

*На правах рукописи*

**ПРИЗОВ Алексей Петрович**

**ОКОЛОСУСТАВНЫЕ КОРРИГИРУЮЩИЕ ОСТЕОТОМИИ КАК  
ОРГАНОСОХРАННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРИ ЗАБОЛЕВАНИЯХ КОЛЕННОГО  
СУСТАВА**

3.1.8. Травматология и ортопедия

**АВТОРЕФЕРАТ**  
диссертации на соискание ученой степени  
доктора медицинских наук

Москва, 2023

Работа выполнена на кафедре травматологии, ортопедии медицинского факультета Медицинского института Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, г. Москва.

**Научный консультант:**

доктор медицинских наук, профессор, член-корреспондент РАН, заведующий кафедрой травматологии и ортопедии Медицинского института Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации

**ЗАГОРОДНИЙ Николай Васильевич**

**Официальные оппоненты:**

Доктор медицинских наук, профессор, профессор кафедры травматологии, ортопедии и военно-полевой хирургии Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Российский национальный исследовательский медицинский университет им. Н.И. Пирогова» Министерства здравоохранения Российской Федерации, г. Москва

**ЛАЗИШВИЛИ Гурам Давидович**

Доктор медицинских наук, профессор, врач-травматолог-ортопед Общества с ограниченной ответственностью «Национальный диагностический центр», г. Щелково

**АРТЕМЬЕВ Александр Александрович**

Доктор медицинских наук, доцент, ведущий научный сотрудник Федерального государственного бюджетного учреждения «Санкт-Петербургский Научно-исследовательский институт фтизиопульмонологии» Министерства здравоохранения Российской Федерации, г. Санкт-Петербург

**АЙРАПЕТОВ Георгий Александрович**

**Ведущая организация:**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Волгоградский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации, г. Волгоград

Защита состоится \_«25»\_ сентября 2023г. на заседании диссертационного совета ПДС 0300.013 при Российском университете дружбы народов имени Патриса Лумумбы по адресу: 117198, г. Москва, ул. Миклухо-Маклая, д.6.

С диссертацией можно ознакомиться в научной библиотеке Российского университета дружбы народов имени Патриса Лумумбы по адресу: 117198, г. Москва, ул. Миклухо-Маклая, д.6 и на сайте организации.

Автореферат разослан \_\_\_\_\_ 2023 г.

Ученый секретарь диссертационного совета  
Доктор медицинских наук, доцент

**АБАКИРОВ Медетбек Джумабекович**

### **Актуальность темы исследования**

Остеоартрит (ОА) является наиболее распространенным заболеванием опорно-двигательного аппарата, которое, в основном, поражает опорные суставы: тазобедренные и коленные (Bortoluzzi A. 2018, Mabey T. 2015, Nelson A.E. 2018). По приблизительным оценкам около 250 миллионов человек во всем мире страдают ОА, в том числе и бессимптомными его формами (Hunter D.J. 2019, Carlson A.K., 2019). В США ежегодная нагрузка от ОА на экономику страны составляет не менее 89,1 миллиардов долларов США, около 1%-2,5% валового внутреннего продукта для стран с высоким уровнем дохода, причем большая часть этих затрат приходится на эндопротезирование коленного и тазобедренного суставов (Carlson A.K. 2019, GBD 2015).

Распространенность ОА коленного сустава (КС) значительно возросла за последние десятилетия и продолжает свой рост, что, отчасти, связано с увеличением количества людей, страдающих ожирением, повышенной травматизацией и другими факторами риска (Primorac D. 2020). Подсчитано, что распространенность ОА КС среди взрослых в возрасте 60 лет и старше составляет примерно 10% у мужчин и 13% у женщин (Zhang Y. 2010). По данным организации, оценивающей бремя заболеваемости и распространенности травм (GBD, Global Burden of Disease), от 2015 ОА КС составляет примерно 85% всех ОА. Об этом также свидетельствует рост распространенности ОА КС на 32,7% с 2005 по 2015 год, что делает его одной из ведущих причин во всем мире, приводящей к инвалидности (GBD 2015).

Ряд исследований показали, что существует прямая связь между ОА и повышенным риском развития сердечно-сосудистых заболеваний (Wang H. 2016, Wallace I.J. 2017, Veronese N. 2016). Кроме того, у людей с ОА КС из-за хронического болевого синдрома чаще развивается депрессия, которая является наиболее частым и тяжелым последствием ОА (Vina E. 2018). Являясь ведущей причиной эпизодов депрессии, хронический болевой синдром создает порочный круг, в котором боль ограничивает физическую активность, а отсутствие физической активности способствует усилению боли в КС и увеличению веса (Vina E.R. 2018, Berenbaum F. 2018). Несомненно, ОА КС влияет на психическое здоровье людей, а также на вероятность возникновения суицидальных идей, что делает ОА не только экономической, но и серьезной социальной проблемой (Vina E.R. 2018, Bianco D. 2018). Будучи хроническим заболеванием, доминирующим симптомом которого является боль, обезболивание и изменение образа жизни являются недостаточными, и ОА по-прежнему плохо поддается лечению. Эндопротезирование коленного сустава (ЭПКС) при терминальных стадиях заболевания в настоящее время является единственным оставшимся вариантом лечения, позволяющим улучшить качество жизни в случаях, когда традиционное симптоматическое лечение не дало удовлетворительных результатов (Hunter D.J. 2019). Однако, вторичная профилактика и новые терапевтические методы, такие как внутрисуставные инъекции гиалуроновой кислоты; плазмы, обогащенной тромбоцитами (PRP) или стромально-васкулярной фракции (SVF), полученной из аутологичной жировой ткани, могут замедлить прогрессирование заболевания. К нерадикальным хирургическим методам, способствующим замедлению прогрессирования ОА, относят и различные виды корригирующих остеотомий вокруг КС.

### **Степень разработанности темы исследования**

Корригирующие околосуставные остеотомии при однокомпарментном ОА КС в последние годы переживают период ренессанса. Причины этого заключаются в уменьшении показаний к ЭПКС. В последние годы в Германии впервые не наблюдалось продолжающегося увеличения числа первичных ЭПКС. Показания к замене коленного сустава в настоящее время более сдержаны ввиду увеличения числа ревизионных операций, связанных с инфекционными осложнениями и нестабильностью компонентов эндопротеза. Удовлетворенность пациентов после первичного ЭПКС также значительно ниже, чем,

например, после эндопротезирования тазобедренного сустава (Bleß 2017).

С другой стороны, дальнейшее развитие хирургической техники и инженерной мысли изменили методы корригирующих остеотомий. Ранее коррекция оси конечности выполнялась в виде закрытоугольных остеотомий с остеосинтезом пластинами без угловой стабильности или при помощи аппаратов наружной фиксации, требующих длительного лечения и постоянного контроля высококвалифицированным врачом-травматологом-ортопедом. Проблемы, связанные с ЭПКС после таких остеотомий, привели к довольно низкой клинической значимости и приемлемости остеотомий (Hunter D.J. 2019).

Staubli et al. в 2003 году представил новую хирургическую технику, которая позволила в последующие годы значительно улучшить результаты корригирующих остеотомий вокруг КС (Staubli AE. 2003). Принцип открытоугольной корригирующей остеотомии большеберцовой кости и остеосинтез новыми пластинами с угловой стабильностью, произвел революцию в коррекции оси нижних конечностей. Внедрение бипланарных остеотомий, в том числе различных видов остеотомий дистального отдела бедренной кости, стало еще одним нововведением, получившим широкое распространение в последние годы (Brinkman JM 2011).

В последнее время все больше зарубежных и отечественных ученых обращают свое внимание на органосохранные операции в лечении ОА КС. В связи с тем, что в популяции встречается преимущественно медиальный ОА, среди всех способов органосохранного хирургического лечения наиболее широко используется открытоугольная высокая корригирующая остеотомия большеберцовой кости (Бялик В. Е. 2022, Бялик В. Е. 2019, Dickschas 2019, Miller MD. 2019, Esser T. 2022, Костив Р.Е. 2022).

При более редких случаях латерального ОА КС чаще всего происходит деформация дистального отдела бедренной кости, которая требует коррекции на уровне деформации, чего можно добиться дистальной корригирующей остеотомией бедренной кости (Taylor S. 2021).

Также в последнее время изменилось отношение к пластике связочного аппарата на фоне однокомpartmentного ОА КС, повреждение которого ранее считалось противопоказанием для выполнения корригирующих остеотомий. На современном уровне развития мировой медицины сочетание корригирующих остеотомий вокруг коленного сустава и пластики его связочного аппарата является воспроизводимой и отработанной методикой, позволяющей добиться хороших и отличных результатов как в плане снижения болевого синдрома и улучшения функционального состояния коленного сустава, так и в плане достижения стабильности сустава и профилактики повреждения трансплантата (Mancuso F. 2016, Vajarey SP. 2021).

Еще одной проблемой является нестабильность в пателлофemorальном сочленении (ПФС), которая может развиваться не только за счет повреждения мягкотканых удерживающих надколенник структур, но и за счет врожденных дисплазий, выражающихся в высоком (patella alta) или низком (patella baja) стоянии надколенника, латеропозиции надколенника, а также нарушением анатомического строения дистального отдела бедренной кости (вальгусная деформация, излишняя внутренняя ротация). Для достижения положительных результатов лечения данной патологии наиболее оптимальным является полное восстановление анатомии ПФС (Thompson P. 2019, Biedert RM. 2022).

В связи развитием ортобиологии, эволюции техники получения качественных клеточных продуктов, данное направление является перспективным и в лечении различных стадий ОА. Также ортобиологические технологии можно совмещать с хирургическими методиками и, в частности, с корригирующими остеотомиями вокруг коленного сустава, что может благоприятно влиять на внутреннюю среду коленного сустава и позволить активировать регенераторные возможности суставного хряща и субхондральной кости. Однако, данное направление находится на этапе изучения, а в России ограничено и на законодательном уровне.

В нашей стране до настоящего времени не проводился глубокий анализ ближайших

и отдаленных результатов корригирующих остеотомий вокруг коленного сустава, нет данных о результатах корригирующих остеотомий вокруг коленного сустава в сочетании с пластикой передней крестообразной связки (ПКС), не сформированы показания и не исследованы результаты дистальных остеотомий бедренной кости в сочетании с транспозицией бугристости большеберцовой кости для восстановления анатомии ПФС. Как в отечественной, так и в мировой литературе, нет данных по многофакторному воздействию ортобиологических продуктов на цитокиновый профиль синовиальной жидкости и субхондральную кость после корригирующих остеотомий вокруг коленного сустава. Учитывая это, не разработаны следующие вопросы: точная техника оперативного вмешательства с учетом современных технологий и подходов и методики послеоперационного ведения и реабилитационного лечения пациентов, не изучены ближайшие и отдаленные результаты подобных вмешательств, а также длительности эффекта от корригирующих остеотомий вокруг коленного сустава. Это свидетельствует о несомненной актуальности избранной темы настоящего исследования, его теоретической и практической значимости, что послужило основанием для его выполнения.

### **Цель работы**

- Разработать и научно обосновать комплексный подход к органосохранным технологиям в лечении однокомpartmentного остеоартрита коленного сустава на фоне фронтальной деформации нижней конечности при помощи околосуставных корригирующих остеотомий.

**Для достижения этих целей были поставлены следующие ЗАДАЧИ:**

1. Систематизировать показания и противопоказания для околосуставных корригирующих остеотомий.
2. Исследовать биомеханические изменения ходьбы при медиальном остеоартрите коленного сустава на фоне варусной деформации нижней конечности.
3. Оценить ранние и отдаленные результаты после околосуставных корригирующих остеотомий при однокомpartmentном остеоартрите коленного сустава.
4. Проанализировать регенераторные возможности суставного хряща после открытоугольной высокой тибиальной остеотомии.
5. Оценить ранние и отдаленные результаты изменений биомеханики ходьбы после открытоугольной высокой тибиальной остеотомии.
6. Исследовать изменение цитокинового профиля синовиальной жидкости коленного сустава после введения ортобиологических продуктов.
7. Оценить влияние ортобиологических продуктов на субхондральную кость после околосуставных корригирующих остеотомий.
8. Проанализировать осложнения околосуставных корригирующих остеотомий и разработать методы их профилактики.

### **Научная новизна работы**

1. Систематизированы показания и противопоказания к различным видам околосуставных корригирующих остеотомий как при изолированном однокомpartmentном остеоартрите коленного сустава, так и в сочетании с пластикой передней крестообразной связки и с транспозицией бугристости большеберцовой кости.
2. Разработан метод профилактики интраоперационных внутрисуставных переломов из точки вращения остеотомии при выполнении открытоугольной высокой тибиальной остеотомии (патент на изобретение №2774022 от 14.06.2022г.)
3. Впервые в России исследованы регенераторные возможности суставного хряща коленного сустава после околосуставных корригирующих остеотомий и внутрисуставного введения различных видов ортобиологических продуктов.
4. Впервые в мире проведен анализ изменения цитокинового профиля синовиальной жидкости на примере 41 цитокина и изучены изменения субхондральной кости медиального отдела коленного сустава после открытоугольной высокой тибиальной остеотомии в

сочетании с интраартикулярным введением ортобиологических продуктов.

5. Впервые в России исследованы биомеханические изменения ходьбы при медиальном остеоартрите коленного сустава 2 ст. и проанализирована динамика их изменений после открытоугольной высокой тibiальной остеотомии.

6. Исследованы ранние, среднесрочные и отдаленные результаты после различных видов околосуставных корригирующих остеотомий.

#### **Положения, выносимые на защиту**

1. Открытоугольная высокая тibiальная остеотомия с коррекцией 0-3° вальгусной деформации между механическими осями бедренной и большеберцовой кости при медиальном однокомпарментном остеоартрите коленного сустава в комбинации с послеоперационным введением стромально-васкулярной фракции из аутологичной жировой ткани позволяет разгрузить медиальный отдел сустава и улучшить гомеостаз коленного сустава, что приводит к клиническому регрессу остеоартрита и стабилизации биомеханики ходьбы, а также минимально влияет на прогрессирование дегенеративных процессов в контрлатеральном отделе сустава.

2. Разработанный метод выполнения высокой открытоугольной высокой тibiальной остеотомии позволяет уменьшить количество интраоперационных внутрисуставных переломов из точки вращения остеотомии, что способствует повышению эффективности хирургического лечения медиального остеоартрита коленного сустава (патент на изобретение №2774022 от 14.06.2022г.).

3. Применение дистальной бедренной корригирующей остеотомии бедренной кости в сочетании с транспозицией большеберцовой кости позволяет разгрузить латеральный отдел коленного сустава и устранить нестабильность надколенника за счет восстановления анатомии пателлофemorального сочленения и трекинга надколенника.

4. Сочетание открытоугольной высокой тibiальной остеотомии с пластикой передней крестообразной связки при медиальном остеоартрите коленного сустава и варусной деформацией позволяет купировать болевой синдром, восстановить функцию и стабильность коленного сустава, а также предупредить последующее повреждение трансплантата передней крестообразной связки.

5. Применение интраартикулярного введения стромально-васкулярной фракции из аутологичной жировой ткани после хирургической коррекции механической оси конечности в большей степени положительно влияет на репаративные и перестроенные процессы в субхондральной кости и цитокиновый профиль синовиальной жидкости коленного сустава.

#### **Теоретическая и практическая значимость работы**

Результаты исследования используются в качестве учебного материала в работе кафедры травматологии и ортопедии Медицинского института ФГАОУ ВО «Российский университет дружбы народов», для подготовки студентов 5-6 курсов, ординаторов и аспирантов кафедры.

Материалы исследования могут использоваться в качестве стартовых фундаментальных медицинских исследований в аспекте изучения цитокинового профиля синовиальной жидкости коленного сустава, а также в остеологии и научных направлениях по изучению клеточных технологий.

Практическая значимость работы заключается в определении показаний и противопоказаний к выполнению корригирующих остеотомий, для максимально длительного сохранения результатов такого лечения как изолированного однокомпарментного остеоартрита коленного сустава, так и в сочетании с нестабильностью коленного сустава и с патологией пателлофemorального сочленения. Выявлены факторы, отрицательно влияющие на длительность сохранения результатов корригирующих остеотомий, и показаны возможности регенерации суставного хряща в медиальном отделе сустава и его дегенерации в латеральном отделе. Определена кривая обучения для достижения желаемой коррекции механической оси конечности.

### **Реализация результатов исследования**

Результаты работы внедрены в работу ГБУЗ ГКБ им. В.М. Буянова ДЗМ, ГБУЗ ГКБ №31 ДЗМ, Федерального научно-клинического центра специализированных видов медицинской помощи и медицинских технологий ФМБА России. Больницы имеют ортопедические и травматологические отделения и входят в общую организационную структуру здравоохранения города Москвы и министерства здравоохранения России. Результаты данного исследования используются в ходе обучения аспирантов, ординаторов и студентов Медицинского института РУДН.

### **Методология и методы исследования**

Нами проведено проспективное многоцентровое исследование, объектом которого стали 190 пациентов с изолированным однокомpartmentным остеоартритом коленного сустава на фоне фронтальной деформации нижней конечности, а также в сочетании с передней нестабильностью коленного сустава и нестабильностью надколенника, которым выполнялись различные виды околосуставных корригирующих остеотомий как изолированно, так и с пластикой передней крестообразной связки и транспозицией бугристости большеберцовой кости. Оценка исходного состояния пациентов и результатов лечения на всех сроках наблюдения проводилась при помощи общепризнанных шкал и опросников, клинического обследования, инструментальных методов диагностики и функциональных тестов. Все результаты оценивали при помощи современных статистических методов в программе Statistica 10 (StatSoft, США).

### **Достоверность и обоснованность результатов исследования**

Достоверность и обоснованность результатов лечения подтверждается полученными результатами лечения 190 пациентов с изолированным однокомpartmentным остеоартритом коленного сустава и в сочетании с передней нестабильностью коленного сустава и нестабильностью надколенника, которым выполнили различные виды околосуставных корригирующих остеотомий. При проведении работы были использованы современные методики исследования и глубокий анализ воздействия ортобиологических продуктов на внутреннюю среду коленного сустава и субхондральную кость после хирургической коррекции механической оси конечности. Полученные в результате данные были обработаны с применением современных методов статистического анализа.

### **Апробация работы**

Материалы диссертации доложены на 11 конференциях:

IV международный конгресс АСТАОР. 21-22.04.2017, г. Москва. «Простая НТО. А просто ли ее сделать?»

1-й Евразийский ортопедический форум. 29-30.06.17 г. Москва. «Остеотомии вокруг коленного сустава как альтернатива эндопротезированию»

XI Всероссийский съезд травматологов-ортопедов. 11-13.04.2018г., г. Санкт-Петербург. «Исследование биомеханики ходьбы у пациентов с медиальным гонартрозом после корригирующих остеотомий вокруг коленного сустава»

III Международный конгресс ассоциации ревмоортопедов. 21-22.09.2019г., г. Москва. «Артроскопическая оценка результатов высокой тибиальной остеотомии при лечении медиального гонартроза»

Московская ревматология. 1 конгресс с международным участием. 15-16.04.2021г., г. Москва. «Эндопротезирование. Кому? Когда? Мифы и реальность»

III конгресс «Ортобиология». «От исследования к клинической практике» 15-16.02.2022г., г. Москва. «SVF vs PRP в лечении медиального остеоартрита коленного сустава в комбинации с высокой тибиальной остеотомией»

Актуальные вопросы достижения и нерешенные проблемы современной травматологии и ортопедии. 9.09.2022г., г. Смоленск. «SVF vs PRP в лечении медиального остеоартрита коленного сустава в комбинации с высокой тибиальной остеотомией»

Современные тенденции в травматологии и ортопедии. Новые технологии и

решения. 1.10.2022г., г. Москва. «Остеотомия бедра в лечении нестабильности надколенника»

Межрегиональная конференция травматологов-ортопедов Ставропольского края и Карачаево-Черкесской республики. 7.10.2022г., КЧР, пос. Архыз. «Остеотомия бедра в лечении нестабильности надколенника»

V национальный конгресс по регенеративной медицине, 23-25.11.2022г., г. Москва. «Сравнительное исследование эффективности применения СВФ и PRP в лечении медиального остеоартрита коленного сустава в комбинации с высокой тиббиальной остеотомией»

VII международный конгресс АСТАОР 13-14.04.2023, г. Москва. «Роль остеотомии бедренной кости в лечении нестабильности надколенника»

Диссертационная работа апробирована на кафедральном заседании кафедры РУДН.

### **Публикации**

По теме настоящего исследования опубликовано 22 научные работы, 5 из которых напечатаны в журналах, входящих в перечень рецензируемых научных изданий ВАК/РУДН, 8 статей в изданиях, индексируемых в международных наукометрических базах Scopus/WoS, из них 4 работы в журналах Q1-Q2. Получено 4 Патента РФ на изобретение (№2578369 от 25.02.2016 г., №2701776 от 01.10.2019 г., №2760280 от 23.11.2021г., №2774022 от 14.06.2022г.).

### **Структура и объем работы**

Диссертация состоит из введения, 7 глав, главы ошибок и осложнений, заключения, выводов и 6 приложений. Текст диссертации изложен на 399 машинописных страницах, содержит 56 таблиц и 164 рисунка. Список литературы включает в себя 357 источников, из них 55 отечественных и 302 зарубежных.

### **СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ**

#### **Материалы и методы**

Настоящая диссертационная работа представляет собой многоцентровое проспективное исследование, основанное на анализе предоперационных и послеоперационных результатов лечения 190 пациентов с однокompартментным ОА КС. Исследование проведено на базах кафедры травматологии и ортопедии Медицинского института РУДН в ГБУЗ ГKB им. В.М. Буянова, ГБУЗ ГKB №31, Федеральном научно-клиническом центре специализированных видов медицинской помощи и медицинских технологий ФМБА России. Часть исследования по сравнению безопасности и клинической эффективности интраартикулярного введения аутологичных регенеративных клеток жировой ткани и PRP (плазмы обогащенной тромбоцитами) при лечении медиального ОА КС, проводилась на основании договора о научном сотрудничестве в ФГБУ «ЦКБ с поликлиникой». Исследование проводилось с 2013 по 2022гг. с минимальным сроком наблюдения пациентов до 1,5 лет.

#### **Дизайн исследования**

На основании данных мировой научной литературы были сформированы общие критерии включения, невключения в исследование приведенные в таблице №1.

*Таблица 1 – Основные критерии включения и невключения в исследование*

<b>Критерии включения</b>	<b>Критерии невключения</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Однокompартментный ОА КС II-IV стадии в соответствии с классификацией Kellgren&amp;Lawrence без костных дефектов;</li> <li>• Возраст от 18 до 70 лет включительно;</li> <li>• Уровень физической активности - умеренный или интенсивный;</li> <li>• Индекс массы тела (ИМТ) до 40 кг/м<sup>2</sup>;</li> <li>• Наличие хондромалиции суставного хряща в пораженном компартменте сустава по</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Тотальный ОА КС;</li> <li>• Хондромалиции суставного хряща контрлатерального компартмента КС 2 и более степени по Outerbridge;</li> <li>• Переломы бедра или большеберцовой кости в анамнезе, а также наличие ложных суставов или онкопатологии костной ткани;</li> <li>• Наличие следующих заболеваний: септический артрит, воспалительные заболевания суставов, подагра, выраженный хондрокальциноз (псевдоподагра),</li> </ul>

<p>Outerbridge 1-4 ст.;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Неэффективность предшествующих консервативных методов лечения в течении 6 мес.;</li> <li>• Интенсивность болевого синдрома по визуально-аналоговой шкале боли (ВАШ) <math>\geq 40</math> мм;</li> <li>• Интактный контрлатеральный компартмент КС;</li> <li>• Повреждение ПКС, сопровождающаяся нестабильностью КС и наличием однокомpartmentного ОА;</li> <li>• Боли в переднем отделе сустава, обусловленные нестабильностью в ПФС, при наличии однокомpartmentного ОА КС и вальгусной деформации нижней конечности на фоне высокого или низкого стояния надколенника;</li> <li>• Амплитуда движений в КС <math>\geq 90^\circ</math>;</li> <li>• 12. Варусная или вальгусная деформация нижней конечности на уровне КС.</li> </ul>	<p>болезнь Педжета, охроноз, акромегалия, гематохроматоз, болезнь Вильсона, первичный остеохондроматоз, остеонекроз, гемофилия, предшествующий септический артрит коленного сустава;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ИМТ <math>&gt; 40</math> кг/м<sup>2</sup></li> <li>• Амплитуда движений в суставе менее <math>90^\circ</math>;</li> <li>• Ограничение разгибания в коленном суставе <math>\geq 10^\circ</math>;</li> <li>• Быстро прогрессирующий остеопороз различного генеза;</li> <li>• Воспалительный процесс в области коленного сустава;</li> <li>• У пациента имеются противопоказания для местной анестезии или указания в анамнезе на аллергические реакции на местные анестетики;</li> <li>• Хронические заболевания внутренних органов в субкомпенсированных или декомпенсированных формах;</li> <li>• Клинически значимые отклонения в результатах лабораторных анализов;</li> <li>• Состояния, ограничивающие приверженность к участию в исследовании (деменция, психоневрологические заболевания, наркомания, алкоголизм и т.д.);</li> <li>• 14. Пациенты со злокачественными опухолями, включая послеоперационный период на фоне химио- и/или лучевой терапии.</li> </ul>
---	--

На первичном осмотре определяли соответствие пациентов критериям включения и невключения в исследование. При этом пациент информировался о сути операции, возможных осложнениях, особенностях послеоперационной реабилитации, а также подписывал информированное согласие и получал на руки методические рекомендации по предоперационной подготовке и послеоперационному периоду.

Всю когорту пациентов (n=190) разделили на следующие группы:

Группа 1 (n=144) – пациенты с медиальным ОА КС и варусной деформацией до  $14^\circ$ , которым выполнили ОУ ВТО. 5 пациентам выполнили двухстороннюю ОУ ВТО с разницей между операциями от 1 до 1,5 лет;

Группа 2 (n=12) – пациенты с медиальным ОА КС и варусной деформацией более  $14^\circ$ , которым выполнили двухуровневую остеотомию (ОУ ВТО + латеральную закрытоугольную ДФО (ЛЗУ ДФО)). 1 пациенту выполнили двухстороннюю ОУ ВТО + ЛЗУ ДФО;

Группа 3 (n=14) – пациенты с медиальным ОА КС, варусной деформацией и передней нестабильностью (разрывом ПКС), которым выполнили одномоментно пластику ПКС и ОУ ВТО;

Группа 4 (n=12) – пациенты с латеральным ОА КС, вальгусной деформацией, которым выполнили МЗУ ДФО;

Группа 5 (n=8) – пациенты с латеральным ОА КС, вальгусной деформацией и нестабильностью ПФС, которым одномоментно выполнили МЗУ ДФО + транспозицию бугристости большеберцовой кости (ТБББК).

В группу 1 (n=144, 149 КС) включили пациентов с медиальным ОА КС и варусной деформацией, которым выполнили ОУ ВТО и которые вошли в исследование по сравнению безопасности и клинической эффективности интраартикулярного введения аутологичных регенеративных клеток жировой ткани (подгруппа SVF) и PRP (подгруппа PRP) при лечении медиального ОА КС. Пациентам подгруппы PRP (n=10) через 6 недель после операции интраартикулярно вводили PRP, а пациентам подгруппы SVF (n=10) – SVF из аутологичной жировой ткани.

26 пациентам с медиальным ОА КС 2 ст. по Kellgren&Lawtence выполнили

исследование биомеханики ходьбы перед операцией, через 6 и 18 мес. после операции.

Через 18 мес. 91 пациенту выполнили 95 повторных артроскопий КС и удаление металлоконструкций, из них 19 пациентов - 20 КС входили в группу по сравнению безопасности и клинической эффективности интраартикулярного введения аутологичных регенеративных клеток жировой ткани и PRP при лечении медиального ОА КС. Остальным пациентам (n=71, 75 КС) в послеоперационном периоде проводили внутрисуставные инъекции ГЛК с высокой ММ, из них 4 пациента после двусторонней операции.

#### Общая характеристика пациентов

Медиана возраста пациентов общей когорты составила 54,5 года [48;58] в диапазоне от 18 до 69 лет. Женщин было 121 (63,7%), мужчин – 69 (36,3%). Женщины были статистически достоверно ( $p=0,037$ ) старше, средний возраст у женщин составил 53,9 года, у мужчин – 49,3 года (рис. 1).

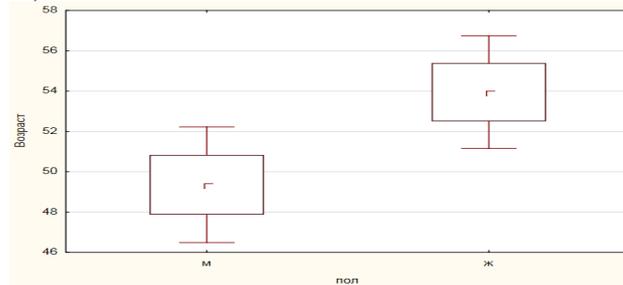


Рисунок 1 – Распределение пациентов по возрасту в зависимости от пола

У 91 (47,5%) пациентов прооперировали правый КС, у 94 (49,5%) - левый, у 6 (3%) - оба КС.

Наиболее часто встречающейся стадией ОА КС по Kellgren&Lawrence в исследовании была 2 ст. и составила 161 (82,1%) КС, 1 ст. – 3 (1,5%) КС, 3 ст. – 32 (16,4%) КС, пациентов с 4 ст. ОА КС в исследовании не было (рис. 2).

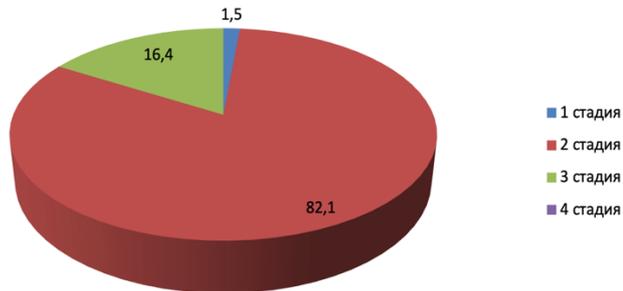


Рисунок 2 – Распределение всей когорты пациентов по стадиям ОА КС по Kellgren&Lawrence

В зависимости от веса пациенты были распределены в соответствии с классификацией значений ИМТ. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2021 Jan-. PMID: 31082114.].

Медиана ИМТ у пациентов общей когорты составила 29,4 кг/м<sup>2</sup> [27;32,1] в диапазоне от 18 до 37,9 кг/м<sup>2</sup>. На рисунке 3 представлено распределение по степеням ожирения.

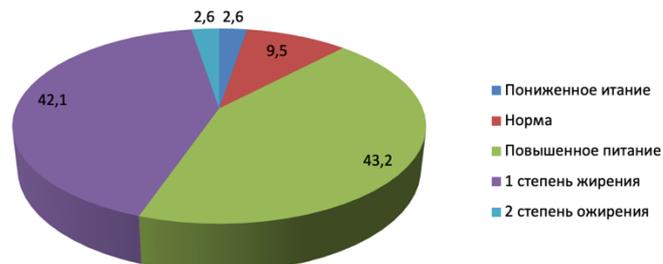


Рисунок 3 - Распределение пациентов общей когорты по степени ожирения

При сравнении общей когорты отмечали статистически достоверно больший ИМТ у женщин (30,3 кг/м<sup>2</sup> - что соответствует 1 ст. ожирения), чем у мужчин (27,5 кг/м<sup>2</sup> - что соответствует повышенному питанию) ( $p < 0,001$ ) (рис. 4). Чаше у женщин отмечалась 1 ст. ожирения ( $n=68$ , 56,2%), а у мужчин повышенное питание ( $n=40$ , 56,3%). Полное распределение степени ожирения в зависимости от пола представлено на рисунке 5.

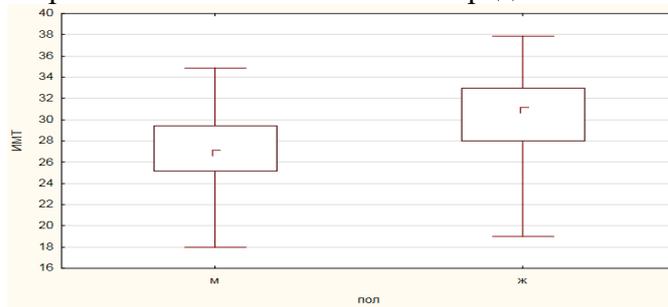


Рисунок 4 - Зависимость ИМТ от пола ( $p < 0,001$ )

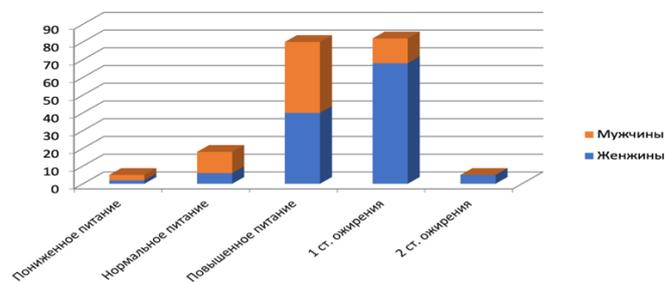


Рисунок 5 – Распределение пациентов общей когорты по степени ожирения в зависимости от пола

Медиана длительности заболевания до операции в общей когорте пациентов составила 36 мес. [24;57] в диапазоне от 6 до 300 мес.

В структуре этиологии ОА КС в нашем исследовании был отмечен идиопатический ОА в 167 (85,2%) случаях, посттравматический – в 24 (12,25%) случаях и 1 (0,5%) случай ОА КС при анкилозирующем спондилоартрите (болезни Бехтерева). У 18 (9,2%) пациентов в анамнезе было выполнено оперативное вмешательство на пораженном КС, 14 из них - артроскопическая резекция медиального мениска (без наличия в анамнезе явной травмы), 4 – пластика ПКС (после перенесенной травмы).

В работе были использованы современные методы диагностики, общепринятые и разработанные методы лечения и адекватные методы статистического анализа.

#### **Общие этапы выполнения околосуставных корригирующих остеотомий**

Любой вариант околосуставных корригирующих остеотомий выполняли под спиномозговой анестезией в положении пациента на операционном столе на спине с использованием пневмотурникета, но не более чем на 2 часа. Давление в пневмотурникете создавали не менее 2-х показателей систолического давления (250–260 мм рт. ст.). В связи с этим интраоперационная кровопотеря была незначительной. Сбоку от оперированной конечности на уровне верхней трети устанавливали боковой упор для улучшения визуализации медиального отдела сустава во время выполнения артроскопии.

Под контролем электронно-оптического преобразователя (ЭОП) на кожу устанавливали металлическую метку на центр головки бедренной кости, в качестве которой использовали датчик ЭКГ. Данную метку использовали для интраоперационного измерения МОК. В случаях использования компьютерной навигации данную метку не устанавливали.

Первым этапом выполняли артроскопию КС по классической методике из двух доступов по 0,5–1 см: переднелатеральный для оптического инструментария и переднемедиальный для рабочего артроскопического инструментария.

В ходе артроскопии проводили исследование верхнего заворота, пателло-фemorального сочленения, медиального и латерального компартментов сустава, оценивали состоятельность связочного аппарата и менисков (рис. 6).

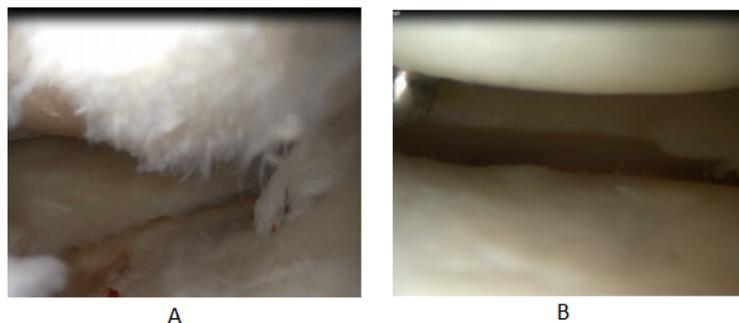


Рисунок 6 - Артроскопическая картина медиального (А) и латерального (В) отделов коленного сустава

Если выявляли хондромалиции дефектов суставного хряща 4 ст. по Outerbridge, то выполняли микрофрактурирование данных участков при помощи изогнутого градуированного шила. Перфорации выполняли на глубину не менее 1-2 см на расстоянии около 1 см между ними (рис. 7).

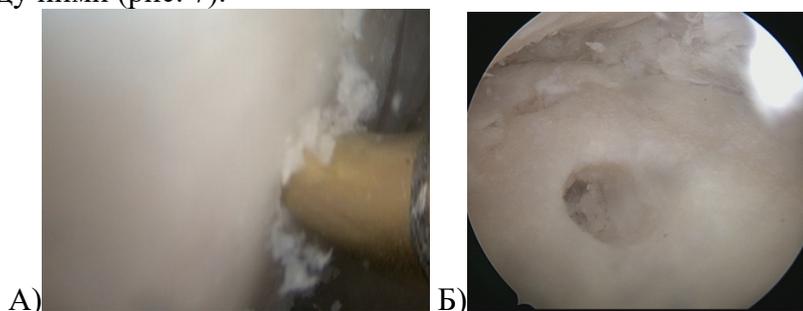


Рисунок 7 – Артроскопическое микрофрактурирование участков дефекта суставного хряща

При наличии дегенеративных изменений и повреждений менисков выполняли порциальную моделирующую резекцию поврежденных менисков. Тотальную резекцию и резекцию до капсулы сустава не осуществляли, чтобы не усугублять варусную деформацию.

При наличии разрывов менисков в «красной» или «розовой» зоне выполняли шов мениска по методике «все внутри» при помощи шовных артроскопических имплантов (FastFix 360, Smith&Nephew).

При обнаружении отрыва корня мениска выполняли рефиксацию корня мениска по разработанной методике (патент РФ №2760280 от 23.11.2021). Разработанный нами метод позволил сократить время восстановления корня мениска и снизить возможные риски повреждения сосудисто-нервных образований, суставного хряща, а также исключил необходимость создания отдельных доступов для наложения вертикальных швов и удешевил саму процедуру.

После подтверждения в ходе выполнения артроскопии однокомпаратментного поражения суставного хряща выполняли проведение пункционной иглы в полость сустава под визуальным контролем в область медиальной или латеральной суставной щели. Введение иглы в полость сустава позволяла ориентироваться при выполнении доступа для корригирующих остеотомий и снизить время использования ЭОП и тем самым лучевую нагрузку. Заканчивали первый этап операции коленного сустава выполнением лаважа сустава. Артроскопические доступы сразу не ушивались, для выполнения возможного интра- и послеоперационного контроля.

#### **Техника открытоугольной высокой тибиальной остеотомии**

Для выполнения ОУ ВТО выполняли косой разрез по передне-медиальной поверхности большеберцовой кости, начиная на 1 см ниже суставной щели коленного

сустава, отмеченной заранее пункционной иглой размером 5-7 см. Тупо и остро обнажали поверхностную фасцию и рассекали ее электрокоагулятором над и параллельно сухожилиям «гусиной лапки». Распатором обнажали медиальную поверхность большеберцовой кости на расстоянии около 1 см и ББК до собственной связки надколенника (рис. 8). При наличии фиксированной варусной деформации загнутым распатором выполняли релиз глубокой порции медиальной боковой связки до заднего края плато большеберцовой кости на расстоянии 2 см от суставной щели.



*Рисунок 8 - Хирургический доступ к зоне остеотомии*

Затем под ЭОП-контролем проводили в передней части большеберцовой кости спицу в зоне предполагаемой остеотомии на 4-5 см дистальнее суставной поверхности в направлении головки малоберцовой кости. Вторую спицу проводили в том же направлении по задней поверхности большеберцовой кости и ниже первой для выполнения остеотомии параллельно суставной поверхности плато большеберцовой кости в боковой проекции. В положении полного разгибания в КС и учитывая, что каждый миллиметр на рентгенограммах примерно равен  $1^\circ$  коррекции, вторая спица должна располагаться ниже примерно на 0,8-1 см при условии заднего наклона большеберцовой кости  $8^\circ-10^\circ$  (рис. 9).



*Рисунок 9 - Расположение спиц для контроля угла параллельно плато большеберцовой кости*

После определения правильного расположения спиц осцилляторной пилой по проведенным спицам производили распил  $2/3$  большеберцовой кости, не пересекая латеральный кортикал. Для профилактики повреждения задних сосудисто-нервных образований распил проводили в положении сгибания в коленном суставе около  $45^\circ$ , для чего подкладывали валик в подколенную область и устанавливали ретрактор Гомана на уровне распила. Расширение клина остеотомии выполняли первично остеотомом. Дальнейшее расширение клина остеотомии проводили специальными промаркированными расширителями соответствующими определенным трикальцийфосфатным блокам (инструмент OTIS, Франция). Для каждого блока имеется рассчитанный угол коррекции. Расширяли уровень остеотомии до рассчитанного и выполняли интраоперационный контроль коррекции МОК одним из вышеуказанных методов.

После достижения планируемой коррекции МОК выполняли расширение клина еще на 1 размер и устанавливали трикальцийфосфатный блок Otis-50 (SBM, Франция) на размер

меньше последнего расширителя (рис. 10А). Повторно контролировали коррекцию МОК, выполняли остеосинтез усиленной минипластиной с угловой стабильностью на четырех блокируемых винтах Otis-C-PLUS (SBM, Франция) (рис. 10Б).

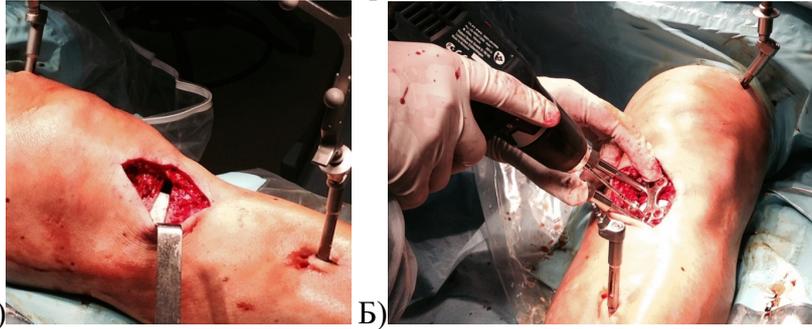


Рисунок 10 - Установка трикальцийфосфатного блока (А) и остеосинтез пластиной (Б)

При варусных деформациях с необходимостью коррекции менее  $10^\circ$  в некоторых случаях использовали альтернативные пластины с угловой стабильностью: Neosteo (Франция), PeekPower (Arthrex, США), Tomofix (Synthes, Швейцария). В этих случаях зону остеотомии не заполняли.

После окончания остеосинтеза выполняли ЭОП контроль (рис. 11) и оценивали функцию КС путем максимального разгибания и сгибания в КС.



Рисунок 11 – Окончательный остеосинтез (ЭОП-контроль)

### Усовершенствование техники открытоугольной высокой тибиальной остеотомии

В ходе выполнения данного диссертационного исследования для уменьшения вероятности наиболее нестабильных внутрисуставных переломов латерального тибияльного плато из центра ротации III типа по Takeuchi мы усовершенствовали технику выполнения ОУ ВТО.

Мы предложили и использовали с 2017г. простую и воспроизводимую технику операции, не требующую дополнительных приспособлений и инструментария («Способ открывающей угол высокой тибиальной остеотомии при лечении медиального гонартроза», патент №2774022 от 14.06.2022г.). Главной особенностью усовершенствования является проведение двух параллельных спиц через латеральный кортикальный слой (рис. 12). При таком проведении спиц силы напряжения в костной ткани при расширении клина остеотомии не пересекают спицы, что в итоге исключает переломы III типа по Takeuchi.

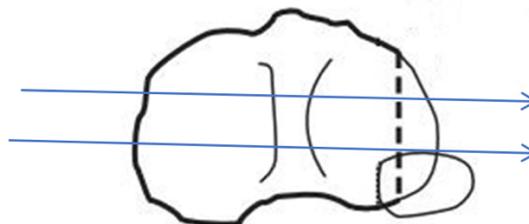


Рисунок 12 - Схема расположения спиц в поперечной плоскости

### Техника открытоугольной высокой тибиальной остеотомии + латеральной закрытоугольной дистальной феморальной остеотомии

При варусных деформациях более  $14^\circ$  и выявлении варусной деформации на уровне проксимального отдела большеберцовой кости и дистального отдела бедренной кости мы выполняли двухуровневую вальгизирующую остеотомию (ОУ ВТО + ЛЗУ ДФО). В таких случаях следующим после артроскопии КС выполняли ЛЗУ ДФО, так как точность ее выполнения ниже, чем у открытоугольной методике, тем самым, во время выполнения ОУ ВТО последним этапом можно дополнить коррекцию, выполненную на уровне бедренной кости.

Кожный разрез 8-10 см для ЛЗУ ДФО осуществляли на 2-3 см выше пункционной иглы, установленной во время артроскопии в латеральный отдел сустава по наружной поверхности нижней трети бедра. При помощи скальпеля и диссекционных ножниц выполняли рассечение широкой фасции бедра и отсечение ее от латеральной головки четырехглавой мышцы. Далее тупо между латеральной головкой четырехглавой мышцы бедра и двуглавой мышцей осуществляли межмышечный доступ к дистальному отделу бедренной кости. Устанавливали два широких ретрактора Гомана, одним отодвигали вперед четырехглавую мышцу бедра, другим - назад двуглавую мышцу бедра (рис. 13А). Затем под контролем ЭОП проводили 2 параллельные спицы на 7-8 см проксимальнее линии сустава в направлении зоны перехода кортикальной кости в губчатую по медиальной поверхности (рис. 13Б).



Рисунок 13 – Первый этап ЛЗУ ДФО: А- доступ для выполнения ЛЗ ДФО, Б – проведение направляющей спицы

После того, как полностью убедились в правильности проведения направляющих спиц, при помощи осцилляторной пилы производили распил бедренной кости до латерального кортикального слоя без его повреждения, не доходя до него 0,5-1 см.

Затем в первичный распил устанавливали специальный направлятель для закрытоугольной остеотомии (Neosteo, Франция) (рис. 14). Направитель погружали максимально с упором на латеральный кортикал бедренной кости и дополнительно фиксировали двумя спицами диаметром 1 мм через предназначенные для этого дополнительные отверстия. После того, как убеждались в жесткости фиксации направителя для закрытоугольной остеотомии, проводили второй распил бедренной кости. Далее спицы, направитель и выпиленный клин удаляли из зоны остеотомии. Следующим этапом созданием вальгусной нагрузки проводили закрытие клина остеотомии до соприкосновения латерального кортикала и фиксировали специализированными блокируемыми пластинами минимум на 10 винтов (Neosteo (Neosteo, Франция), Tomofix (Synthes, Швеция)).

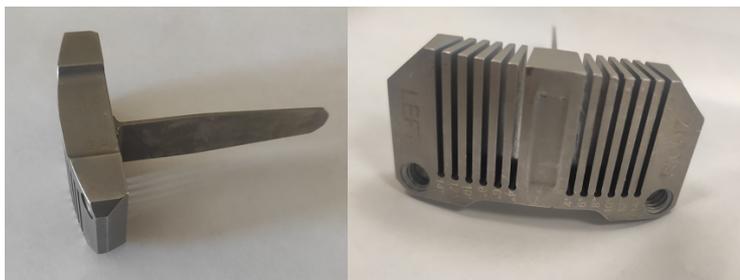


Рисунок 14– Направитель для закрытоугольной остеотомии (Neosteo, Франция)

В ходе остеосинтеза для создания компрессии в зоне остеотомии после проведения 2-3 дистальных винтов и достижения стабильности пластины из одного из проксимальных отверстий проводили кортикальный винт в направлении снизу вверх. При затягивании данного винта, проведенного через 2 кортикальных слоя, происходила компрессия как зоны остеотомии, так и области медиальной поверхности бедренной кости (рис. 15А). После проведения 2 блокируемых винтов проксимально компрессирующий винт удаляли и через это отверстие в пластине по направителю рассверливали канал и устанавливали блокируемый винт. После окончания остеосинтеза выполняли ЭОП контроль (рис. 15Б) и оценивали функцию КС путем максимального разгибания и сгибания в КС.

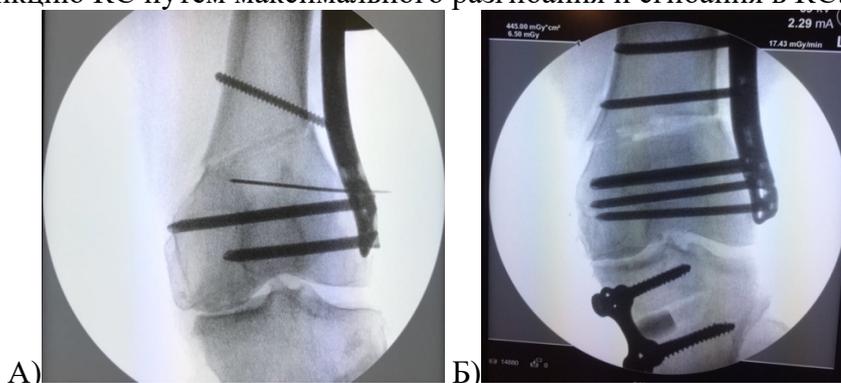


Рисунок 15 – Этапы остеосинтеза при выполнении ЛЗ ДФО. А -проведение компрессирующего винта (ЭОП-картина), Б - ЭОП-контроль после окончательного остеосинтеза ЛЗ ДФО (отмечается перелом медиального кортикал бедренной кости)  
Следующим этапом осуществляли ОУ ВТО по методике, описанной выше.

### Техника медиальной закрытоугольной дистальной феморальной остеотомии

При диагностировании вальгусной деформации нижней конечности и латерального ОА КС мы выполняли МЗ ДФО. После выполнения артроскопии и внутрисуставных манипуляций выполняли кожный разрез 8-10 см на 3-5 см выше пункционной иглы, установленной во время артроскопии в медиальный отдел сустава, по медиальной поверхности нижней трети бедра. Тупо при помощи зажима производили межмышечный доступ к дистальному отделу бедренной кости (между медиальной головкой четырехглавой мышцы бедра и портняжной мышцей (группа приводящих мышц)). Устанавливали два широких ретрактора Гомана, одним отодвигали кпереди четырехглавую мышцу бедра, другим - кзади приводящие мышцы. Затем под контролем ЭОПа, как и для ЛЗ ДФО, проводили 2 параллельные спицы на 7-8 см проксимальнее линии сустава в направлении зоны перехода кортикальной кости в губчатую по латеральной поверхности.

После того, как полностью убедились в правильности проведения направляющих спиц, при помощи осцилляторной пилы производили распил бедренной кости до латерального кортикального слоя без его повреждения и не доходя до него 0,5-1 см.

Затем в первый распил устанавливали специальный направитель для закрытоугольной остеотомии (Neosteo, Франция) как и при ЛЗУ ДФО и проводили второй распил бедренной кости. Далее спицы, направитель и выпиленный клин удаляли из зоны остеотомии. Следующим этапом созданием варусной нагрузки проводили закрытие клина

osteotomy до соприкосновения медиального кортикального слоя и фиксировали специализированными блокируемыми пластинами минимум на 10 винтов (Neosteo (Neosteo, Франция), Tomofix (Synthes, Швеция)) (рис. 16).



*Рисунок 16 – Окончательные рентгенограммы после МЗ ДФО*

### **Техника одномоментной артроскопической пластики ПКС и открытоугольной высокой тибиальной остеотомии**

При длительном существовании передней и ротационной нестабильности на фоне повреждения ПКС ситуация может осложняться развитием ОА КС, чаще медиального, что усложняет выбора тактики лечения. В данной ситуации, при наличии варусной деформации за счет костных структур, требуется проведение пластики ПКС в комбинации с околоуставными остеотомиями в один или два этапа. Мы в нашем исследовании в случаях медиального ОА КС, наличии варусной деформации конечности и повреждении ПКС выполняли одномоментную артроскопическую пластику ПКС + ОУ ВТО.

После проведения артроскопического этапа и подтверждения повреждения ПКС выполняли косой расширенный доступ 7-10 см к сухожилиям задней группы мышц бедра (hamstring) на переднемедиальной поверхности верхней трети голени, которые мы использовали в качестве ауто сухожильной части трансплантата. Расширенный доступ позволял проще и быстрее выделить необходимые сухожилия и являлся доступом для дальнейшего выполнения ОУ ВТО. Тупо и остро выполняли доступ к «гусиной лапке», выделяли сухожилия нежной и полусухожильной мышц и прошивали их нитями. При помощи сухожильного стриптера производили забор сухожильных частей вышеуказанных мышц с отсечением их от места прикрепления к большеберцовой кости.

После забора сухожилий на специальном столике производили их обработку и формирование 4-хпучкового трансплантата. При диаметре трансплантата менее 8 мм выполняли его усиление при помощи полиэфестеровой ленты для комбинированной пластики связок. Проксимальная часть ауто трансплантата прошивалась маркировочной нитью на протяжении 2,5 см от края с целью дальнейшего контроля глубины погружения трансплантата в бедренный канал (рис. 17)



*Рисунок 17 - Вид сформированного ауто трансплантата сшитым в него полиэфестеровым аугментом-усилителем*

Формирование каналов в бедренной и большеберцовой кости для проведения трансплантата проводили под артроскопическим контролем при помощи гайдов-направителей.

На методику комбинированной пластики ПКС получен патент на изобретение: «Способ одномоментной пластики передней крестообразной и латеральной передне-

боковой связок коленного сустава у пациентов с комбинированной нестабильностью коленного сустава» №2701776 от 01.10.2019г.

В случаях комбинации пластики ПКС с ОУ ВТО выполнение последней сложнее ввиду возможности конфликта канала в большеберцовой кости с каналом для передне-верхнего винта. Во избежание данного конфликта мы выполняли остеотомию дистальнее на 1-2 см, чем при планировании УО ВТО на стабильном КС, если использовали пластину Otis PLUS. Для визуализации канала в большеберцовой кости при выполнении ЭОП-контроля производили установку втулки или сверла аналогичного размера. Тем самым во время позиционирования пластины определяли вероятность конфликта каналов и смещали ее во избежание такового (рис. 18). При возникновении конфликта каналов пластину приходилось смещать кзади, что увеличивало риски повреждения подколенных структур при рассверливании канала для задне-верхнего винта.

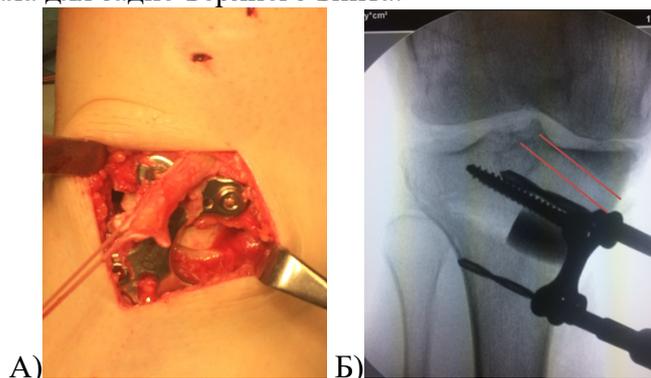


Рисунок 18 – Позиционирование пластины при выполнении одномоментной пластики ПКС и ОУ ВТО. А – интраоперационное фото, Б - ЭОП-контроль

При использовании пластины PeekPower (Arthrex, США) конфликта каналов избежать значительно проще. Данный аспект обуславливается тем, что передне-верхний винт можно не устанавливать или устанавливать короткий (до канала используемого для пластики ПКС), тем самым снимаются вопросы тщательного позиционирования пластины и риска повреждения подколенных структур (рис. 19).

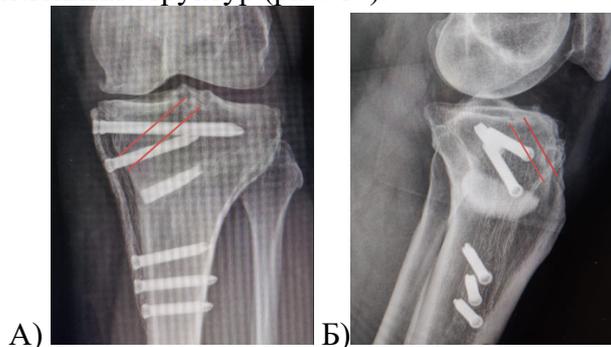


Рисунок 19 – Рентгенограммы КС после остеосинтеза зоны остеотомии ББК пластиной PeekPower (Arthrex, США) при комбинированной пластике ПКС (А – прямая проекция, Б – боковая проекция)

После подтверждения стабильности остеосинтеза зоны остеотомии выполняли проведение трансплантата по методике снаружи-внутри. Фиксацию трансплантата в бедре производили биокompозитным винтом Biorci 8x25мм. Затем, после контроля изометричности расположения каналов путем удержания трансплантата у края канала в большеберцовой кости сгибая-разгибая конечность в КС, производили фиксацию трансплантата в большеберцовой кости с помощью гильзы Biorci Tibial Shelth и биоинтегрируемого винта Biorci 9x30 мм.

### Техника медиальной закрытоугольной феморальной остеотомии и транспозиции бугристости большеберцовой кости

При выявлении вальгусной деформации нижней конечности за счет дистального отдела бедренной кости более  $5^\circ$  и нестабильности надколенника с формированием болевого синдрома в ПФС на фоне высокого или низкого стояния надколенника мы выполняли МЗ ДФО и транспозицию БББК.

При данной патологии во время выполнения артроскопии коленного сустава выполняли пателлолатерорелиз аблятором – рассекали латеральную капсулу сустава от верхнего заворота до нижнего полюса надколенника. Использование аблятора позволило уменьшить кровотечение из зоны рассеченной капсулы в послеоперационном периоде.

Следующим этапом выполняли МЗ ДФО по методике, описанной выше. После выполнения остеотомии проверяли не только стабильность остеотомии и сгибательно-разгибательную функцию КС, но и изучали полученный трекинг надколенника, который на данном этапе практически полностью восстанавливался.

Далее из разреза размером 7-8 см по передней поверхности в верхней трети большеберцовой кости в проекции собственной связки надколенника и БББК обнажали последние. Электрокоагулятором выделяли БББК на протяжении 6-7 см, определяя края и дистальную часть остеотомии. Затем при помощи осцилляторной пилы производили вертикальный распил большеберцовой кости под ее бугристостью на глубину 1-1,5 см и длиной 5-7 см в направлении изнутри наружу под углом  $30^\circ$  сверху вниз, для того чтобы во время медиализации БББК можно было произвести одновременную вентрализацию. Такой прием позволяет снять напряжение в ПФС, тем самым снижая риск развития синдрома гиперпрессии надколенника (рис 20А). После полного распила кости дистально выполняли перпендикулярный запил тем самым остеотомированную БББК. После полного отделения БББК брали ее на зажим Кохера и выделяли собственную связку надколенника при помощи диссекционных ножниц, выполняя окончательный полный пателлолатерорелиз (рис. 20Б).

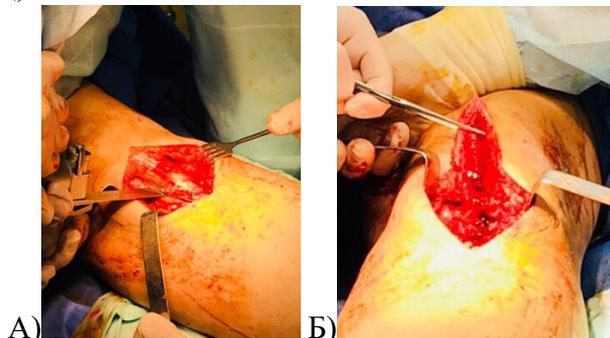


Рисунок 20 – Этапы выполнения ТБББК: А - сагитальный распил БББК, Б - выделение собственной связки надколенника с БББК

При высоком стоянии надколенника (patella alta) выполняли дистальный косой опил остеотомированной БББК под углом  $30^\circ$ , открытым кнутри, удаляя около 1 см (данный размер планировался предоперационно по рентгенограммам и МРТ). Угол опиления открытый кнутри позволял при низведении БББК и сопоставлении с большеберцовой костью стык в стык произвести ее угловую медиализацию. После сопоставления остеотомированной БББК через 2 кортикальных слоя проводили две параллельные спицы диаметром 1 мм на расстоянии 1,5-2 см между собой. Убедившись в стабильности надколенника и нормализации его трекинга, выполняли фиксацию БББК двумя канюлированными компрессирующими винтами с частичной нарезкой диаметром 4-4,5 мм или канюлированными кортикальными винтами с частичной нарезкой 3,5 мм. Производили окончательный ЭОП-контроль и контроль функции коленного сустава и стабильности надколенника (объем движений должен составлять не менее  $120^\circ$  сгибания и полное разгибание).

При низком положении надколенника (*patella baja*), что было выявлено в 1 случае, выполнили проксимализацию ББК с фиксацией двумя канюлированными кортикальными винтами с частичной нарезкой 3,5 мм.

### **Общие принципы ведения пациентов в послеоперационном периоде для околосуставных остеотомий**

В своей практике весь реабилитационный период после околосуставных остеотомий делили на три. Первый период (послеоперационный) длится с момента операции до 6-8 недель после операции. Второй период (ранний послеоперационный) длится от 6-8 недель до 3 месяцев после операции. Третий период (поздний послеоперационный) начинается через 3 месяца после операции. Каждый из этих периодов имеет свои конкретные задачи и особенности.

Основными задачами послеоперационного периода являются адекватное обезболивание, профилактика тромбэмболических осложнений, профилактика инфекционных осложнений, гемостаз и ранняя активизация пациента.

После перехода на ходьбу с одиночной опорой (трость) и контрольных рентгенограмм КС при условии отсутствия признаков переломов в зоне остеотомии, перелома металлоконструкции и признаков несращения зоны остеотомии пациентам назначали физиотерапевтическое лечение, ЛФК, в том числе и в бассейне, массаж, занятия на велотренажере. В этот период также выполняли внутрисуставные инъекции ВМ ГНК или ортобиологических продуктов (SVF или PRP. Повторный курс реабилитационного и физиотерапевтического лечения, а также внутрисуставных инъекций ВМ ГНК повторяли через 6 месяцев.

#### *Особенности послеоперационного ведения пациентов после ОУ ВТО*

Ходьба при помощи костылей без нагрузки на оперированную конечность после ОУ ВТО продолжалась 3 недели при условии отсутствия интраоперационных переломов латерального кортикального слоя, уверенности в стабильности остеосинтеза зоны остеотомии и ИМТ ниже 30 кг/м<sup>2</sup>. Далее до 6 недель после операции разрешалась нагрузка на оперированную конечность до половины веса. Если во время операции происходил перелом латерального кортикального слоя или ИМТ более 30 кг/м<sup>2</sup>, то ходьба без нагрузки на оперированную конечность продолжалась 6 недель. Через 6 недель выполняли контрольные рентгенограммы КС в 2-х проекциях и осуществляли переход на ходьбу с тростью и полной опорой на конечность. Ходьба без дополнительной опоры достигалась к 8-12 неделям после операции.

Через 1,5 месяца после операции пациенту назначали контрольный осмотр, если не было особой необходимости для более раннего осмотра. В ходе осмотра пациента обследовали и производили контрольные рентгенограммы КС.

В последующем пациента осматривали в клинике через 3, 6, 12 и 18 месяцев после операции, а далее 1 раз в 2 года при отсутствии прогрессирования болевого синдрома и дополнительных жалоб. Контрольные топограммы выполняли через 6 и 18 месяцев после операции.

#### *Особенности послеоперационного ведения пациентов после двухуровневой околосуставной остеотомии*

Ходьба при помощи костылей без нагрузки на оперированную конечность после ОУ ВТО + ЛЗ ДФО продолжалась 6 недель при условии отсутствия интраоперационных переломов латерального кортикального слоя, уверенности в стабильности остеосинтеза зоны остеотомии и ИМТ ниже 30 кг/м<sup>2</sup>. Далее до 8-10 недель после операции разрешалась нагрузка на оперированную конечность до половины веса. Если во время операции происходил перелом латерального кортикального слоя или ИМТ более 30 кг/м<sup>2</sup>, то ходьба без нагрузки на оперированную конечность продолжалась 8-10 недель. Через 8-10 недель выполняли контрольные рентгенограммы КС в 2-х проекциях и осуществляли переход на

ходьбу с тростью и полной опорой на конечность. Ходьба без дополнительной опоры достигалась к 8-12 неделям после операции.

Через 2 месяца после операции пациенту назначали контрольный осмотр если не было особой необходимости для более раннего осмотра. В ходе осмотра пациента обследовали и производили контрольные рентгенограммы. Пациенту рекомендовали следить за весом тела.

В последующем пациента осматривали в клинике через 3, 6, 12 и 18 месяцев после операции, а далее 1 раз в 2 года при отсутствии прогрессирования болевого синдрома и дополнительных жалоб. Контрольные топограммы выполняли через 6 и 18 мес. года после операции.

*Особенности послеоперационного ведения пациентов после медиальной закрытоугольной дистальной бедренной остеотомии*

Протокол послеоперационного лечения после МЗ ДФО соответствовал таковому при двухуровневых остеотомиях (ОУ ВТО + ЛЗ ДФО).

*Особенности послеоперационного ведения пациентов после открытоугольной высокой тибиальной остеотомии в сочетании с пластикой ПКС*

Отличительной особенностью ведения пациентов после ОУ ВТО + пластики ПКС от изолированной ОУ ВТО являлось использование ортеза с регулируемым шарниром в течение 6 недель после операции. Движения в суставе начинали с 1-ых суток после операции. Каждую неделю увеличивали угол сгибания на 30°, но не более 90°. Через 6 недель прекращали иммобилизацию и начинали активный реабилитационный протокол.

*Особенности послеоперационного ведения пациентов после медиальной закрытоугольной дистальной феморальной остеотомии в сочетании с транспозицией бугристости большеберцовой кости*

Отличительной особенностью ведения пациентов после МЗ ДФО + транспозиции ББК от МЗ ДФО являлась иммобилизация КС ортезом с шарнирами в течение 6 недель после операции. Движения в суставе начинали с 10-14-х суток после операции. Каждую неделю увеличивали угол сгибания на 30°, но не более 90°. Через 6 недель прекращали иммобилизацию и начинали активный реабилитационный протокол.

#### **Анализ клинических результатов лечения пациентов**

Оценка клиничко-функциональных результатов пациентов 1 группы показала статистически значимое улучшение функции КС по шкалам KOOS, KSS 1, KSS 2 в течение всего срока наблюдения до 18 мес. после операции ( $p < 0,001$ ) практически в 2 раза, причем максимальное улучшение было отмечено уже на сроке 6 мес. после операции. ОУ ВТО позволила добиться «хороших» и «отличных» результатов по шкалам KSS 1, KSS 2 через 6 мес. после операции у 45,7% и 53,7% пациентов соответственно, через 12 мес. после операции – у 74,4% и 81,2%, а через 18 мес. после операции – уже у 85,9% и 95,3% соответственно. Болевой синдром показывал выраженное статистически значимое снижение по ВАШ во все сроки наблюдения ( $p < 0,001$ ) и через 18 мес. после операции уменьшился в 4,9 раза (с  $68,2 \pm 12$  до  $13,9 \pm 11,8$  мм), а максимальное снижение было уже через 6 мес. после операции в 2,7 раза (с  $68,2 \pm 12$  до  $25,6 \pm 12,4$  мм). Таким образом, болевой синдром с «сильной» боли уменьшился до «легкой» к 18 мес. после операции (рис. 21А).

Оценка клиничко-функциональных результатов пациентов 2 группы показала статистически значимое улучшение функции КС по шкалам KOOS, KSS 1, KSS 2 в течение всего срока наблюдения до 18 мес. после операции ( $p < 0,05$ ) более чем в 2 раза, причем максимальное улучшение отмечали уже на сроке 6 мес. после операции. Выполнение двухуровневой остеотомии позволило добиться «хороших» и «отличных» результатов по шкалам KSS 1, KSS 2 через 6 мес. после операции у 53,8% и 69,2% пациентов соответственно, через 12 мес. после операции – у 92,3% и 84,6%, а через 18 мес. после операции – у 92,3% и 100% соответственно, что показывало максимально качественное улучшение КС из всех групп. Болевой синдром показал резкое статистически значимое

снижение по ВАШ на сроках 6 и 12 мес. после операции ( $p < 0,05$ ), а через 18 мес. после операции болевой синдром остался на том же уровне ( $p = 0,9$ ). Так, через 6 мес. после операции болевой синдром уменьшился в 3 раза (с  $85,4 \pm 7,2$  до  $28,5 \pm 8,7$  мм), а итоговое снижение болевого синдрома через 18 мес. после операции было в 6 раз (с  $85,4 \pm 7,2$  до  $14,2 \pm 8,1$  мм). Таким образом, болевой синдром с «сильной нетерпимой» боли уменьшился до «легкой» к 12 мес. после операции (рис. 21 Б).

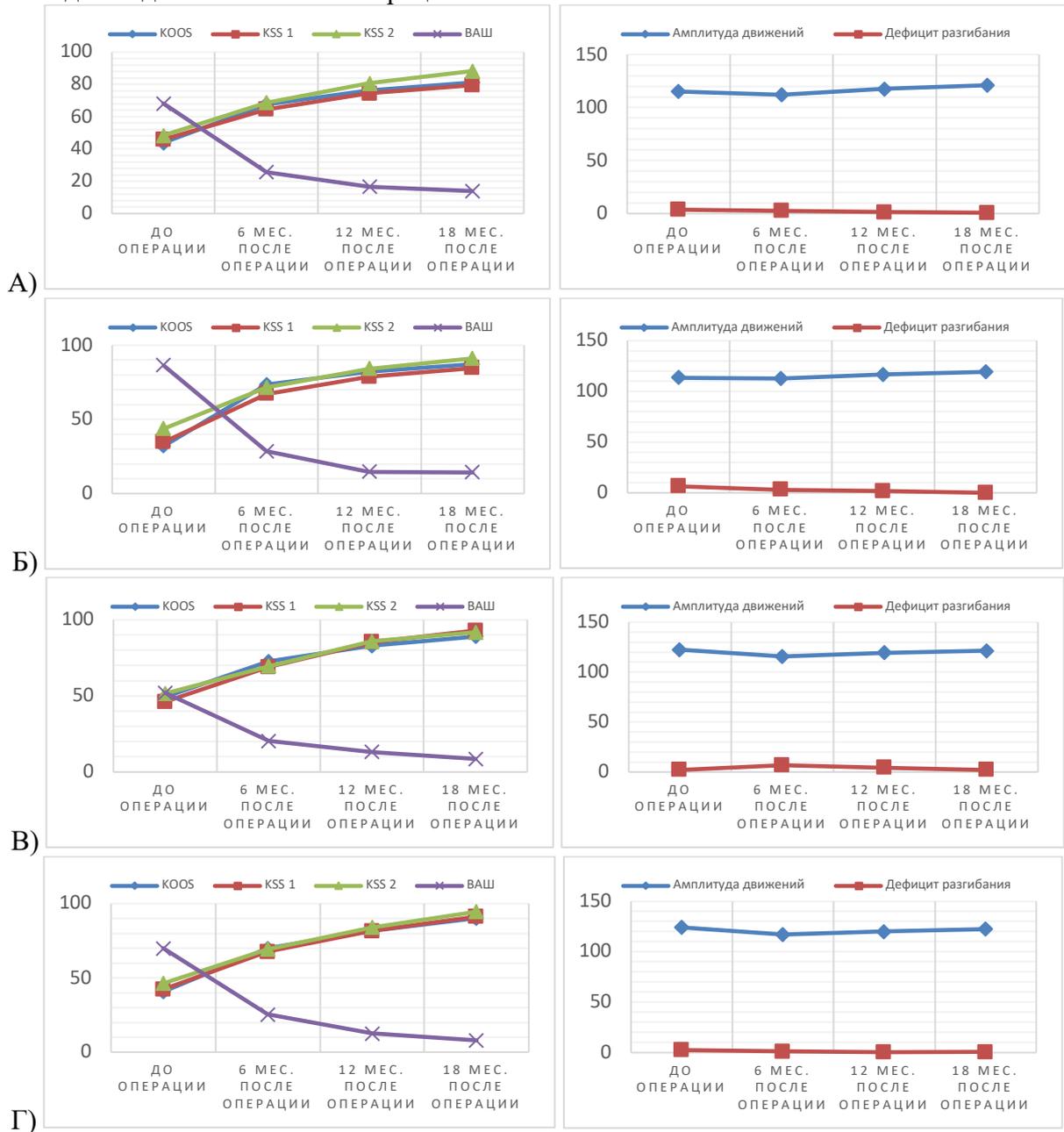
Оценка клинико-функциональных результатов пациентов 3 группы показала статистически значимое улучшение функции КС по шкалам KOOS, KSS 1, KSS 2 в течение всего срока наблюдения до 18 мес. после операции ( $p < 0,05$ ), причем максимальное улучшение отмечали уже на сроке 6 мес. после операции. Выполнение ОУ ВТО в комбинации с пластикой ПКС позволило добиться «хороших» и «отличных» результатов по шкалам KSS 1, KSS 2 через 6 мес. после операции у 64,3% и 71,4% пациентов соответственно, через 12 и 18 мес. после операции у 100% по обоим шкалам. Болевой синдром показал резкое статистически значимое снижение по ВАШ во все сроки наблюдения ( $p < 0,05$ ) и через 18 мес. после операции уменьшился в 5,8 раза (с  $50 \pm 7$  до  $8,6 \pm 6$  мм), а максимальное снижение было уже через 6 мес. после операции в 2,5 раза (с  $50 \pm 7$  до  $20,4 \pm 8$  мм). Таким образом, болевой синдром с «умеренной» боли уменьшился до «легкой» к 18 мес. после операции (рис. 21 В). При анализе стабильности КС мы не выявили ни у одного пациента на всех сроках наблюдения положительных Лахман-теста и теста PivotShift. Симптом ПВЯ отмечался на «+» через 6 мес. в 71,4% (10 КС), через 12 и 18 мес. после операции данный результат наблюдался лишь в 35,7% (5 КС), у остальных пациентов симптомов нестабильности не было. Объективные жалобы на нестабильность не предъявлял ни один пациент из 3 группы.

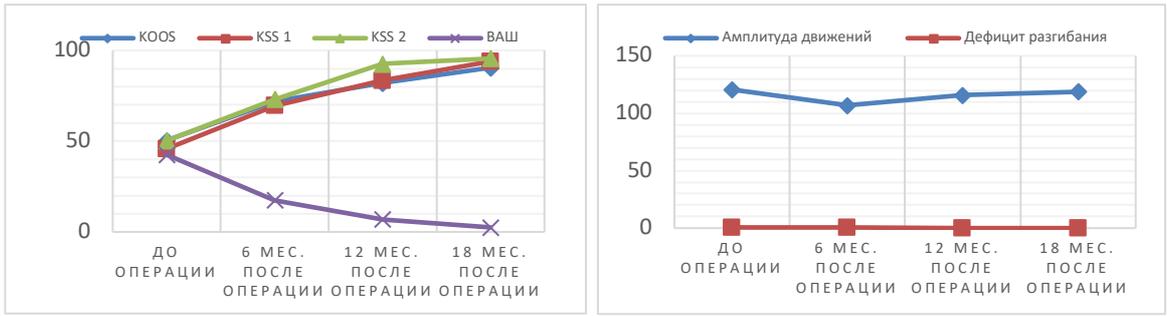
Оценка клинико-функциональных результатов пациентов 4 группы показала статистически значимое улучшение функции КС по шкалам KOOS, KSS 1, KSS 2 в течение всего срока наблюдения до 18 мес. после операции ( $p < 0,05$ ) более чем в 2 раза, причем максимальное улучшение отмечали уже на сроке 6 мес. после операции. Выполнение МЗУ ДФО в комбинации с пластикой ПКС позволило добиться «хороших» и «отличных» результатов по шкалам KSS 1, KSS 2 через 6 мес. после операции у 64,3% и 71,4% пациентов соответственно, через 12 и 18 мес. после операции – у 100% пациентов по обоим шкалам. Болевой синдром показал резкое статистически значимое снижение по ВАШ во все сроки наблюдения ( $p < 0,05$ ) и через 18 мес. после операции уменьшился в 8,9 раза (с  $70 \pm 6$  до  $7,9 \pm 3,3$  мм), а максимальное снижение было уже через 6 мес. после операции в 2,8 раза (с  $70 \pm 6$  до  $25,4 \pm 6,9$  мм). Таким образом, болевой синдром с «сильной» боли уменьшился до «легкой» уже к 12 мес. после операции (рис. 21 Г).

Оценка клинико-функциональных результатов пациентов 5 группы показала статистически значимое улучшение функции КС по шкалам KOOS, KSS 1, в течение всего срока наблюдения до 18 мес. после операции, а по шкале KSS 2 только на отрезках 6 и 12 мес. после операции ( $p < 0,05$ ), причем максимальное улучшение отмечали уже на сроке 6 мес. после операции. Максимальное улучшение не превышало исходных показателей более чем в 2 раза, однако исходные результаты были выше остальных групп. Выполнение МЗУ ДФО в комбинации с ТББК позволило добиться «хороших» и «отличных» результатов по шкалам KSS 1, KSS 2 через 6 мес. после операции у 75% и 50% пациентов соответственно, через 12 и 18 мес. после операции – у 100% по обоим шкалам. Болевой синдром показал резкое статистически значимое снижение по ВАШ через 6 и 12 мес. после операции ( $p < 0,05$ ), а на отрезке 12-18 мес. изменения были статистически недостоверны ( $p = 0,09$ ). Через 18 мес. после операции болевой синдром по ВАШ уменьшился в 17 раз (с  $42,5 \pm 12,5$  до  $2,5 \pm 3,8$  мм), а максимальное снижение было через 6 мес. после операции в 2,4 раза (с  $42,5 \pm 12,5$  до  $17,5 \pm 8,9$  мм). Таким образом, болевой синдром с «умеренной» боли к 18 мес. после операции практически отсутствовал (рис. 21 Д). Основной жалобой пациентов данной группы была боль в переднем отделе сустава и эпизоды вивихов надколенника, в связи с

чем, на предоперационном этапе у них была самая невыраженная симптоматика ОА и максимально значимым критерием эффективности хирургического лечения была стабильность надколенника. При оценке стабильности надколенника после операции использовали субъективные ощущения пациентов. Все пациенты в течение наблюдаемого периода отмечали отсутствие повторных вывихов надколенника даже во время занятий спортивной активностью и отсутствие ощущения нестабильности и боли в переднем отделе сустава.

У пациентов всех групп отмечались общие закономерности при оценке амплитуды движений, которая незначительно снижалась в первые 6 мес. после операции, а далее увеличивалась до предоперационных или незначительно больше предоперационных, в основном за счет уменьшения дефицита сгибания. Исключение составляли пациенты из 2 группы, которым выполняли двухуровневые остеотомии (ЛЗУ ДФО + ОУ ВТО). У них отмечалось стойкое незначительное увеличение амплитуды движений на всех сроках наблюдения до 18 мес. после операции.





Д)

Рисунок 21 – Клинико-функциональные результаты лечения пациентов по группам (А - 1 группа, Б – 2 группа, В – 3 группа, Г – 4 группа, Д – 5 группа)

Для изучения зависимости результатов от антропометрических данных мы провели сравнение по половой принадлежности и зависимость от степени ожирения. Мы получили статистически значимо лучшие результаты по всем шкалам (КООС, KSS 1, KSS 2) у мужчин в отличие от женщин ( $p < 0,05$ ), однако снижение болевого синдрома по ВАШ не показало статистически значимых отличий между мужчинами и женщинами ( $p > 0,05$ ) (рис. 22).

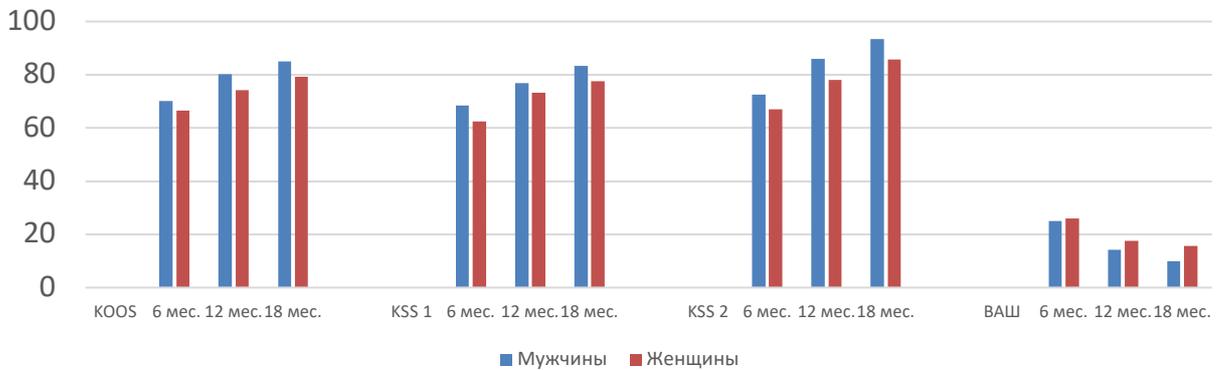


Рисунок 22 – Клинико-функциональные результаты лечения пациентов в зависимости от пола

Также нами было получено статистически достоверное влияние на полученный результат степени ожирения. Так, у пациентов с нормальным и повышенным питанием результаты по шкалам (КООС, KSS 1, KSS 2) были лучше, чем у пациентов с 1-2 ст. ожирения на всех сроках наблюдения ( $p < 0,05$ ). Отличий по выраженности болевого синдрома в зависимости от степени ожирения на сроке 6 мес. после операции нами не выявлено ( $p = 0,16$ ), а на сроках 12 и 18 мес. после операции болевой синдром был более выраженным у пациентов с ожирением 1-2 ст. ( $p < 0,001$ ). Так, болевой синдром по шкале ВАШ составил у пациентов с ожирением 1-2 ст. менее 30 мм, что соответствует «умеренной» боли, а у пациентов без ожирения - около 10 мм, что соответствует «легкой» боли. Худшие результаты показали пациенты со 2 ст. ожирения, на всех сроках наблюдения как по функциональным шкалам, так и по уровню болевого синдрома (рис. 23).

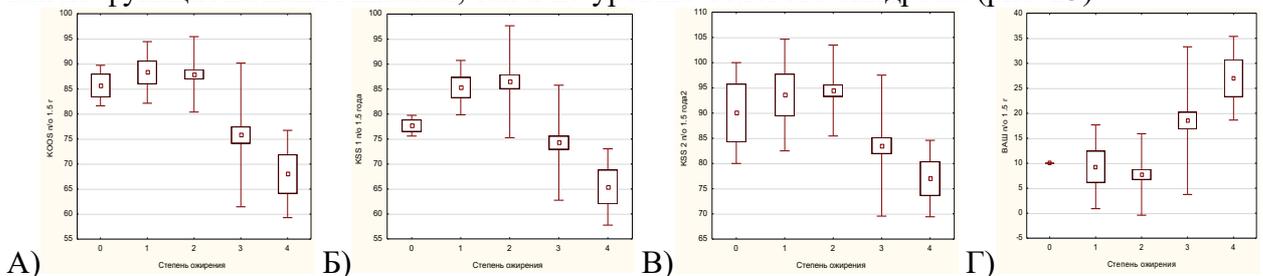


Рисунок 23 – Клинико-функциональные результаты лечения пациентов в зависимости от степени ожирения (А – по шкале КООС, Б – по шкале KSS 1, В – по шкале KSS 2, Д – по ВАШ)

### Рентгенологические результаты лечения пациентов

В 1 группе получили коррекцию оси конечности (НКА) до  $1,7 \pm 2,1^\circ$  вальгусной гиперкоррекции (min-«-» $4^\circ$ , max- $13^\circ$ ) за счет изменения МРТА в среднем до  $91,5 \pm 1,5^\circ$  (min- $88,6^\circ$ , max- $96^\circ$ ), что незначительно превышает норму. Остаточная варусная деформация после операции была выявлена в 17 (11,4%) случаях. Целевой коррекции путем различных видов интраоперационного контроля удалось добиться у 107 (71,8%) пациентов. У одного пациента (0,7%) отмечали несращение зоны остеотомии и потерю коррекции (таб.2).

Во 2 группе получили коррекцию оси конечности (НКА) до  $2,1 \pm 1,3^\circ$  вальгусной гиперкоррекции (min- $0^\circ$ , max- $4,6^\circ$ ) за счет изменения МРТА в среднем до  $92,6 \pm 1,2^\circ$  (min- $91^\circ$ , max- $95,6^\circ$ ) и LDFA -  $86,5 \pm 1,5^\circ$  (min- $84^\circ$ , max- $90^\circ$ ). Остаточной варусной деформации не наблюдали ни в одном случае (таб. 2).

В 3 группе получили коррекцию оси конечности (НКА) до  $1 \pm 0,7^\circ$  вальгусной гиперкоррекции (min- $5^\circ$ , max- $8^\circ$ ) за счет изменения МРТА в среднем до  $90,4 \pm 1,8^\circ$  (min- $89^\circ$ , max- $92^\circ$ ), что не превышало норму. Остаточную варусную деформацию после операции мы не наблюдали. В связи с тем, что SLOP у всех пациентов соответствовал анатомической норме ( $8,6 \pm 0,7^\circ$ ) и это были операции по первичной пластике ПКС, мы не ставили задачу его изменения, однако внимательно стремились его не увеличить. В итоге через 6 мес. после операции получили статистически значимое ( $p=0,009$ ) уменьшение SLOP в среднем на  $1^\circ$  (таб. 2).

В 4 группе получили коррекцию оси конечности (НКА) до  $2,7 \pm 2,6^\circ$  варусной гиперкоррекции (min-«-» $4^\circ$ , max- $5^\circ$ ) за счет изменения LDFA в среднем до  $92,3 \pm 1,1^\circ$  (min- $91$ , max- $94$ ), что незначительно превышает норму. Остаточная вальгусная деформация после операции была выявлена в 2 (16,7%) случаях (таб. 2).

В 5 группе получили коррекцию оси конечности (НКА) до  $2,3 \pm 1,4^\circ$  (min- $0^\circ$ , max- $5^\circ$ ) варусной гиперкоррекции за счет изменения LDFA в среднем до  $92 \pm 0,8^\circ$  (min- $91^\circ$ , max- $93^\circ$ ), что незначительно превышало норму. Индекс Insall-Salvati после операции уменьшился на 0,14 и составил  $1,21 \pm 0,11$  (min-1,1, max-1,4), что превышает норму, а Catton-Deschamp – на 0,29 и составил  $1,06 \pm 0,05$  (min-1, max-1,1), что соответствует норме. Полученные данные показывают большую информативность индекса Catton-Deschamp в послеоперационном периоде. Индекс ТТ-TG и угол Q за счет ЗУ ЛДФО снизился с  $26,6 \pm 2,6$  мм (min-21, max-28) и  $18,9 \pm 3,1^\circ$  (min- $15,7^\circ$ , max- $24^\circ$ ) соответственно до нормальных значений -  $3,1 \pm 2,4$  мм (min-10, max-17) и  $9,2 \pm 1,9^\circ$  (min- $6,8^\circ$ , max- $12^\circ$ ). Таким образом у всех пациентов удалось добиться не только клинической стабильности надколенника, но анатомически правильного его положения (таб. 2).

Таблица 2 – Рентгенологические результаты лечения пациентов по группам

	1 группа		2 группа		3 группа		4 группа		5 группа	
	До	После	До	После	До	После	До	После	До	После
НКА, °	7,7±2,2	<b>1,7±2,1</b>	15,9±1,6	<b>2,1±1,3</b>	6,3±1	<b>1±0,7</b>	8,3±1,2	<b>2,7±2,6</b>	6,6±1,3	<b>2,3±1,4</b>
МРТА, °	83,6±1,08	<b>91,5±1,5</b>	81,4±1,1	<b>92,6±1,2</b>	84,5±1,1	<b>90,4±1,8</b>	89,3±0,6	89,3±0,6	89,2±0,5	89,5±0,5
LDFA, °	88±1,4	88,3±1,5	92,1±2,3	<b>86,5±1,5</b>	88,3±0,8	88,3±0,8	82±0,9	<b>92,3±1,1</b>	83,4±0,7	<b>92±0,8</b>
SLOP, °	-	-	-	-	9,6±0,7	<b>8,6±0,7</b>	-	-	-	-
Индекс Insall-Salvati	-	-	-	-	-	-	-	-	1,36±0,12	<b>1,21±0,11</b>
Индекс Catton-Deschamps	-	-	-	-	-	-	-	-	1,35±0,13	<b>1,06±0,05</b>
Индекс ТТ-TG, мм	-	-	-	-	-	-	-	-	25,6±2,6	<b>13,1±2,4</b>
угол Q, °	-	-	-	-	-	-	-	-	18,9±3,1	<b>9,2±1,9</b>

Во всех группах мы не отмечали потери коррекции на сроке наблюдения до 18 мес. после операции, кроме одного случая несращения зоны остеотомии с миграцией металлоконструкций из 1 группы.

По результатам нашего исследования околоуставные корригирующие остеотомии позволяют добиться статистически значимого улучшения функции оперированного КС ( $p < 0,05$ ) по шкалам KOOS и KSS в зависимости от исходного уровня в 2-2,5 раза и выраженного снижения болевого синдрома вплоть до полного его отсутствия. Сочетание коррекции МОК с пластикой ПКС позволяет добиться стабильности сустава и профилактики повторных разрывов, а восстановление анатомического положения надколенника позволяет устранить его нестабильность. А предикторами неблагоприятных исходов ОУ ВТО являются: женский пол и ожирение, о чем говорят полученные у таких пациентов менее значимые улучшения.

### Зависимость результатов ОУ ВТО от степени коррекции оси нижней конечности

Для сравнения результатов лечения пациентов с медиальным ОА КС и варусной деформацией нижней конечности мы объединили пациентов 1, 2 и 3 группы, которым было выполнено 176 вальгизирующих корригирующих остеотомий. Целевым уровнем коррекции мы ставили достижение  $0-3^\circ$  вальгуса. Средний угол варусной деформации конечности (НКА) составил  $8,2 \pm 3^\circ$ , средний угол послеоперационной коррекции составил  $1,7 \pm 2^\circ$  вальгуса.

Для определения влияния угла коррекции на клинично-функциональные результаты и точность хирургической коррекции оси конечности, мы разбили пациентов на 4 подгруппы: 1 подгруппа – с остаточной варусной деформацией (недокоррекция)  $> 0^\circ$ , 2 подгруппа – угол вальгусной коррекции  $0-3^\circ$  (целевая коррекция), 3 подгруппа – гиперкоррекция от  $3^\circ$  до  $6^\circ$  вальгусной коррекции включительно и 4 подгруппа – гиперкоррекция более  $6^\circ$  вальгусной коррекции.

Проведенный нами анализ показал, что наиболее предпочтительным уровнем коррекции является  $0-6^\circ$  гиперкоррекции, а наиболее неблагоприятным – недокоррекция, о чем говорит более выраженный болевой синдром и худшие результаты по шкалам KOOS и KSS ( $p < 0,05$ ). (рис. 24).

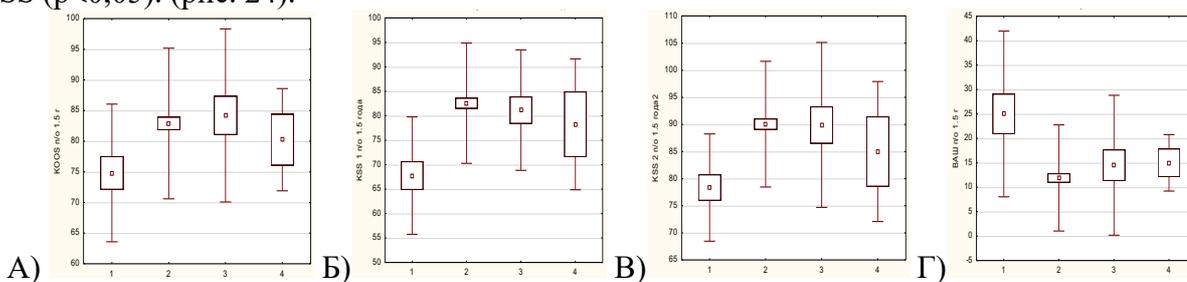


Рисунок 24 – Клинично-функциональные результаты в зависимости от степени коррекции (А – по шкале KOOS, Б – по шкале KSS 1, В – по шкале KSS 2, Д – по ВАШ)

### Зависимость результатов ОУ ВТО от интраоперационных переломов из точки вращения остеотомии

В нашем исследовании из 176 (100%) выполненных ОУ ВТО интраоперационные переломы встречались в 50 (28,4%) случаях. Наиболее часто встречающимися в нашем исследовании были переломы I типа - 40 (80%) случаев, переломы II типа встречались в 2 (4%) случаях и III типа – в 8 (16%) случаях (по Takeuchi).

При оценке корреляции между интраоперационными переломами и углом коррекции деформации коэффициент Спирмена составил 0,483 ( $p < 0,001$ ) (умеренная положительная зависимость высокой степени важности), что говорит о том факте, что при увеличении угла коррекции, увеличиваются риски интраоперационного перелома из центра ротации остеотомии ББК.

Оценивая клинично-функциональные результаты ОУ ВТО по шкале KOOS, мы выявили отрицательную зависимость у пациентов с III типом перелома, лучшие результаты были у пациентов, у которых не было интраоперационных переломов ( $p < 0,05$ ). По шкале KSS статистически значимой разницы между типами переломов не было ( $p > 0,05$ ). При изучении результатов амплитуды движений в КС и дефицита разгибания статистически достоверной разницы в подгруппах по типу интраоперационных переломов худшие результаты наблюдали у пациентов с III типом переломов на сроках 6 и 12 мес. после операции ( $p < 0,05$ ), однако к 18 мес. после операции статистически достоверной разницы не было ( $p > 0,05$ ) (рис. 25).

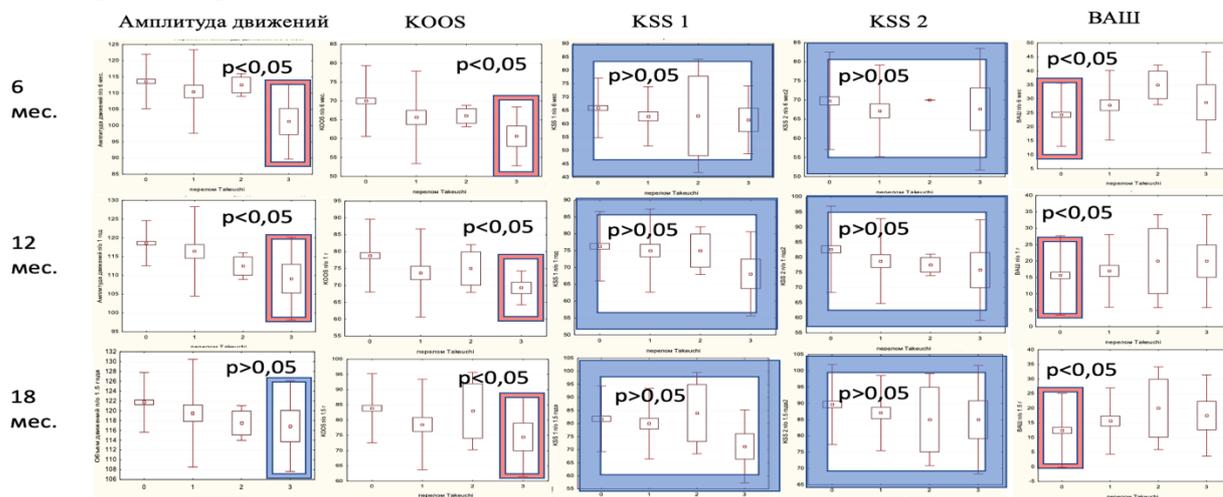


Рисунок 25 – Клинично-функциональные результаты в зависимости от типа интраоперационного перелома или его отсутствия

С 2017 г. мы использовали разработанную нами методику выполнения ОУ ВТО («Способ открывающей угол высокой тиббиальной остеотомии при лечении медиального гонартроза», патент №2774022 от 14.06.2022г.). В итоге, разработанная нами техника операции позволила снизить количество интраоперационных переломов на 10,9%, а наиболее неблагоприятных переломов III типа - на 22,7%.

### Длительность сохранения результатов околосуставных корригирующих остеотомий

Для оценки длительности сохранения результатов околосуставных корригирующих остеотомий мы провели оценку клинично-функциональных результатов до 9 лет. Полученные до 18 мес. результаты описывали всю когорту включенных в исследование пациентов, однако далее количество пациентов уменьшалось в связи с более ранними выполненными операциями. Так в сроки до 3 лет количество обследованных пациентов составило 152 человек, до 5 лет – 108 человек, до 7 лет – 62 человека и до 9 лет – 17 человек.

В результате анализа до 18 мес. после операции отмечали улучшение функции оперированного КС до «отличной», снижение болевого синдрома до «легкой» боли и снижение дефицита разгибания. Вместе с тем амплитуда движений в КС снижалась в первые 6 мес. после операции, а далее к 18 мес. после операции показывала положительную динамику. В течении следующих 2 лет отмечали в основном стабилизацию, а затем в течении срока с 5 до 9 лет снижение функциональных результатов до «хороших», увеличение болевого синдрома до «умеренного», уменьшение амплитуды движений и увеличение дефицита разгибания. Стоит отметить, что амплитуда движений и дефицит разгибания ухудшились к 9 годам после операции по сравнению с предоперационными данными (рис. 26).

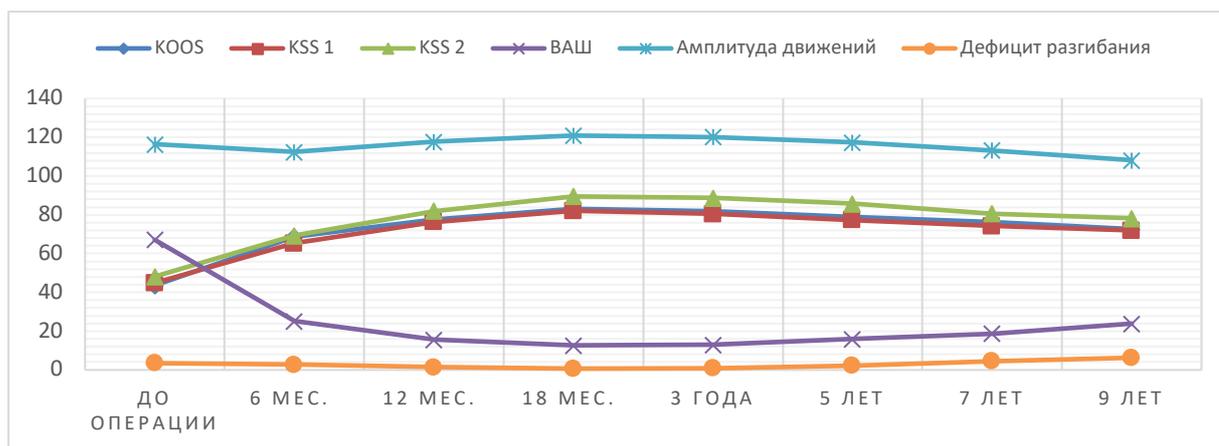


Рисунок 26 – Клинико-функциональные результаты лечения пациентов до 9 лет после операции

### Эндопротезирование коленного сустава после околосуставных корригирующих остеотомий

В нашем исследовании из 196 (100%) случаев околосуставных корригирующих остеотомий в 8 (4,1%) случаях было выполнено ЭПКС. Во всех случаях ЭПКС было выполнено после ОУ ВТО. Основной причиной ЭПКС было ухудшение функции КС и увеличение болевого синдрома по ВАШ, приблизившейся к предоперационным показателям, (n=7; 87,5%). В одном случае (22,5%) ЭПКС было выполнено после развившейся ранней периимплантной инфекции. Все пациенты, которым было выполнено ЭПКС, были женщинами (100%) с ожирением (средний ИМТ  $31 \pm 2,3$  кг/м<sup>2</sup>). В 5 случаях (62,5%) у пациентов был диагностирован ОА 3 ст. по Kellgren&Lowrence, у 3 (37,5%) – 2 ст. При чем ЭПКС пациентам со 2 ст. ОА по Kellgren&Lowrence было выполнено после 7 лет наблюдения, а с 3 ст. до 7 лет: в 3 (60%) случаях после 3 лет, в 1 (20%) случае после 5 лет, в 1 (20%) случае после 18 мес. На первичной артроскопии были выявлены явления хондромалиции медиальных мыщелков бедра и ББК 4 ст. по Outerbridge в 8 (100%) случаях, латеральный отдел сустава был интактен во всех 8 (100%) случаях, хондромалиции надколенника 1 ст. были выявлены в 5 (62,5%) случаях, 2 ст. – в 3 (37,5%) случаях.

Таким образом, данные по эндопротезированию после околосуставных корригирующих остеотомий подтверждают, выявленные ранее нами предоперационные предикторы неблагоприятных исходов после ОУ ВТО: женский пол, ожирение (ИМТ выше 30 кг/м<sup>2</sup>), ОА КС 3 ст. по Kellgren&Lowrence, хондромалиции медиальных мыщелков бедра и ББК 4 ст. Outerbridge, а также показывают, что после операции таким предиктором является остаточная варусная деформация. Совокупность предоперационных факторов и недокоррекции может приводить к неудовлетворительным результатам лечения и способствовать раннему ЭПКС после ОУ ВТО.

### Исследование изменения цитокинового профиля синовиальной жидкости и субхондральной кости пациентов после ОУ ВТО и интраартикулярного введения SVF и PRP

В нашем исследовании впервые в мире выполнен анализ изменений концентрации 41 цитокина в синовиальной жидкости пациентов после ОУ ВТО в комбинации с интраартикулярным введением таких ортобиологических продуктов, как SVF и PRP, а также их влияние на изменения субхондральной кости в медиальных мыщелках бедренной кости и ББК.

Для выполнения поставленной задачи нами было выделено 2 подгруппы пациентов: подгруппа PRP – 10 КС, в которые вводили PRP, полученную методом двойного центрифугирования (первое (цельная кровь) - 130×g в течение 15 мин для отделения эритроцитов, второе (плазма крови без эритроцитов) - 250×g в течение 15 мин), подгруппа

SVF – 10 КС, в которые вводили SVF, полученную путем ферментативной обработки коллагеназой аутологичной жировой ткани из передней брюшной стенки (получение продукта лабораторное). Всем пациентам выполняли ОУ ВТО, по поводу медиального ОА КС и варусной деформации конечности. Через 6 недель в зависимости от подгруппы вводили SVF или PRP, перед введением ортобиологического продукта выполняли пункцию КС и забор синовиальной жидкости, через 1 неделю после введения выполняли повторную пункцию с взятием синовиальной жидкости и проводили лабораторный анализ цитокинового профиля синовиальной жидкости при помощи панели MILLIPLEX MAP Human Cytokine/Chemokine Magnetic Bead Panel-Premixed 41 Plex- Immunology Multiplex Assay (Millipore, Джеффри, США). Определяли концентрации в пг/мл следующих цитокинов (n=41): sCD40L, EGF, Eotaxin/CCL11, FGF-2, Flt-3 ligand, Fractalkine, G-CSF, GM-CSF, GRO, IFN- $\alpha$ 2, IFN- $\gamma$ , IL-1 $\alpha$ , IL-1 $\beta$ , IL-1ra, IL-2, IL-3, IL-4, IL-5, IL-6, IL-7, IL-8, IL-9, IL-10, IL-12 (p40), IL-12 (p70), IL-13, IL-15, IL-17A, IP-10, MCP-1, MCP-3, MDC (CCL22), MIP-1 $\alpha$ , MIP-1 $\beta$ , PDGF-AA/PDGF-AB/BB, RANTES, TGF- $\alpha$ , TNF- $\alpha$ , TNF- $\beta$ , VEGF.

Всем пациентам во время первичной артроскопии перед выполнением ОУ ВТО и на повторной – одномоментно с удалением металлоконструкций через 18 мес. после операции выполняли трепанобиопсию из наиболее измененных участков опорных поверхностей медиального мыщелка бедренной и большеберцовой кости, а в дальнейшей выполняли морфологическое и морфометрическое исследование.

Наше исследование продемонстрировало, что операция ОУ ВТО в сочетании с PRP или SVF после их внутрисуставного введения приводит к значительному улучшению функциональных результатов по шкалам оценки функции КС (KOOS, KSS) и снижению болевого синдрома по ВАШ сравнимым с таковыми и у остальных пациентов. В подгруппе PRP мы получили лучшие клинические результаты с более выраженной динамикой, чем в подгруппе SVF на протяжении всего периода наблюдения. Однако в подгруппе SVF отмечали более выраженный регенераторный и хондропротекторный потенциал, о чем говорят статистически значимо лучшие результаты по регенерации суставного хряща в медиальном отделе сустава и меньшей его деградации в латеральном отделе сустава, на фоне одинаковой коррекции оси конечности.

10 из исследуемых цитокинов IL-17A, TNF $\alpha$ , IL-1 $\alpha$ , IL-9, IL-2, IL-3, IL-5, IL-13, TGF $\alpha$  и GM-CSF не были обнаружены в синовиальной жидкости пациентов в обеих подгруппах как до, так и после введение одного из видов ортобиологического продукта. Лишь 13 цитокинов, показали статистически достоверное изменение их концентрации, из них 5 в подгруппе PRP (снижение концентрации IL-6 и IP-10, повышение концентрации IL-15, sCD40L и PDGF-AB/BB) и 8 в подгруппе SVF (снижение концентрации TNF $\alpha$ , IL-15, Flt-3L, MIP-1 $\beta$ , RANTES, VEGF и FGF2, повышение концентрации MCP-1).

Морфологическая картина трепанобиоптатов в подгруппах SVF и PRP до операции была схожей как в медиальных мыщелках бедренной кости, так и ББК, что проявлялось в отсутствии или резком снижении высоты хряща, структура которого соответствовала волокнистому хрящу, выраженной трабекуляризация костной ткани и ячеистое расположение трабекул. Коррекция оси конечности при помощи ОУ ВТО приводила к развитию перестроечных механизмов, проявляющихся в снижении признаков трабекуляризации костной ткани, увеличении высоты суставного хряща, который уже представлял собой в некоторых случаях гиалиновый, гистологически соответствующий данной анатомической области, а также к образованию соединительной ткани регенераторного типа в субкортикальной зоне, что говорит о перестроечных механизмах. Губчатое вещество как до, так и после ОУ ВТО в обеих подгруппах было представлено трабекулами пластинчатой костной ткани, расположенными в продольно-поперечном направлении, имея сотовое строение. Однако ОУ ВТО приводила к переориентации костных трабекул более перпендикулярно к вектору нагрузки, что подтверждает известный закон Вольфа (рис. 27).

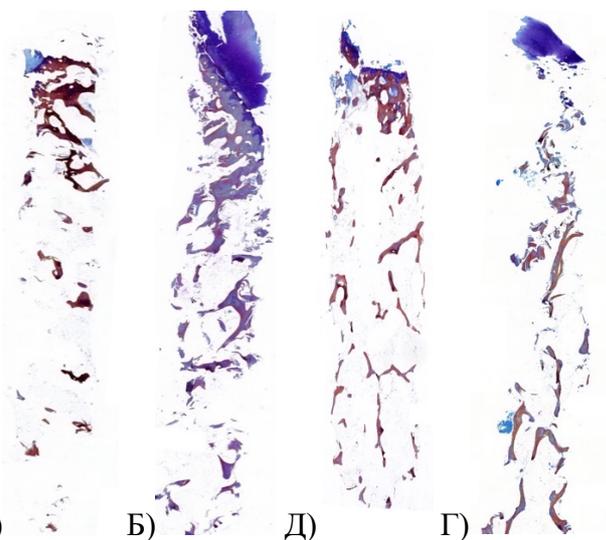


Рисунок 27 – Гистологическая картина субхондральной кости и суставного хряща, окраска по Маллори X5 (А – подгруппа PRP до операции, Б - подгруппа PRP через 18 мес. после операции, А – подгруппа SVF до операции, Б - подгруппа SVF через 18 мес. после операции)

Перестройка костной ткани также подтверждается морфометрическими показателями. Эти явления заключались в увеличении общего объема костной ткани и трабекулярных показателей кости, более выраженных в подгруппе SVF, за счет увеличения объема костной ткани губчатого вещества до 80-85% и снижении объема кортикальной пластинки до 10-20%, а также в изменении трабекулярных показателей в виде увеличения количества трабекул, увеличения их диаметра и уменьшения межтрабекулярного пространства. Стоит отметить, что данные изменения в большей степени наблюдались в медиальной мыщелке ББК, чем в бедренной, что обусловлено околосуставной тиббиальной остеотомией, которая сама по себе запускает механизмы репаративной регенерации костной ткани, что показывает однонаправленность изменений.

Высота суставного хряща в обеих подгруппах как на мыщелке ББК, так и бедренной кости статистически достоверно увеличивалась, однако в подгруппе PRP на мыщелке ББК через 18 мес. после операции увеличение высоты было более значимо, хотя достигало одинаковой высоты после операции в обеих подгруппах.

Внутрисуставное введение PRP и SVF позволило улучшить эти процессы, скорее всего, за счет увеличения факторов роста, таких как FGF2 для подгруппы SVF и PDGF-AB/BB и sCD40L для подгруппы PRP, а также снижении провоспалительных цитокинов влияющих на костную и хрящевую ткань, таких как TNF $\alpha$ , IL-15, MIP-1 $\beta$  и RANTES для подгруппы SVF и IL-6 и IP-10 для подгруппы PRP.

В нашем исследовании было лишь однократное введение PRP, что может не обеспечить должного регенераторного эффекта, а при использовании внутрисуставной терапии SVF в последнее время рекомендуется дополнительное введение PRP (Sellam, J., 2010), что может более выражено активировать возможности ММСК и тем самым улучшить результаты использования обоих ортобиологических продуктов. Таким образом, ортобиологическое направление в лечении ОА КС является перспективным и требует дальнейших исследований.

### **Результаты оценки регенераторных возможностей суставного хряща после коррекции механической оси конечности**

Большое внимание в нашем исследовании мы уделяли изменениям суставного хряща как пораженного медиального компартмента КС, так и латерального, что может влиять на длительность эффективности органосохраняющих операций в виде околосуставных корригирующих остеотомий. Для этого мы выполнили повторные артроскопии КС во время

удаления металлофиксаторов 91 пациенту (95 КС). Всех пациентов разделили на 3 подгруппы в зависимости от введенного продукта: подгруппа SVF (n=10), подгруппа PRP (n=10), подгруппа ГЛК (n=75).

Состояние суставного хряща во время первичной артроскопии КС обоих отделов сустава и надколенника, а также состояние суставного хряща латерального отдела и надколенника во время выполнения повторной артроскопии оценивали по Outerbridge. Результаты регенерации суставного хряща медиального отдела сустава оценивали по классификации Koshino.

В общей когорте пациентов, мы выявили в большем количестве случаев отсутствие регенерации как на медиальном мыщелке бедренной, так и ББК, которые составили 63,2%. Частичная регенерация (степень В) отмечалась в 26,3% случаев, а полное закрытие дефектов суставного хряща лишь в 10,1% (рис. 28А). Перераспределение нагрузки на латеральный отдел сустава неизбежно несет усиление дегенеративных процессов суставного хряща латерального отдела КС и надколенника и прогрессированию ОА. Так, мы получили усиление дегенеративных процессов в латеральном отделе КС или на суставной поверхности надколенника в 73,7% (рис. 28Б).

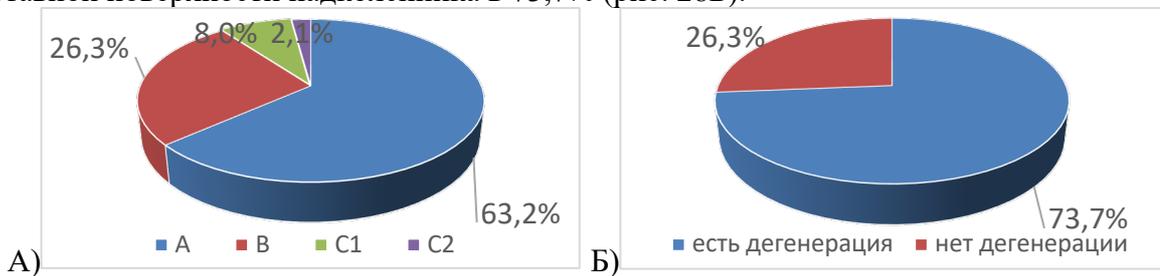


Рисунок 28 – Артроскопические результаты лечения пациентов в общей когорте пациентов, которым выполнялась повторная артроскопия (А – медиальный отдел сустава, Б – латеральный отдел сустава + суставная поверхность надколенника)

Использование в послеоперационном периоде интраартикулярного введения SVF или PRP, позволяет увеличить регенераторные возможности суставного хряща на медиальном мыщелке бедренной и ББК до 40% и 60% соответственно при использовании PRP и до 80% и 70% соответственно при использовании SVF. При использовании ГЛК с ВММ регенераторные возможности суставного хряща значительно ниже и составили в нашем исследовании 30,7% случаев на медиальном мыщелке бедренной кости и в 29,7% на медиальном мыщелке ББК (рис. 29).

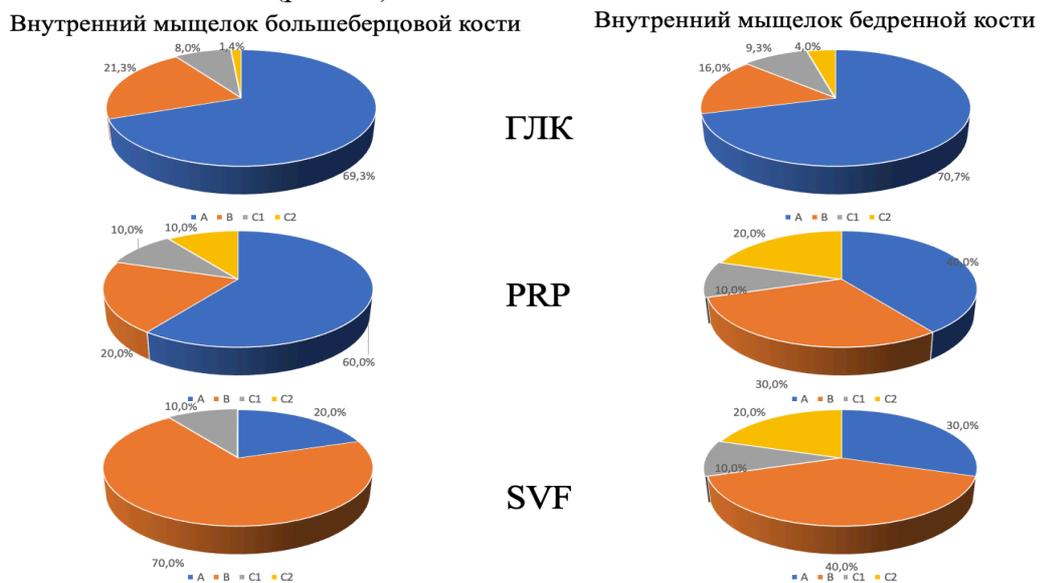


Рисунок 29 - Артроскопические результаты регенерации суставного хряща в медиальном отделе в зависимости от подгруппы введенного продукта

В плане дегенеративных процессов в наружном отделе сустава и суставной поверхности надколенника, использование SVF позволяет снизить дегенеративные процессы до 50%, а использование PRP и ГЛК сравнимо между собой и составило 70% и 77,3% соответственно (рис. 30).

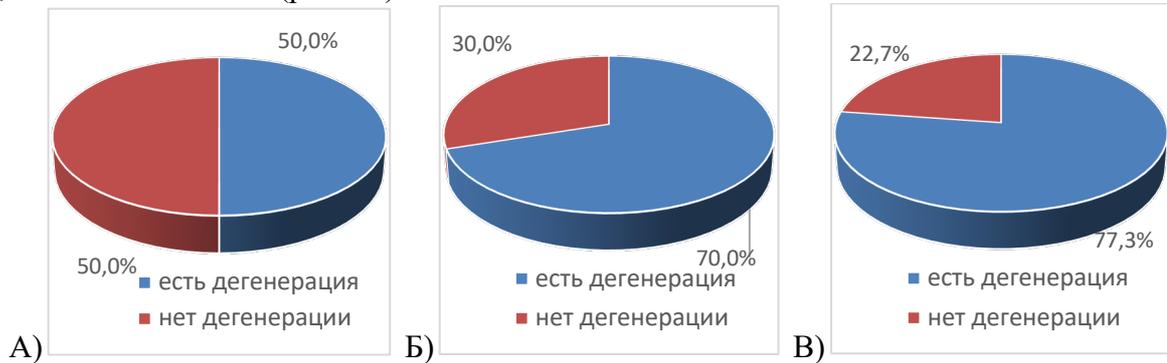


Рисунок 30 - Артроскопические результаты дегенеративных процессов суставного хряща в латеральном отделе сустава и суставной поверхности надколенника в зависимости от подгруппы введенного продукта (А – подгруппа SVF, Б – подгруппа PRP, В – подгруппа ГЛК)

Также мы провели сравнение результатов как регенерации в медиальном отделе, так и дегенерации суставного хряща в латеральном отделе КС и суставной поверхности надколенника в зависимости от подгруппы коррекции (1 – недокоррекция, 2 - вальгусная коррекция 0-3° (целевая коррекция), 3 – вальгусная коррекция 3-6°, 4 – вальгусная коррекция >6°). Так, чем меньше была коррекция, тем реже встречались явления регенерации суставного хряща и реже явления его дегенерации, и чем больше была коррекция, тем чаще встречались явления дегенерации хряща и чаще явления его регенерации. «Золотой серединой», балансирующей между этими явлениями, являлась коррекция в пределах 0-6° вальгусной коррекции. Результаты по двум оцениваемым параметрам в подгруппе SVF статистически значимо были лучше, чем в подгруппе ГЛК. Между подгруппами SVF и PRP отмечались такие же результаты в пользу SVF с выраженной тенденцией, приближающейся к статистической достоверности. Между подгруппами PRP и ГЛК значимой разницы в процессах регенерации и дегенерации суставного хряща в зависимости от степени коррекции нами не было выявлено (таб. 3).

Таблица 3 – Результаты регенерации в медиальном отделе и дегенеративных процессов в латеральном отделе КС и суставной поверхности надколенника в подгруппах по введенному продукту в зависимости от степени коррекции МОК

Подгруппа коррекции		Недокоррекция (%)	Подгруппа введенного продукта			Всего (%)
Подгруппа коррекции	Подгруппа введенного продукта		0-3° вальгуса (%)	3-6° вальгуса (%)	>6° вальгуса (%)	
SVF	ЕСТЬ	0	71,4%	83,3%	0	75%
	НЕТ	0	28,6%	16,7%	0	25%
	Всего	0	100%	100%	0	100%
PRP	ЕСТЬ	0	35,7%	83,3%	0	50%
	НЕТ	0	64,3%	16,7%	0	50%
	Всего	0	100%	100%	0	100%
ГЛК	ЕСТЬ	0%	25%	54,2%	87,5%	29,3%
	НЕТ	100%	75%	45,8%	12,5%	70,7%
	Всего	0%	100%	100%	100%	100%
Всего	ЕСТЬ	0%	31,5%	63,9%	87,5%	36,3%
	НЕТ	100%	68,5%	36,1%	12,5%	63,7%
	Всего	0%	100%	100%	100%	100%

## **Исследование биомеханики походки при медиальном ОА КС и ее изменение после выполнения ОУ ВТО**

В ходе нашего исследования был подтвержден основной симптомокомплекс медиального ОА КС, заключающийся в ограничении нагрузки на поражённый сустав в виде снижения первого и второго сгибания и разгибания в периоде одиночной опоры и гармонизации ходьбы. Такой ответ является распространённым со стороны функции КС на патологическое состояние. Хотя мы не получили статистических подтверждений, однако также мы отмечали при медиальном ОА КС снижение и ротационного компонента с обеих сторон в тазобедренных и коленных суставах, а фаза максимального разгибания в тазобедренных суставах незначительно, но статистически достоверно происходила позже, чем у здоровых добровольцев.

Дальнейшее изучение биомеханики ходьбы у пациентов с медиальным ОА КС показало снижение функции КС в первые 6 мес. после ОУ ВТО и ее восстановление до предоперационных показателей через 18 мес. после операции с небольшими косвенными улучшениями в виде ускорения темпа ходьбы за счет укорочения цикла шага, симметричности походки и улучшения функции тазобедренного сустава, что указывает на отсутствие прогрессирования остеоартрита.

Таким образом, мы наблюдали некоторую разницу в оценке динамики восстановления по клиническим и биомеханическим параметрам. В то время как клинические показатели демонстрировали значительное улучшение, анализ походки и кинематика коленного сустава не показали почти никаких изменений в течение всего периода наблюдения. Поскольку отмеченное улучшение было в основном основано на субъективных оценках (ВАШ, KOOS и KSS 2), выполненных самими пациентами, оно может быть в большей степени связано со значительным психологическим улучшением и повышением толерантности к нагрузке на оперированную конечность.

В нашем исследовании мы наблюдали 12 (6,1%) случаев осложнений. 6 (50%) из них относились непосредственно к зоне оперативного вмешательства и были специфическими для корригирующих остеотомий (замедленное сращение зоны остеотомии – 1, несращение зоны остеотомии с миграцией металлоконструкций – 1, нейропатия малоберцового нерва на уровне КС -1, контрактура КС – 1, перелом винта - 2). 3 (25%) случая были связаны с инфекцией (ранняя периимплантная инфекция – 1, поздняя периимплантная инфекция -1, поверхностная инфекция - 1). 3 (25%) случая были связаны с неврологическими нарушениями в области голеностопного сустава, что опосредовано связано с изменением МОК (нейропатия большеберцового нерва на уровне голеностопного сустава - 3). В 6 (50%) случаях понадобилось дополнительное хирургическое лечение, в основном это было связано с неврологическими нарушениями. Нейропатия большеберцового нерва не описана в мировой литературе, однако скорее всего была связана с изменениями в голеностопном суставе, явившимися следствием коррекции МОК.

### **Выводы**

1. Показаниями к фронтальным околосуставным корригирующим остеотомиям являются: однокомпарментный остеоартрит коленного сустава с фронтальной внесуставной или комбинированной (внутрисуставной+внесуставной) деформацией более 3° варусной деформации и более 5° вальгусной деформации, за счет изменения референтных углов дистального отдела бедренной кости и/или большеберцовой кости более 3°. Наличие сопутствующей нестабильности коленного сустава требует восстановления связочного аппарата, а нестабильность надколенника – транспозиции бугристости большеберцовой кости при отсутствии выраженной ротационной деформации и дисплазии межмыщелковой борозды. При наличии деформации более, чем на одном уровне, требуется выполнять коррекцию на всех уровнях деформации для полноценного восстановления анатомии сустава.

2. Противопоказаниями к выполнению фронтальных корригирующих остеотомий относятся: изолированная внутрисуставная деформация, хондромалиция суставного хряща контрлатерального отдела сустава более 2 ст. по Outerbridge, ротационные деформации и дисплазия межмыщелковой борозды. К относительным противопоказаниям, которые могут привести к неблагоприятным результатам околосуставных корригирующих остеотомий, относится комбинация факторов: женский пол, высокая степень ожирения ( $\leq 2$  ст.) и остеоартрит коленного сустава 3 ст. и более. Ограничения по максимально возможному паспортному возрасту не являются противопоказаниями к выполнению коррекции любой сложности.

3. Сформировавшийся при остеоартрите коленного сустава 2 ст. по Kellgren&Lawrence с варусной деформацией конечности функциональный симптомокомплекс, который можно выявить путем использования инструментального исследования биомеханики походки, заключается в снижении трёх амплитуд (первое и второе сгибание и разгибание в периоде одиночной опоры) ( $p < 0,05$ ), разгрузке поражённой стороны и гармонизации ходьбы. Активность выявленных симптомов важна для ранней диагностики заболевания, оценки функционального состояния пациента в процессе лечения и для оценки его результатов.

4. Хирургическая коррекция механической оси нижней конечности у пациентов с одноконтрактным остеоартритом коленного сустава и фронтальной деформацией конечности позволила добиться значимого улучшения в среднем в 2 раза по шкалам KOOS и KSS уже через 6 мес. после операции и снижения болевого синдрома по ВАШ до «легкой» и «умеренной» боли ( $p < 0,05$ ), в отдаленные сроки через 12 и 18 мес. после операции функция коленного сустава продолжала улучшаться и достигала «хороших» и «отличных» результатов к 18 мес. после операции по шкалам KSS 1, KSS 2 в группе 1 до 85,9% и 95,3%, в группе 2 – до 92,3% и 100% соответственно, в группе 3, 4 и 5 – до 100% по обоим шкалам ( $p < 0,05$ ). В период с 2 до 5 лет после операции отмечали стабилизацию клинико-функциональных результатов ( $p > 0,05$ ), а далее до 9 лет умеренное ухудшение результата ( $p < 0,05$ ).

5. Увеличение гиперкоррекции механической оси нижней конечности, повышает регенераторный потенциал суставного хряща медиального отдела коленного сустава и усиливает и процессы дегенерации суставного хряща в латеральном отделе. Достижение гиперкоррекции в пределах  $0-3^\circ$  с использованием в послеоперационном периоде внутрисуставного введения стромально-васкулярной фракции позволяет добиться оптимальных клинико-функциональных результатов и добиться высокого уровня регенерации суставного хряща в медиальном отделе до 70-80%, а также снизить его дегенерацию в латеральном отделе до 50% ( $p < 0,05$ ), в меньшей степени к подобным результатам приводит использование плазмы, обогащенной тромбоцитами (регенерация до 40-60%, дегенерация до 70%,  $p < 0,05$ ), и еще реже - использование высокомолекулярной гиалуроновой кислоты (регенерация до 30%, дегенерация до 77%,  $p < 0,05$ ).

6. Биомеханические показатели коленного сустава после открытоугольной высокой тиббиальной остеотомии в раннем послеоперационном периоде через 6 мес. после операции несколько ухудшаются, на что указывает снижение первого сгибания «a1» и разгибания «a2», а в отдаленном периоде восстанавливаются в дооперационных значениях, показывая отсутствие прогрессирования остеоартрита и незначительное улучшение функции ходьбы в виде ускорения темпа ходьбы за счет укорочения цикла шага, симметричности походки и улучшения функции тазобедренного сустава.

7. Клиническая оценка функции коленного сустава по шкалам ВАШ, KOOS и KSS демонстрирует линейное и достоверное улучшение в сроки 6 и 18 мес., что не совпадает с результатами объективного анализа биомеханики ходьбы и кинематики коленного сустава, которые не обнаруживают существенной динамики функциональных показателей.

8. Внутрисуставное введение стромально-васкулярной фракции из аутологичной жировой ткани или плазмы, обогащенной тромбоцитами, значимо влияет на концентрацию

основных провоспалительных цитокинов и факторов роста в синовиальной жидкости пациентов после открытоугольной высокой тибиальной остеотомии. Снижение концентрации провоспалительных IL-6, IP-10 после введения PRP и TNF $\alpha$ , IL-15, MIP-1 $\beta$  и RANTES после введения SVF и повышение факторов роста PDGF-AB/BB и sCD40L после введения PRP и FGF2 после введения SVF ( $p < 0,05$ ) позволяет улучшить клинические результаты, а также повысить регенераторные возможности суставного хряща, ремоделирование субхондральной кости медиального компартмента коленного сустава и уменьшить дегенеративные процессы в латеральном компартменте.

9. В результате разгрузки медиального компартмента коленного сустава в субхондральной кости приводит к переориентации костных трабекул более перпендикулярно к вектору нагрузки и ремоделированию субхондральной кости бедренной и большеберцовой кости в виде увеличения общего объема костной ткани за счет уменьшения ее объема в кортикальной пластинке до 10-20% и увеличения губчатой кости до 80-85%, а также увеличения трабекулярных показателей и более выражено в результате влияния внутрисуставного введения SVF. PRP же позволяет добиться большего увеличения высоты суставного хряща.

10. Интраоперационные переломы большеберцовой кости из точки вращения остеотомии происходят чаще при угле коррекции более 10°, и встречаются в 28,4% случаев, из них переломы I типа (по Takeuchi) составляют 80%, а III типа, влияющие на клинко-функциональные и рентгенологические результаты операции ( $p < 0,05$ ), - 16%. Предложенная нами методика профилактики интраоперационных переломов (патент №2774022 от 14.06.2022г.) позволяет снизить их общее количество на 10,9%, а переломов III типа - на 22,7%.

### **Практические рекомендации**

1. Для предоперационного определения механической оси конечности, уровня и степени деформации, измерения референтных углов необходимо обязательное выполнение топограммы нижних конечностей с нагрузкой собственным весом (стоя).

2. Выполнение артроскопии первым этапом позволяет исключить ошибки предоперационной оценки суставного хряща контрлатерального отдела сустава и устранить повреждения внутрисуставных структур.

3. При наличии варусной деформации более 15° чаще всего уровень деформации располагается, как в проксимальном отделе большеберцовой кости, так и дистальном отделе бедренной кости, в связи с чем, необходимо выполнять двухуровневые околосуставные корригирующие остеотомии.

4. При выполнении двухуровневых корригирующих остеотомий, для исключения значимого удлинения конечности стоит планировать выполнение открытоугольную высокую тибиальную остеотомию и латеральную закрытоугольную дистальную феморальную остеотомию.

5. При выполнении двухуровневых корригирующих остеотомий начинать необходимо с латеральной закрытоугольной дистальной феморальной остеотомии, в связи с ее меньшей точностью, а затем под контролем механической оси конечности выполнять открытоугольную высокую тибиальную остеотомию.

6. Для контроля механической оси конечности и повышения точности выполнения двухуровневых остеотомий наиболее предпочтительным является использование компьютерной навигации со специализированным программным обеспечением.

7. При наличии нестабильности коленного сустава, обусловленной повреждением крестообразных связок или при ревизионной их пластике, необходимо выполнение топограммы нижней конечности в боковой проекции для определения заднего наклона плато большеберцовой кости (SLOP).

8. При разрыве передней крестообразной связки, наличии медиального остеоартрита коленного сустава и уменьшении SLOP более 10° во время выполнения открытоугольной

высокой тиббиальной остеотомии показано увеличивать SLOP, а при разрыве ЗКС и увеличении SLOP менее  $10^\circ$  - уменьшать SLOP для уменьшения нагрузки на трансплантат.

9. При использовании компьютерной навигации в качестве интраоперационного контроля механической оси конечности во время сверления канала для установки винтов для датчиков фирмы Aescular, необходимо просверливать дальний кортикальный слой во избежание его перелома.

10. При использовании трикальцийфосфатных блоков Otis (SBM, Франция) в качестве остеозамещающего имплантата необходимо расширять клин остеотомии на 1 размер (на 1 мм) больше для лучшей имплантации блока, профилактики переломов латерального кортикала и разрушения самого блока.

11. Расширение клина остеотомии необходимо проводить поэтапно с экспозицией при использовании раширителей для частичного снятия напряжения и адаптации костной ткани, это особенно важно при планируемом расширении клина более 10 мм.

12. При использовании специализированных пластин для выполнения открытоугольной высокой тиббиальной остеотомии типа «Tomofix» обязательно проведение винта дистальнее опорного ряда винтов в проксимальный фрагмент, причем при возможности полиаксиального введения расположение винта его направление должно быть максимально параллельно линии остеотомии.

13. При выполнении открытоугольной высокой тиббиальной остеотомии в качестве профилактики переломов из центра ротации остеотомии III типа по Takeuchi необходимо проводить две параллельные спицы над зоной остеотомии через оба кортикальных слоя большеберцовой кости. Это дает возможность избежать действия сил напряжения кости в сторону суставной поверхности плато ББК («Способ открывающей угол высокой тиббиальной остеотомии при лечении медиального гонартроза», патент №2774022 от 14.06.2022г.).

14. При одномоментной пластике передней крестообразной связки и открытоугольной высокой тиббиальной остеотомии лучше использовать пластины типа PeekPower (Arthrex, США), у которых существует возможность не проводить передний винт с одновременным сохранением стабильности зоны остеотомии. При использовании минипластин на 4 винтах зону остеотомии необходимо дистализировать на 2-3 см. Первым этапом во всех случаях необходимо выполнять формирование каналов в бедренной и большеберцовой костях, а затем выполнять остеотомию, остеосинтез и последним этапом проводить трансплантат передней крестообразной связки и его фиксацию.

15. В связи с тем, что основные клинические и биомеханические изменения происходят в сроки до 6 месяцев после оперативного лечения, важно интенсивные реабилитационные мероприятия проводить в первые месяцы после оперативной коррекции.

16. Для улучшения эффекта от ортобиологических методов лечения остеоартрита коленного сустава как неоперативно, так и после околосуставных корригирующих остеотомий лучше использовать сочетание маломанипулируемых продуктов, таких как SVF, совместно с двухкратным или более внутрисуставным введением PRP.

17. При выполнении медиальной закрытоугольной дистальной феморальной остеотомии в комбинации с транспозицией бугристости большеберцовой кости для лечения нестабильности надколенника необходимо выполнять полный пателлолатерорелиз: первым этапом проксимальную порцию во время артроскопии, а вторым - дистальную порцию после выполнения остеотомии бугристости большеберцовой кости из того же разреза.

## **СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ**

1. Эпштейн А.А., Призов А.П., Лазко Ф.Л., Загородний Н.В. // Метод одномоментного восстановления полиаксиальной стабильности коленного сустава у пациентов с сочетанным повреждением передней крестообразной и антеролатеральной связок

- коленного сустава.// AZERBBAIJAN MEDICAL JOURNAL (TIBB Jurnalı, Азербайджан, 2019), ATJ, №1, с. 23-29. **МБЦ**
2. Skvortsov D., Kaurkin S., Prizov A., Altukhov A., Troitskiy A., Lazko F./ Biomechanical Changes in Gait Patterns of Patients with Grade II Medial Gonarthrosis.// *Diagnostics* 2021, 11, 1242 <https://doi.org/10.3390/diagnostics11071242>. **МБЦ**
  3. Призов А.П., Скворцов Д.В., Никитин А.А., Кауркин С.Н., Лазко Ф.Л., Беляк Е.А., Эпштейн А.А., Лазко М.Ф., Загородний Н.В./ Результаты вальгизирующей остеотомии у пациентов с медиальным гонартрозом (предварительные результаты). // *Хирургия. Журнал имени Н.И. Пирогова* 2022, No1 с. 23-29 <https://doi.org/10.17116/hirurgia202201123>. **МБЦ**
  4. Skvortsov D., Kaurkin S., Prizov A., Altukhova A., Goncharov E., Nikitin A./ Gait analysis and knee joint kinematics before a and 6 month after of corrective valgus osteotomy at patients with medial knee arthritis. // *International Orthopaedics* 3 March 2022 <https://doi.org/10.1007/s00264-022-05370-9>. **МБЦ**
  5. Prizov A., Tchetina E., Eremin I., Zagorodniy N., Pulin A., Belyak E., Goncharov E., Kotenko K., Smyshlyaev I., Glukhova S., Lila A. / Differences in Synovial Cytokine Profile Associated with Long-Term Clinical Outcomes in Patients with Knee Osteoarthritis Undergoing Corrective Osteotomy with Platelet-Rich Plasma or Stromal Vascular Fraction Post-Treatments.// *Int. J. Mol. Sci.* 2022, 23, 12835. <https://doi.org/10.3390/ijms232112835>. **МБЦ**
  6. Skvortsov D., Prizov A., Kaurkin S., Altukhova A., Zagorodniy N., Lazko F., Nikitin A./ Gait analysis and knee kinematics before, and 6 and 18 months after corrective valgus osteotomy. // *The Knee*, Volume 41, 2023, Pages 1-8, ISSN 0968-0160, <https://doi.org/10.1016/j.knee.2022.12.013>. **МБЦ**
  7. Призов А.П., Еремин И.И., Никитин А.А., Загородний Н.В., Лазко Ф.Л., Беляк Е.А., Лазко М.Ф. / Сравнительное исследование эффективности применения SVF и PRP в лечении медиального остеоартрита коленного сустава в комбинации с высокой тиббиальной остеотомией. // *Гены и клетки.* 2022г. Vol. XVII, № 3, с. 191-192. **МБЦ**
  8. Призов А.П., Загородний Н.В., Лазко Ф.Л., Никитин А.А., Беляк Е.А., Лазко М.Ф., Каменчук Я.А., Ильина Е.А. / Сравнение реологических и вязкоупругих свойств медицинских изделий гиалуроновой кислоты для внутрисуставного введения. // *Современная ревматология.* 2023;17(2):50-56. <https://doi.org/10.14412/1996-7012-2023-2-50-56>. **МБЦ**
  9. Исмаилов Д.А., Лазко Ф.Л., Абдулхабирова М.А., Копылов А.А., Призов А.П., Беляк Е.А. / Модифицированная методика формирования бедренного туннеля при анатомичной артроскопической реконструкции передней крестообразной связки. // «Врач-аспирант» научно-практический журнал, № 4.1(71) (г. Воронеж 2015г.) с. 108-117. **ВАК**
  10. Исмаилов Д.А., Лазко Ф.Л., Абдулхабирова М.А., Копылов А.А., Призов А.П., Беляк Е.А. / Анатомо-биомеханическое обоснование расположения большеберцового туннеля при однопучковой артроскопической реконструкции передней крестообразной связки. // «Врач-аспирант» научно-практический журнал № 3.1(70) (г. Воронеж 2015г.) с. 117-126. **ВАК**
  11. Призов А.П., Копылов А.А., Эпштейн А.А., Лазко Ф.Л., Кубашев А.А., Беляк Е.А., Загородний Н.В., Куликова О.И. / Лечение медиального остеоартроза коленного сустава способом высокой открытой коррегирующей остеотомии большеберцовой кости. // «Вестник Травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова» №3, (г. Москва, 2016г.) с. 71-74. **ВАК/РУДН**
  12. Эпштейн А.А., Призов А.П., Лазко Ф.Л., Загородний Н.В., Ахпашев А.А. / Антеролатеральная связка коленного сустава как важный стабилизатор ротационной нестабильности коленного сустава. // *Клиническая практика.* Том 10 №1, (г. Москва, 2019), с. 72-80. **ВАК/РУДН**

13. Призов А.П., Загородний Н.В., Никитин А.А., Лазко Ф.Л., Беляк Е.А., Ахпашев А.А., Лазко М.Ф. / Избыточная гиперкоррекция после высокой тибиальной остеотомии: клинический случай. // Клиническая практика. Том № 13, № 1, 2022. С 99-106 DOI: <https://doi.org/10.17816/clinpract84475>. **ВАК/РУДН**
14. Призов А.П., Лазко Ф.Л., Загородний Н.В., Копылов А.А., Эпштейн А.А. / Способ восстановления дефекта повреждения хряща. // Патент на изобретение. №2578369 от 25.02.2016г. **ПАТЕНТ РФ**
15. Эпштейн А.А., Призов А.П., Лазко Ф.Л., Загородний Н.В./ Способ одномоментной пластики передней крестообразной и латеральной передне-боковой связок коленного сустава у пациентов с комбинированной нестабильностью коленного сустава. // Патент на изобретение. №2701776 от 01.10.2019г. **ПАТЕНТ РФ**
16. Лазко Ф.Л., Беляк Е.А., Альросан Бадер, Призов А.П., Эпштейн А.А. / Способ восстановления повреждения корня мениска. // Патент на изобретение. №2760280 от 23.11.2021г. **ПАТЕНТ РФ**
17. Никитин А.А., Лазко Ф.Л., Беляк Е.А., Призов А.П., Лазко М.Ф. / Способ открывающей угол высокой тибиальной остеотомии при лечении медиального гонартроза. // Патент на изобретение. №2774022 от 14.06.2022г. **ПАТЕНТ РФ**
18. Абдулхабирова М.А., Призов А.П., Копылов А.А., Алиев Р.Н. / Высокая открытая вальгузирующая остеотомия большеберцовой кости у пациентов с медиальным гонартрозом. // Материалы республиканской научно-практической конференции «Актуальные вопросы профилактики и лечения в гериатрии» (респ. Дагестан, г. Махачкала, 2 марта 2017г.) с. 50-52.
19. Призов А.П., Скворцов Д.В., Лазко Ф.Л., Кауркин С.Н., Беляк Е.А., Кубашев А.А., Эпштейн А.А., Загородний Н.В., Копылов А.А. / Исследование биомеханики ходьбы у пациентов с медиальным гонартрозом после коррегирующих остеотомий вокруг коленного сустава. // «Достижения российской травматологии и ортопедии». Материалы XI Всероссийского съезда травматологов-ортопедов. В 3-х томах. (г. Санкт-Петербург, 2018г.), с. 281-284.
20. Призов А.П., Загородний Н.В., Эпштейн А.А., Скворцов Д.В., Еремин И.И., Лазко Ф.Л., Кауркин С.Н., Беляк Е.А., Кубашев А.А., Ахпашев А.А. / Современные возможности коррегирующих остеотомий (органосохранных операций) при остеоартрозе коленного сустава. // Opinion leader (г. Москва), 5(23)2019, с. 78-85.
21. Никитин А.А., Эпштейн А.А., Призов А.П., Лазко Ф.Л., Беляк Е.А. / Концепция лечения пациентов с медиальным гонартрозом коррегирующей остеотомии с артроскопией коленного сустава. // Тезисы Международного конгресса “Весенние дни ортопедии” (г. Москва, РУДН, 2019г.), с. 121-124.
22. Загородний Н.В., Призов А.П., Каменчук Я.А., Ильина Е.А. / Реологические и вязко-упругие свойства препаратов гиалуроновой кислоты. // Opinion leader (г. Москва), 2(43)2021, с. 3-10.

### **Аннотация**

Диссертационная работа «Околосуставные корригирующие остеотомии как органосохранные технологии при заболеваниях коленного сустава» автора Призова Алексея Петровича, посвящена актуальной теме современной травматологии и ортопедии. В диссертационной работе проведен комплексный анализ результатов различных видов фронтальных околосуставных корригирующих остеотомий при однокомpartmentном остеоартрите коленного сустава на фоне варусной-вальгусной деформации нижней конечности, а также в сочетании с повреждением передней крестообразной связки и патологией пателло-фemorального сочленения. В работе проведен глубокий анализ факторов, влияющих на результаты корригирующих остеотомий; регенераторных возможностей суставного хряща в сочетании с интраартикулярными инъекциями гиалуроновой кислоты, SVF и PRP, а также исследованы изменения субхондральной кости в поврежденном compartmentе сустава. Изучены биомеханические изменения при однокомpartmentном остеоартрите коленного сустава и их изменения после корригирующих остеотомий. Доказана высокая эффективность околосуставных корригирующих остеотомий и разработаны методы усовершенствования данной методики.

### **Summary**

Dissertation work «Periarticular corrective osteotomies as joint-preservation technologies in knee-joint diseases» authored by Prizov Aleksey Petrovich, dedicated to relevant topic of modern trauma and orthopaedics. Comprehensive analysis of different types of frontal periarticular corrective osteotomies in unicompartment knee osteoarthritis with varus-valgus deformity of lower limb is performed in the dissertation work, also in combination with anterior cruciate ligament rupture and patella-femor al joint pathology. In the study a comprehensive analysis of factors influencing at the results of corrective osteotomies is performed, regenerative possibilities of joint cartilage in combination with intraarticular injections of hyaluronic acid, SVF and PRP, and also the changes of subchondral-bone in damaged joint compartment are investigated. Biomechanical changes of knee joint in unicompartment osteoarthritis are investigated before and after corrective osteotomies. High efficacy of periarticular corrective osteotomies is proven and methods of up-grading this technique are developed.