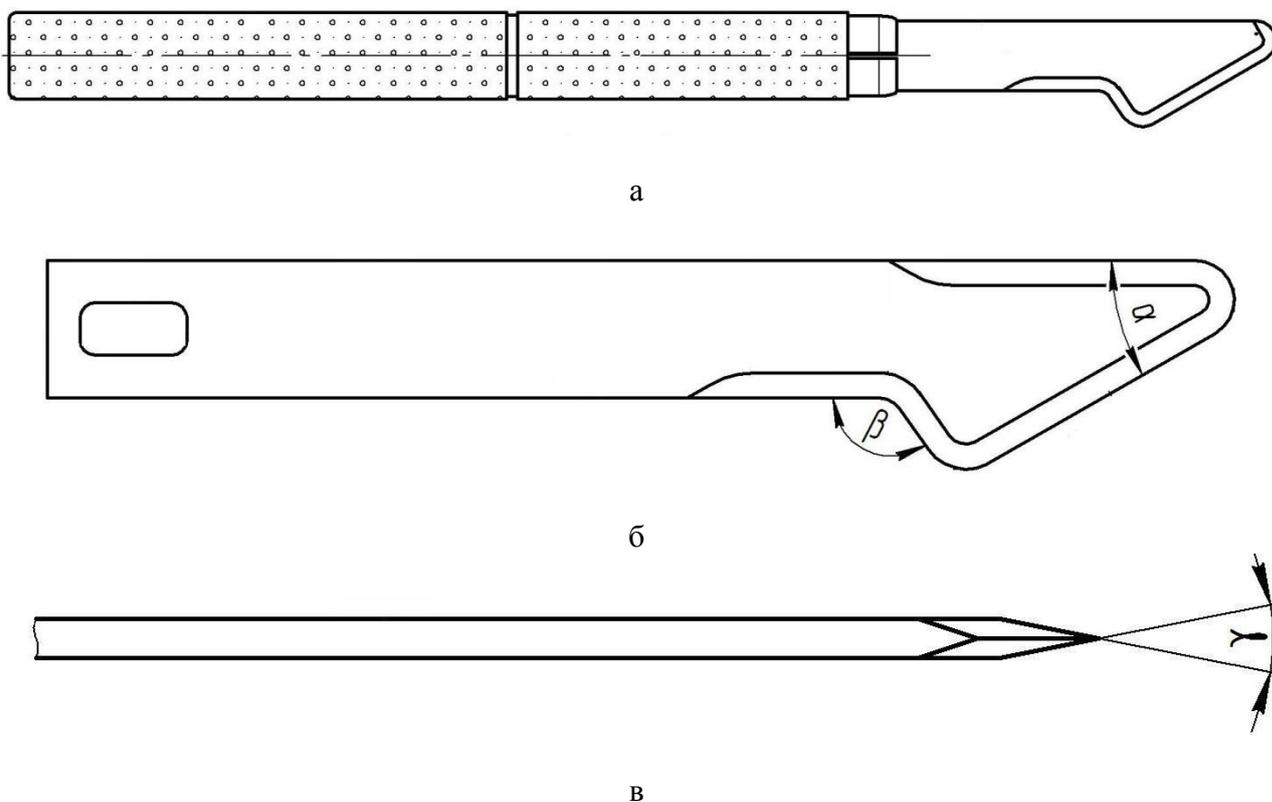


Рисунок 19 – Инвазивный хирургический инструмент для рассечения фасций при проведении ортопедических операций: а – внешний вид; б – рабочая часть (угол $\alpha=35-45^\circ$, $\beta=125-130^\circ$); в – режущая кромка в виде двустороннего лезвия с углом 60° между сторонами

Краевой некроз мягких тканей возник в 16 наблюдениях (1,5% от всех пациентов проспективных групп, участвовавших в сравнении), лигатурные свищи – у 31 (2,9%) пациента. Во всех случаях была выполнена операция иссечения свища, не повлиявшая на результаты сравнения групп между собой. Боли в переднем отделе КС после эндопротезирования возникли в сроки от 3 до 8 мес. у 12 (0,5%) пациентов, которым замещение суставной поверхности надколенника во время первичной артропластики не проводилось. Во всех случаях было выполнено эндопротезирование суставной поверхности надколенника. У этих пациентов результат оценивали через 6 и 12 мес. после повторной операции. У 1 (0,04%) пациентки возникло разобщение между компонентами. Через 2 года после артропластики в результате травмы произошел вывих голени, потребовавший ревизионного эндопротезирования. Пациентка после артропластики до травмы не наблюдалась и выбыла из исследования. У 3 (0,12%) пациентов после артропластики КС в

сроки от 2 до 3 дней была выполнена артроскопическая санация оперированного сустава с целью удаления остатка дренажной трубки.

Сроки стационарного лечения во всех группах характеризовались нормальным распределением ($p < 0,05$). Так, в I группе среднее время стационарного лечения составило $13,1 \pm 3,95$ дня, во II – $12,9 \pm 4,05$ дня, в III – $12,2 \pm 3,96$ дня, в IV – $13,1 \pm 3,89$ дня, в V – $15,3 \pm 3,89$ дня, в VI – $12,1 \pm 2,82$ дня, в VII – $12,4 \pm 3,96$ дня, в VIII – $12,9 \pm 4,03$ дня, в IX – $11,83 \pm 4,59$ дня, в X – $13,3 \pm 4,17$ дня, в XI – $14,1 \pm 1,41$ дня, в XII – $13,5 \pm 5,55$ дня.

Распределение данных по срокам снятия швов было нормальным только в III, V, IX и XII группах ($p > 0,05$), а в целом среднее время снятия швов в I группе составило $14,88 \pm 1,73$ дня, во II – $14,95 \pm 1,82$ дня, в III – $14,77 \pm 1,65$ дня, в IV – $14,68 \pm 1,68$ дня, в V – $14,95 \pm 1,61$ дня, в VI – $18,5 \pm 0,71$ дня, в VII – $14,92 \pm 1,74$ дня, в VIII – $14,86 \pm 1,71$ дня, в IX – $14,5 \pm 1,38$ дня, в X – $14,76 \pm 1,63$ дня, в XI – $16 \pm 2,83$ дня, в XII – $16,13 \pm 1,81$ дня.

Достоверность различий в длительности стационарного лечения была отмечена между I и V группами ($p = 0,007$), I и VII ($p = 0,029$), II и V ($p = 0,0049$), III и V ($p = 0,0056$), IV и V ($p = 0,015$), V и VII ($p = 0,00098$), V и VIII ($p = 0,0044$), V и IX ($p = 0,01$) и V и X ($p = 0,03$) группами. Сроки снятия швов достоверно различались между I и VI группами ($p = 0,028$), II и VI ($p = 0,03$), III и VI ($p = 0,032$), IV и VI ($p = 0,027$), IV и XII ($p = 0,033$), V и VI ($p = 0,04$), VI и VII ($p = 0,03$), VI и VIII ($p = 0,028$), VI и IX ($p = 0,035$), VI и X ($p = 0,029$), VIII и XII ($p = 0,048$), X и XII ($p = 0,043$) группами, что показывает более длительное заживление раны у пациентов с применением для артропластики связанного эндопротеза. Уровень болевого синдрома по ВАШ на 5-е сутки после артропластики оценивали только в проспективных группах, при этом достоверной разницы между группами не получено.

Достоверная разница в функциональном результате после артропластики КС по шкалам KSS и WOMAC отмечена во все периоды наблюдения между всеми группами, кроме I и IV, I и VI, I и XI, II и III, II и V, II и VI, II и XI, II и XII, III и V, III и VI, IV и VI, IV и XI, V и VI, V и XI, V и XII, VII и IX, VII и X, VIII и IX группами. Обращает на себя внимание одинаковый функциональный результат при использовании связанных эндопротезов на разных этапах (III и VI, III и XI, III и XII, VI и XI, VI и XII, XI и XII).

Нами определено достоверное преимущество применения СВЭиХТА при использовании эндопротезов CR и PS, однако эта система не влияет на функциональный результат при применении эндопротеза VVC ($p < 0,05$) (Рисунок 20, Рисунок 21).

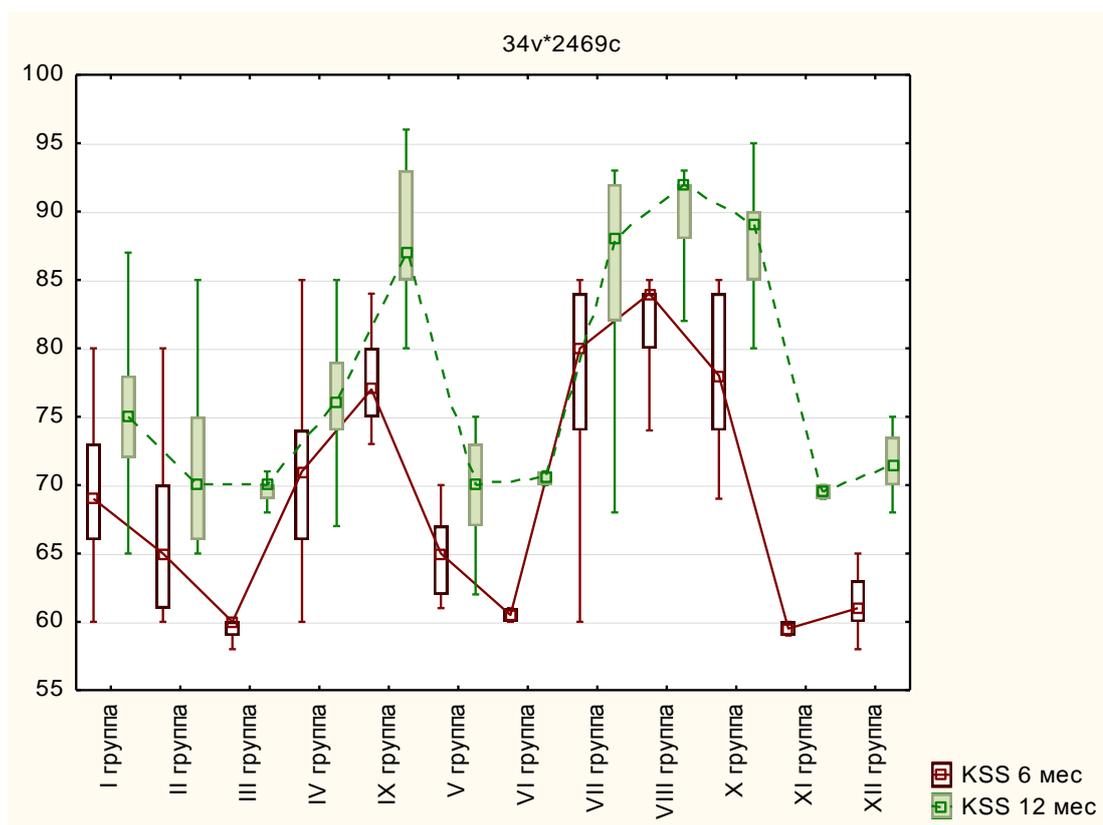


Рисунок 20 – Оценка по шкале KSS в группах (баллы)

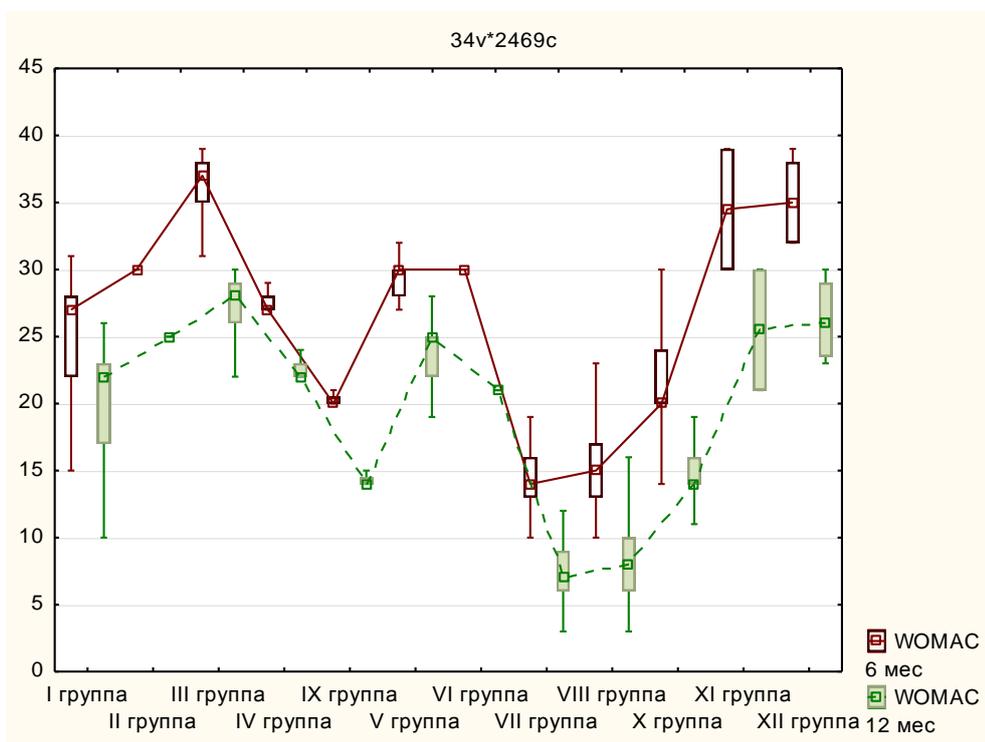


Рисунок 21 – Оценка по шкале WOMAC в группах (баллы)

Следует отметить, что комплексный подход к связочному аппарату КС достоверно улучшает функциональный результат только при применении эндопротеза CR, а при использовании эндопротезов PS и VVC результаты были одинаковыми во все сроки наблюдения независимо от LM.

Дренирование после тотального эндопротезирования коленного сустава

Клиническим материалом для этого этапа работы послужили данные, касающиеся 65 пациентов, перенесших в 2015 г. артропластику КС в клинике травматологии, ортопедии и патологии суставов. Были сформированы 4-е группы. В I группе (n=16) для активного дренирования применяли «гармошку» и 2 толстые трубки, во II (n=20) – 1 толстая трубка, в III (n=15) – 1 тонкая трубка, в IV группе (n=14) дренирование КС не применялось вовсе (Рисунок 22).

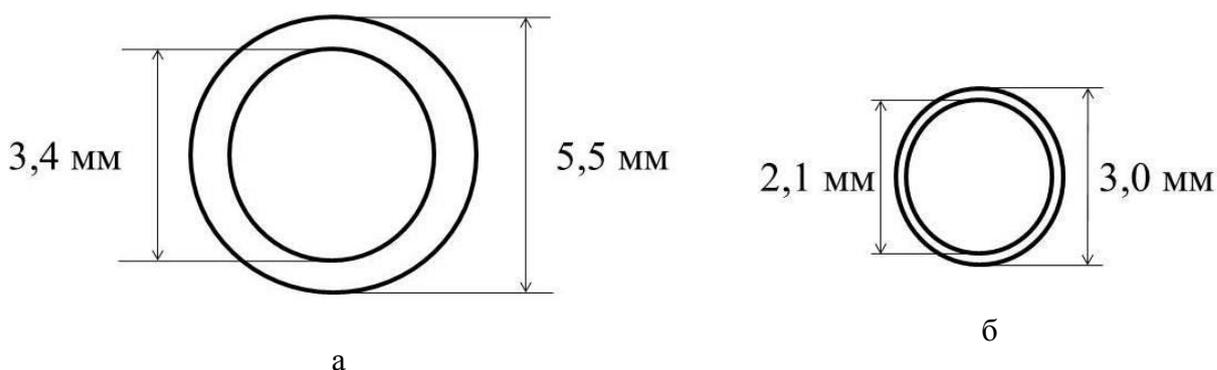


Рисунок 22 – Внутренний и наружный диаметр толстой (а) и тонкой (б) трубок

Сравнение групп между собой проводили по уровню болевого синдрома, содержанию гемоглобина, окружности КС, количеству отделяемого по дренажу и из контрапертуры после удаления дренажной системы, а также срокам склеивания раны и времени снятия швов. В результате достоверно установлено, что наилучшей является система дренирования с использованием 1 толстой трубки (наружный диаметр 5,5 мм, внутренний – 3,4 мм) и постоянной аспирации. Ведение пациента без дренирования, а также применение 2 толстых или 1 тонкой трубки не давали видимых преимуществ.

Послеоперационная реабилитация пациентов

Заключительным этапом нашей работы стало описание программы ранней активной реабилитации после артропластики КС. Эффективность различных вариантов послеоперационного ведения изучена в 4-х клинических группах. В I группу (n=25) вошли пациенты с традиционной программой активизации и реабилитации (сгибание в КС начинали с 3-х суток после операции), во II группе (n=25) использовалась пассивная двигательная терапия КС с помощью аппарата Artromot Active-K с 3-х суток после операции, в III группе (n=40) мы применяли традиционную программу активизации и реабилитации, однако сгибание в КС начинали сразу после операции, а в IV группе (n=40)

использовали сразу после операции аппаратную пассивную двигательную терапию с помощью аппарата Artromot Active-K.

Анализ результатов мы проводили с учетом количества отделяемого по дренажу, выраженности болевого синдрома после операции, а также по шкалам KSS и WOMAC. Количество отделяемого по дренажу было больше у пациентов IV группы – $623,3 \pm 159,5$ мл (max – 975; min – 450; $p=0,00004$). В I группе отделяемое по дренажу составило $562 \pm 63,8$ мл (max – 750; min – 450; $p=0,1070$), во II – $569,2 \pm 101,9$ мл (max – 920; min – 450; $p=0,0007$), в III – $575,1 \pm 108,1$ мл (max – 920; min – 450; $p=0,00007$), в IV – $623,3 \pm 159,5$ мл (max – 975; min – 450; $p=0,00004$) (Рисунок 23, Таблица 10).

Таблица 10 – Результаты, полученные при изучении количества отделяемого по дренажу

Сравниваемые группы	$\mu_1 \pm \sigma_1 / \mu_2 \pm \sigma_2$	p
I / II	$562 \pm 63,8 / 569,2 \pm 101,9$	0,876646
I / III	$562 \pm 63,8 / 575,1 \pm 108,1$	1,000000
I / IV	$562 \pm 63,8 / 623,3 \pm 159,5$	0,384455
II / III	$569,2 \pm 101,9 / 575,1 \pm 108,1$	0,887410
II / IV	$569,2 \pm 101,9 / 623,3 \pm 159,5$	0,302295
III / IV	$575,1 \pm 108,1 / 623,3 \pm 159,5$	0,312322

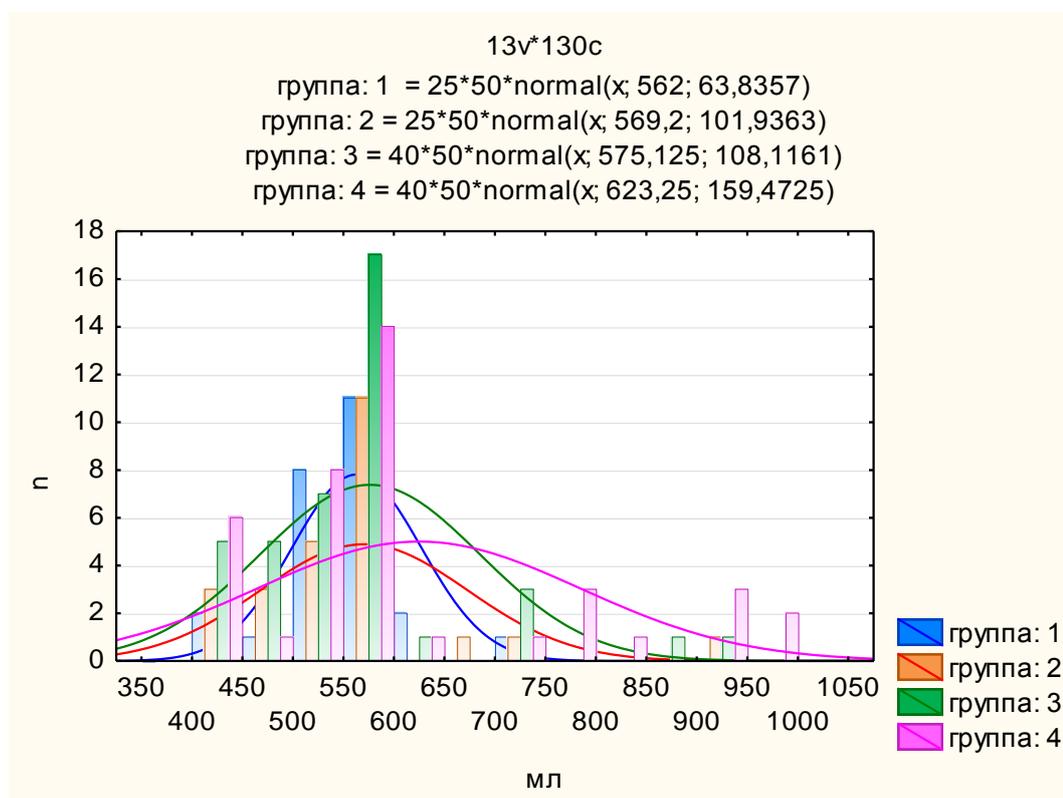


Рисунок 23 – Количество отделяемого по дренажу в группах

Болевой синдром по шкале ВАШ в 1-е и на 5-е сутки был наиболее выражен у пациентов IV группы, что подтверждается статистически значимой разницей по сравнению с остальными группами ($p < 0,05$) (Таблица 11, Рисунок 24).

Таблица 11 – Результаты по ВАШ в группах

Сравниваемые группы	1-е сутки		5-е сутки	
	$\mu_1 \pm CO_1 / \mu_2 \pm CO_2$	p	$\mu_1 \pm CO_1 / \mu_2 \pm CO_2$	p
I / II	83,4 \pm 6,6 / 84,6 \pm 5,8	0,586938	32,4 \pm 3,3 / 32 \pm 3,2	0,662428
I / III	83,4 \pm 6,6 / 84,6 \pm 5,8	0,517482	32,4 \pm 3,3 / 34,3 \pm 4,6	0,162838
I / IV	83,4 \pm 6,6 / 88 \pm 5,0	0,011245	32,4 \pm 3,3 / 36,1 \pm 6,0	0,039109
II / III	84,6 \pm 5,8 / 84,6 \pm 5,8	0,967733	32 \pm 3,2 / 34,3 \pm 4,6	0,071844
II / IV	84,6 \pm 5,8 / 88 \pm 5,0	0,040407	32 \pm 3,2 / 36,1 \pm 6,0	0,014663
III / IV	84,6 \pm 5,8 / 88 \pm 5,0	0,022013	34,3 \pm 4,6 / 36,1 \pm 6,0	0,296467

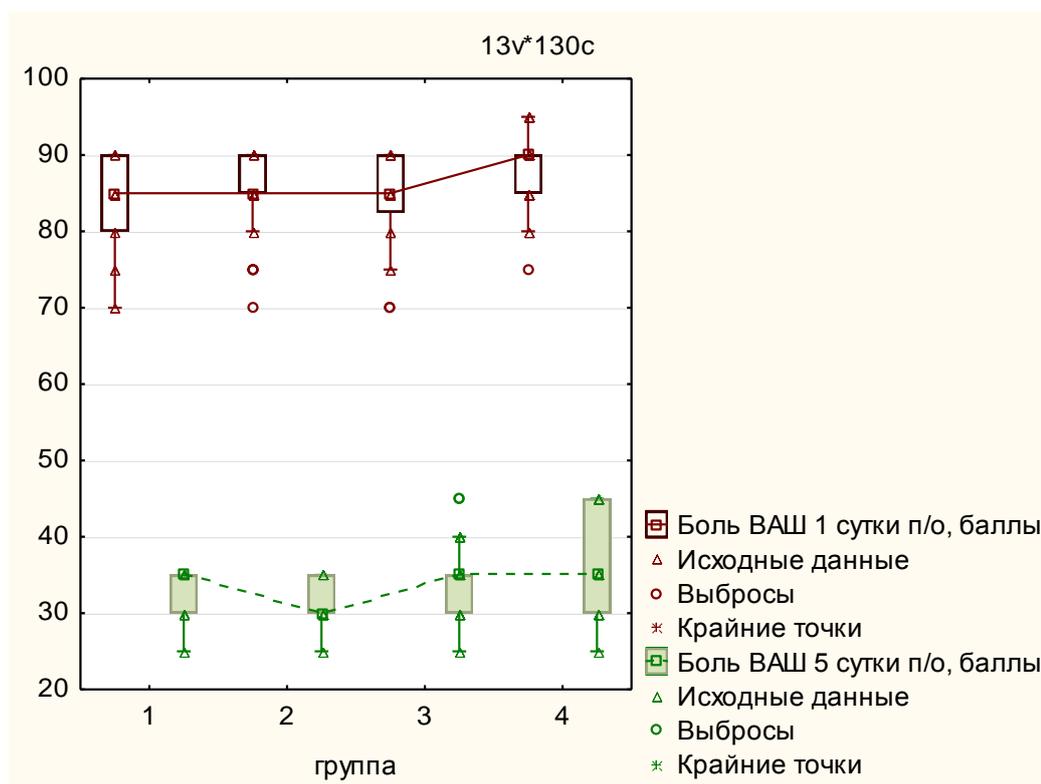


Рисунок 24 – Результаты по ВАШ в группах

По шкале KSS через 6 мес. после операции статистически значимая разница была между I и II, II и III, II и IV группами, а по шкале WOMAC через 12 мес. после артропластики – между I и II группами ($p < 0,05$). Через 12 мес. после артропластики статистически значимой разницы в группах по шкале KSS мы не обнаружили (Рисунок 25).

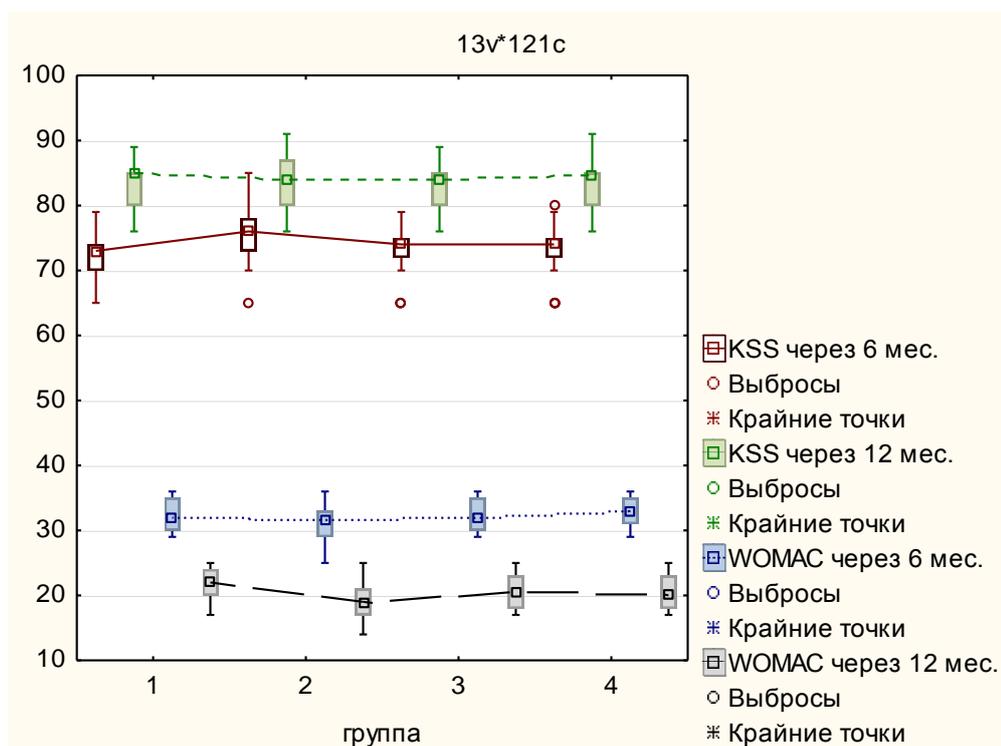


Рисунок 25 – Результаты в группах по шкале KSS и WOMAC через 6 и 12 мес. после артропластики

Комплекс лечебной гимнастики после артропластики КС включает динамические упражнения, занятия на расслабление, активно-пассивные дозированные изометрические мышечные сокращения. Все упражнения выполняются плавно, медленно, до появления мышечной усталости, вначале под контролем врача, затем – самостоятельно, по принципу толерантности к боли.

Все упражнения применялись в 4-х группах данного этапа исследования, в I и II группах сгибание КС начинали с 3-го дня после артропластики, в III и IV группах – сразу после операции (Таблица 12).

Таблица 12 – Ранняя реабилитационная программа после артропластики КС

I этап (0–3 дня)

1. Изометрическое напряжение мышц бедра (пациент пытается разогнуть ногу в КС, изометрически напрягая мышцы бедра, в течение 10 с, после чего следует отдых – 10 с). Применяли 10 повторов с отдыхом 1 мин. (до появления усталости в мышцах бедра). Не рекомендуется подкладывать подушку под КС, так как это увеличивает время восстановления полного разгибания КС.

2. Сгибание и разгибание в голеностопном суставе (пациент лежа на спине выполняет ритмичные сгибания и разгибания стопы в максимально возможном диапазоне движений –

25 раз, 3 подхода, 5 раз в день (25/3/3).

3. Разгибание в КС (лежа на спине с подложенным под пятку валиком, пациент разгибает КС до касания ногой поверхности кровати и удерживает в течение 10 с – 20/3/3).

II этап (с 4-го дня до 4-х нед.)

1. В положении лежа подъем прямой ноги (выпрямленную ногу пациент поднимает на 15 см над кроватью, удерживает 10 с, затем опускает – 10/3/3).

2. Сгибание в КС с опорой на кровать (лежа на спине, пациент сгибает КС, при этом стопа скользит по поверхности постели, не отрываясь от нее – 10/3/3).

3. Сгибание КС сидя с поддержкой (положение пациента – сидя на краю кровати, бедро опирается на кровать, оперированную конечность поддерживает под пятку, КС сгибает по принципу толерантности к боли – 10/3/3).

4. Сгибание КС, сидя без поддержки (положение – сидя на краю кровати, бедро опирается на кровать, оперированная конечность сгибается в КС по принципу толерантности к боли – 10/3/3).

III этап (после 4 нед.)

Укрепление ослабленных мышц бедра и голени, постепенное достижение полного объема движений в КС, восстановление двигательного стереотипа и тренировка выносливости (плавание в бассейне, массаж и др.)

При правильно выполненной операции эндопротезирования КС и соблюдении адекватного баланса связочного аппарата показано проведение стандартной ранней реабилитационной программы без применения аппаратных методик. Использование пассивной аппаратной двигательной терапии целесообразно только с 3-х суток после операции; более агрессивная реабилитационная программа не продемонстрировала научно-обоснованных преимуществ.

ВЫВОДЫ

1. Наиболее часто при гонартрозе отмечены поражения обоих КС (52,2%), идиопатический ОА имел место у 63,9% пациентов, преимущественное поражение медиального отдела КС обнаружено у 78,2%, варусная деформация отмечена у 60,2%, а разгибательная контрактура – у 44,9%.

2. Степень скольжения при сгибании в латеральном отделе КС больше, чем в медиальном, в 3,2 раза, а при ОА любой степени тяжести – в 1,9 раза. Степень скольжения в латеральном отделе уменьшается при ОА в 1,6 раза, тогда как в медиальном отделе практически не изменяется.

3. Эндопротез с сохранением задней крестообразной связки сохраняет разницу степени скольжения в латеральном отделе в 2,9 раза, тогда как при замещении задней крестообразной связки степень скольжения уравнивается.

4. В здоровом КС напряжение в большеберцовой кости в 2,29 раза выше, чем в бедренной кости, а после артропластики при использовании эндопротеза PS напряжение в костной ткани и связочном аппарате КС выше, чем при эндопротезе CR: в бедренной кости – соответственно в 2,24, в 1,11 и в 1,91 раза, а в большеберцовой кости - в 1,26, в 1,28 и в 1,63 раза при угле сгибания соответственно 0°, 45° и 90°.

5. Использование разработанной классификации ОА КС позволяет учесть локализацию, площадь и глубину костных дефектов, что облегчает выбор оптимальной лечебной тактики.

6. Дифференцированный подход с разработкой 9 алгоритмов хирургического вмешательства на связочном аппарате КС в ходе эндопротезирования позволил уравнивать сгибательный и разгибательный промежутки, добившись улучшения функциональных результатов по шкале KSS на 2,19 баллов, а по WOMAC – на 1,15 баллов.

7. Создана четырехэтапная система выбора эндопротеза и хирургической тактики артропластики: на 1-м этапе определяем стадию ОА, на 2-м и 3-м этапах – тип предполагаемого эндопротеза и хирургическую тактику, на 4-м этапе – вариант замещения костного дефекта.

8. Разработанная система выбора эндопротеза и хирургической тактики артропластики позволила улучшить результаты лечения к году наблюдения для эндопротезов CR на 12,1 балла по шкале KSS и 12,4 балла по шкале WOMAC, а для эндопротезов PS – на 17,5 балла по шкале KSS и 10,8 балла по шкале WOMAC.

9. Наилучшая система дренирования КС после артропластики подразумевает использование 1 толстой (внешний диаметр 5,5 мм, внутренний – 3,4 мм) трубки с постоянной аспирацией.

10. После эндопротезирования КС целесообразно проведение стандартной реабилитационной программы с началом разработки КС с 3-х суток после операции без применения аппаратных методик ($p < 0,0001$); более агрессивные программы не показали преимуществ.

ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

1. При планировании эндопротезирования КС необходимо выполнять рентгенограммы, телерентгенограммы или топограммы всей нижней конечности, выполненные с нагрузкой и захватом тазобедренного и голеностопного суставов. Целесообразно использовать разработанный нами способ предоперационного обследования (патент №2651056 от 18.04.2018 г). При необходимости исследование может быть дополнено МРТ или аксиальной рентгенологической проекцией по А.С. Merchant для уточнения изменений в пателлофemorальном суставе.

2. Если из-за болевого синдрома сразу после операции нет возможности выполнить адекватную укладку для осуществления рентгенологического контроля за стоянием компонентов эндопротеза, то это не является препятствием к началу активизации пациента и разрешению дозированной нагрузки.

3. В большинстве случаев при первичной артропластике КС целесообразно использовать эндопротез с сохранением задней крестообразной связки, так как он точнее воспроизводит биомеханику здорового сустава.

4. Для первичной артропластики КС предпочтительнее применение срединного кожного разреза, медиального парapatеллярного капсульного доступа. Формируя костные опилы, прежде всего следует определиться с разгибательным промежутком. Получению симметричных и равномерных промежутков способствует баланс связочных структур, для чего целесообразно проводить их хирургическую коррекцию в соответствии с разработанными нами алгоритмами.

5. Полагаем, что по своей философии артропластика КС в первую очередь является операцией на мягких тканях и связочных структурах, что подразумевает бережное отношение к ним.

6. Разработанный нами хирургический инструмент для рассечения фасций (патент №165826 от 14.10.2016 г.) позволяет повысить точность выполняемых релизов и снизить риск возможных осложнений.

7. В процессе проведения операции тип костного дефекта может измениться в большую или меньшую сторону; необходимо быть готовым при худшем варианте к его замещению.

8. Перед цементированием компонентов при отсутствии пульс-лаважа целесообразно очищать костные трабекулы струей антисептика, направленного под давлением из шприца большого объема.

9. После проведения костных резекций при наличии склероза показано (для более прочной фиксации цемента к кости) выполнение якорных углублений диаметром 2 мм и глубиной 10 мм на расстоянии 1 см между ними.

10. Предпочтительным вариантом дренирования КС является активная система, состоящая из 1 толстой трубки с постоянной аспирацией, а укорочение дренажной трубки в ходе операции необходимо производить между отверстиями с целью контроля ее удаления.

СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

1. Ключевский В.В., Гильфанов С.И., Белов М.В., Худайбергенов М.А., Ключевский И.В., **Сметанин С.М.** Эндопротезирование при переломах шейки бедра // **Врач-аспирант** - Воронеж, - №6.2 (43) - 2010 - С. 242–248.
2. **Сметанин С.М.** Внутренний остеосинтез открытых переломов бедренной кости // **Врач-аспирант** – Воронеж - №6(43) – 2010 – С. 25–32.
3. Ключевский В.В., **Сметанин С.М.**, Соловьев И.Н., Худайбергенов М.А., Шакола С.К. Внутренний остеосинтез при лечении открытых переломов бедренной кости // **Травматология и ортопедия России** – Санкт-Петербург, – 4(58) – 2010 – С. 66–69.
4. Ключевский В.В., **Сметанин С.М.**, Соловьев И.Н., Шакола С.К. Первичный внутренний остеосинтез открытых переломов бедренной кости // **Врач-аспирант** - Воронеж - №5.1(42). 2010 - С. 132–138.
5. Сметанин С.М. Первичная иммобилизация и внутренний остеосинтез открытых переломов бедренной кости // Материалы 3-й Всероссийской научно-практической конференции «Многопрофильная больница: проблемы и решения». - Ленинск- Кузнецкий, 9-10.09.2010, С. 151.
6. Сметанин С.М. Первичная лечебная и окончательная иммобилизация при открытых повреждениях бедренной кости // Тезисы конференции молодых ученых северо-западного федерального округа «Актуальные вопросы травматологии и ортопедии». – Санкт – Петербург. – 16.04.2010, С. 80–81.
7. Ключевский В.В., Сметанин С.М., Соловьев И.Н., Колтунов А.В. Лечение открытых переломов бедренной кости // Материалы 9-го съезда травматологов-ортопедов России - Саратов, 15–17.09.2010, Том 1 – С. 165.
8. Ключевский В.В., Сметанин С.М., Соловьев И.Н., Колтунов А.В., Тюрин А.С. Лечение открытых переломов бедренной кости // Материалы научно-практической конференции травматологов-ортопедов с международным участием. 26–27.10.2011, С. 46.
9. Ключевский В.В., **Сметанин С.М.**, Соловьев И.Н. Лечение открытых переломов бедренной кости // **Гений ортопедии**, №1, 2012. - С. 11–14.
10. Грицюк А.А., Серeda А.П., Саградян А.С., Сметанин С.М. Замещение суставной поверхности надколенника при тотальном эндопротезировании коленного сустава // Сборник тезисов 17-й обучающий курс SICOT, Москва, 2012. С. 41.
11. Кавалерский Г.М., Грицюк А.А., Серeda А.П., **Сметанин С.М.** Клиническое наблюдение лечения остеобластокластомы проксимального отдела бедренной кости //

Вестник Национального Медико-Хирургического Центра им. Н.Н. Пирогова. ISSN: 2072-8255 – Москва, - том 8, №3, 2013 – С. 105–107.

12. Кавалерский Г.М., Сметанин С.М., Грицюк А.А., Серeda А.П. Случай мегаэндопротезирования тазобедренного сустава // Материалы XVII Юбилейной Всероссийской научно-практической конференции «Многопрофильная больница: проблемы и решения», 19–20.09.2013, С. 92–93.

13. Кавалерский Г.М., Грицюк А.А., Серeda А.П., Сметанин С.М., Тимаков М.В., Богданов М.М. Факторы риска вывихов головки эндопротеза тазобедренного сустава // Материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Проблемы диагностики и лечения повреждений и заболеваний тазобедренного сустава», Казань, 05–07.09.2013, С. 51–52.

14. Кавалерский Г.М., Грицюк А.А., Серeda А.П., Лычагин А.В., Сметанин С.М., Богданов М.М. Интраоперационные переломы вертлужной впадины при первичном тотальном эндопротезировании тазобедренного сустава // Материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Проблемы диагностики и лечения повреждений и заболеваний тазобедренного сустава», Казань, 05-07.09.2013, С. 48–50.

15. Кавалерский Г.М., Грицюк А.А., Серeda А.П., Лычагин А.В., Сметанин С.М., Тимаков М.В., Богданов М.М. Парапротезные переломы бедренной кости // Материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Проблемы диагностики и лечения повреждений и заболеваний тазобедренного сустава», Казань, 05–07.09.2013, С. 50–51.

16. Грицюк А.А., Зудилин А.В., Жидиляев А.В., Сметанин С.М. Лечение последствий осколочного ранения локтевого сустава // **Кафедра травматологии и ортопедии**, Москва, - 3 (7) 2013. – С. 11–14.

17. Кавалерский Г.М., Грицюк А.А., Лычагин А.В., Сметанин С.М., Жидиляев А.В. Эндопротезирование коленного сустава при ревматоидном артрите // **Кафедра травматологии и ортопедии**, Москва, - 4 (8) 2013. – С. 8–14.

18. Серeda А.П., Лычагин А.В., Сметанин С.М., Грицюк А.А. Обработка надколенника при тотальном эндопротезировании коленного сустава // Научно-практический журнал «Кафедра травматологии и ортопедии», Москва, 1 (9) 2014. – С. 31–32.

19. Кавалерский Г.М., Сметанин С.М., Грицюк А.А., Серeda А.П., Лычагин А.В. Особенности тотального эндопротезирования коленного сустава при косой дистальной резекции // Научно-практический журнал «Кафедра травматологии и ортопедии», Москва, 1 (9) 2014. – С. 21–22.

20. Кавалерский Г.М., Серeda А.П., Лычагин А.В., Сметанин С.М. Эндопротезирование суставной поверхности надколенника при тотальной артропластике коленного сустава: аналитический обзор литературы // **Травматология и ортопедия России** – Санкт-Петербург, – 3(73) – 2014 – С. 128–141.

21. Серeda А.П., Кавалерский Г.М., Сметанин С.М., Кошелев И.М. Малоинвазивное хирургическое лечение разрывов ахиллова сухожилия // **Материалы Первой Научно-практической конференции «Медицинское обеспечение спорта высших достижений»**, Москва, 17.10.2014, Сборник научных материалов конференции. С. 175–178.

22. Кавалерский Г.М., Грицюк А.А., Лычагин А.В., Сметанин С.М. Мегаэндопротезирование тазобедренного сустава // **Кафедра травматологии и ортопедии**, Москва, - 4 (16) 2015. – С. 4–8.

23. Кавалерский Г.М., Сметанин С.М., Лычагин А.В., Грицюк А.А. Эндопротезирование коленного сустава при ревматоидном артрите // **Материалы конгресса «Медицина чрезвычайных ситуаций. Современные технологии в травматологии и ортопедии»**, Научно-практический журнал «Кафедра травматологии и ортопедии», Москва. – С. 79–80.

24. Кавалерский Г.М., Лычагин А.В., Сметанин С.М., Грицюк А.А., Ченский А.Д. Историческое развитие концепции эндопротезирования коленного сустава // **Кафедра травматологии и ортопедии**, Москва, - 3 (19) 2016. – С. 16–19.

25. Кавалерский Г.М., Сметанин С.М., Лычагин А.В., Грицюк А.А. Клиническое наблюдение рецидивирующего переднего вывиха тиббиального компонента эндопротеза коленного сустава // **Гений ортопедии**, Том 23, №1, 2017. – С. 85–87.

26. Кавалерский Г.М. Сметанин С.М. Эндопротезирование коленного сустава при системных заболеваниях соединительной ткани **Врач-аспирант**. - Воронеж, - №4 (77) - 2016 - С. 9–14.

27. Серeda А.П., Мойсов А.А., Сметанин С.М. Влияние патологии стопы на развитие остеоартроза коленного сустава // **Врач**, №12, 2016, стр. 47–49.

28. Серeda А.П., Мойсов А.А., Сметанин С.М. Плантарный фасциит: диагностика и лечение // **Сибирский Медицинский Журнал (Иркутск)**, 2016, №4, стр. 4–9.

29. Сметанин С.М., Грицюк А.А. Особенности эндопротезирования коленного сустава при ревматоидном артрите // **Материалы 3 научно-практической конференции «Дегенеративные заболевания и травматические повреждения крупных суставов. Актуальные вопросы травматологии, ортопедии и медицинской реабилитации»**, Сборник тезисов, 18–19.10.2016, С. 26–27.

30. Грицюк А.А., Сметанин С.М. Лечение тяжелых повреждений и ранений локтевого сустава // *Материалы 3 научно-практической конференции «Дегенеративные заболевания и травматические повреждения крупных суставов. Актуальные вопросы травматологии, ортопедии и медицинской реабилитации»*, Сборник тезисов, 18–19.10.2016, С. 10–11.
31. Грицюк А.А., Кокорин А.В., **Сметанин С.М.** Разрыв дистального сухожилия двуглавой мышцы плеча: современные представления об этиопатогенезе и лечении // **Кафедра травматологии и ортопедии**, Москва, – 2 (18) 2016. – С. 42–49.
32. Кавалерский Г.М., **Сметанин С.М.** Клиническое наблюдение применения артроскопической хирургии после артропластики коленного сустава // **Врач-аспирант.** - Воронеж, – №6 (79) – 2016 – С. 10–14.
33. Кавалерский Г.М., Грицюк А.А., **Сметанин С.М.** Артропластика коленного сустава при ревматоидном артрите // **Врач**, №12, 2016, стр. 44–47.
34. Кавалерский Г.М., **Сметанин С.М.**, Ченский А.Д., Грицюк А.А., Лычагин А.В. Особенности дренирования после тотального эндопротезирования коленного сустава // **Вестник травматологии и ортопедии имени Н.Н. Приорова**, №4, 2016, стр. 16–21.
35. Кавалерский Г.М., Грицюк А.А., **Сметанин С.М.**, Лычагин А.В. Особенности разработки движений после артропластики коленного сустава // **Медицинский вестник юга России**, Том 8, №1, 2017 – С. 60–64.
36. Кавалерский Г.М., Ченский А.Д., **Сметанин С.М.**, Грицюк А.А. Биомеханика коленного сустава в норме и при остеоартрозе // **Врач-аспирант** – Воронеж, №6.1 (79) – 2016 – С. 172–178.
37. Кавалерский Г.М., **Сметанин С.М.** Особенности ведения пациента с ревматоидным артритом при эндопротезировании коленного сустава // **Сибирский медицинский журнал (Иркутск)**, 2016, № 5, С. 35–38.
38. Кавалерский Г.М., **Сметанин С.М.**, Грицюк А.А. Применение мегаэндопротеза в ортопедии нижней конечности // **Сибирский Медицинский Журнал (Иркутск)**, 2016, №4, стр. 36–39.
39. Середа А.П., Мойсов А.А., **Сметанин С.М.** Воздействие гонартроза на развитие плантарного фасциита // **Врач**, №1, 2017, стр. 39–41.
40. Кавалерский Г.М., Лычагин А.В., **Сметанин С.М.** Эндопротезирование коленного сустава при вальгусной деформации // **Врач**, №1, 2017, стр. 41–42.
41. Кавалерский Г.М., Лычагин А.В., Рукин Я.А., Сметанин С.М., Богданов М.М. Особенности эндопротезирования коленного сустава при ревматоидном артрите // *Материалы Объединенной Всероссийской научно-образовательной конференции,*

посвященной памяти профессора А.Н. Горячева, и VII научно-образовательной конференции травматологов и ортопедов ФМБА России, посвященной 95-летию Западно-сибирского медицинского центра ФМБА России, и IV съезда травматологов-ортопедов Сибирского Федерального округа «Научные достижения и современные технологии в Российской травматологии и ортопедии», сборник тезисов, Омск, 31.03.-01.04.2017 года. С. 213–214.

42. Кавалерский Г.М., Сметанин С.М., Лычагин А.В., Рукин Я.А., Грицюк А.А. Влияние типа эндопротеза на биомеханику коленного сустава // **Врач**, №5, 2017, стр. 48–50.

43. Кавалерский Г.М., Лычагин А.В., Рукин Я.А., Сметанин С.М., Грицюк А.А. Биомеханика коленного сустава после артропластики эндопротезами с сохранением и замещением задней крестообразной связки // Материалы II конгресса «Медицина чрезвычайных ситуаций. Современные технологии в травматологии и ортопедии», Москва, 19.05.2017. – С. 21.

44. Кавалерский Г.М., Сметанин С.М., Лычагин А.В. Классификация дефектов костной ткани при эндопротезировании коленного сустава // **Врач**, №4, 2017, стр. 70–72.

45. Кавалерский Г.М., Сметанин С.М., Лычагин А.В., Мойсов А.А. Факторы риска развития остеоартроза коленного сустава // **Врач**, №3, 2017, стр. 22–24.

46. Кавалерский Г.М., Сметанин С.М. Математическое моделирование напряжений в здоровом коленном суставе и после артропластики эндопротезами различных типов // **Вестник травматологии и ортопедии имени Н.Н. Приорова**, №2, 2017, стр. 11–16.

47. Сметанин С.М., Кавалерский Г.М. Классификации дефектов костной ткани при первичной артропластике коленного сустава // **Врач**, №10, 2017, стр. 70–72.

48. Кавалерский Г.М., Серова Н.С., Сметанин С.М., Лычагин А.В., Рукин Я.А. Роль мультиспиральной компьютерной томографии при первичном эндопротезировании коленного сустава // **Вестник рентгенологии и радиологии**, Том 99, №1 (2018), стр. 43–46.

49. Кавалерский Г.М., Сметанин С.М., Грицюк А.А., Лычагин А.В. Опыт эндопротезирования коленного сустава // **Врач**, №1, 2018, стр. 69–70.

50. Gennady M. Kavalerskiy, Andrey P. Sereda, Alexey V. Lychagin, Dmitry A. Nikiforov, Sergey M. Smetanin, Ilya M. Koshelev. Risk Factors For Dislocation After Total Hip Arthroplasty, Regarding To Approach And Diagnosis // EFORT, Czech Republic, 2015.

51. Патент на полезную модель №165826, Российская Федерация, Инвазивный хирургический инструмент для рассечения фасций при проведении ортопедических операций / Середя А.П., Мойсов А.А., Сметанин С.М. – 2016117210, заявл. 04.05.2016, опубл. 10.11.2016, Бюл. № 31 – 6 стр.

52. **Патент на изобретение №2651056**, Российская Федерация, Способ предоперационного планирования хирургического лечения у пациентов с сочетанной патологией тазобедренных, коленных суставов и поясничного отдела позвоночника / Петров П.И., Лычагин А.В., Кавалерский Г.М., Черепанов В.Г., Бобров Д.С., **Сметанин С.М.**, Демин С.И., Рукин Я.А. – 2017114403, заявл. 25.04.2017, **опубл. 18.04.2018**, Бюл. № **11** – 8 стр.

СОКРАЩЕНИЯ

БК	Бедренный компонент
ВАШ	Визуальная аналоговая шкала (Visual Analog Scale – VAS)
ИМТ	Индекс массы тела (Body Mass Index – BMI)
КС	Коленный сустав
КТ	Компьютерная томография
ЛО	Латеральный отдел
МО	Медиальный отдел
МРТ	Магнитно-резонансная томография
МСКТ	Мультиспиральная компьютерная томография
СВЭиХТА	Система выбора эндопротеза и хирургической тактики артропластики
ТК	Тиббиальный компонент
ТЭКС	Тотальное эндопротезирование коленного сустава
CR	Эндопротез с сохранением задней крестообразной связки
DMCL	Глубокая медиальная коллатеральная связка (Deep medial collateral ligament)
ITB	Илиотибиальный тракт (Iliotibial band)
KSS	Клиническая Система Оценки Общества Коленного Сустава (Knee Society Clinical Rating System)
LCL	Латеральная коллатеральная связка (Lateral collateral ligament)
LM	Комплексный подход к связочному аппарату коленного сустава (Ligament Management)
PAL	Сухожилия и мышцы, образующие гусиную лапку (Pes anserinus leg)
PC	Задняя капсула (Posterior capsule)
PCL	Задняя крестообразная связка (Posterior cruciate ligament)
PS	Эндопротез с замещением задней крестообразной связки
SMCLAF	Поверхностная медиальная коллатеральная связка, передние волокна (Superficial medial collateral ligament, anterior fibers)
SMCLPF	Поверхностная медиальная коллатеральная связка, задние волокна (Superficial medial collateral ligament, posterior fibers)
TLGM	Сухожилие латеральной головки икроножной мышцы (Tendon of lateral gastrocnemius muscle)
TPM	Сухожилие подколенной мышцы (Tendon of popliteal muscle)
TSM	Сухожилие полуперепончатой мышцы (Tendon of semimembranosus muscle)
VCA	Угол вальгусного отклонения (Valgus cut angle)
VVC	Связанный эндопротез (Varus Valgus Constrained)
WOMAC	Индекс остеоартроза Университета Западного Онтарио и Университета Макмастера (Western Ontario and McMaster Universities osteoarthritis Index)