

На правах рукописи

СЕРГЕЕВ

Геннадий Дмитриевич

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНО-КЛИНИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ  
МАЛОИНВАЗИВНОГО НАКОСТНОГО ОСТЕОСИНТЕЗА  
ПРИ НЕСТАБИЛЬНЫХ ПЕРЕЛОМАХ  
ДИСТАЛЬНОГО ОТДЕЛА БЕДРЕННОЙ КОСТИ

3.1.8. – травматология и ортопедия

3.3.1. – анатомия человека

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени

кандидата медицинских наук

Санкт-Петербург

2022

Работа выполнена в федеральном государственном бюджетном учреждении «Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии имени Р.Р.Вредена» Министерства здравоохранения Российской Федерации.

**Научные руководители:**

доктор медицинских наук доцент **Беленький Игорь Григорьевич**

доктор медицинских наук профессор **Кочиш Александр Юрьевич**

**Официальные оппоненты:**

**Брижань Леонид Карлович** – доктор медицинских наук профессор,

ФГБУ «Главный военный клинический госпиталь им. академика Н.Н. Бурденко» Министерства обороны Российской Федерации, Центр травматологии и ортопедии, начальник.

**Трунин Евгений Михайлович** – доктор медицинских наук профессор, ФГБОУ ВО «Северо-Западный государственный медицинский университет имени И.И.Мечникова» Минздрава России, кафедра оперативной и клинической хирургии с топографической анатомией имени С.А. Симбирцева, заведующий.

**Ведущая организация** – ФГАОУ ВО «Первый Московский государственный медицинский университет имени И.М.Сеченова» Минздрава России (Сеченовский Университет).

Защита состоится «\_\_» \_\_\_\_\_ 2022 года в \_\_\_\_\_ часов на заседании объединенного диссертационного совета 99.0.008.02 в ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии имени Р.Р. Вредена» Минздрава России (195427, Санкт-Петербург, ул. акад. Байкова, дом 8).

С диссертацией можно ознакомиться в научной библиотеке ФГБУ «НМИЦ ТО имени Р.Р. Вредена» Минздрава России и на сайте <http://dissovet.rniito.ru/>

Автореферат разослан «\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2022 г.

Ученый секретарь диссертационного совета 99.0.008.02

кандидат медицинских наук



Денисов А.О.

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

**Актуальность темы исследования.** Повреждения бедренной кости составляют 15 – 45% в общей структуре переломов (А.П. Барабаш и соавт., 2013). Однако переломы дистального отдела бедренной кости (ДОБК) встречаются относительно редко, а их доля варьирует от 0,4 до 7% от всех переломов этой кости (Martinet O. et al., 2000; Ali M.A. et al., 2004; Iftikhar A., 2011; Ehlinger M. et al., 2013). В общей же структуре переломов доля повреждений ДОБК составляет менее 1% (Gangavalli A.K. et al., 2016). В XXI веке отмечается незначительное увеличение частоты встречаемости переломов данной локализации, что может быть связано с ростом количества переломов проксимального отдела и перипротезных переломов бедренной кости (Elsoe R. et al., 2018).

В настоящее время считается, что в подавляющем большинстве случаев пациентам с переломами ДОБК показано хирургическое лечение (Buckley R.E. et al., 2018). При этом оно является достаточно сложным и требует оценки типа перелома, тщательного предоперационного планирования, оценки общего состояния пострадавшего и качества его костной ткани, а также хорошей подготовки хирурга, наличия подходящих имплантатов и соответствующего оборудования для остеосинтеза.

Способы хирургической стабилизации изучаемых переломов постоянно совершенствуются, однако количество неудовлетворительных исходов лечения пациентов с переломами ДОБК остается высоким. Так, независимо от способа лечения, доля несращений составляет 6%, несостоятельности фиксации – 3,3%, инфекционных осложнений – 2,7%, а в 16,8% случаев требуется выполнение повторных хирургических вмешательств (Дулаев А.К. с соавт., 2013; Zlowodzki M. et al., 2006). Даже при использовании современных фиксаторов с угловой стабильностью винтов неудовлетворительные результаты составляют 8,6% (Апагуни А.Э. с соавт., 2009), а при множественных и сочетанных травмах почти в половине случаев отдаленные исходы лечения расцениваются как неудовлетворительные (Соколов В.А. с соавт., 2004). При этом у значительной части пациентов обсуждаемого профиля сохраняются после таких травм стойкие функциональные нарушения (Schatzker J. et al., 2005).

Особые сложности отмечаются при лечении пациентов с оскольчатыми и нестабильными переломами ДОБК (типы 33-А3, 33-С2 и 33-С3 по классифика-

ции АО/ASIF), у которых в ходе операций остеосинтеза сложно достичь надежной фиксации костных отломков, обеспечить их качественное сращение и предотвратить развитие деформаций бедренной кости (Yang R.S. et al., 1990; Davison B.L., 2003; Henderson C.E. et al., 2011). Поэтому разработка новых способов остеосинтеза у этой группы пациентов активно продолжается в последние годы для достижения более высоких функциональных результатов и, несомненно, является актуальной в наши дни (Higgins T.F. et al., 2007; Liporace F.A. et al., 2019; Park K.H. et al., 2019; Wright D.J. et al., 2020).

**Степень разработанности темы исследования.** В 60-х годах XX века большинство пациентов с переломами ДОБК лечились консервативно посредством иммобилизирующих повязок и скелетного вытяжения, а приемлемые результаты наблюдались лишь в 67% – 90% случаев. Однако с развитием хирургической техники и появлением высокотехнологичных имплантатов травматологи все чаще стали выбирать оперативные методы фиксации таких переломов. Согласно историческому обзору С.Е.Henderson et al. (2011), доля приемлемых результатов оперативного лечения в 1960-х годах варьировала от 52% до 54%, в 1970-х годах – от 73,5% до 75%, а в 1980-х составляла уже от 74% до 80%. Накопление знаний об особенностях прикладной анатомии ДОБК и биологии переломов привело к появлению разнообразия специализированных имплантатов для остеосинтеза, а также способствовало оптимизации методов лечения пациентов с переломами данной локализации (Henderson C.E. et al., 2011).

В современной профильной научной литературе описаны различные методики остеосинтеза ДОБК: чрескостный, интрамедуллярный и накостный пластинами разных конфигураций, а также комбинации указанных методик (Соломин Л.Н., 2005; Crist D.V. et al., 2008; Heiney J.P. et al., 2009; Buckley R.E. et al., 2018; Liporace F.A. et al., 2019,). Кроме того, при политравме или сочетаниях перелома ДОБК с мягкоткаными повреждениями применяется этапная методика фиксации перелома, включающая первичную стабилизацию аппаратом внешней фиксации с последующим переходом на погружной остеосинтез (Брижань Л.К. с соавт., 2015; Солод Э.И. с соавт., 2020). Однако основным и наиболее часто используемым методом при фиксации оскольчатых внутрисуставных переломов ДОБК является накостный остеосинтез (Buckley R.E. et al., 2018).

Известно, что ДОБК в силу особенностей строения испытывает неравномерную осевую функциональную нагрузку, что характерно также и для других метаэпифизарных зон длинных костей конечностей. Поэтому в последние годы предложен ряд классификаций, разделяющих поврежденный костный сегмент на несколько колонн, несущих функциональные нагрузки (Jupiter J.V. et al., 1992; Rikli D.A. et al., 1996; Luo C.F. et al., 2010). Фиксация всех поврежденных колонн обеспечивает более высокую стабильность отломков в зоне перелома и способствует созданию оптимальных условий для наступления полноценного костного сращения (Jupiter J.V. et al., 1992; Luo C.F. et al., 2010; Cuellar V.G. et al., 2015).

Оскольчатые переломы ДОБК с отсутствием медиальной стабильности нередко становятся причиной неудовлетворительных функциональных результатов лечения (Peschiera V. et al., 2018). Несмотря на то, что при переломах других метаэпифизарных локализаций, согласно концепции опорных колонн, фиксация всех поврежденных колонн является общепринятой или широко обсуждается в профессиональной среде, при нестабильных переломах ДОБК такой подход пока не используется и практически не обсуждается.

Тем не менее, вопрос создания дополнительной медиальной опоры при отсутствии медиальной стабильности после оскольчатых переломов ДОБК является весьма актуальным ввиду эксцентричного действия сил на систему имплантат – кость при мышечных сокращениях и осевой нагрузке. Однако достаточно обоснованная рациональная хирургическая техника медиальной фиксации ДОБК до настоящего времени отсутствует. Применение для этого одной длинной медиальной пластины опасно ввиду риска повреждения крупных кровеносных сосудов (Jiamton C. et al., 2015). Имплантация короткой медиальной пластины по традиционной методике в дополнение к латеральной значительно увеличивает травматичность операции. Проблема может быть решена путем малоинвазивной установки медиальной пластины, однако в настоящее время отсутствует анатомическое обоснование подобной операции, не изучены важные детали ее технического выполнения и безопасность в отношении повреждения крупных кровеносных сосудов и нервных стволов. Практическая значимость перечисленных нерешенных вопросов обусловила необходимость проведения нашего диссертационного исследования, определив его цель и задачи.

**Цель исследования:** обосновать посредством биомеханических и топографо-анатомических экспериментов целесообразность использования и рациональную технику нового способа малоинвазивного накостного остеосинтеза двумя пластинами при нестабильных оскольчатых переломах дистального отдела бедренной кости и оценить его эффективность у профильных пациентов в ходе сравнительного клинического исследования.

**Задачи исследования:**

1. Провести анализ профильных научных публикаций по тематике хирургического лечения пациентов с нестабильными оскольчатыми переломами дистального отдела бедренной кости для выявления нерешенных вопросов и определения возможных путей их решения.

2. Оценить в сравнительном плане в ходе биомеханических экспериментов устойчивость к циклическим нагрузкам на модели нестабильного перелома дистального отдела бедренной кости двух вариантов накостного остеосинтеза: традиционного – одной латеральной пластиной и предложенного – двумя пластинами, расположенными по медиальной и по латеральной сторонам бедренной кости.

3. Обосновать в ходе прикладного топографо-анатомического исследования техническую возможность, безопасность и рациональную технику выполнения предложенного способа малоинвазивного накостного остеосинтеза у пациентов изучаемого профиля и разработать приемы, снижающие риски повреждения важных анатомических структур в области оперативного вмешательства.

4. Изучить в ходе проспективного клинического исследования динамику сращения и функциональные исходы лечения профильных пациентов после выполнения операций остеосинтеза по предложенному способу.

5. Провести сравнительную оценку эффективности традиционного и предложенного вариантов малоинвазивного накостного остеосинтеза посредством сопоставления анатомических и функциональных исходов лечения пациентов с нестабильными оскольчатыми переломами дистального отдела бедренной кости.

**Научная новизна исследования.**

1. По результатам проведенных биомеханических экспериментов на модели нестабильного оскольчатого перелома дистального отдела бедренной кости (ДОБК) получены доказательства большей устойчивости к осевым циклическим

нагрузкам предложенного варианта фиксации двумя пластинами по сравнению с традиционной методикой фиксации одной латеральной пластиной.

2. Впервые предложена и обоснована модель двухколонного строения ДОБК, которая может быть использована для рационального выбора способа оперативного лечения при нестабильных переломах данной локализации.

3. В результате проведенного прикладного топографо-анатомического исследования обоснована безопасность клинического использования предложенного способа малоинвазивного накостного остеосинтеза, разработана рациональная техника его выполнения и предложены приемы, снижающие риски повреждения важных анатомических структур в зоне оперативного вмешательства.

4. Разработан и успешно внедрен в клиническую практику новый способ малоинвазивного накостного остеосинтеза нестабильных оскольчатых переломов ДОБК двумя пластинами, расположенными по латеральной и медиальной сторонам бедренной кости, на который получен патент РФ на изобретение № 2665158.

5. Обоснованы показания для клинического применения предложенного способа малоинвазивного накостного остеосинтеза двумя пластинами при нестабильных оскольчатых переломах дистального отдела бедренной кости.

#### **Практическая значимость диссертационной работы.**

1. Выполненные биомеханические эксперименты продемонстрировали целесообразность фиксации нестабильных оскольчатых переломов ДОБК двумя пластинами и способствовали внедрению в клинику нового способа малоинвазивного накостного остеосинтеза двумя пластинами.

2. Предложенная модель двухколонного строения ДОБК позволяет улучшить предоперационное планирование у пациентов изученного профиля и может быть использована для разработки новых способов остеосинтеза в будущем.

3. Разработанный безопасный способ малоинвазивной установки накостной пластины на медиальную поверхность бедренной кости при выполнении остеосинтеза позволяет снизить его травматичность и избежать осложнений, связанных с повреждениями важных анатомических структур в зоне операции.

4. Разработанный способ остеосинтеза с использованием двух накостных пластин при лечении пациентов с нестабильными переломами ДОБК позволяет улучшить результаты за счет повышения стабильности фиксации, что облегчает

процесс реабилитации и предотвращает прогрессирование деформации оси конечности в послеоперационном периоде.

**Методология и методы исследования.** Наше диссертационное исследование включало три последовательные и взаимосвязанные части: биомеханический эксперимент, топографо-анатомическую и клиническую части. Предварительно был проведен анализ профильных научных публикаций по проблеме хирургического лечения пациентов с переломами ДОБК. Эта аналитическая работа позволила целенаправленно спланировать дальнейшие биомеханические, анатомические и клинические исследования, объединенные общей целью.

На первом этапе работы были проведены биомеханические эксперименты на модели нестабильного перелома ДОБК (типа 33-C2 по классификации АО/ASIF) с использованием двух вариантов его фиксации: одной пластиной по латеральной стороне и двумя пластинами по латеральной и медиальной сторонам бедренной кости. В ходе этих экспериментов оценивали в сравнительном плане смещение фрагментов модели в условиях возрастающих осевых циклических нагрузок, создаваемых специальной испытательной машиной. Полученные данные позволили сделать вывод о биомеханических преимуществах системы из двух пластин и приступить к следующим этапам нашего исследования.

Далее в рамках диссертационной работы было выполнено прикладное топографо-анатомическое исследование для оценки технической возможности и безопасности выполнения малоинвазивного доступа к медиальной поверхности ДОБК с последующей установкой пластины. Для этого на 16 нефиксированных препаратах нижних конечностей были проведены прикладные анатомические исследования, в ходе которых были получены данные о взаимоотношениях имплантируемой по медиальной поверхности бедренной кости пластины со значимыми анатомическими образованиями. В ходе этих исследований была отработана рациональная хирургическая техника малоинвазивной имплантации медиальной пластины, а также разработаны эффективные приемы, позволяющие повысить безопасность предложенной операции остеосинтеза, что позволило приступить к клинической части нашего исследования.

На завершающем этапе работы было проведено сравнительное клиническое исследование в двух группах профильных пациентов. В первую (основную)

группу были включены 20 пациентов, которым была выполнена операция остеосинтеза нестабильных переломов ДОБК двумя пластинами по предложенному нами способу. В этой проспективной группе пациентов наблюдали в динамике с оценкой функциональных исходов лечения через 6, 9 и 12 месяцев после остеосинтеза. Оценку результатов лечения проводили с использованием балльных шкал KSS и Lysholm, а также изучали изменение анатомического дистального латерального бедренного угла на протяжении всего срока наблюдения.

Во вторую клиническую группу (сравнения) были включены 20 пациентов с аналогичными нестабильными переломами ДОБК, которым были выполнены операции остеосинтеза по традиционной методике с фиксацией одной латеральной пластиной. Функциональные исходы у этих пациентов оценивали ретроспективно в сроки от 2 до 5 лет после остеосинтеза по аналогичной с первой группой методике. Все пациенты двух клинических групп были разделены на 4 подгруппы с учетом выраженности изменения анатомического дистального латерального бедренного угла после остеосинтеза, а затем был выполнен сравнительный анализ между подгруппами. Кроме того, на основании выполненных биомеханических, топографо-анатомических и клинических исследований были обоснованы показания к клиническому применению предложенного способа малоинвазивного накостного остеосинтеза у пациентов изученного профиля.

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

1. Использованная биомеханическая модель нестабильного перелома ДОБК более устойчива к осевым циклическим нагрузкам при фиксации двумя пластинами (латеральной и медиальной) по сравнению с вариантом экспериментальной фиксации одной латеральной пластиной.

2. Малоинвазивная имплантация медиальной пластины при остеосинтезе изученных переломов ДОБК по предложенному способу технически возможна и безопасна при соблюдении разработанной рациональной техники операции, что доказано выполненным прикладным топографо-анатомическим исследованием и подтверждено клинической практикой.

3. Практическое применение предложенного способа малоинвазивного накостного остеосинтеза при оскольчатых нестабильных переломах ДОБК позволяет добиться у профильных пациентов высокой доли хороших и отличных отдаленных функциональных исходов лечения при меньшей выраженности про-

грессирования величины анатомического дистального латерального бедренного угла в послеоперационном периоде по сравнению с традиционной методикой остеосинтеза одной латеральной пластиной.

**Степень достоверности и апробация результатов исследования.** Выводы и рекомендации диссертационной работы основаны на анализе 151 профильной научной публикации и результатах собственных биомеханических экспериментов, прикладного топографо-анатомического и сравнительного клинического исследований. Для биомеханических экспериментов использовали модель нестабильного перелома ДОБК, созданную с применением современных искусственных материалов и имплантатов, применялась сертифицированная испытательная машина. В ходе топографо-анатомической части работы, проведенной на 16 нефиксированных препаратах нижних конечностей, были использованы адекватные задачам современные методики. В клинической части работы были проанализированы функциональные исходы оперативного лечения 40 пациентов с оскольчатыми нестабильными переломами ДОБК. Все пациенты были разделены на две численно равные группы, отличавшиеся по применявшейся методике остеосинтеза переломов ДОБК. Контрольные осмотры с оценкой функциональных исходов у пациентов первой группы проводили в динамике через 6, 9 и 12 месяцев после операций, а у пациентов второй клинической группы оценивали их ретроспективно в сроки от 2 до 5 лет после остеосинтеза. Полученные количественные данные были подвергнуты адекватной статистической обработке. С учетом сказанного, результаты выполненного исследования представляются достоверными, а сделанные выводы – обоснованными.

По теме диссертационного исследования опубликованы 11 печатных работ, включая 6 статей в журналах, входящих в перечень рекомендуемых ВАК для публикаций диссертантов, 2 статьи в сборниках научных работ, 2 тезисов в материалах профильных научных конференций, а также получен патент РФ на изобретение № 2665158: «Способ малоинвазивного остеосинтеза при многооскольчатых переломах дистального отдела бедренной кости».

Результаты диссертационной работы были доложены на 1269-м заседании Ассоциации травматологов-ортопедов Санкт-Петербурга (2017), а также в рамках Научно-образовательной школы «Инновации в травматологии и ортопедии».

– мультидисциплинарный подход» (г. Курск, 2018), Шестого Всероссийского конгресса с международным участием «Медицинская помощь при травмах. Новое в организации и технологиях» (СПб, 2021) и Евразийского ортопедического форума (М., 2021).

Результаты диссертационного исследования внедрены в практику работы травматологических отделений СПб ГБУЗ «Александровская больница», ГБУЗ ЛО «Всеволожская клиника многопрофильная больница», ГБУЗ ЛО "Гатчинская КМБ", СПб НИИ Скорой помощи им. И.И.Джанелидзе, а также используются в ФГБУ «НМИЦ травматологии и ортопедии им. Р.Р.Вредена» Минздрава России при обучении ординаторов, аспирантов и травматологов-ортопедов, проходящих усовершенствование по программам дополнительного образования.

**Личное участие автора в получении результатов.** Автор самостоятельно выполнил анализ профильных научных публикаций, участвовал в конструировании экспериментальной модели нестабильного перелома ДОБК и двух вариантов остеосинтеза для биомеханических экспериментов, лично выполнил прикладные топографо-анатомическое исследование, произвел необходимые измерения, сгруппировал и проанализировал полученные данные. В ходе клинического исследования автор отбирал профильных пациентов, лично участвовал в операциях остеосинтеза у пациентов первой группы, принимал непосредственное участие в лечении всех наблюдавшихся пациентов, оценивал функциональные исходы по шкалам KSS и Lysholm. Им была проведена статистическая обработка полученных количественных данных и их графическое представление в виде таблиц и диаграмм. Автором были сформулированы выводы, практические рекомендации и положения, выносимые на защиту, подготовлен текст диссертационной работы. Помимо этого, диссертант принимал активное участие в подготовке публикаций и заявки на изобретение по теме диссертации, а также выступал с научными докладами по результатам проведенных исследований.

**Объем и структура диссертации.** Диссертация представлена на 187 страницах машинописного текста и включает введение, пять глав собственных исследований, заключение, выводы, практические рекомендации, список сокращений и список использованной научной литературы, включающий 39 отечественных и 112 зарубежных источников. Работа содержит 28 таблиц и 32 рисунка.

## СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

**Во введении** обоснована актуальность темы, сформулированы цель и задачи исследования, освещены его научная новизна и практическая значимость, изложены положения, выносимые на защиту, представлены сведения об апробации и реализации работы, объеме и структуре диссертации.

**В первой главе** диссертационного исследования представлен обзор научных публикаций, посвященных проблемам хирургического лечения пациентов с переломами ДОБК, а также проведен анализ работ, описывающих современные методы фиксации переломов указанной локализации. Было показано, что в структуре пострадавших большую часть составляют пациенты с политравмой, высокоэнергетическими изолированными повреждениями ДОБК или со сниженной минеральной плотностью бедренной кости. В связи с этим при окончательном остеосинтезе предпочтение отдается малоинвазивному накостному остеосинтезу имплантатами с угловой стабильностью винтов.

Современные способы фиксации переломов ДОБК: накостный остеосинтез одной латеральной пластиной, применение ретроградного интрамедуллярного стержня или комбинация этих методик не позволяют восстановить стабильность медиального кортикального слоя ДОБК при оскольчатых переломах. В ряде научных публикаций рекомендовано создание медиальной опоры для повышения стабильности и снижения риска развития несостоятельности фиксации в отношении оскольчатых переломов других метаэпифизарных локализаций. Наименее травматичное хирургическое восстановление медиальной стабильности при оскольчатых переломах ДОБК возможно путем малоинвазивной имплантации дополнительной медиальной пластины. Однако биомеханическая целесообразность такого варианта остеосинтеза, его техника и безопасность в отношении повреждения важных анатомических структур обоснованы недостаточно, что определило цель и задачи нашего диссертационного исследования.

**Во второй главе** представлены материалы и методы работы, включавшей биомеханические эксперименты, топографо-анатомическую и клиническую части.

Биомеханические эксперименты проводили на базе ФГБОУ ВО «Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I». На пенополиуретановых моделях правых бедренных костей человека

была сформирована модель внутрисуставного перелома ДОБК типа 33-C2 по классификации АО/ASIF с дефектом в нижней трети диафиза бедренной кости. В первой серии биомеханических экспериментов указанную модель перелома ДОБК фиксировали одной пластиной с угловой стабильностью винтов, расположенной по латеральной стороне бедренной кости. Во второй серии экспериментов формирование модели перелома ДОБК производили аналогично, однако выполняли дополнительную фиксацию фрагментов отмоделированной реконструктивной пластиной, расположенной по медиальной стороне бедренной кости.

Далее указанные модели перелома ДОБК, фиксированные одной латеральной пластиной (первая серия) или двумя пластинами (вторая серия) поочередно помещали в сервогидравлическую испытательную машину. Для регистрации взаимных перемещений фрагментов при циклических нагрузках в зоне перелома на обеих сконструированных моделях фиксировали датчик перемещений. В ходе экспериментов модели подвергали прогрессивно возрастающим осевым циклическим нагрузкам в шести диапазонах. Полученные показатели амплитуды взаимных перемещений фрагментов модели нестабильного перелома ДОБК анализировали в сравнительном плане в двух сериях наших экспериментов.

Топографо-анатомическая часть нашего исследования была одобрена Локальным этическим комитетом при ФГБУ «НМИЦ ТО им. Р.Р.Вредена» и выполнена на базе кафедры оперативной хирургии с топографической анатомией ФГБВОУ ВО «Военно-медицинская академия имени С.М.Кирова» Минобороны России. Это исследование было проведено на 16 нижних конечностях 9 нефиксированных трупов, не имевших повреждений и деформаций в области бедер. Основной целью этой части работы была отработка на нефиксированном анатомическом материале хирургической техники малоинвазивного костного остеосинтеза с установкой медиальной пластины в нижней половине бедренной кости из двух мини-доступов и оценка ее безопасности в отношении повреждения значимых анатомических образований в данной области. На коже бедра анатомического объекта намечали необходимые анатомические ориентиры и проекционные линии, наносили разметку, соответствующую предполагаемым хирургическим мини-доступам. Затем выполняли разрезы кожи и мягких тканей и эпипериостально проводили предварительно отмоделированную реконструктивную пластину, которую фиксировали винтами с угловой стабильностью. По-

сле установки металлоконструкции по описанной методике в рамках нашего эксперимента производили прецизионное препарирование для определения взаимоотношений пластины с рядом важных анатомических образований, а также для осуществления измерений посредством циркуля и линейки минимальных расстояний от установленной пластины до значимых кровеносных сосудов, нервов и связочных структур коленного сустава в области операции.

Клиническая часть нашего исследования включала сравнительный анализ особенностей и функциональных исходов хирургического лечения 40 пациентов с оскольчатыми нестабильными переломами ДОБК, которые были разделены на две клинические группы (по 20 пациентов) с учетом применявшихся способов остеосинтеза. Все пациенты были прооперированы на базе трех стационаров: ГБУЗ «Городская Александровская больница», ГБУЗ ЛО «Всеволожская КМБ» и ГБУЗ ЛО «Гатчинская КМБ». В первую клиническую группу были включены пациенты с нестабильными оскольчатыми переломами ДОБК (типы 33-А3, 33-С2 и 33-С3 по классификации АО/ASIF), которым был произведен малоинвазивный накостный остеосинтез ДОБК латеральной и медиальной пластинами с по предложенному нами способу. Во вторую группу вошли пациенты с аналогичными переломами ДОБК, которым был выполнен накостный остеосинтез латеральной пластиной для мышечков бедренной кости по традиционной хирургической технологии. Гендерные и возрастные характеристики пациентов двух изученных клинических групп представлены в таблице 1.

Таблица 1.

Половые и возрастные характеристики пациентов двух клинических групп.

Пол пациентов	Возраст пациентов				Всего
	Молодой (18–44 лет)	Средний (45–59 лет)	Пожилой (60–74 лет)	Старческий (75 лет и старше)	
Первая клиническая группа					
Мужчины	8	4	3	–	15
Женщины	–	1	2	2	5
<b>Всего</b>	8	5	5	2	20
Вторая клиническая группа					
Мужчины	4	1	–	1	6
Женщины	–	1	6	7	14
<b>Всего</b>	4	2	6	8	20

Сведения о характере нестабильных переломов ДОБК у пациентов двух наших клинических групп представлены в таблице 2.

Таблица 2.

Характер переломов ДОБК у пациентов двух клинических групп.

Группы пациентов	Тип перелома по АО/ASIF			Всего
	33-A3	33-C2	33-C3	
Первая клиническая группа	9 (45%)	4 (20%)	7 (35%)	20 (100%)
Вторая клиническая группа	13 (65%)	4 (20%)	3 (15%)	20 (100%)
Всего	22	8	10	40

Остеосинтез при переломах ДОБК у пациентов нашей первой клинической группы выполняли по предложенному нами «Способу малоинвазивного остеосинтеза при многооскольчатых переломах дистального отдела бедренной кости», на который был получен патент РФ на изобретение № 2665158. Детали техники этого способа, предполагающего установку из мини-доступов двух пластин по латеральной и по медиальной поверхности бедренной кости, подробно изложены в разделах 2.3.2. и 4.1. нашей диссертационной работы.

Оценку функциональных исходов оперативного лечения пациентов первой группы проводили во время регулярных контрольных осмотров в сроки через 6, 9 и 12 месяцев после остеосинтеза. Проводили объективный осмотр и оценку функции коленного сустава поврежденной конечности, а также анкетирование пациентов с использованием балльных оценочных шкал KSS (Knee society score) и Lysholm. Оценка функциональных исходов лечения пациентов второй группы проводили ретроспективно с применением тех же оценочных шкал.

В рамках клинической части нашей диссертационной работы отдельно изучали в сравнительном плане анатомические результаты выполненных операций остеосинтеза у пациентов двух наших клинических групп. Для этого на рентгенограммах поврежденного сегмента определяли величину дистального латерального бедренного угла. При этом указанный угол измеряли на рентгенограммах наших пациентов, выполненных непосредственно после операций остеосинтеза и в конечные сроки наблюдения. Динамика изменений этого показателя позволяла судить о стабильности фиксации костных отломков при нестабильных переломах ДОБК. При этом сравнивали средние значения этого пока-

зателя для всех трех типов изученных нами оскольчатых нестабильных переломов дистального отдела бедренной кости: 33-А3; 33-С2 и 33-С3.

Математико-статистическую обработку данных исследования проводили с помощью модулей "Анализ данных" и "Мастер диаграмм" табличного редактора Excel, а также модулей Basic Statistics / Tables (Базовые статистики и таблицы) пакета программ статистической обработки данных Statistica for Windows.

**В третьей главе** нашего диссертационного исследования представлены и обсуждены результаты проведенных биомеханических экспериментов и прикладного топографо-анатомического исследования. По данным биомеханических экспериментов было установлено, что при исключительно латеральной фиксации смоделированного перелома (первая серия) перемещения фрагментов модели бедренной кости во всех нагрузочных диапазонах были больше по абсолютным значениям, чем при двусторонней фиксации (вторая серия), что подтверждается результатами измерений датчиков перемещений. Соответствующие результаты отражены на представленной диаграмме (рис. 1).

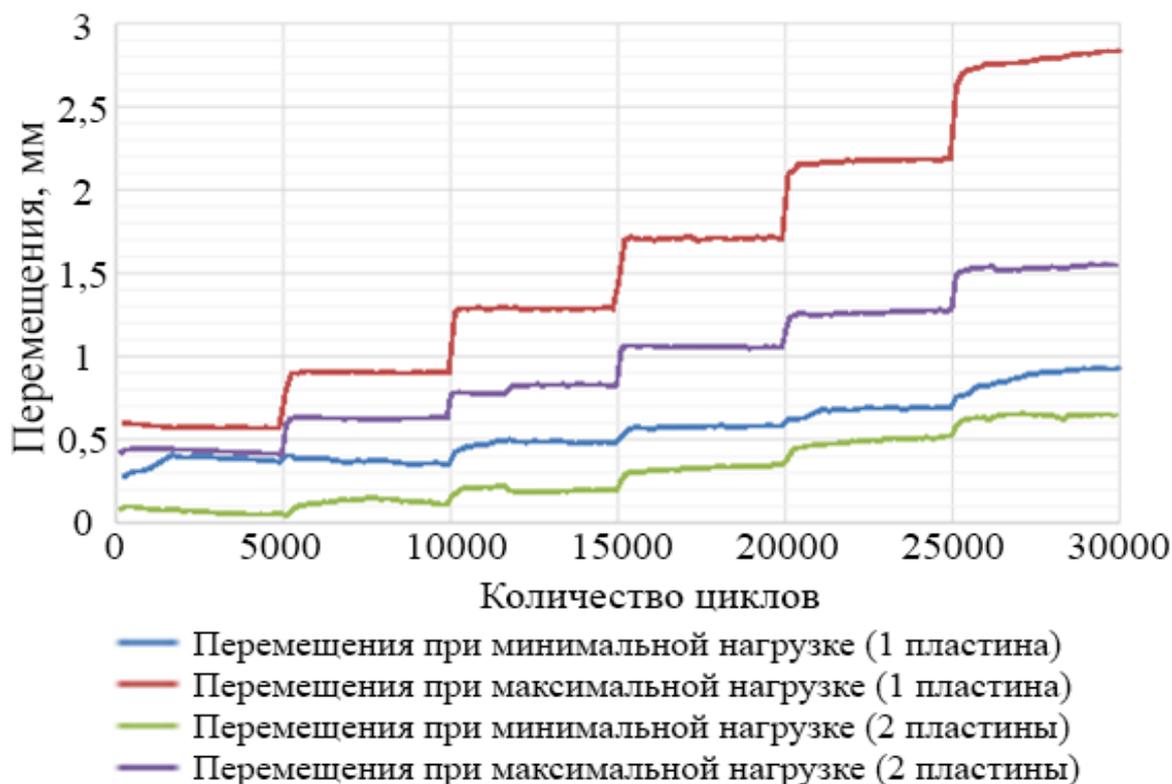


Рис. 1. Взаимные вертикальные перемещения фрагментов моделей нестабильных переломов ДОБК при циклических нагрузках в шести последовательно увеличивающихся нагрузочных диапазонах (по 5000 циклов в каждом диапазоне) в двух сериях экспериментов.

На основании проведенных биомеханических экспериментов был сделан вывод о том, что использование для фиксации нестабильных оскольчатых переломов ДОБК смоделированного типа двух пластин вместо одной, расположенных не только по латеральному, но и по медиальному краю бедренной кости, обеспечивает большую стабильность и, соответственно, создает сравнительно лучшие условия для консолидации костных отломков.

В ходе топографо-анатомического исследования было показано, что медиальная пластина, устанавливаемая из двух мини-доступов по предложенному нами малоинвазивному способу, всегда находится на безопасном расстоянии от клинически значимых анатомических образований, располагающихся на медиальной поверхности бедра в нижней его трети, что подтверждается данными измерений, суммированных в таблице 3.

Таблица 3.

Результаты измерения расстояний от установленной пластины до изученных анатомических образований в нижней трети бедра

№	Измеренные расстояния	Полученные значения		
		Min	Max	Средние
1.	От пластины до бедренной вены (БВ)	16	32	24,2±5,1 мм
2.	От приводящего бугорка (ПБ) до места измерения на БВ	112	139	124,3±8,2 мм
3.	От пластины до бедренной артерии (БА)	17	33	25,4±5,2 мм
4.	От ПБ до места измерения на БА	112	137	124,1±8,1 мм
5.	От пластины до подкожного нерва (ПН)	19	37	27,4±5,7 мм
6.	От ПБ до места измерения на ПН	106	137	123,2±8,3 мм
7.	От пластины до места отхождения от БА нисходящей коленной артерии (НКА)	24	40	30,4±5,3 мм
8.	От ПБ до места отхождения НКА	115	144	132,4±9,3 мм
9.	От пластины до места отхождения от БА медиальной верхней коленной артерии (МВКА)	23	37	29,2±4,1 мм
10.	От ПБ до места отхождения МВКА	64	100	79,1±10,2 мм
11.	От пластины до большеберцовой коллатеральной связки коленного сустава (БККС)	11	14	12,4±1,1 мм

В частности минимальные расстояния от пластины до бедренной артерии и вены по полученным данным составляли 17 и 16 мм, при средних значениях  $25\pm 5$  мм и  $24\pm 5$  мм соответственно. Средние расстояния до нисходящей коленной и медиальной верхней коленной артерий от установленной пластины составили  $30\pm 5$  мм и  $30\pm 4$  мм при минимальных значениях 24 и 23 мм соответственно. От подкожного нерва (n. saphenus) пластина находилась на среднем расстоянии  $27\pm 5$  мм, при этом наименьший полученный показатель составил 19 мм.

Таким образом, проведенное топографо-анатомическое исследование позволило сделать вывод о том, что предложенный способ малоинвазивного остеосинтеза двумя пластинами при оскольчатых нестабильных переломах ДОБК технически возможен, а его правильное выполнение безопасно, так как не приводит к повреждению значимых анатомических образований на бедре.

**В четвертой главе** представлены и обсуждены результаты клинической части нашего диссертационного исследования. В рамках этой части диссертационной работы были проведены оценка и анализ динамики функциональных исходов лечения пациентов первой (основной) группы на протяжении года после операций остеосинтеза, оценка отдаленных результатов лечения пациентов второй группы (сравнения), а также сравнительный анализ полученных данных.

В первой клинической группе анализ полученных данных показал статистически значимые ( $p < 0,01$ ) увеличения балльных показателей по оценочным шкалам KSS и Lysholm с течением времени после выполненных операций. При этом через 6 месяцев после остеосинтеза среднее значение при оценке по шкале KSS составило  $63,1\pm 12,3$  балла, а через 1 год –  $88,1\pm 9,6$  балла. Сходная тенденция была отмечена и при анализе балльных показателей по шкале Lysholm. Так, через 6 месяцев после хирургического вмешательства средний балл составил  $50,8\pm 16,7$ , а через 12 месяцев – соответственно  $83,4\pm 14,3$  балла.

Оценку отдаленных функциональных исходов у пациентов второй группы производили ретроспективно с применением тех же индивидуальных анкет на основе оценочных шкал KSS и Lysholm. При этом средний балл у пациентов группы сравнения по шкале KSS составил  $83,7\pm 12,0$  балла, а по шкале Lysholm –  $82,6\pm 15,7$  баллов. При сравнительном анализе полученных балльных показате-

лей по шкалам KSS и Lysholm в двух наших клинических группах было отмечено отсутствие статистически значимых различий ( $p > 0,05$ ).

Помимо этого, были сопоставлены доли хороших и отличных функциональных исходов лечения среди пациентов двух наших групп. Хорошие и отличные исходы через 12 месяцев после операций остеосинтеза были отмечены у 90% (18 из 20) пациентов в первой группе при оценке по шкале KSS и у 70% (14 из 20) – при оценке по шкале Lysholm. Во второй группе 85% (17 из 20) пациентов продемонстрировали хороший и отличный функциональный результат по шкале KSS, а у 70% (14 из 20) пациентов был отмечен хороший и отличный функциональный исход по шкале Lysholm.

Таким образом, несмотря на сравнительно большую долю (35%) наиболее сложных оскольчатых переломов типа 33-C3 среди пациентов первой группы, по сравнению со второй клинической группой (15%), применение предложенного нами способа малоинвазивного остеосинтеза ДОБК двумя пластинами позволило добиться большей доли хороших и отличных функциональных исходов при оценке по шкале KSS по сравнению с результатами у пациентов второй группы, прооперированных по традиционной хирургической технологии. При этом по оценочной шкале Lysholm доли хороших и отличных функциональных исходов у пациентов первой и второй клинических группы оказались равными.

Помимо этого, в клинической части диссертационной работы посредством изучения рентгенограмм наших пациентов был проведен сравнительный анализ анатомических исходов оперативного лечения в двух выделенных клинических группах на основании сопоставления показателя изменений дистального латерального бедренного угла с течением времени после операций остеосинтеза. Результаты этих измерений представлены в таблице 4.

Таблица 4.

Показатели изменений дистального латерального бедренного угла у пациентов первой и второй групп с учетом типа перелома (по классификации АО/ASIF)

Группа пациентов	1 группа			2 группа		
	33-A3	33-C2	33-C3	33-A3	33-C2	33-C3
Средний угол $\pm$ стандартное отклонение, $^{\circ}$	1,8 $\pm$ 1,3	0,8 $\pm$ 1,0	2,3 $\pm$ 2,1	2,4 $\pm$ 1,6	3,5 $\pm$ 2,4	5,3 $\pm$ 1,2

Следует отметить, что выявленные изменения дистального латерального бедренного угла с течением времени после выполненных операций были статистически значимо ( $p < 0,05$ ) меньшими у пациентов нашей первой группы, у которых остеосинтез был проведен двумя пластинами по предложенному нами способу, по сравнению с пациентами второй группы, у которых применялась традиционная техника остеосинтеза одной латеральной пластиной. При этом сравнительно меньшие средние значения изменений указанного показателя при фиксации двумя пластинами по сравнению с одной латеральной пластиной были отмечены при всех трех типах изученных нестабильных переломов ДОБК.

**В пятой главе** нашего диссертационного исследования проведено обобщение и сопоставление трех частей диссертационной работы: результатов биомеханических экспериментов, прикладного топографо-анатомического и сравнительного клинического исследования.

Прежде всего, в этой главе обсуждены сделанные биомеханические обоснования целесообразности использования предложенного нами малоинвазивного способа накостного остеосинтеза двумя пластинами при оскольчатых нестабильных переломах ДОБК и отмечена успешная проверка этих обоснований реальной клинической практикой. Далее представлены обоснования и обсуждены преимущества нового способа остеосинтеза в свете предложенной модели двухколонного строения дистального отдела бедренной кости.

Кроме того, в пятой главе представлены подтверждения достоверности и значимости выполненных топографо-анатомических обоснований рациональной техники нового способа малоинвазивного накостного остеосинтеза и предложенных приемов, повышающих безопасность такой операции. В частности, показано, что новый способ остеосинтеза и указанные приемы успешно прошли клиническую апробацию.

Помимо этого, в пятой главе сформулированы показания к применению в клинике нового способа малоинвазивного накостного остеосинтеза двумя пластинами у пациентов с оскольчатыми нестабильными переломами ДОБК. К таковым отнесены: 1 – высокоэнергетические переломы ДОБК с отсутствием медиальной стабильности и 2 – низкоэнергетические переломы ДОБК на фоне значительного снижения минеральной плотности костной ткани.

**В заключении** подведены общие итоги диссертационного исследования, представлены сведения по решению всех пяти задач диссертационной работы и кратко обсуждены полученные результаты.

## **ВЫВОДЫ**

1. Анализ специальной научной литературы продемонстрировал недостаточную изученность и нерешенность вопроса надежной фиксации костных отломков при нестабильных оскольчатых переломах дистального отдела бедренной кости, а также перспективность изучения биомеханических аспектов и топографо-анатомических обоснований малоинвазивного способа накостного остеосинтеза, предполагающего установку латеральной и медиальной пластин с последующей его клинической апробацией.

2. Сравнительное биомеханическое исследование двух вариантов накостного остеосинтеза: традиционного (одной латеральной пластиной) и предложенного (двумя пластинами по медиальной и латеральной сторонам бедренной кости), проведенное с использованием специальной испытательной машины на модели нестабильного перелома дистального отдела бедренной кости, показало относительно большую устойчивость системы имплантаты-кость к осевым циклическим нагрузкам при остеосинтезе двумя пластинами.

3. Прикладное топографо-анатомическое исследование позволило отработать на нефиксированном анатомическом материале рациональную хирургическую технику малоинвазивной установки медиальной пластины из двух минидоступов, а также обосновать безопасность такой операции и разработать ряд приемов, снижающих риски повреждения бедренных сосудов, их крупных ветвей, подкожного нерва (n. saphenus) и медиальной коллатеральной связки коленного сустава в области операции.

4. В результате проведенного проспективного клинического исследования была подтверждена достоверность и значимость сделанных топографо-анатомических обоснований в отношении безопасности и рациональной техники выполнения предложенного нами способа малоинвазивного накостного остеосинтеза у пациентов обсуждаемого профиля и показано постепенное улучшение клинических исходов лечения с достижением хороших и отличных результатов к двенадцатимесячному сроку наблюдения у 90% пациентов по шкале KSS и у 70% – по

шкале Lysholm, а также отсутствие или минимальные (до 2<sup>0</sup>) изменения величины анатомического дистального латерального бедренного угла у 75% пациентов соответствующей клинической группы на протяжении года после операций.

5. Клиническое использование предложенного способа малоинвазивного накостного остеосинтеза, предполагающего фиксацию изученных переломов двумя пластинами по латеральной и медиальной сторонам бедренной кости, обеспечивает сравнительно лучшие анатомические исходы лечения относительно традиционной методики остеосинтеза одной латеральной пластиной, что подтверждается достоверно меньшим ( $p < 0,05$ ) изменением анатомического дистального латерального бедренного угла с течением времени, несмотря на более тяжелый характер переломов у пациентов, прооперированных по новому способу, а также обеспечивает сопоставимые отдаленные функциональные исходы лечения по балльным оценочным шкалам KSS и Lysholm в двух изученных клинических группах.

### **ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ**

1. При планировании операций остеосинтеза у пациентов с нестабильными оскольчатыми переломами ДОБК следует учитывать результаты проведенных нами специальных биомеханических экспериментов, доказавших сравнительно большую устойчивость к возрастающим осевым циклическим нагрузкам смоделированной системы имплантаты-кость при фиксации двумя пластинами, расположенными по латеральной и медиальной сторонам бедренной кости, по сравнению с фиксацией одной латеральной пластиной, применяющейся в соответствии с известной традиционной методикой.

2. В ходе выполнения операций остеосинтеза у пациентов изученного профиля с нестабильными переломами ДОБК (типы 33-А3, 33-С2 и 33-С3 по классификации АО/ASIF) для снижения травматичности хирургического вмешательства без ущерба стабильности фиксации отломков в зоне перелома рекомендуется применять разработанную нами малоинвазивную технику имплантации двух металлоконструкций из мини-доступов в соответствии с предложенным способом, защищенным патентом РФ на изобретение (№ 2665158).

3. С целью профилактики повреждений основного сосудисто-нервного пучка бедра в дистальной его половине, а также значимых ветвей бедренной ар-

терии и вены при установке медиальной пластины в ходе операций остеосинтеза по предложенному нами способу целесообразно использовать предварительно отмоделированную по модели одноименной бедренной кости реконструктивную пластину, производить послойную диссекцию мягких тканей при выполнении мини-доступов с целью визуализации внутримышечных сосудистых ветвей, применять металлический ретрактор для мягких тканей с целью отведения кзади бедренных сосудов и втулку-направитель при высверливании каналов и проведении винтов из хирургических мини-доступов.

4. При планировании операций остеосинтеза у пациентов с оскольчатыми нестабильными переломами ДОБК целесообразно учитывать обоснованную нами модель двухколонного строения этого отдела бедренной кости, а также наличие или отсутствие медиальной стабильности в зоне перелома для рационального выбора способа фиксации костных отломков.

5. Рекомендуются применение предложенного способа малоинвазивного накостного остеосинтеза при оскольчатых переломах ДОБК с отсутствием медиальной стабильности.

6. При несостоятельности фиксации обсуждаемых переломов ДОБК (перелом пластины или винтов, миграция металлоконструкции) после остеосинтеза одной латеральной пластиной по известной традиционной технологии целесообразно для повышения стабильности системы имплантаты-кость выполнить реостеосинтез с применением предложенного нами малоинвазивного способа фиксации костных отломков двумя пластинами, расположенными по латеральной и медиальной сторонам бедренной кости.

## **СПИСОК ОСНОВНЫХ ПЕЧАТНЫХ РАБОТ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ**

1. Беленький И.Г., Сергеев Г.Д. / Современное состояние проблемы хирургического лечения пострадавших с переломами дистального отдела бедренной кости // Современные проблемы науки и образования.– 2014.– №4.– С. 330.

2. Беленький И.Г., Сергеев Г.Д., Гудзь Ю.В., Григорян Ф.С. / История, современное состояние и перспективы развития методов накостного остеосинтеза // Современные проблемы науки и образования. 2016.– № 5. С. 77.

3. Беленький И.Г., Сергеев Г.Д., Майоров Б.А., Семенов С.Г., Бенин А.В. / Экспериментальное и теоретическое обоснование двухколонной теории остеосинтеза при переломах дистального отдела бедренной кости // Травматология и ортопедия России.– 2017.– Т. 23. № 3.– С. 86–94.

4. Беленький И.Г., Кочиш А.Ю., Майоров Б.А., Сергеев Г.Д., Кислицын М.А., Обухов П.А. / Анализ структуры переломов длинных костей, формирующих коленный сустав, в городском многопрофильном стационаре // Современные проблемы науки и образования.– 2018.–№ 6.– С. 114.

5. Кочиш А.Ю., Беленький И.Г., Сергеев Г.Д., Майоров Б.А. / Анатомо-клиническое обоснование малоинвазивной техники установки дополнительной медиальной пластины при накостном остеосинтезе у пациентов с переломами дистального отдела бедренной кости // Гений ортопедии.– 2020.– Т. 26, № 3.– С. 306–312.

6. Беленький И.Г., Сергеев Г.Д., Кочиш А.Ю., Майоров Б.А., Григорян Ф.С. / Остеосинтез сложных переломов дистального отдела бедренной кости с утратой медиальной стабильности: сравнительный анализ традиционного и оригинального малоинвазивного методов // Медицинский альянс.– 2022.– Т. 10, № 1.– С 58–68.

7. Патент на изобретение № 26651558 Способ малоинвазивного остеосинтеза при многооскольчатых переломах дистального отдела бедренной кости / Беленький И.Г., Семенов С.Г., Кочиш А.Ю., Сергеев Г.Д., Майоров Б.А., Бенин А.В. – заявл. 17.08.2017; опубл. 28.08.2018; Бюл. № 25.