

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ МЕДИЦИНСКИЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР
ТРАВМАТОЛОГИИ И ОРТОПЕДИИ ИМЕНИ Р.Р. ВРЕДЕНА»
МИНИСТЕРСТВА ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

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

диссертация на соискание ученой степени

кандидата медицинских наук

Научные руководители:

д.м.н. доцент Беленький И.Г.

д.м.н. профессор Кочиш А.Ю.

Санкт-Петербург

2022

СОДЕРЖАНИЕ

		Стр.
Введение: <i>актуальность, цели, задачи, научная новизна, практическое значение, апробация исследования, положения на защиту, структура исследования, объем диссертационного исследования</i>		6
Глава I	Современные подходы к лечению и хирургические доступы при переломах дистального отдела бедренной кости (обзор литературы)	16
1.1	Общие сведения о переломах дистального отдела бедренной кости (ДОБК)	16
1.2	Важные анатомические и биомеханические аспекты ДОБК	17
1.3	Механизмы травм, приводящих к переломам ДОБК	19
1.4	Классификация переломов ДОБК	20
1.5	Особенности диагностики переломов ДОБК	22
1.6	Консервативное лечение при переломах ДОБК	22
1.7	Применение аппаратов наружной фиксации для остеосинтеза переломов ДОБК	24
1.8	Применение накостного остеосинтеза при переломах ДОБК	26
1.9	Применение интрамедуллярного остеосинтеза при переломах ДОБК	32
1.10	Хирургические доступы при различных типах переломов ДОБК	35
1.11	Остеосинтез при различных типах оскольчатых переломов ДОБК	36
1.12	Оценка результатов лечения пациентов с переломами ДОБК	41
1.13	Теории колонн в строении длинных костей конечностей и	45

	их значение для выполнения операции остеосинтеза	
1.14	Резюме	51
Глава II	Материалы и методы исследования	53
2.1	Структура и общая характеристика диссертационной работы	53
2.2	Материалы и методы экспериментального исследования	55
2.2.1	Материалы биомеханического эксперимента	55
2.2.2	Методики биомеханического эксперимента и оценки его результатов	57
2.3	Материалы и методы топографо-анатомического исследования	58
2.3.1	Материалы топографо-анатомического исследования	59
2.3.2	Методики топографо-анатомического исследования	59
2.4	Материалы и методы клинического исследования	64
2.4.1	Общая характеристика клинических групп пациентов	64
2.4.2	Методики клинического исследования	70
2.5	Методика статистической обработки количественных данных	82
Глава III	Экспериментально-анатомическое обоснование малоинвазивного накостного остеосинтеза двумя пластинами при нестабильных переломах дистального отдела бедренной кости	83
3.1	Результаты биомеханического исследования	84
3.1.1	Результаты первой серии биомеханического эксперимента	84
3.1.2	Результаты второй серии биомеханического эксперимента	85
3.1.3	Сравнение результатов двух серий биомеханического эксперимента	86

3.2	Результаты топографо-анатомического исследования	90
3.3	Обсуждение полученных результатов	100
Глава IV	Результаты лечения пациентов с нестабильными переломами дистального отдела бедренной кости новым способом малоинвазивного накостного остеосинтеза	107
4.1	Динамика ближайших и среднесрочных результатов лечения пациентов первой клинической группы	108
4.2	Оценка отдаленных исходов лечения пациентов второй группы	124
4.3	Сравнительный анализ исходов лечения пациентов в изученных клинических группах	131
4.4	Обсуждение полученных результатов	139
Глава V	Экспериментально-клинические обоснования возможностей и показаний к применению нового способа малоинвазивного накостного остеосинтеза при нестабильных переломах дистального отдела бедренной кости	145
5.1	Биомеханическое обоснование целесообразности использования предложенного способа остеосинтеза и его проверка клинической практикой	145
5.2	Обоснование преимуществ нового способа остеосинтеза в свете предложенной модели двухколонного строения дистального отдела бедренной кости	152
5.3	Топографо-анатомические обоснования безопасности нового способа малоинвазивного накостного остеосинтеза и их клиническая апробация	155
5.4	Обоснование показаний к применению малоинвазивной двусторонней фиксации нестабильных переломов дистального отдела бедренной кости	157

Заключение	161
Выводы	166
Практические рекомендации	168
Список сокращений	170
Список литературы	171

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы исследования.

Повреждения бедренной кости составляют 15 – 45% в общей структуре переломов [4]. Однако переломы дистального отдела бедренной кости (ДОБК) встречаются относительно редко, а их доля варьирует от 0,4 до 7% от всех переломов этой кости [39, 56, 75, 87, 100]. В общей же структуре переломов доля повреждений ДОБК составляет менее 1% [59]. В XXI веке отмечается незначительное увеличение частоты встречаемости переломов данной локализации, что может быть связано с ростом количества переломов проксимального отдела, а также с увеличением числа перипротезных переломов бедренной кости [57].

В настоящее время считается, что в подавляющем большинстве случаев пациентам с переломами ДОБК показано хирургическое лечение [45]. 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 [13, 151]. Даже при использовании современных фиксаторов с угловой стабильностью неудовлетворительные результаты составляют 8,6% [2], а при множественных и сочетанных травмах почти в половине случаев отдаленные исходы лечения расцениваются как неудовлетворительные [29]. При этом у значительной части пациентов обсуждаемого профиля сохраняются после таких травм стойкие функциональные нарушения [129].

Особые сложности отмечаются при лечении пациентов с оскольчатыми и нестабильными переломами ДОБК (типы 33-A3, 33-C2 и 33-C3 по классификации

АО/ASIF), у которых в ходе операций остеосинтеза сложно достичь надежной фиксации костных отломков, обеспечить их качественное сращение и предотвратить развитие деформаций бедренной кости [54, 68, 144]. 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 [71, 95, 112, 141].

Степень разработанности темы исследования.

В начале 60-х годов 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 [68].

В современной профильной научной литературе описаны различные методики остеосинтеза ДОБК: чрескостный, интрамедуллярный и накостный остеосинтез пластинами различных конфигураций, а также комбинации указанных методик [32, 45, 50, 66, 95, 108]. 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 [6, 30]. Однако основным и наиболее часто используемым методом при фиксации оскольчатых внутрисуставных переломов ДОБК является накостный остеосинтез [45].

Следует отметить, что ДОБК в силу биомеханических 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 [80, 96, 123]. Фиксация всех поврежденных колонн обеспечивает более высокую стабильность отломков в зоне перелома и способствует созданию оптимальных условий для наступления полноценного костного сращения [51, 80, 96].

Оскольчатые переломы ДОБК с отсутствием медиальной стабильности нередко становятся причиной неудовлетворительных функциональных результатов лечения [117]. 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 [80, 96, 123], 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 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 [78]. 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 травматичность остеосинтеза 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 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.

Выполненное нами диссертационное исследование включало три последовательные и взаимосвязанные между собой части: биомеханический эксперимент, топографо-анатомическое и клиническое исследование. Предварительно был произведен анализ профильных научных публикаций, посвященных проблеме хирургического лечения пациентов с переломами ДОБК. Эта аналитическая работа позволила целенаправленно спланировать дальнейшие биомеханические, анатомические и клинические исследования, объединенные одной общей целью.

На первом этапе собственных исследований 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 фиксацией 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 топографо-анатомического исследования была также 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 в сроки через 6, 9 и 12 месяцев после операций 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 оперативного лечения по аналогичной с первой группой методике. При этом все пациенты двух наших клинических групп были разделены на 4 подгруппы в зависимости от выраженности изменения анатомического дистального латерального бедренного угла после операций остеосинтеза. Затем был выполнен сравнительный анализ полученных показателей в каждой из подгрупп. Кроме того, на основании выполненных биомеханических, топографо-анатомических и клинических исследований были обоснованы показания к кли-

ническому применению предложенного способа малоинвазивного накостного остеосинтеза у пациентов изученного профиля.

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

Степень достоверности 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. При проведении биомеханического эксперимента была использована модель нестабильного перелома ДОБК, созданная 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 ис-

пользованы адекватные задачам современные методики. В клинической части были работы были проанализированы функциональные исходы оперативного лечения 40 пациентов с изучаемыми нестабильными переломами ДОБК. Все пациенты были разделены на две численно равные группы, сопоставимые по характеристикам, но 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 операций остеосинтеза. Полученные количественные данные были подвергнуты адекватной статистической обработке. С учетом сказанного, результаты выполненного диссертационного исследования представляются достоверными, а сделанные выводы – обоснованными.

Апробация результатов диссертационного исследования.

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 тезиса 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» (Санкт-Петербург, 2021) и Евразийского ортопедического форума (Москва, 2021).

Результаты диссертационного исследования внедрены в практику работы травматологических отделений СПб ГБУЗ «Александровская больница», ГБУЗ ЛО «Всеволожская клиническая многопрофильная больница», ГБУЗ ЛО "Гатчин-

ская 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 иностранных и отечественных 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. Он принимал непосредственное участие в лечении всех наблюдавшихся пациентов, оценивал функциональные исходы по шкалам KSS и Lysholm. Им также была проведена статистическая обработка полученных количественных данных и их графическое представление в виде таблиц и диаграмм. Автором были сформулированы выводы, практические рекомендации и основные 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.

ГЛАВА 1
СОВРЕМЕННЫЕ ПОДХОДЫ К ЛЕЧЕНИЮ И ХИРУРГИЧЕСКИЕ ДОСТУПЫ
ПРИ ПЕРЕЛОМАХ ДИСТАЛЬНОГО ОТДЕЛА БЕДРЕННОЙ КОСТИ
(ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ)

1.1. Общие сведения о переломах ДОБК.

Переломы ДОБК встречаются менее, чем в 1% случаев всех переломов [62]. Среди всех повреждений бедренной кости, согласно научным исследованиям различных авторов, на долю переломов ДОБК приходится от 0,4% до 7% [39, 56, 72, 75, 87, 100]. По данным В.Д. Crist et al. (2008), у европейцев переломы этой локализации встречаются в 10 раз реже, чем переломы проксимального отдела бедренной кости [50]. О. Martinet et al. (2000) за период с 1980 по 1989 год зарегистрировали 34 000 случаев переломов бедра, из которых переломы дистальной его части составляли только 6% (2165 случаев) [100]. Сопоставимые данные получили М.А. Ali et al. (2004), о чем в своей статье упоминает А. Iftikhar (2011), согласно которым переломы данной локализации сравнительно редки и составляют 7 % от всех случаев переломов бедренной кости [39, 75]. Однако совсем другая картина имеется у пострадавших с множественными и сочетанными повреждениями. У них частота переломов ДОБК намного выше. В данной группе пациентов частота переломов дистального отдела составляет 13–17 % от общего числа переломов бедренной кости [29].

В 84% случаев возраст больных с переломами ДОБК превышает 50 лет [87, 105]. В среднем он составляет 62,2 года. Однако отмечаются половые различия в среднем возрасте пострадавших: средний возраст пациентов-мужчин – 44,0 лет, средний возраст пациентов-женщин – 71,6 лет. Причем у женщин переломы данной локализации случаются почти в 2 раза чаще, чем у мужчин. Отмечается увеличение частоты переломов данной локализации среди людей старше 60 лет, также со значительным преобладанием женщин [57]. Пациенты этой возрастной категории преимущественно становятся жертвами низкоэнергетической травмы в результате падения с высоты собственного роста. Высокоэнергетическая травма,

обусловленная падением с высоты или дорожно-транспортными происшествиями, преимущественно характерна для молодых пациентов мужского пола [56].

1.2. Важные анатомические и биомеханические аспекты ДОБК.

Диафиз бедренной кости несколько скручен по оси и имеет изгиб кпереди, данная анатомическая особенность учитывается в анатомически предызогнутых пластинах для накостного остеосинтеза. По задней поверхности диафиза бедренной кости проходит шероховатая линия, являющаяся местом прикрепления мышц. Она делится на две части: медиальную и латеральную губу, каждая из которых в нижней трети бедренной кости отклоняется в сторону соответствующего мыщелка [27]. Дистальный конец бедренной кости, расширяясь, без резкой границы переходит в два мыщелка — медиальный и латеральный, между которыми находится межмыщелковая ямка, хорошо видимая сзади. Мыщелки бедра имеют суставные поверхности, служащие для сочленения с большеберцовой костью и с надколенником. На боковых поверхностях бедренной кости, несколько выше суставных поверхностей мыщелков, находятся выступы — медиальный и латеральный надмыщелки, к которым прикрепляются связки. Также необходимо отметить, что на медиальном мыщелке находится приводящий бугорок, который является точкой прикрепления мышц, и важным топографо-анатомическим ориентиром при определении линии проекции бедренной артерии на кожу [10].

Бедренная кость, надколенник и большеберцовая кость, сочленяясь суставными поверхностями, образуют коленный сустав. Связки, стабилизирующие коленный сустав, делятся на две группы: связки, находящиеся вне полости сустава (внекапсульные) и связки, находящиеся внутри суставной капсулы (внутрикапсульные). В аспекте выполняемого диссертационного исследования отдельного внимания требуют коллатеральные связки коленного сустава – большеберцовая и малоберцовая. Большеберцовая коллатеральная связка начинается от медиального надмыщелка бедренной кости, срастается с капсулой коленного сустава и медиальным мениском, прикрепляясь к проксимальному эпифизу большеберцовой кости. Малоберцовая коллатеральная связка начинается от латерального надмы-

щелка бедренной кости, ряд ее пучков участвует в образовании суставной капсулы сустава, и затем она крепится к наружной поверхности головки малоберцовой кости [27].

Важное клиническое значение имеет приводящий (Гунтеров) канал. Медиальная и задняя его стенки образована большой приводящей мышцей и длинной приводящей мышцей, латеральная стенка – медиальной широкой мышцей, передняя стенка канала представляет собой плотную фиброзную пластинку, перебарывающейся между большой приводящей и медиальной широкой мышцами. Канал начинается в средней трети бедра, идет снаружи внутрь и спереди назад, открываясь в дистальной трети бедра нижним отверстием. Гунтеров канал заключает в себе бедренную артерию, бедренную вену, ветви бедренного нерва, а именно подкожный нерв и мышечные ветви [27]. Расположение сосудисто-нервного пучка по переднемедиальной поверхности бедра в близости к линиям предполагаемых кожных разрезов малоинвазивного доступа к медиальной поверхности бедренной кости явилось одним из оснований для проведения собственного топографо-анатомического исследования в рамках данной диссертационной работы.

Механическая ось нижней конечности является прямой, соединяющей центр головки бедренной кости и середину суставной линии голеностопного суставов. В отличие от механической, анатомическая ось каждой длинной кости является среднediaфизарной линией. Анатомическая ось бедренной кости во фронтальной плоскости пересекает основание шейки бедра в области грушевидной ямки и образует с осью шейки бедренной кости (проведенной через центр головки и центр шейки) угол 130° . Механическая ось бедренной кости проходит через центр головки бедренной кости в проксимальном отделе и через центр линии коленного сустава в дистальном отделе. Во фронтальной плоскости механическая и анатомическая оси бедренной кости составляют угол $7 \pm 2^\circ$.

Угол между линией коленного сустава, проведенной через наиболее выступающие точки мыщелков бедренной кости, и анатомической осью бедренной кости составляет $81 \pm 2^\circ$. Угол между механической осью бедренной кости и той же линией коленного сустава составляет $88 \pm 2^\circ$.

Таким образом, из-за несовпадения анатомической и механической осей бедренной кости большая часть нагрузки приходится на ее медиальный мыщелок [31]. Эксцентричное распределение нагрузки на мыщелки бедренной кости необходимо учитывать при планировании остеосинтеза ДОБК при его повреждении.

Как известно, регенерация костной ткани происходит двумя путями: без формирования костной мозоли – первичное костное сращение и с формированием костной мозоли – вторичное костное сращение. Независимо от пути, по которому идет восстановление целостности костной ткани в итоге формируется регенерат, обладающий биомеханическими свойствами идентичными неповрежденной кости. А.Р. Кормилина с соавт. в 2020 году опубликовали исследование, посвященное изучению жесткости костной мозоли методом ультразвуковой эластографии сдвиговой волны. Согласно данным, приведенным в их работе, в норме жесткость трубчатых костей составляет от 300 до 550 кПа. В рамках своего исследования авторы оценивали костную мозоль после переломов длинных костей конечностей на различных сроках от травмы. Они отметили прогрессивное увеличение показателей жесткости костной мозоли с течением времени, при этом на сроке 5 месяцев от травмы этот показатель составил 542,2 кПа, что соответствует жесткости неповрежденной костной ткани [18]. Таким образом костная мозоль, позволяющая поврежденному сегменту выдерживать физиологическую нагрузку, еще до ремоделирования своими механическими характеристиками соответствует неповрежденной костной ткани, а значит не подвержена дальнейшей деформации.

1.3. Механизмы травм, приводящих к переломам ДОБК.

Последние десятилетия в демографической картине популяции наблюдаются изменения, характеризующиеся увеличением доли пожилых людей. На фоне мер, принимаемых для обеспечения безопасности дорожного движения, а также более активного образа жизни людей пенсионного возраста, это приводит к увеличению частоты низкоэнергетических переломов ДОБК с выраженным превалированием подобного механизма травмы в общей эпидемиологической картине переломов ДОБК. По данным исследования, посвященного анализу травматизма в

2005-2010 годах и опубликованного R. Elsoe et al. в 2018 году, в основном переломы ДОБК происходят вследствие падений с высоты более 1 м, дорожно-транспортных происшествий, падений с высоты собственного роста и занятий спортом. Авторы отмечают, что низкоэнергетический механизм травм характерен в 97% случаев как для мужчин, так и для женщин, при этом 61% повреждений ДОБК происходит в результате падения с высоты собственного роста [57]. Как упоминают в своей статье R. Elsoe et al. (2018), Court-Brown C. (2015) подтверждает превалирование низкоэнергетического механизма травмы при переломах ДОБК. По опубликованным им данным 86% переломов ДОБК происходят вследствие падения с высоты собственного роста [57, 49]. Однако в своем исследовании O. Martinet et al. (2000) сообщают, что 53% переломов ДОБК произошли в результате дорожно-транспортного происшествия и только 33% случились в домашних условиях [100]. Подобные изменения в показателях могут быть связаны с особенностями наблюдаемых периодов, так как исследование O. Martinet et al. (2000) охватывает 1980-1989 годы.

Учитывая вышеизложенное и опираясь на современные данные научной литературы, можно заключить, что причинами травмы ДОБК у людей молодого и среднего возраста чаще всего являются дорожно-транспортные происшествия, то есть высокоэнергетическая травма, в то время как у людей пожилого возраста (преимущественно женщин) данные переломы происходят и при низкоэнергетической травме (в 97% случаев), например, при падении с высоты собственного роста (в 67% случаев) [57, 120, 136].

1.4. Классификация переломов ДОБК.

Переломы ДОБК по классификации МКБ-10 относятся к следующей рубрике: S72.40 – закрытые переломы без смещения отломков, S72.41 – открытые переломы со смещением отломков.

Существует большое разнообразие классификаций переломов ДОБК, построенных по различным признакам: анатомическому, по виду перелома, степени

смещения отломков и степени повреждения костной ткани, механизму травмы и по сочетанию с повреждениями связочного аппарата.

И.Г. Кочергин (1941) на основании локализации перелома приводит следующую классификацию переломов в области коленного сустава: 1) изолированные переломы наружного или внутреннего мыщелка бедренной кости; 2) оскольчатые и Т-, Y-образные переломы бедра; 3) изолированные переломы наружного или внутреннего мыщелков большеберцовой кости; 4) многооскольчатые переломы; 5) переломы в области межмыщелкового возвышения [23].

F. Seinsheimer в 1980 году опубликовал свою классификацию переломов ДОБК, согласно которой переломы данной локализации делятся на 4 типа: 1 тип – переломы без смещения отломков; 2А тип – простой перелом, линия перелома распространяется на пателлофemorальное сочленение, 2В тип – оскольчатый перелом, линия перелома распространяется на пателлофemorальное сочленение; 3А тип – перелом медиального мыщелка с распространением на межмыщелковую ямку, 3В тип – перелом латерального мыщелка с распространением на межмыщелковую ямку, 3С тип – перелом обоих мыщелков с распространением на межмыщелковую ямку; 4А тип – перелом медиального мыщелка с распространением на суставную поверхность, 4В тип – перелом латерального мыщелка с распространением на суставную поверхность, 4С тип – оскольчатый перелом обоих мыщелков [131].

D.K. Schelbourne и F.R. Bruckmann распределили переломы дистального отдела бедренной кости по типам в зависимости от линии перелома: 1-й тип — Т-образный, V-образный; 2-й тип — поперечные; 3-й тип — косые; 4-й тип — спиральные; 5-й тип — оскольчатые с большим фрагментом [25].

Современная универсальная классификация переломов АО/ASIF предусматривает деление переломов дистального отдела бедренной кости на следующие группы: 33-А - околоуставные переломы бедренной кости: отрывные переломы надмыщелков бедренной кости (33-А1); околоуставные простые (33-А2); околоуставные с наличием метафизарного клина или оскольчатые (33-А3); 33-В - частичные внутрисуставные переломы: неполные внутрисуставные латерального

мышцелка (33-B1); неполные внутрисуставные медиального мышцелка (33-B2); неполные внутрисуставные фронтальные (33-B3, переломы Гоффа) ; 33-C: полные внутрисуставные переломы: суставные простые, метафизарные простые (33-C1); суставные простые, метафизарные оскольчатые (33-C2), суставные оскольчатые (33-C3) [45, 102].

1.5. Особенности диагностики переломов ДОБК.

Данные для диагностики переломов ДОБК травматолог получает на этапе сбора жалоб и осмотра больного. Для переломов этой локализации характерны следующие клинические симптомы: боль в коленном суставе и нижней части бедра, усиливающаяся при пальпации мышцелков; варусная или вальгусная деформация коленного сустава; отек мягких тканей в области коленного сустава, сглаженность его контуров; баллотирование надколенника (гемартроз коленного сустава); пассивные движения в коленном суставе возможны, но болезненны; крепитация костных отломков.

Окончательный диагноз устанавливается после выполнения рентгенограмм бедренной кости в двух проекциях. Также для уточнения характера перелома, степени смещения отломков и улучшения качества предоперационного планирования у пациента с внутрисуставным характером перелома или подозрением на него показано выполнение спиральной компьютерной томографии ДОБК и коленного сустава [5]. Данное исследование обязательно при внутрисуставных повреждениях и позволяет визуализировать, фиксировать, а также формировать 3D-модели интересующей анатомической области, что дает возможность хирургу лучше ориентироваться при оперативном вмешательстве на анатомически сложной области [33].

1.6. Консервативное лечение при переломах дистального отдела бедренной кости.

Несмотря на высокий уровень развития хирургической техники и применяемых имплантатов для остеосинтеза, в отдельных случаях применяется консервативный метод лечения пациентов с переломами ДОБК. Показаниями к консер-

вативному лечению являются переломы ДОБК без смещения отломков, переломы у пациентов с тяжелыми неврологическими нарушениями (острое нарушение мозгового кровообращения или повреждение спинного мозга) или с другими абсолютными соматическими противопоказаниями к оперативному лечению. В случае выбора консервативного метода лечения с целью иммобилизации поврежденной конечности применяются гипсовые повязки, жесткие или шарнирные ортезы и скелетное вытяжение.

Первичная иммобилизация скелетным вытяжением позволяет избежать посттравматического укорочения бедра и может быть заменена на гипсовую повязку с ограничением нагрузки на травмированную конечность до 8 недель. Применение данного метода лечения может приводить к типичным осложнениям, характерным для длительной иммобилизации и постельного режима: посттравматические контрактуры коленного сустава, атрофии мышц, гипостатическая пневмония, развитие пролежней и тромбозомболических осложнений [62, 59]. В работе J. Cass et al. (2008) приводятся данные, согласно которым при консервативном лечении неходячих пациентов с заболеваниями спинного мозга сращение перелома ДОБК наблюдалось в 90% случаев, при этом наблюдались осложнения, связанные с трофическими нарушениями кожных покровов.

В то же время, после оперативного вмешательства у подобных пациентов указанных осложнений не наблюдалось [47]. В 1996 году M.S. Butt et al. выполнили рандомизированное исследование, направленное на сравнение результатов оперативного и консервативного методов лечения пожилых пациентов с переломами ДОБК. В первом случае для остеосинтеза использовалась пластина DCS, во втором – скелетное вытяжение в течении 6-8 недель с последующей фиксацией функциональной иммобилизирующей повязкой. Авторы отмечают, что отличные и хорошие функциональные результаты были получены у 53% пациентов в случае выполнения операции остеосинтеза, и только у 31% пациентов наблюдался сходный уровень результатов при консервативном лечении. Также в данной работе отмечается, что у пациентов второй группы отмечался более высокий риск развития пролежней, тромбозомболических осложнений, восходящих инфекций моче-

половых путей, легочных осложнений, неправильного сращения перелома или формирования ложного сустава, а также инфицирования спицевых отверстий. Авторы сделали вывод, что пожилым пациентам лучше выполнять остеосинтез ДОБК для достижения более высоких функциональных результатов [46].

1.7. Применение аппаратов наружной фиксации для остеосинтеза переломов ДОБК.

Оперативное лечение переломов ДОБК может протекать в 1 или 2 этапа [6, 30, 45]. В случае закрытого перелома без обширного повреждения мягких тканей возможно применение внутреннего остеосинтеза в качестве первичного и окончательного метода фиксации перелома. Если выполнение первичного внутреннего остеосинтеза, в силу общего состояния пациента либо характера повреждения противопоказано, применяется стратегия двухэтапного лечения, согласно которой операции по окончательной фиксации перелома предшествует временная иммобилизация аппаратом наружной фиксации (АНФ) [1, 34, 63]. Эта методика широко применяется на этапах лечения раненых с боевыми повреждениями костей нижних конечностей в рамках тактики последовательного остеосинтеза [8].

Показаниями к выполнению внешнего остеосинтеза являются высокоэнергетические переломы, сопровождающиеся значительным повреждением окружающих мягких тканей, открытые инфицированные переломы, а также переломы у пострадавших с политравмой или с тяжелой сопутствующей патологией. При этом при открытых переломах монтаж наружного фиксатора должен выполняться только после полноценной хирургической обработки раны.

Основной целью использования внешнего остеосинтеза в этих случаях являются обеспечение стабильности в зоне перелома, уменьшение боли, восстановление длины, оси и устранение грубых ротационных смещений отломков. После нормализации состояния мягких тканей и стабилизации общего состояния пациента рекомендуется переход на внутреннюю фиксацию [7, 101]. Переход на внутреннюю фиксацию у больных с политравмой рекомендуется проводить в период от 5-х до 8-х суток с момента травмы. Отсрочка операции на более длительный

срок приводит не только к повышению технической сложности оперативного вмешательства, но и увеличивает риски развития осложнений [111]. Тем не менее, ряд хирургов считает возможным использование АНФ в качестве метода окончательной стабилизации переломов дистального отдела бедренной кости. Большинство подобных работ принадлежит отечественным хирургам. Так, например, Л.Н. Соломин (2005) для лечения внутрисуставных переломов дистального отдела бедренной кости применяет комбинированный спице-стержневой аппарат Илизарова. В соответствии с методикой, предложенной автором, с помощью аппарата происходит фиксация не только бедренной, но и большеберцовой кости, таким образом блокируя движения в коленном суставе. По мере консолидации перелома бедренной кости, часть аппарата демонтируется с одновременным началом движений в коленном суставе [32]. Н.О. Каллаев с соавт. (2006) говорят о возможности лечения переломов дистального отдела бедренной кости в АНФ, конструкция которого разработана автором и включает в себя спицы с упорными площадками, с помощью которых достигается анатомичное восстановление суставной поверхности бедренной кости [16].

Работа И.О. Панкова с соавт. (2011) посвящена анализу результатов лечения пациентов с внутрисуставными переломами костей, формирующих коленный сустав. Авторы приводят результаты лечения 38 пострадавших с переломами мыщелков бедренной кости, у которых АНФ применялся как метод окончательного лечения. Отличные результаты наблюдались у 12 (32 %) пациентов, хорошие – у 19 (50 %), удовлетворительные – у 6 (16 %) больных и неудовлетворительные – у 1 (2%) пострадавшего [24]. Многие авторы также утверждают, что в ряде клинических случаев наружный фиксатор может использоваться в качестве метода окончательного лечения [26, 41, 50, 92, 93, 142]. Однако В.Д. Crist et al. (2008) отмечают, что этому методу сопутствует ряд осложнений, таких как септический артрит, остеомиелит, инфекционное воспаление мест введения стержневой аппарата, потеря репозиции, замедленная консолидация перелома или отсутствие консолидации, требующее костной пластики, контрактура коленного сустава [50]. Именно поэтому в последние годы отечественные авторы также склоняются к

тактике двухэтапного лечения больных с множественной и сочетанной травмой и с открытыми переломами.

В.А. Соколов и соавт. (2004) проследили отдаленные результаты лечения 59 переломов дистального отдела бедра у 53 больных с политравмой. На реанимационном этапе при открытых переломах выполнялась первичная хирургическая обработка ран и стабилизация с помощью АНФ. При закрытых переломах проводилась иммобилизация скелетным вытяжением, а в случае двигательного возбуждения пострадавших – АНФ. В рамках дальнейшего хирургического лечения в зависимости от показаний выполнялся остеосинтез дистального отдела бедра ангулярными пластинами, опорными мышцелковыми пластинами, динамическими мышцелковыми винтами и динамическими мышцелковыми пластинами (DCS) или применялись интрамедуллярные стержни (стержень для ДОБК, универсальный бедренный стержень). Отличным результатом лечения признан в 30 случаях (50,8 %), хорошим – в 14 (23,7 %), удовлетворительным – в 7 (11,9 %), неудовлетворительным – в 8 (13,6 %) [29].

Е.А. Литвина и соавт. (2005), проанализировав результаты лечения переломов дистального конца бедренной кости у 70 больных с множественной и сочетанной травмой (74 перелома), методом выбора первичной стабилизации открытых переломов в экстренном порядке считают внешний остеосинтез, который может быть как окончательным, так и промежуточным методом лечения. Авторы приводят отдаленные результаты лечения: отличным результатом лечения признан в 34 (45,9 %) случаях, хорошим – в 30 (40,5 %), удовлетворительным – в 7 (9,6 %), неудовлетворительным – в 3 (4,1 %). Авторы делают вывод о том, что оперативное лечение закрытых переломов следует проводить в отсроченном порядке, отдавая предпочтение малоинвазивным методикам остеосинтеза [21].

1.8. Применение накостного остеосинтеза при переломах ДОБК.

Наиболее распространенными накостными фиксаторами для лечения переломов ДОБК на сегодняшний день являются опорная мышцелковая пластина, DCS мышцелковая пластина, 95-градусная клинковая мышцелковая пластина и различ-

ные накостные системы с угловой стабильностью винтов [35, 43, 64, 66, 82, 118, 137]. Несмотря на наличие множества новых фиксаторов, лечение переломов этой локализации с помощью пластины DCS является технически наиболее простым методом и дающим хорошие и отличные результаты в большинстве наблюдений.

При сравнительном анализе результатов лечения 35 пациентов с переломами дистального отдела бедренной кости с помощью динамического мышцелкового винта отличные и хорошие результаты были достигнуты у 26 (74 %) пострадавших, удовлетворительные – у 3 (9 %) пациентов, неудовлетворительные – у 6 (17 %) больных. При этом среднее время консолидации перелома составило 15 недель. У 2 пациентов (6 %) наблюдалась замедленная консолидация перелома (к 24 неделе), и также у 2 пациентов отсутствовало сращение перелома (произведена трансплантация аутогенной кости без замены металлоконструкции) [75]. Фиксацию перелома с помощью DCS возможно выполнять из мини-доступа. Это является оправданным и целесообразным методом лечения, выгодным с биологической точки зрения [77, 90].

I. Jeon et al. (2004) наблюдали 16 больных с переломами дистального отдела бедренной кости, которым был выполнен остеосинтез из миниинвазивного доступа пластиной DCS. Консолидация перелома произошла в 15 случаях. У 1 пациента наблюдалось отсутствие сращения (предположительно из-за ранней нагрузки конечности весом тела). Инфекционных осложнений или осложнений в виде неправильного сращения перелома не наблюдалось. У всех больных получены отличные и хорошие результаты лечения [77].

Однако остеосинтез пластиной DCS имеет специфические ограничения. В частности, эта система не препятствует ротации дистального фрагмента по оси проведенного мышцелкового винта. В связи с этим остеосинтез переломов дистального отдела бедренной кости с низким прохождением линии перелома затруднителен, так как для достижения деротационного эффекта требуется проведение дополнительного винта в дистальный отломок [127]. Несмотря на то, что имплантация 95-градусной мышцелковой пластины, в отличие от DCS, возможна только по традиционной технологии, Т.Р. Rüedi et al. (2000) считают, что при ос-

кольчатых переломах дистального отдела бедра (типа C3 по классификации AO/ASIF) предпочтительно использование 95-градусной пластины, так как она не только позволяет избежать ротационных смещений блока мышечков бедра, но и позволяет предварить установку пластины проведением стягивающих винтов через мышелки бедренной кости [124].

Этого же мнения придерживаются R.S. Yang et al. (1990). Авторы наблюдали 93 пострадавших, перенесших операцию остеосинтеза дистального отдела бедра 95-градусной клинковой пластиной. У 79 больных (85 %) удалось достичь отличных и хороших результатов. 13 пациентов (14 %) обратились повторно в связи с развившимися осложнениями (тугоподвижность коленного сустава, несращение, замедленная консолидация перелома и инфекционные процессы). Авторы отмечают, что для достижения удовлетворительных результатов при лечении больных с такими переломами требуется соблюдать принцип анатомичной репозиции отломков в сочетании с достаточно жесткой фиксацией и с ранней функциональной нагрузкой на оперированную конечность [144].

С успехом может применяться для остеосинтеза переломов дистального отдела бедренной кости, включая переломы типа C3 по классификации AO/ASIF, опорная мышечковая пластина. Она является достаточно доступным имплантатом и, в сравнении с 95-градусной мышечковой пластиной и DCS, не только выполняет опорную функцию для латерального мышелка бедра, но и за счет своей формы предоставляет широкое поле для проведения винтов через пластину в мышелки бедренной кости. При этом направление каждого винта может быть подобрано в зависимости от конкретных особенностей перелома [45]. Однако необходимо принимать во внимание, что использование пластины без винтов с угловой стабильностью может привести к развитию варусной деформации. Для профилактики этого осложнения целесообразна установка дополнительной пластины с медиальной стороны [54].

G. Petsatodis et al. (2010) провели ретроспективный анализ результатов лечения 108 пациентов с внутрисуставными переломами дистального отдела бедра. Использовались следующие имплантаты: опорная мышечковая пластина у 38

больных, 95-градусная клинковая мышцелковая пластина у 24, DCS – 54 пациента. Внутри групп соотношение типов переломов (C1, C2 или C3 по классификации AO/ASIF) значительно не различалось. Отличных и хороших результатов удалось достичь в группе опорной мышцелковой пластины – у 32 пациентов (84 % от числа пострадавших данной группы), в группе 95-градусной пластины – у 17 пациентов (71 % от числа пациентов данной группы), в группе DCS – у 52 больных (96 % от числа пострадавших данной группы). Таким образом, авторы делают вывод, что, независимо от типа перелома, оптимальным имплантатом при лечении внутрисуставных переломов дистального отдела бедренной кости является DCS, так как позволяет достичь наилучших функциональных результатов [118].

В последнее время на рынке появилось большое количество наkostных конструкций с угловой стабильностью винтов для лечения переломов дистального отдела бедренной кости. T.F. Higgins et al. (2007), сравнивая пластину с угловой стабильностью и клинковую мышцелковую пластину в эксперименте, указывают на то, что металлоконструкция с угловой стабильностью показывает большую прочность, чем мышцелковая клинковая пластина, как при циклической нагрузке, так и в случае биомеханического моделирования перелома дистального бедра типа A3 по классификации AO/ASIF. Несмотря на то, что различия незначительны, авторы считают, что применение пластины с угловой стабильностью для фиксации оскольчатого перелома дистальной части бедренной кости предпочтительнее, чем клинковой пластины [71].

Это подтверждается исследованиями M. Zlowodzki et al. (2004), посвященными сравнительному анализу биомеханических свойств пластины LISS с уникортикальной фиксацией блокированными винтами с 95° клинковой пластиной на предмет устойчивости этих пластин к скручиванию, осевым и циклическим осевым нагрузкам. Результатом исследования стал вывод о том, что система LISS обеспечивает более надежную фиксацию у пациентов с остеопорозом в сравнении с клинковой пластиной [149]. Эти же авторы в другом исследовании показали, что в случае перелома кости с нормальной плотностью система LISS демонстрирует гораздо более низкие показатели устойчивости к осевым нагрузкам, нежели клин-

ковая пластина [150]. Одним из неоспоримых преимуществ использования пластин с угловой стабильностью является то, что за счет наличия механизмов блокирования винтов в их отверстиях исчезает необходимость прижатия последних к поверхности кости, что, в свою очередь, сохраняет интактным периостальный кровоток [50]. Большой биологичности остеосинтеза предызогнутыми пластинами с угловой стабильностью способствует наличие специальных направителей, что позволяет минимизировать травматизацию мягких тканей за счет применения закрытой репозиции отломков и установки пластины из мини-доступа [28, 132]. Однако, согласно проведенным ретроспективным исследованиям, открытая репозиция может быть предпочтительнее закрытой: при открытой репозиции отличных и хороших результатов лечения удавалось достичь почти в 2 раза чаще (81 % по сравнению с 42 % при закрытой), также открытая репозиция позволяет снизить число несращений (37 % при закрытой репозиции и 3 % при открытой) [132].

В большинстве современных предызогнутых пластин с угловой стабильностью предусмотрена возможность использования для фиксации перелома как заблокированных винтов, так и обычных винтов без угловой стабильности. Это дает возможность использовать так называемую «гибридную» фиксацию. При этом винты без угловой стабильности могут выступать в роли вспомогательных при репозиции переломов, где отломки смещены по ширине, за счет точного соответствия изгибов пластины анатомическому строению ДОБК, их можно использовать для создания межфрагментарной компрессии на пластине при простых переломах или для фиксации пластины к диафизу, что теоретически повышает устойчивость пластины к силам, действующим на отрыв [50].

M.J. Gardner et al. (2006) также говорят о том, что гибридная фиксация ничем не уступает фиксации исключительно винтами с угловой стабильностью. Авторы проанализировали биомеханические аспекты этих методик фиксации пластин и установили, что в обоих случаях сопротивление скручиванию и способность выдерживать циклические нагрузки одинаковы [60]. Впоследствии D.J. Dalstrom et al. (2012) продемонстрировали, что предпочтительнее использовать гибридную фиксацию пластин, при которой винт с угловой стабильностью прове-

ден ближе к линии перелома, в сравнении с фиксацией винтами без угловой стабильности. Такое расположение повышает стабильность имплантата и уменьшает воздействие отрывающих сил на проведенные более проксимально винты без угловой стабильности [52]. Тем не менее многие авторы предпочитают выполнять остеосинтез пластинами с использованием только винтов с угловой стабильностью. W. Kolb et al. (2008) говорят о том, что использование LISS-систем позволяет достичь ранней мобилизации конечности и пациента в целом в сочетании с высокими темпами костного сращения, частота инфекционных осложнений при этом не превышает 3 % [86].

Подобные системы в последнее десятилетие получили широкое распространение, а многие авторы описали опыт успешного применения подобных металлоконструкций [3, 47, 81, 84, 103, 128, 130, 146]. В частности, P.J. Kregor et al. (2004) на основании проведенных ими исследований сообщают о том, что фиксация переломов дистальных отделов бедренной кости с помощью системы LISS сопровождается высокими показателями консолидации перелома без необходимости использовать костные трансплантаты (93 %), имплантат при этом не теряет стабильность на протяжении всего срока формирования костной мозоли [89]. Факторы риска развития осложнений при лечении переломов дистального отдела бедренной кости с помощью пластин с угловой стабильностью можно разбить на 2 группы: не зависящие и зависящие от хирурга. В первую группу были включены открытый перелом, возраст, курение и высокий индекс массы тела; ко второй группе отнесли длину применяемой при остеосинтезе пластины.

Существует рекомендация применять пластину, позволяющую расположить проксимальнее линии перелома не менее 8 отверстий при общей длине пластины не менее 9 отверстий [122]. С.Е. Henderson, et al. (2011) провели анализ работ, описывающих результаты лечения пациентов с переломами дистального отдела бедра с помощью пластин с угловой стабильностью. В соответствии с выводами авторов частота осложнений при использовании пластин с угловой стабильностью винтов при лечении переломов дистального отдела бедренной кости доходит до 32 % [68].

1.9. Применение интрамедуллярного остеосинтеза при переломах ДОБК.

Общим недостатком всех систем накостного остеосинтеза является ограничение ранней нагрузки весом тела на оперированную конечность из-за угрозы усталостного перелома пластины [104]. Именно поэтому многие хирурги при переломах ДОБК отдают предпочтение интрамедуллярному остеосинтезу. Наиболее часто при этом применяется ретроградная методика введения гвоздя, однако, возможно, и антеградное его введение [67, 91]. I. Dominguez et al. (1998), M. Stover (2001) считают возможной антеградную фиксацию при переломах типа 33-А (классификация АО/ASIF) с расположением линии перелома на 5 см и более проксимальнее суставной поверхности мыщелков бедра [55, 134]. В.Д. Crist et al. (2008) сообщают о случаях применения антеградного способа введения стержня при переломах типа 33-С1 и С2. Преимуществами этой техники являются меньшие размеры хирургического доступа, а также отсутствие необходимости выполнять артротомию коленного сустава [50].

С.Н. Черняев с соавт. (2008) изучили результаты лечения 95 больных с переломами дистального метаэпифиза бедренной кости и признали антеградный интрамедуллярный остеосинтез надежным способом фиксации переломов этой локализации, позволяющим избежать развития контрактур коленного сустава и дающим хороший функциональный результат [37]. А.Е. Виноградский с соавт. (2007) описывают опыт применения интрамедуллярного остеосинтеза при лечении 67 переломов дистального отдела бедренной кости (38 переломов в нижней трети диафиза бедра, 10 околосуставных и 19 внутрисуставных переломов). Антеградный остеосинтез выполнен в 50 случаях, ретроградный – в 17. Через 1 год после оперативного вмешательства была произведена оценка функционального результата лечения: амплитуда движений в коленном суставе после антеградного остеосинтеза составила $134,4 \pm 2,3^\circ$, после ретроградного - $123,7 \pm 5,6^\circ$. Таким образом, авторами сделан вывод о том, что антеградная методика введения интрамедуллярного стержня обеспечивает наиболее полное восстановление функции коленного сустава [9].

Несмотря на оптимистичные результаты антеградного интрамедуллярного остеосинтеза переломов дистального отдела бедренной кости, публикуемые рядом авторов, эта методика имеет ряд недостатков. Применение антеградного способа введения интрамедуллярного стержня приводит к развитию серьёзных осложнений в довольно большом проценте случаев: несращению перелома – в 8,3%, нестабильности имплантата – в 3,7%, инфекционным осложнениям – в 0,9%, необходимости выполнения повторных хирургических вмешательств – в 23,1% [151]. Вследствие этого ретроградный метод введения интрамедуллярного стержня стал достойной альтернативой антеградному и применяется многими хирургами для лечения переломов дистального отдела бедренной кости [11, 12, 67]. Эта методика обладает множеством преимуществ по сравнению с антеградным введением, таких как простота введения имплантата (особенно у пациентов с выраженным слоем подкожной жировой клетчатки) и лучший контроль положения короткого дистального отломка. Ретроградный метод введения также предпочтительнее у пациентов с политравмой, с ипсилатеральными переломами шейки и диафиза бедренной кости, ипсилатеральными переломами бедренной и большеберцовой костей (флотирующим коленом) [108].

Так как диаметр костномозгового канала в дистальной части бедренной кости намного больше диаметра имплантата, в ходе остеосинтеза нередко возникают трудности с позиционированием гвоздя. Для достижения правильного положения гвоздя в широкой части дистального отломка при ретроградном его введении возможно применение поллерных винтов для более точного восстановления оси конечности. Эта методика упрощает репозицию и улучшает рентгенологический результат лечения [90, 108]. Дистальный отломок бедренной кости имеет небольшие размеры, а смещающие силы прикрепляющихся к нему мышц достаточно высоки. Поэтому в ряде случаев крайне сложно выполнение закрытой репозиции. Для улучшения ее качества используется ряд дополнительных средств репозиции, таких, как наружный фиксатор, большой дистрактор, стержни Шанца в качестве джойстиков, различные репозиционные щипцы, ортопедический стол. Тем не менее, даже с использованием дополнительных средств не во всех случаях

адекватная закрытая репозиция достижима. В этих случаях показана открытая репозиция.

Решению этих вопросов посвящены исследования S.L. Henry (2000), B.D. Crist et al. (2008), целью которых было установить, дает ли какие-либо преимущества открытая репозиция перед закрытым способом при остеосинтезе дистального отдела бедра ретроградно вводимым интрамедуллярным стержнем. Анализу подверглись 104 пострадавших (111 случаев переломов). Сделаны следующие выводы: применение открытого способа репозиции увеличивает среднее время оперативного вмешательства более чем в 2 раза; частота несращений переломов у пациентов после открытой репозиции составляет 5,6%, что более чем в 2 раза больше частоты несращений переломов после закрытой – 2,6% [50, 69]. Перкутанная техника введения стержня не приводит к увеличению частоты случаев неудовлетворительной репозиции, и, к тому же, позволяет достичь более высоких показателей объема движений оперированной конечности.

Анатомические особенности ДОБК способствуют также возникновению вторичных смещений отломков после остеосинтеза. Предполагалось, что появление интрамедуллярных стержней, блокирующие системы которых обладают угловой стабильностью, увеличат стабильность фиксации дистального отдела и приведут к снижению вероятности вторичного смещения отломков. Такие стержни призваны сочетать в себе преимущества интрамедуллярного остеосинтеза с достоинствами остеосинтеза металлоконструкциями с угловой стабильностью.

Однако проведенные исследования, посвященные сравнению биомеханической стабильности интрамедуллярных стержней с блокирующими винтами с угловой стабильностью и с обычными блокирующими винтами показали, что значимых различий в стабильности системы имплантат – кость у сравниваемых металлоконструкций нет [140]. Измерения осевой деформации металлоконструкции в рамках биомеханической модели перелома дистального отдела бедренной кости продемонстрировали ее равенство для этих двух типов стержней (осевая деформация составила -0.5 мм). Также не описывается значимых различий и при анализе толерантности стержней к циклическим нагрузкам (3 448 циклов для стержня с

блокирующими винтами без угловой стабильности и 3 225 циклов – с винтами с угловой стабильностью) [140].

Однако при фиксации перелома в остеопорозной кости эти фиксаторы ведут себя по-разному. По данным ряда исследователей, при лечении переломов дистального отдела бедра у больных со сниженной плотностью костной ткани с помощью ретроградных интрамедуллярных стержней предпочтительнее использовать блокирующие винты с угловой стабильностью [109, 114]. А по мнению D.J. Paller et al. (2013) наиболее оптимальным вариантом дистального блокирования является болт с мышцелковой шайбой, проведенный через блокирующее отверстие стержня. Это было продемонстрировано в исследовании, посвященном биомеханическому сравнению стабильности интрамедуллярных стержней с перечисленными вариантами дистального блокирования при лечении переломов у пациентов, страдающих остеопорозом [109].

Большое количество работ посвящено изучению различных осложнений остеосинтеза. Так, по данным G. Papadokostakis et al. (2005) частота инфекционных осложнений при ретроградном методе введения интрамедуллярного стержня составляет 1.1%. При этом сроки консолидации переломов дистального отдела бедра в среднем составляют 3.4 месяца, сращение наступает в 96.9% случаев. Частота осложнений в виде болей в области коленного сустава, неправильного сращения и необходимости повторных оперативных вмешательств составляют 16.5%, 5,2% и 17% соответственно [110].

1.10. Хирургические доступы при различных типах переломов ДОБК.

В хирургической практике для доступов к бедренной кости применяются латеральный доступ, латеральный малоинвазивный доступ и переднемедиальный доступ. Кожный разрез при латеральном хирургическом доступе к дистальному отделу бедренной кости начинается от бугорка Жерди, идет по среднелатеральной линии бедра проксимально. Длина разреза определяется уровнем распространения линии перелома на диафиз бедренной кости. При необходимости вскрытия капсулы сустава и визуализации суставной поверхности мышцелков бедренной

кости доступ может быть продлен дистально в сторону бугристости большеберцовой кости. Далее рассекается илиотибиальный тракт и фасция латеральной широкой мышцы бедра. Мышца отводится в переднемедиальном направлении. При необходимости вскрытия полости коленного сустава артротомия производится над передней третью латерального мыщелка, и разрез может распространяться до латерального мениска [45].

В случае малоинвазивного хирургического доступа дистальный кожный разрез выполняется аналогично традиционному латеральному доступу, но продлевается проксимально до метаэпифизарной части бедренной кости. Ткани послойно рассекаются для доступа к дистальному отделу бедренной кости, после чего формируется канал для проведения металлоконструкции. Проксимально кожные разрезы располагаются по латеральной поверхности бедренной кости в проекции проксимального конца имплантата. Ткани также рассекаются послойно или разводятся [45].

Переднемедиальный доступ применяется в случае необходимости визуализации и репозиции перелома медиального мыщелка бедренной кости, также он может использоваться для проведения в костномозговой канал бедренной кости ретроградного интрамедуллярного стержня. Анатомическими ориентирами при таком доступе служат внутренний край надколенника и бугристость большеберцовой кости. Кожный разрез начинается примерно на 5 см выше основания надколенника и продлевается книзу вдоль его внутреннего края до медиального мыщелка большеберцовой кости. Далее ткани рассекаются послойно или раздвигаются. Капсула коленного сустава вскрывается изогнутым разрезом вдоль внутреннего края надколенника. При необходимости для лучшей визуализации суставной поверхности мыщелков бедра надколенник может быть вывихнут в латеральную сторону [45].

1.11. Остеосинтез при различных типах оскольчатых переломов ДОБК

Переломы ДОБК типа 33-А являются внесуставными переломами, таким образом при остеосинтезе переломов данного типа необходимо восстановить ось

бедренной кости, устранить ротационные смещения отломков и смещения по длине [45]. Для достижения этих целей и фиксации отломков помимо погружного остеосинтеза ряд хирургов применяет внеочаговый компрессионно-дистракционный остеосинтез. Преимущественно данная методика остеосинтеза переломов ДОБК описана в работах отечественных авторов и использовалась при лечении ими внутрисуставных переломов ДОБК [16, 24, 32]. Зарубежные авторы допускают возможность внеочагового остеосинтеза, но в основном в качестве временной меры до того момента, когда состояние пациента позволит выполнить погружной остеосинтез. M. Ehlinger et al. (2013) указывают на то, что при наложении аппарата наружной фиксации сложно контролировать смещения отломков по ширине, в связи с большим весом части нижней конечности, расположенной дистальнее перелома, стабильность в системе аппарат-кость недостаточна, а также часто приходится при наложении аппарата замыкать коленный сустав, что в дальнейшем приводит к развитию более тяжелых контрактур коленного сустава [56].

Внесуставные переломы ДОБК позволяют рассматривать в качестве одного из методов остеосинтеза антеградные интрамедуллярные стержни. Данная техника обеспечивает пациенту возможность давать частичную нагрузку на оперированную конечность весом тела, что, несомненно, облегчает дальнейшую реабилитацию. Преимуществом данной техники является сохранение мягких тканей в области перелома интактными за счет закрытой репозиции на ортопедическом столе и малоинвазивного хирургического доступа [56]. При этом длина интрамедуллярного стержня должна быть тщательно подобрана. S.B. Antekeier et al. (2005) в своей работе определили минимальное расстояние от зоны перелома до проксимального блокирующего винта в дистальном отломке бедренной кости. Они делают вывод, что антеградная установка интрамедуллярного стержня возможна, если расстояние от зоны перелома до проксимального винта дистального блокирования составляет 3 см и более. По данным авторов, это позволяет выдержать системе имплантат-кость 1 миллион циклов нагрузки [40]. S.C. Huang et al. (2009) также отмечает, что необходимо тщательно подбирать диаметр стержня, так как дистальный кортикальный контакт повышает стабильность в зоне перелома и снижа-

ет нагрузку, которой подвергаются блокирующие винты и сам интрамедуллярный стержень [74].

Другой метод интрамедуллярного остеосинтеза – ретроградный – имеет ряд преимуществ по сравнению с антеградным введением, таких как простота введения имплантата (особенно у пациентов с избыточной массой тела) и лучший контроль положения короткого дистального отломка [108]. Также относительным показанием для ретроградного способа введения интрамедуллярного стержня является множественная травма у пациента с наличием флотирующего колена: ипсилатеральных переломов ДОБК и большеберцовой кости, так как позволяет выполнить остеосинтез обоих сегментов из одного хирургического доступа [56].

Спектр имплантатов, используемых при накостном остеосинтезе внесуставных переломов ДОБК достаточно широк. В арсенале травматологов преимущественно предызогнутые пластины, а именно – 95-градусная клинковая пластина, пластина DCS, пластина для дистального отдела бедренной кости с угловой стабильностью винтов. 95-градусная клинковая пластина – это предызогнутая пластина, смоделированная под ДОБК. Данная система достаточно стабильна и позволяет создать компрессию на метаэпифизарном участке перелома. Однако установка данного имплантата пациенту с остеопорозом может быть травматична и осложниться в дальнейшем несостоятельностью фиксации. С механической точки зрения данная пластина выполняет функцию стягивающей петли и таким образом обеспечивает медиальную компрессию. Необходимо, чтобы при установке 95-градусной пластины на бедренную кость суставная поверхность мыщелков бедренной кости находилась в вальгусном положении, таким образом после фиксации пластины к диафизу эластичная деформация имплантата приведет к возникновению компрессии на медиальной стороне метаэпифизарного перелома ДОБК. Для достижения оптимального эффекта требуется анатомичная репозиция отломков медиального кортикала. Положение пластины на диафизе бедренной кости во многом зависит от точки введения клинка в мыщелки бедренной кости. Точка введения клинка должна располагаться на 2 см выше линии сустава (по данным рентгенографии в прямой и боковой проекциях), на оси диафиза бедренной кости.

Клинок проводится кпереди от линии Блюменсаата (чтобы избежать повреждения крестообразных связок) и кзади от линии пателлофemorального сочленения. Направление введения – перпендикулярно плоскости латерального кортикала мыщелка бедренной кости. Для предотвращения медиализации и ротационного смещения дистального отломка бедренной кости угол между фронтальной плоскостью и направлением введения должен составлять около 12 градусов кзади [56].

Пластина DCS за счет возможности компрессии на винте имеет более широкие показания к использованию. Данная особенность позволяет применять ее при остеосинтезе не только внесуставных переломов, но и простых внутрисуставных переломов ДОБК. Установка пластины DCS технически более простая по сравнению с 95-градусной клинковой пластиной за счет возможности вращения пластины вокруг оси динамического винта, а также за счет проведения динамического винта по направляющей спице. Точка введения винта выбирается аналогично клинковой пластине [56]. Помимо этого, некоторые авторы в качестве преимуществ пластины DCS перед клинковой пластиной указывают меньшее время операции, меньшие сроки пребывания в стационаре, более высокая прочность имплантата и устойчивость к усталостным переломам пластины [106]. Также по данным I. Malik et al. (2015) за счет стабильности фиксации функциональную нагрузку на оперированную конечность можно давать на следующие сутки после оперативного вмешательства. Среди осложнений данной методики остеосинтеза можно отметить несращение перелома (встречается в 5,9% случаев), инфекционные осложнения (6,9% случаев), с такой же частотой наблюдалось укорочение оперированной конечности у пациентов, также в послеоперационном периоде отмечались контрактуры коленного сустава (в 20.6% случаев) [98].

Наиболее современным и уже ставшим традиционным методом остеосинтеза является накостный остеосинтез анатомически предызогнутой пластиной для ДОБК с угловой стабильностью винтов. Данный имплантат обеспечивает стабильность отломков в зоне перелома, обладая при этом достаточной способностью к эластической деформации, что допускает необходимую для сращения перелома степень микроподвижности отломков в метаэпифизарной зоне ДОБК.

Возможность установки винтов с угловой стабильностью делает эту металлоконструкцию имплантатом выбора при многооскольчатых переломах внесуставных переломах, внутрисуставных переломах, а также переломах ДОБК у пациентов со сниженным качеством костной ткани [98].

Несомненным преимуществом данной пластины по сравнению с другими металлоконструкциями, применяемыми для накостного остеосинтеза переломов ДОБК, является возможность ее установки с минимальной травматизацией мягких тканей из хирургических мини-доступов. G. Piétu et al. (2017) в своей работе отмечают, что по данным изученной ими литературы, нет достоверных различий в сроках сращения, частоте инфекционных осложнений, функциональных результатов у пациентов с переломами ДОБК, которые перенесли малоинвазивный остеосинтез ретроградным интрамедуллярным стержнем и пластиной с угловой стабильностью винтов. Однако выраженность костной мозоли среди пациентов с интрамедуллярным остеосинтезом значительно больше по сравнению с группой пациентов с пластиной при отсутствии различий в сроках сращения [121].

Внутрисуставной характер перелома ДОБК значительно сужает возможности хирурга при выборе имплантата. Необходимость анатомичной репозиции и межфрагментарной компрессии отломков суставной поверхности требует визуализации зоны перелома и вскрытия полости коленного сустава [45].

Однако при простом характере внутрисуставного перелома некоторые авторы описывают случаи успешного применения антеградного интрамедуллярного остеосинтеза [50]. В случаях переломов ДОБК типа 33-C2 после достижения анатомичной репозиции фрагментов суставной поверхности и их фиксации стягивающими винтами возможно осуществление ретроградного интрамедуллярного остеосинтеза [56, 62].

Традиционным же является применение накостного остеосинтеза пластиной с угловой стабильностью винтов [45]. Для более удобной и надежной фиксации отломков суставной поверхности в дополнение к пластинам применяются спонгиозные винты с неполной резьбой, позволяющие создать должную степень межфрагментарной компрессии отломков суставной поверхности [136].

Дальнейшие этапы остеосинтеза не отличаются от таковых при внесуставных переломах ДОБК. С учетом энергии травмы и состояния мягких тканей для лучшего сохранения кровоснабжения зоны перелома предпочтительно использовать малоинвазивные хирургические доступы при установке пластины [121].

1.12. Оценка результатов лечения пациентов с переломами ДОБК.

Зарубежными авторами опубликован ряд статей, посвященных оценке частоты осложнений после оперативного лечения переломов ДОБК. Необходимо отметить, что в большинстве случаев авторы приводят общие статистические данные для простых и оскольчатых, вне- и внутрисуставных переломов ДОБК, также в части работ оценка результатов лечения пациентов без их разделения по методикам, применяемым при остеосинтезе.

М. Kiyono et al. (2019) провели ретроспективное исследование, которое включало в себя 71 случай переломов ДОБК у 70 пациентов. Из них оскольчатые переломы ДОБК наблюдались в 45 случаях. В 18 случаях из 45 переломы носили открытый характер, что составило 40% от всех случаев оскольчатых переломов. Авторы отметили несращение в 5 случаях оскольчатых переломов ДОБК, что составляет 11,1%. В 4 случаях из 5 переломы являлись открытыми. При этом только курение и расстояние между отломками по медиальной поверхности бедренной кости представляли собой статистически значимые факторы риска развития такого осложнения как несращение, требовавшего повторного хирургического вмешательства. Другие рассматриваемые авторами факторы риска (возраст пациента, открытый характер перелома, сопутствующая патология, длина имплантата, хирургическая техника) не являлись прогностически значимыми. Необходимо также упомянуть, что в двух случаях повторной операции по поводу несращения перелома ДОБК, хирурги устанавливали дополнительную пластину по медиальной поверхности для достижения необходимой стабильности в зоне перелома [85]. Функциональной оценки результатов лечения авторы не производят.

В работе Н.А. Vallier et al. (2012) произведена ретроспективная оценка количества осложнений после оперативного лечения 71 случая перелома ДОБК ме-

тодом костного остеосинтеза. Авторы отмечают развитие осложнений в 16 (22,5%) случаях, при этом инфекционные осложнения наблюдались у 4 пациентов (5,6% случаев), неправильное сращение – у 5 пациентов (7,0%), несращение перелома – у 7 пациентов (9,9%). В 34 случаях переломы носили оскольчатый характер, однако авторы не проводят статистического анализа количества осложнений в данной группе. В данной работе, как и у M. Kiyono et al. (2019), отмечается, что несращение, согласно выводам авторов, не связано с возрастом пациентов, открытым или оскольчатым характером перелома, а также наличием у пациента операции тотального эндопротезирования ипсилатерального коленного сустава в анамнезе. Однако оценка функциональных результатов лечения авторами не проводилась [135].

Еще в одной современной научной работе S.-H.Wang et al. (2019) также не проведена оценка функциональных исходов лечения пациентов с переломами ДОБК способами костного остеосинтеза. При этом в их статье сообщается, что из 57 пациентов у 12 (21,0%) появились осложнения в послеоперационном периоде: 8 пациентам (14,0%) потребовалась повторная оперативная вмешательство по поводу несращения перелома, а в 3 случаях (5,2%) возникла необходимость хирургической коррекции варусной деформации в зоне перелома [138].

В работе 2018 года K.H. Dang et al. приводят результаты своих наблюдений 77 случаев оперативного лечения переломов ДОБК. Авторы в основном сосредоточили внимание на механической состоятельности фиксации, тем не менее, исходя из приведенных ими данных, можно сделать вывод, что при костном остеосинтезе ДОБК предызогнутой пластиной, осложнения возникают в 15,6% случаев и включают в себя несостоятельность фиксации (9,1%), несращение (2,6%), инфекционные осложнения (2,6%), неправильное сращение (1,3%). Оценка функциональных результатов не проводилась [53].

Систематический обзор научной литературы, посвященной результатам лечения переломов ДОБК, в 2017 году провели R.E. Koso et al. Авторы произвели статистическую оценку частоты осложнений после оперативного лечения переломов ДОБК по данным исследований, проведенных с 2000 по 2015 годы. В слу-

чае накостного остеосинтеза (334 случая) повторное оперативное вмешательство потребовалось в 45 случаях (13,5%), при этом в 14 (4,2%) случаях причиной являлось несращение, в 13 (3,9%) – несостоятельность фиксации, в 10 (3,0%) случаях – развитие инфекционных осложнений, в 6 (1,8%) – замедленная консолидация, в 2 (0,6%) – неправильное сращение. Однако данное исследование было посвящено исключительно оценке частоты осложнений, и авторы не предоставляют статистических данных о функциональных результатах лечения пациентов [88].

R.M. Nayak et al. (2011) изучили результаты лечения 31 пациента с переломами ДОБК. Стоит отметить, что в 14 (45,1%) случаях переломы носили оскольчатый характер, а у 3 (9,6%) пациентов являлись открытыми. Осложнения после операций наблюдались в 2 случаях (6,4%) и включали в себя несостоятельность фиксации и болевой синдром в послеоперационном периоде. Авторы производят оценку функциональных результатов по шкале KSS (Knee Society Score) через 1 год после травмы – у 29 пациентов, что составляет 93,5% от пациентов, включенных в исследование, отмечаются отличные и хорошие результаты [107].

C. Hierholzer et al. (2011) в своей работе не отмечают достоверных различий в функциональных результатах лечения переломов ДОБК 95-градусной клинковой пластиной и ретроградным интрамедуллярным стержнем. Они также делают вывод, что результаты лечения в большей степени зависят от хирургической техники, чем от применения того или иного имплантата [70].

В работе W. Kolb et al. (2008) проведена оценка функциональных исходов лечения 31 пациента, которым был выполнен остеосинтез ДОБК пластиной LISS. В 24 случаях (77,4%) переломы носили оскольчатый характер. Авторы сообщили о возникновении инфекционных осложнений в послеоперационном периоде у одного пациента, что составило 3,2% от всех наблюдений. Оценка функциональных исходов проводилась по шкале Neer. В 80% случаев отмечались отличные и хорошие исходы. Помимо этого, W. Kolb et al. (2008) в своей работе сравнили свои результаты с данными научных публикаций за период с 1982 по 2006 годы. Авторы сделали вывод, что в ходе своего исследования они получили сходные с более ранними работами данные. Согласно сводной таблице из работы W. Kolb et al.

(2008) отличные и хорошие результаты хирурги получали в 30,0 – 96,0% наблюдений. Чаще всего (в 11 работах из 24) хирургами использовалась шкала Neer для оценки функционального результата оперативного лечения [86].

В современных научных работах, например в исследовании R.L. Sahu (2017), можно увидеть сходные показатели. Автор сообщает, что по результатам наблюдения 170 пациентов после накостного остеосинтеза ДОБК отличные и хорошие и результаты по шкале KSS были получены в 88,8% случаев. При этом единственным отмеченным осложнением в послеоперационном периоде являлось укорочение нижней конечности более чем на 2 см в 7 случаях (5,8%) [125].

Среди современных научных публикаций встречаются работы, авторы которых докладывают о сравнительно низкой доле отличных и хороших функциональных результатах оперативного лечения пациентов с переломами ДОБК, что можно объяснить особенностями изучаемых переломов. Например, P. Piekarczyk et al. (2014) в своем исследовании приводят следующие данные в отношении исходов 22 случаев высокоэнергетических переломов ДОБК. Согласно наблюдениям авторов, отличные и хорошие функциональные результаты были отмечены у 54% пациентов. Оценка производилась по шкалам IKDC (International Knee Documentation Committee) и KOOS (Knee and Osteoarthritis Outcome Score) [119].

В работе J.S. Virk et al. (2016) производится оценка функциональных результатов лечения 25 пациентов с переломами ДОБК. Большая часть пациентов (80%), участвовавших в исследовании, получили высокоэнергетическую травму в результате дорожно-транспортного происшествия, остальные (20%) пострадали вследствие падения с высоты собственного роста. У 16 пациентов (64%) переломы были многооскольчатыми (типы 33-A3 и 33-C2 по классификации АО/ASIF). Авторы сообщают о следующих осложнениях: 2 случая (8%) поверхностной раневой инфекции в раннем послеоперационном периоде и один случай (4%) неправильного сращения перелома. Функциональная оценка результатов лечения была выполнена по шкале Neer. Отличные и хорошие результаты наблюдались у 20 пациентов, что составляет 80% от пациентов, включенных в исследование [136].

Применение малоинвазивной хирургической техники достоверно снижает риск развития осложнений [121].

1.13. Теории колонн в строении длинных трубчатых костей конечностей и их значение для выполнения операции остеосинтеза.

Следует отметить, что на современном этапе развития оперативной травматологии при переломах длинных костей конечностей в местах, характеризующихся неравномерным распределением функциональной нагрузки, особое внимание уделяется полноценному обеспечению стабильности костных отломков в ходе операций остеосинтеза. Поэтому, наряду с традиционными классификациями, на которых основан выбор общепринятых методик остеосинтеза, в последние годы все чаще используются классификации, разделяющие поврежденный сегмент на несколько колонн, несущих функциональные нагрузки. Такое разделение во многом условно, однако позволяет более рационально планировать операции остеосинтеза, так как ориентирует хирургов на достижение стабильной фиксации переломов с восстановлением важных в функциональном отношении колонн.

Так, например, J.V. Jupiter et al. в 1992 году предложили теорию двух колонн для лечения пострадавших с переломами дистального отдела плечевой кости. Авторы выделили латеральную и медиальную колонны, объединенные блоком. На основании своего исследования они сделали вывод о необходимости внутренней фиксации обеих колонн при их нестабильных переломах [80].

Работа D.A. Rikli et al. (1996) посвящена анализу 20 случаев остеосинтеза при оскольчатых переломах дистального отдела лучевой кости в аспекте разработанной авторами биомеханической концепции трехколонного строения скелета в дистальных отделах предплечья. К медиальной колонне авторы отнесли локтевую кость, треугольный суставной хрящ и дистальный лучелоктевой сустав. Среднюю колонну, по их мнению, образует медиальная часть лучевой кости с полулунной ямкой и сигмовидной вырезкой. Латеральная колонна состоит из латеральной части лучевой кости с ладьевидной ямкой и шиловидным отростком [123].

В статье С.Ф. Luo et al. (2010) приводятся результаты проспективного исследования, посвященного разработке трехколонной концепции применительно к фиксации переломов проксимального метаэпифиза большеберцовой кости (тибиального плато). При этом авторы выделили медиальную, латеральную и заднюю колонны и сделали вывод о том, что в случае сложных (многооскольчатых) переломов тибиаляного плато для достижения стабильности в зоне перелома необходимо производить фиксацию всех трех колонн из комбинированных доступов [96]. По данным работы Малышева Е.Е. с соавт. (2019) в современной травматологии при остеосинтезе переломов данной локализации наиболее часто применяются переднелатеральный, заднемедиальный, латеральный, задний доступы и их комбинация, что обеспечивает визуализацию и удобство остеосинтеза всех трех колонн проксимального метаэпифиза большеберцовой кости [22]. В современной научной литературе встречаются работы, авторы которых говорят о целесообразности условного деления плато большеберцовой кости в соответствии с четырехколонной теорией строения, что позволяет учитывать клинически значимые фрагменты при выборе лечебной тактики [20, 145].

Описанную С.Ф. Luo et al. (2010) концепцию подтверждает биомеханическое исследование V.G. Cuéllar et al. (2015), показавшее, что сгибание и варусно-вальгусные деформации с нефиксированными заднемедиальными фрагментами тибиаляного плато приводят к неприемлемому смещению отломков. На основании этого авторы делают вывод, что заднемедиальные фрагменты подлежат обязательной фиксации опорными пластинами [51].

Важным биомеханическим аспектом состоятельности фиксации при переломах костей в неравномерно (эксцентрично) нагружаемых зонах является наличие или отсутствие медиальной стабильности. Многочисленные публикации различных авторов подтверждают, что медиальная стабильность при переломах метаэпифизарных отделов длинных трубчатых костей конечностей играет важную роль в обеспечении общей стабильности остеосинтеза и является фактором, способствующим предотвращению развития несостоятельности имплантатов или их переломов. В частности, P. Yang et al. (2015) и W. Zhang et al. (2018) пришли к

выводу о том, что металлоконструкции, обеспечивающие медиальную стабильность при переломах проксимального отдела плечевой кости, проявляют лучшие биомеханические показатели по сравнению с пластинами без медиальной поддержки [143, 148]. W.B. Jung et al. (2013) пришли к выводу о том, что наличие медиальной опоры при остеосинтезе переломов проксимального отдела плечевой кости приводит к снижению количества осложнений [79]. В связи с этим применение интрамедуллярных стержней при остеосинтезе проксимального отдела плечевой кости дает возможность ранней реабилитации и функциональной нагрузки на конечность за счет медиализации несущей нагрузки металлоконструкции [17].

В литературе также описаны примеры использования двух пластин (по латеральной и по медиальной сторонам) при остеосинтезе переломов проксимального отдела плечевой кости. По мнению авторов, такая методика обеспечивает большую стабильность в зоне перелома и приводит к снижению риска варусной деформации и несращения [65].

В работе M. Marmor et al. (2013), посвященной остеосинтезу переломов проксимального отдела бедренной кости, также сделан вывод о том, что утрата медиальной опоры увеличивает нестабильность перелома, а имплантаты, обеспечивающие медиальную поддержку, предпочтительнее в использовании при остеосинтезе переломов этой локализации [99].

По аналогии с проксимальными отделами плечевой и бедренной костей, дистальный отдел бедренной кости также является эксцентрично нагружаемым сегментом. Следовательно, исходя из биомеханических соображений, отсутствие медиальной стабильности в этой зоне будет негативно сказываться на устойчивости системы имплантат – кость к циклическим нагрузкам. Это доказано в работе N. Briffa et al. (2016), которые опубликовали результаты биомеханического сравнительного анализа стабильности пластин при осевой нагрузке, расположенных по медиальной и латеральной поверхностям дистального отдела бедренной кости. Авторы пришли к выводу, что в случае перелома с утратой медиальной опоры, медиально размещенная пластина обеспечивает большую стабильность фиксации, что проявляется меньшей подвижностью отломков, меньшей угловой эластиче-

ской их деформацией при нагрузке по оси и меньшим напряжением непосредственно в зоне перелома [44].

W. Zhang et al. в 2018 году опубликовали результаты своего биомеханического эксперимента, направленного на сравнение стабильности отломков в моделях остеосинтеза нестабильного перелома ДОБК. Фиксация в первой модели была выполнена при помощи пластины LISS, во втором же случае имплантат, расположенный по латеральной стороне бедренной кости, дополняли медиальной пластиной. Авторы делают вывод, что применение двух пластин при остеосинтезе ДОБК позволяет добиться более стабильной фиксации отломков [147]. К аналогичным выводам приходят К.-Н. Park et al. (2019) в результате своего исследования. В ходе эксперимента авторы подвергали осевой нагрузке модели перелома ДОБК (тип 33-А3 по классификации АО/ASIF) с различными вариантами фиксации отломков и оценивали величину смещения отломков и максимальную допустимую нагрузку до потери фиксации. Стабилизация отломков первой модели была выполнена латеральной пластиной для остеосинтеза ДОБК, при этом металлоконструкция фиксировалась к дистальному фрагменту 6 винтами. Во второй модели применялся аналогичный имплантат с дистальной фиксацией 4 винтами. Третья модель представляла собой вторую с дополнительной медиальной пластиной. Результаты проведенного эксперимента показали превосходство третьей модели фиксации над первыми двумя, продемонстрировав более высокую устойчивость к нагрузке и меньшую величину смещения отломков относительно друг друга (в среднем 5,6 мм, при этом первой модели смещение отломков в среднем составило 8,8 мм, а во второй - в среднем 9,1 мм) [112].

В своем исследовании D. Wright et al. (2020) пошли дальше. В свой эксперимент они включили 4 модели фиксации надмыщелкового перелома ДОБК – одной латеральной пластиной с угловой стабильностью винтов; ретроградным интрамедуллярным стержнем; двумя пластинами с угловой стабильностью винтов (по латеральной и медиальной сторонам); комбинацией латеральной пластины с угловой стабильностью винтов с ретроградным интрамедуллярным стержнем. Исследователи подвергали модели циклическим осевым и скручивающим нагрузкам.

кам. На основании результатов эксперимента авторы делают вывод, что система из двух пластин достоверно выдерживает большую осевую нагрузку и нагрузку на скручивание по сравнению с другими моделями фиксации перелома ДОБК [141].

Проблема медиальной фиксации в клинической практике заключается в технической сложности выполнения подобной операции и риске повреждения клинически значимых сосудов. Так, С. Jiamton et al. (2015) выполнили анатомический эксперимент, заключающийся в малоинвазивной имплантации на медиальную поверхность бедренной кости перевернутой длинной пластины для фиксации переломов проксимального отдела большеберцовой кости. В ходе последующего препарирования тканей бедра выяснено, что методику следует применять с осторожностью в связи с риском повреждения нисходящей ветви латеральной обгибающей бедро артерии в области проксимального доступа и, в связи с этим, данная методика не нашла широкого применения в клинической практике [78].

Решением вопроса медиальной стабильности дистального отдела бедренной кости могла бы стать имплантация более короткой медиальной пластины в дополнение к стандартной латеральной фиксации. Подобные операции описаны в работе R. Sanders et al. (1991). Авторы описывают опыт применения латеральной и медиальной пластин в 9 клинических случаях при остеосинтезе оскольчатых переломов ДОБК. Они сообщают о консолидации переломов во всех случаях в течение в среднем 6,7 месяцев без дополнительных вмешательств, они также не наблюдали осложнений, связанных с послеоперационной раной, нейрососудистых расстройств и инфекционных осложнений. Однако эти авторы при имплантации медиальной пластины использовали стандартную хирургическую технику, что значительно увеличивало травматичность операции [126]. А. Khalil et al. (2012) описывают в своей научной работе результаты лечения 12 пациентов с оскольчатыми переломами ДОБК. Остеосинтез с применением двух пластин (по медиальной и латеральной сторонам бедренной кости) выполнялся ими из расширенного хирургического доступа по S. Olegud с остеотомией бугристости большеберцовой кости. Авторы отмечают, что радиологическое сращение перелома наступало в среднем через 18,3 недели, при этом не было случаев замедленной консолидации

перелома или формирования ложного сустава. Однако авторами описаны случаи осложнений, связанные с использованным хирургическим доступом. В двух случаях (16,7%) наблюдалась поверхностная инфекция послеоперационной раны, также в двух случаях было отмечено замедленное заживление раны (16,7%), а у двух пациентов описано замедленное сращение бугристости большеберцовой кости после остеотомии [83].

В 2017 году E. Steinberg et al. опубликовали свои результаты лечения 32 пациентов с применением двусторонней наkostной фиксации, при этом 2 пациента по поводу ложного сустава ДОБК. Остеосинтез выполнялся через два отдельных доступа с применением стандартной хирургической техники. Авторы сообщают, что в 30 случаях (94%) удалось добиться консолидации перелома в течении 12 недель. Один пациент (3%) нуждался в повторном хирургическом вмешательстве и костной пластике в связи с замедленной консолидацией перелома. Одному пациенту (3%) потребовалась повторная операция из-за периимплантного перелома диафиза бедренной кости. В двух случаях (6%) наблюдалось инфицирование послеоперационной раны, а в одном случае (3%) в связи с развитием глубоких инфекционных осложнений была удалена медиальная пластина [133].

Помимо описанной выше работы, в современной научной литературе есть исследования, направленные на изучение проблемы несращения переломов ДОБК. M. Holzman et al. в 2016 году опубликовали результаты лечения 20 случаев пациентов с ложными суставами ДОБК. По выработанному авторами алгоритму осуществлялись ревизионные оперативные вмешательства, в рамках которых в том числе выполнялись костная пластика и дополнительная фиксация ДОБК медиальной пластиной. Авторы сообщают, что в 19 из 20 случаев (95%) сращение наступило в течении 12 месяцев после установки медиальной пластины. В 6 случаях (30%) наблюдались послеоперационные осложнения. У одного пациента (5%) не удалось добиться сращения, однако от повторного оперативного вмешательства данный пациент отказался. В 4 случаях (20%) потребовалось удаление имплантатов в связи с болевым синдромом. У одного пациента (5%) отметили нестойкость послеоперационного рубца в области забора костного трансплан-

тата, что потребовало дополнительного медицинского вмешательства [73]. Более высокая стабильность, которой характеризуется система имплантат-кость при применении двух пластин, позволяет хирургам с успехом применять данную методику при лечении пациентов с ложными суставами ДОБК.

1.14. Резюме.

Несмотря на то, что частота переломов дистального отдела бедренной кости относительно невысока, медицинская и социальная составляющие проблемы хирургического лечения пациентов с такими повреждениями достаточно значимы. Это объясняется тем, что эти травмы часто получают лица трудоспособного возраста. При этом они зачастую являются высокоэнергетическими повреждениями, а также одной из составляющих политравмы.

Другая большая категория пациентов с переломами дистального отдела бедренной кости – это пожилые пациенты, исходно имеющие снижение минеральной плотности костной ткани, у которых травмы носят низкоэнергетический характер. Учитывая около- и внутрисуставной характер повреждений, хирургические методы их лечения являются предпочтительными. В случаях высокоэнергетических, открытых повреждений, а также тогда, когда переломы дистального отдела бедренной кости являются компонентом политравмы, предпочтительным является двухэтапное лечение. В остальных случаях возможен первичный внутренний остеосинтез. При выполнении внутренней фиксации приоритет имеют малоинвазивные ее технологии. Достоверные различия в результатах лечения методами накостного и интрамедуллярного остеосинтеза отсутствуют. Тем не менее стоит отметить, что в остеопорозной кости приоритетно использование пластин с угловой стабильностью и стержней с возможностью обеспечения угловой стабильности дистальных блокирующих винтов. Вне зависимости от метода остеосинтеза, при наличии внутрисуставного перелома необходимо выполнение анатомичной его репозиции.

Метаэпифизарный компонент перелома может быть фиксирован как после анатомичной репозиции, так и после восстановления длины, устранения осевого и ротационного смещений.

Несмотря на очевидный прогресс в совершенствовании фиксаторов и технологий остеосинтеза, частота осложнений после остеосинтеза переломов дистального отдела бедренной кости остаётся достаточно высокой. Наиболее значимыми осложнениями являются тугоподвижность коленного сустава и осевые деформации бедренной кости.

Следует отметить, что рандомизированные исследования, посвящённые проблеме изучения результатов оперативного лечения переломов дистального отдела бедренной кости, отсутствуют. Имеющиеся работы основаны на изучении относительно небольшого количества пациентов. При этом методы оценки результатов различными авторами не являются унифицированными, что делает невозможным их объективное сравнение. Кроме того, исследователи, как правило, не выделяют группу пациентов с переломами с отсутствием медиальной стабильности, что не позволяет объективно оценить результаты лечения этой наиболее тяжёлой категории пострадавших. Именно у больных с медиальной нестабильностью несостоятельность фиксации бывает обусловлена недостаточной стабильностью остеосинтеза одной латеральной пластиной. Традиционная техника остеосинтеза двумя пластинами в подобных ситуациях достаточно травматична и может привести к неблагоприятным исходам вследствие развития инфекционных осложнений. Проблема излишней травматичности остеосинтеза нестабильных переломов ДОБК могла бы быть решена путем малоинвазивной медиальной фиксации, однако техника ее в настоящее время не разработана.

Комплекс описанных выше факторов обусловил актуальность настоящего исследования, позволил сформулировать его цель и задачи.

ГЛАВА 2

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

2.1. Структура и общая характеристика диссертационной работы.

Наше диссертационное исследование было выполнено в несколько этапов. Вначале с помощью интернет-ресурсов PubMed (<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov>) и Elibrary (<https://www.elibrary.ru>) были отобраны научные публикации, посвященные проблеме хирургического лечения пострадавших с переломами дистального отдела бедренной кости (ДОБК). Всего было изучено около 200 научных статей отечественных и зарубежных авторов. В процессе изучения данных работ основное внимание было уделено существующим современным методикам остеосинтеза, применяемым при переломах ДОБК, особенностям хирургического лечения оскольчатых переломов данной локализации и функциональным результатам лечения пациентов с указанной травмой.

Кроме того, были целенаправленно отобраны и проанализированы научные публикации, содержащие сведения по оценке биомеханических свойств медиальной накостной фиксации при переломах ДОБК, а также работы, описывающие особенности топографической анатомии медиальной зоны дистального отдела бедра применительно к выполнению хирургических доступов для операций остеосинтеза в указанной области. Отдельное внимание было уделено также научным публикациям, описывающим колонные теории строения метаэпифизарных областей: дистальных отделов плечевой и лучевой костей, а также проксимального отдела большеберцовой кости, что позволило предложить собственную модель двухколонного строения дистального отдела бедренной кости.

В целом, проведенный анализ специальной научной литературы позволил нам определить актуальность диссертационного исследования, уточнить его цель и задачи, лучше спланировать последующие биомеханические, топографо-анатомические и клинические исследования, направленные на создание нового способа малоинвазивного накостного остеосинтеза при нестабильных переломах ДОБК и, посредством этого, решить первую задачу диссертационной работы.

Далее нами были проведены две серии специальных биомеханических экспериментов для оценки смещаемости отломков модели оскольчатого перелома ДОБК в случаях его фиксации одной пластиной по латеральной стороне и остеосинтеза двумя пластинами по латеральной и медиальной сторонам бедренной кости. Обе модели фиксированных переломов ДОБК подвергались осевым циклическим нагрузкам в шести возрастающих диапазонах на специальной испытательной машине, а амплитуду взаимных смещений фрагментов модели перелома оценивали посредством датчика перемещений, установленного в зоне перелома. Результаты этих биомеханических исследований позволили решить вторую задачу нашего диссертационного исследования.

Следующим этапом в рамках реализации плана диссертационной работы нами было проведено прикладное топографо-анатомическое исследование для оценки технической возможности и безопасности выполнения малоинвазивной установки из двух мини-доступов на медиальной поверхности ДОБК пластины для накостного остеосинтеза. Для этого на 16 препаратах нефиксированных нижних конечностей были проведены эксперименты по отработке рациональной техники указанной операции с последующим препарированием и выяснением отношений установленной пластины к важным анатомическим структурам в области операции, что позволило решить третью задачу диссертационного исследования.

На завершающем этапе работы было проведено проспективное клиническое исследование, включавшее 20 наблюдений лечения пациентов с нестабильными переломами ДОБК, которым был выполнен остеосинтез по предложенной нами технологии, с оценкой в динамике функциональных и анатомических результатов лечения. Помимо этого, было произведено ретроспективное сравнение функциональных и анатомических результатов упомянутой группы пациентов с результатами лечения пациентов с оскольчатыми переломами ДОБК, которым был выполнен остеосинтез по традиционной методике. Благодаря этому удалось решить четвертую и пятую задачи настоящего диссертационного исследования.

2.2. Материалы и методы экспериментального исследования.

2.2.1. Материалы биомеханического эксперимента.

Наш биомеханический эксперимент был проведен на базе ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет путей сообщения имени императора Александра I». Он включал две серии экспериментов на пенополиуретановых моделях правых бедренных костей (БК) человека, соответствующих по размерам натуральной бедренной кости. Длина этих моделей от межмышцелковой вырезки до верхушки большого вертела составляла 430 мм, а от межмышцелковой вырезки до наиболее отдаленной точки головки БК – 445 мм. Расстояние от верхушки большого вертела до центра вращения головки БК составило 53 мм. Наибольший поперечник в области мыщелков БК был равен 81 мм, а наименьший диаметр в средней трети диафиза БК – 32 мм. Для достижения механических характеристик моделей БК, сходных с натуральной костью, их послойно обклеивали стеклотканью до достижения сопоставимых параметров жесткости при четырехточечном изгибе [45]. После этого наименьший диаметр модели БК в средней трети ее диафиза составил 43 мм.

Для проведения биомеханических экспериментов следующим образом были сформированы модели остеосинтеза нестабильного перелома ДОБК. Вначале от межмышцелковой вырезки вверх по передней поверхности модели БК отмеряли 50 мм. На этом уровне параллельно плоскости предполагаемой суставной щели коленного сустава производили поперечный распил диафиза БК. Далее образовавшийся дистальный фрагмент этой кости распиливали в сагиттальной плоскости по линии, перпендикулярной линии горизонтального распила и проходящей через центр межмышцелковой вырезки, имитируя таким образом чрезнадмышцелковый перелом ДОБК (тип 33-C1 по классификации АО/ASIF). После этого мыщелки БК фиксировали двумя винтами для губчатой кости диаметром 6,5 мм, длиной 70 и 75 мм соответственно с резьбовой частью длиной 32 мм, которые вводили параллельно друг другу во фронтальной плоскости.

На следующем этапе на латеральную сторону модели БК укладывали пластину для фиксации переломов длиной 260 мм и фиксировали ее: в дистальной

части – 5 винтами с угловой стабильностью диаметром 5 мм и длиной 70 мм, а в проксимальной части – 3 винтами с угловой стабильностью диаметром 5 мм и длиной 50 мм. После этого на расстоянии 50 мм сверху от горизонтального распила и параллельно ему производили второй горизонтальный распил модели БК, удаляя при этом участок нижней трети ее диафиза цилиндрической формы длиной 50 мм. В результате получали модель внутрисуставного перелома ДОБК типа 33-C2 по классификации АО с дефектом кости в нижней трети диафиза, фиксированного пластиной с угловой стабильностью винтов, расположенной по латеральной стороне БК. На этой модели проводили первую серию биомеханических экспериментов (рис. 2.1а.).

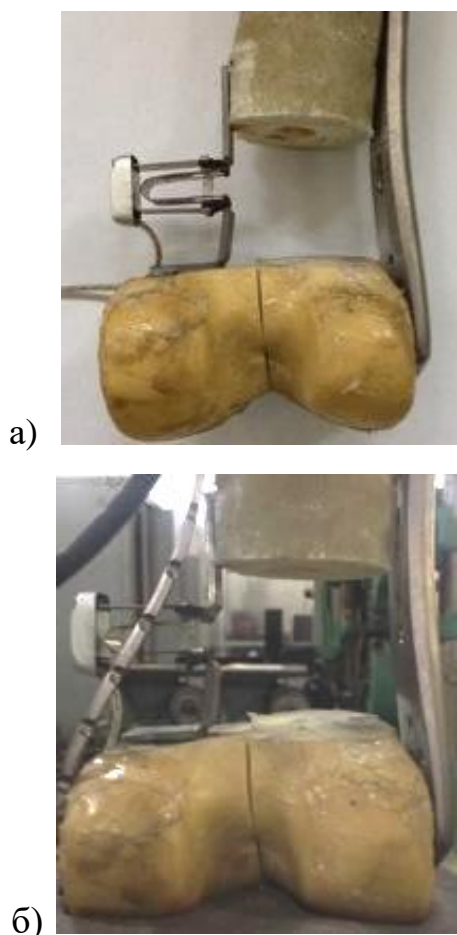


Рис. 2.1. Модели перелома бедренной кости с установленными датчиками перемещений: а) первая серия с латеральной фиксацией; б) вторая серия с двухсторонней фиксацией.



Рис. 2.2. Установка моделей переломов в испытательной машине: а) первая серия с латеральной фиксацией; б) вторая серия с двухсторонней (латеральной и медиальной) фиксацией.

Для выполнения второй серии этих экспериментов действовали аналогично. Однако после формирования циркулярного дефекта модели БК дополнительно осуществляли фиксацию предварительно смоделированной реконструктивной пластиной длиной 197 мм, которую устанавливали по медиальной стороне этой модели с перекрытием зоны ее циркулярного дефекта (рис. 2.1б.). При этом указанную пластину фиксировали дистально двумя винтами с угловой стабильностью диаметром 3,5 мм и длиной 50 мм, а проксимально – двумя винтами с угловой стабильностью диаметром 3,5 мм и длиной 32 мм. В результате получали вторую модель чрезнадмыщелкового перелома БК (тип 33-C2 по классификации АО) с дефектом нижней трети ее диафиза, фиксированного двумя пластинами с угловой стабильностью винтов, расположенными по латеральной и по медиальной сторонам бедренной кости. На этой модели проводили вторую серию биомеханических экспериментов (рис. 2.1б.).

2.2.2. Методики биомеханического эксперимента и оценки его результатов.

Биомеханический эксперимент проводили по следующей методике. На медиальную сторону обеих моделей бедренной кости в место отсутствующего участка в нижней трети БК устанавливали датчик перемещений, позволяющий регистрировать взаимные смещения основных фрагментов бедренной кости (рис. 2.1а, 2.1б.). Затем обе модели переломов последовательно устанавливали в сервогидравлической испытательной машине Amsler НВ 250 в захваты из жесткого пластика, моделирующие суставы (рис. 2.2а, 2.2б). Нагрузку прикладывали вдоль механической оси бедренной кости, проходящей через центр ротации ее головки и середину межмыщелковой вырезки, в циклическом режиме с увеличением амплитуды нагружения через каждые 5000 циклов. При этом последовательно использовали 6 нагрузочных диапазонов (от 2 до 20 кгс – первый, от 3 до 40 кгс – второй, от 5 до 60 кгс – третий, от 8 до 80 кгс – четвертый, от 12 до 100 – пятый и от 16 до 120 кгс – шестой диапазон). Изменения осевых циклических нагрузок в шести использованных диапазонах представленном на графике (рис. 2.3).

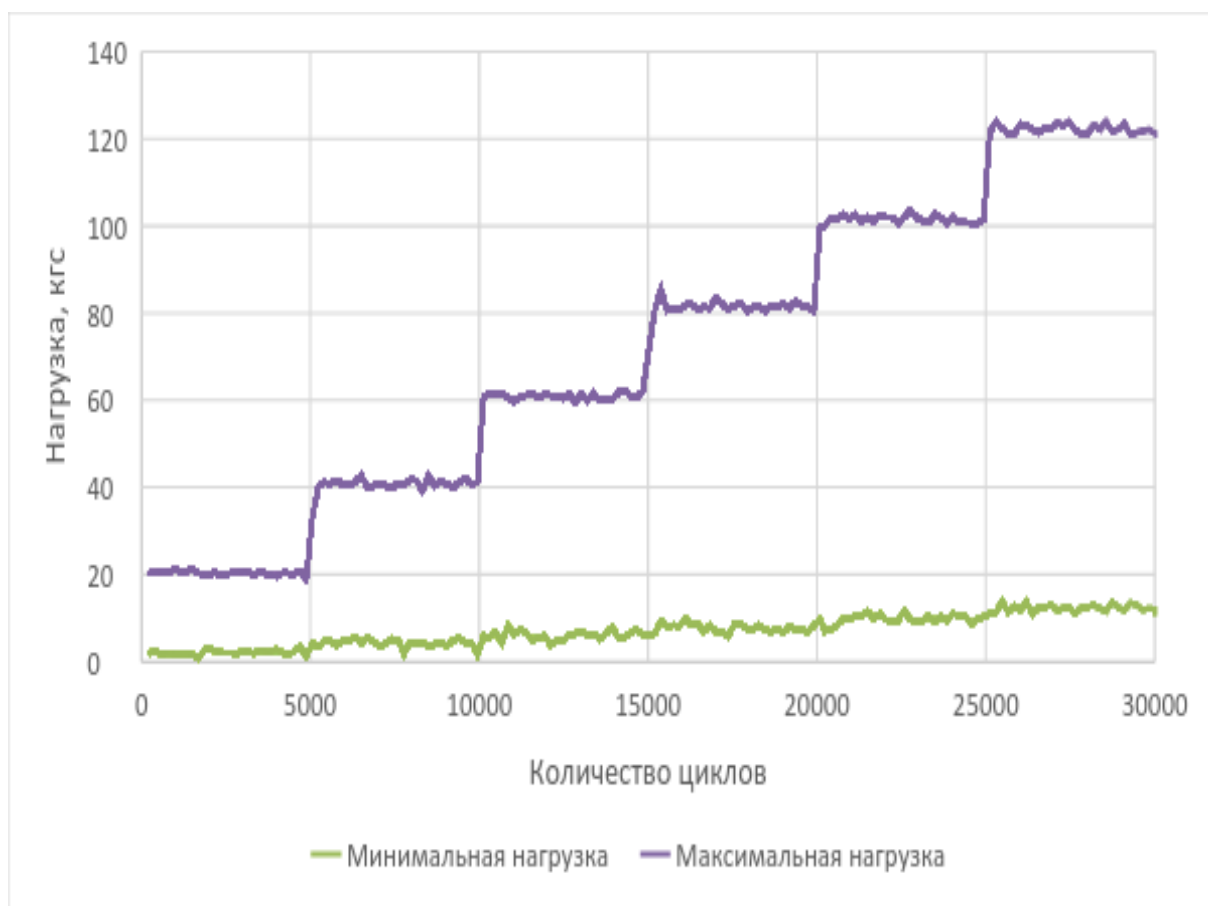


Рис. 2.3. График изменений минимальных и максимальных нагрузок в шести последовательных циклах нагружения.

Таким образом, максимальная нагрузка (F_{max}) в каждом из шести диапазонов составляла соответственно 20, 40, 60, 80, 100, 120 кгс, а коэффициент асимметрии нагрузки R был равен 0,1. Следует также отметить, что по мере ступенчатого роста максимальной нагрузки происходило и увеличение амплитуды нагружения, так как минимальная нагрузка возрастала более плавно и на сравнительно меньшую величину.

2.3. Материалы и методы топографо-анатомического исследования.

Топографо-анатомическая часть нашего диссертационного исследования была одобрена Локальным этическим комитетом при ФГБУ «РНИИТО 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.

2.3.1. Материалы топографо-анатомического исследования.

Выполненное нами прикладное топографо-анатомическое исследование было проведено на 16 нижних конечностях 9 нефиксированных трупов (5 мужских и 4 женских) умерших в возрасте от 54 до 72 лет, не имевших повреждений и деформаций в области бедер. Основными задачами этой части работы была отработка на нефиксированном анатомическом материале рациональной хирургической техники малоинвазивного накостного остеосинтеза по предложенному нами способу в отношении установки медиальной пластины в нижней половине бедренной кости из двух мини-доступов, а также оценка безопасности этой части операции в отношении повреждения крупных сосудов и нервов бедра.

2.3.2. Методики топографо-анатомического исследования.

В ходе выполнения нашего прикладного топографо-анатомического исследования отработывали важнейшую оригинальную часть предложенного нами «Способа малоинвазивного остеосинтеза при многооскольчатых переломах дистального отдела бедренной кости», на который был получен патент РФ на изобретение № 2665158. Указанный способ предполагает выполнение в ходе накостного остеосинтеза последовательную малоинвазивную установку из мини-доступов двух пластин – соответственно по латеральной и по медиальной поверхностям бедренной кости. Однако технология такой установки латеральной пластины давно известна и широко применяется в клинике. Поэтому на нефиксированном анатомическом материале отработывали и изучали только малоинвазивную установку из двух мини-доступов медиальной пластины, так как указанная операция не была обоснована ранее с топографо-анатомических позиций и составляла основную новизну предложенного нами способа остеосинтеза.

В ходе проведенных экспериментов на нефиксированном анатомическом материале, прежде всего, моделировали прямую реконструктивную пластину

длиной 197 мм по пластиковой модели соразмерной правой или левой бедренной кости. Затем на коже препарата нижней конечности намечали на бедре необходимые анатомические ориентиры следующим образом. Вначале проводили прямую линию, соединяющую верхнюю переднюю подвздошную ость с серединой лонного сочленения. Далее от середины этой линии проводили прямую линию к приводящему бугорку медиального надмыщелка бедренной кости. Указанная линия соответствовала проекции бедренной артерии на кожу бедра.

Затем намечали на коже линии предполагаемых кожных разрезов для двух хирургических мини-доступов на медиальной и переднемедиальной поверхностях бедра. Дистальный кожный разрез длиной 4 см намечали от уровня нижнего края медиального надмыщелка бедренной кости вверх и параллельно проекционной линии бедренной артерии на 2 см кпереди от нее. Линию проксимального медиального кожного разреза длиной 5 см проводили также на 2 см кпереди от проекционной линии бедренной артерии и параллельно ей на уровне верхнего конца пластины, которую прикладывывали к оперируемому бедру (рис. 2.4.).

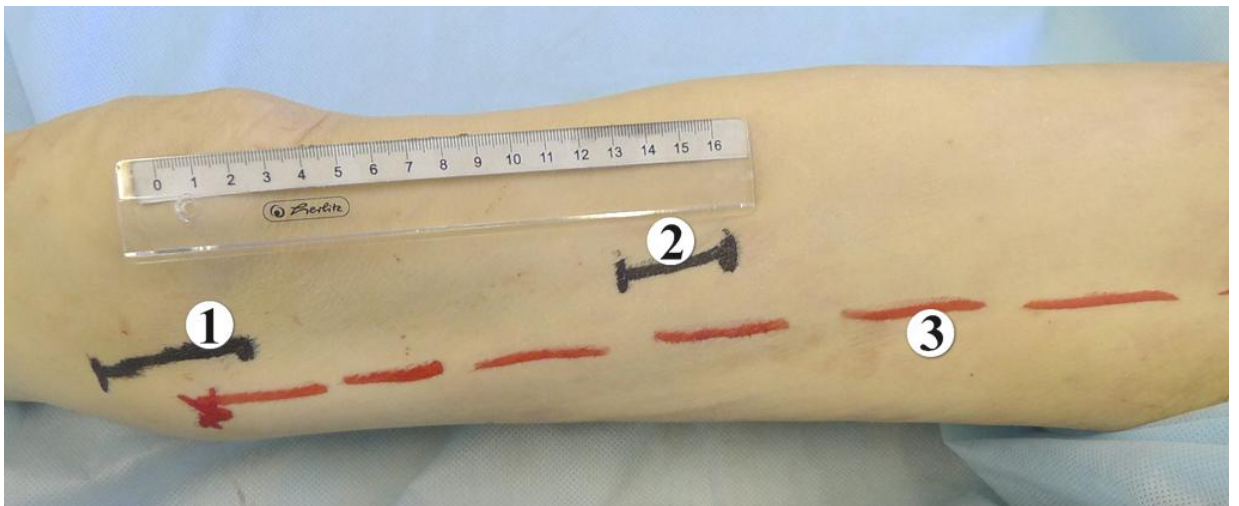


Рис. 2.4. Результаты разметки на коже препарата правого бедра проекционной линии бедренной артерии и кожных разрезов двух мини-доступов (протокол № 10): 1 – линия дистального хирургического мини-доступа; 2 – линия проксимального хирургического мини-доступа; 3 – намеченная пунктиром проекционная линия бедренной артерии.

На следующем этапе выполняли дистальный медиальный разрез кожи и мягких тканей длиной 4 см по намеченной линии на глубину, достигающую латерального надмыщелка бедренной кости. Затем через этот разрез снизу вверх и эпипериостально (непосредственно над надкостницей) вводили предварительно отмоделированную пластину на переднемедиальную поверхность бедра по направлению к верхней передней подвздошной ости до тех пор, пока дистальный ее конец не достигал нижнего края сделанного дистального разреза.

Далее на уровне проксимального конца введенной пластины на переднемедиальной поверхности бедра по ранее намеченной линии осуществляли проксимальный медиальный разрез кожи длиной 5 см. Вскрывали собственную фасцию бедра, визуализировали промежуток между прямой и медиальной широкой мышцами бедра. Затем, рассекая и разводя мягкие ткани в этом промежутке, походили вглубь между медиальной широкой и промежуточной широкой мышцами бедра, обнажали бедренную кость и визуализировали проксимальный конец введенной пластины. Далее через указанный доступ под заднюю поверхность бедренной кости вводили металлический ретрактор с целью профилактики повреждения магистральных сосудов бедра при проведении фиксирующих пластину винтов. Затем производили фиксацию установленной медиальной пластины винтами с угловой стабильностью диаметром 3,5 мм, вводя по два винта в проксимальную и в дистальную части пластины (рис. 2.5.).

Применявшиеся в ходе нашего топографо-анатомического эксперимента методики были выбраны для обоснования технической возможности и безопасности предложенной нами малоинвазивной технологии имплантации медиальной пластины, утонения ряда технических деталей для ее рационализации, а также для разработки и апробации определенных мер и приемов, снижающих риски повреждения важных анатомических структур в области оперативного вмешательства. При этом в качестве основной исследовательской методики было выбрано тщательное препарирование после экспериментальной установки медиальной пластины, позволявшее выделить и оценить взаимоотношения с этой пластиной ряда

важных анатомических структур, что, в частности, видно на представленной фотографии одного из наших препаратов (рис. 2.6.).



Рис. 2.5. Вид правого бедра после малоинвазивной имплантации пластины на медиальную поверхность бедренной кости по предложенному способу (протокол № 10): 1 – дистальный хирургический мини-доступ; 2 – проксимальный хирургический мини-доступ; 3 – намеченная пунктиром проекция бедренной артерии на кожу бедра.

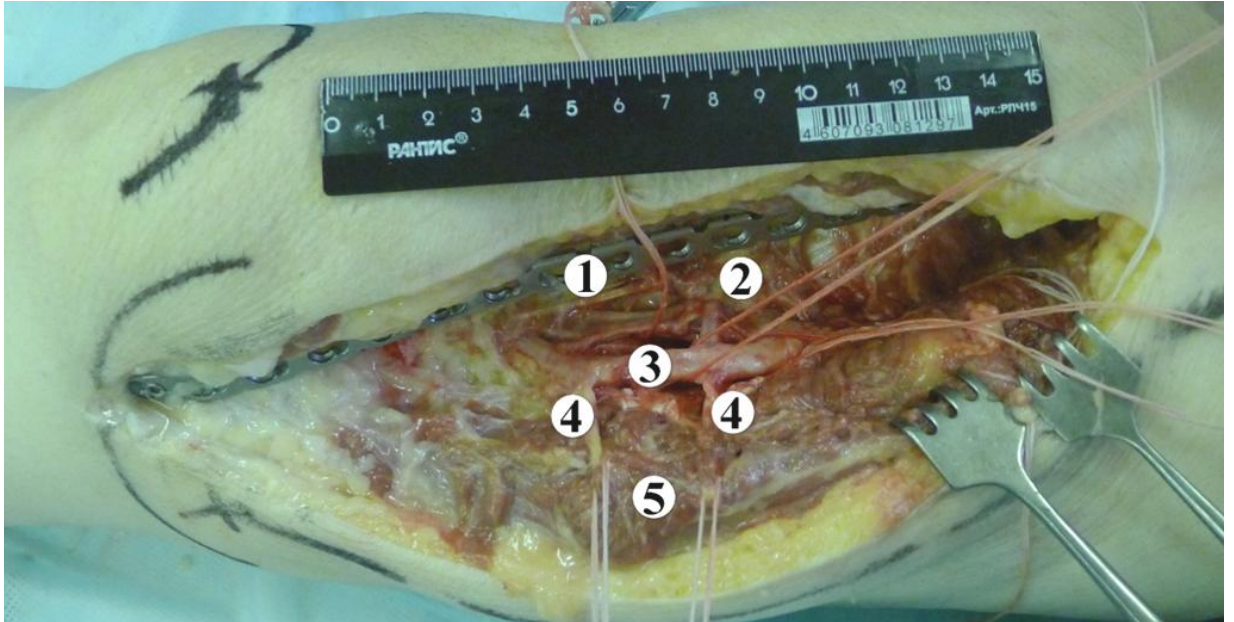


Рис. 2.6. Результат препарирования после экспериментальной установки на препарате правого бедра и фиксации винтами медиальной пластины из двух мини-доступов (протокол № 4): 1 – установленная и фиксированная винтами с угловой стабильностью пластина; 2 – медиальная широкая мышца бедра; 3 – бедренная артерия, 4 – мышечные ветви бедренной артерии; 5 – большая приводящая мышца бедра.

Препарирование выполняли после соединения кожных разрезов двух минидоступов и вхождения в бедренно-подколенный канал посредством рассечения его медиальной стенки. После выделения интересующих нас анатомических структур на изученных препаратах проводили измерения кратчайших расстояний от установленной пластины до крупных кровеносных сосудов, периферических нервов и некоторых связок коленного сустава, как показано на фотографии (рис. 2.7.). Помимо этого, определяли также расстояния до этих анатомических образований от вершины приводящего бугорка на медиальном надмыщелке бедренной кости. Посредством этих измерений определяли те зоны на медиальной поверхности бедра, в которых изученные анатомические структуры располагались наиболее близко к установленной в нашем эксперименте медиальной пластине.

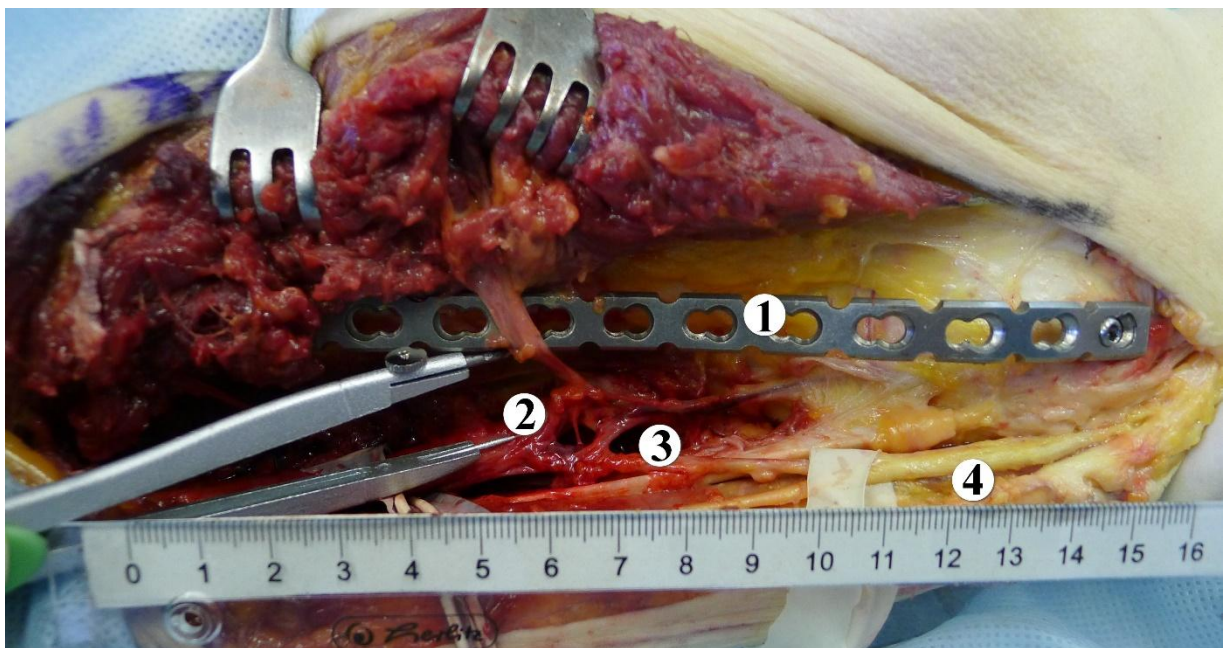


Рис. 2.7. Измерение кратчайшего расстояния от заднего края установленной пластины до бедренной артерии после выполненного препарирования на препарате левого бедра (протокол № 7): 1 – установленная пластина; 2 – бедренная артерия; 3 – нисходящая коленная артерия; 4 – подкожный нерв (n. saphenus).

В частности, на 16 изученных препаратах проводили следующие измерения, выясняя кратчайшие расстояния: 1 – от установленной пластины до бедренной вены; 2 – от приводящего бугорка до уровня минимального расстояния от уста-

новленной пластины до бедренной вены; 3 – от установленной пластины до бедренной артерии; 4 – от приводящего бугорка до уровня минимального расстояния от установленной пластины до бедренной артерии; 5 – от установленной пластины до подкожного нерва; 6 – от приводящего бугорка до уровня минимального расстояния от установленной пластины до подкожного нерва; 7 – от установленной пластины до места отхождения нисходящей коленной артерии от бедренной артерии; 8 – от установленной пластины до нисходящей коленной артерии; 9 – от приводящего бугорка до места отхождения нисходящей коленной артерии от бедренной артерии; 10 – от приводящего бугорка до уровня минимального расстояния от установленной пластины до нисходящей коленной артерии; 11 – от установленной пластины до места отхождения медиальной верхней коленной артерии от бедренной артерии; 12 – от установленной пластины до медиальной верхней коленной артерии; 13 – от приводящего бугорка до места отхождения медиальной верхней коленной артерии от бедренной артерии; 14 – от приводящего бугорка до уровня минимального расстояния от установленной пластины до медиальной верхней коленной артерии; 15 – от установленной пластины до большеберцовой коллатеральной связки коленного сустава.

Результаты всех сделанных измерений заносили в специальные формы протокола анатомической части диссертационного исследования. В дальнейшем на основании собранных данных определяли минимальные и максимальные значения по каждому из 15 измерений и рассчитывали их средние значения с соответствующими стандартными квадратичными отклонениями. Вариационно-статистическая обработка всех полученных количественных данных была проведена нами в программе Excel 2019 (Microsoft, USA).

2.4. Материалы и методы клинического исследования.

2.4.1. Общая характеристика клинических групп пациентов.

Клиническая часть нашего диссертационного исследования включала проспективный анализ особенностей и функциональных результатов хирургического лечения 20 пациентов с нестабильными переломами ДОБК, которым были выполне-

ны операции накостного остеосинтеза двумя пластинами по предлагаемой нами малоинвазивной методике на базе трех стационаров (ГБУЗ «Городская Александровская больница», ГБУЗ ЛО «Всеволожская КМБ» и ГБУЗ ЛО «Гатчинская КМБ»). Помимо этого, была проведена ретроспективная оценка функциональных исходов лечения 20 пациентов с аналогичными оскольчатыми переломами ДОБК с использованием общепринятой хирургической техники посредством накостного остеосинтеза с установкой одной латеральной пластины. В рамках клинической части нашего исследования был также выполнен сравнительный анализ результатов лечения пациентов двух указанных клинических групп.

Критериями включения в исследование являлись: изолированный закрытый оскольчатый перелом ДОБК или оскольчатый перелом ДОБК в составе политравмы с медиальной нестабильностью отломков, возраст более 18-и лет, отсутствие хронических заболеваний в стадии и декомпенсации, отсутствие онкологической патологии, отсутствие системных заболеваний, требующих регулярного приема глюкокортикоидов, отсутствие очагов хронической инфекции, возможность оценить функциональные и анатомические результаты на конечных сроках наблюдения.

Все наши пациенты были разделены на две клинические группы в зависимости от применявшегося способа остеосинтеза. В первую группу были включены пациенты с нестабильными переломами ДОБК (типы 33-А3, 33-С2 и 33-С3 по классификации АО/ASIF), которым был произведен накостный остеосинтез при переломах ДОБК латеральной и медиальной пластинами с применением малоинвазивной хирургической техники по предложенному нами способу, на который был получен патент РФ на изобретение № 2665158. Во вторую клиническую группу вошли пациенты с нестабильными переломами ДОБК (типы 33-А3, 33-С2 и 33-С3 по классификации АО/ASIF), которым был выполнен накостный остеосинтез одной латеральной пластиной для мыщелков бедренной кости с использованием традиционной хирургической техники.

Средний возраст пациентов первой группы составил $51,2 \pm 18,0$ лет и варьировал от 26 до 82 лет. При этом из 20 пациентов, включенных в исследование, 15 (75%) были мужчинами, а 5 (25%) – женщинами. Средний возраст пациентов нашей вто-

рой клинической группы составил $64,9 \pm 20,6$ лет и колебался от 28 до 92 лет. При этом из 20 пациентов 6 (30%) были мужского пола, а 14 (70%) – женского пола. Распределение пациентов двух наших клинических групп по возрастным и гендерным показателям подробнее представлено в таблице 2.1.

Таблица 2.1.

Половые и возрастные характеристики пациентов.

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
Всего	8	5	5	2	20
Вторая клиническая группа					
Мужчины	4	1	–	1	6
Женщины	–	1	6	7	14
Всего	4	2	6	8	20

С учетом обстоятельств получения травм нашими пациентами были выделены высокоэнергетический механизм и низкоэнергетический механизм травмы. Распределение пациентов в двух клинических группах в зависимости от энергии травмы представлено в таблице 2.2.

Таблица 2.2.

Распределение пациентов в зависимости от пола и энергии полученной травмы.

Пол	Энергия травмы			
	Первая клиническая группа		Вторая клиническая группа	
	Высокая / Политравма	Низкая	Высокая / Политравма	Низкая
Мужчины	9/3 (45%)	6 (30%)	5/3 (25%)	1 (5%)
Женщины	0 (0%)	5 (25%)	1 (5%)	13 (65%)
Всего	9 (45%)	11 (55%)	6 (30%)	14 (70%)

Следует отметить, что в первой (основной) клинической группе пациентов высокоэнергетическую травму получили исключительно мужчины в 9 случаях

(45%) из 20. У двоих пациентов (10%) были диагностированы переломы ДОБК типа 33-А3, у одного пациента (5%) – перелом типа 33-С2, а в 7 случаях (35%) пострадавшие были госпитализированы с переломами типа 33-С3. Жертвами низкоэнергетических повреждений ДОБК стали 11 (55%) пациентов: 6 (30%) мужчин и 5 (25%) женщин. При этом 8 пациентов (40%) находились на лечении в стационаре с переломами типа 33-А3, а 3 пациента (15%) – с переломами типа 33-С2.

Во второй клинической группе (сравнения) высокоэнергетическая травма была зафиксирована у 5 (25%) мужчин и у одной (5%) женщины. В двух случаях (10%) пациенты были прооперированы по поводу переломов типа 33-А3, в двух случаях (10%) – по поводу переломов 33-С2, а два пациента (10%) – по поводу переломов типа 33-С3. Переломы ДОБК в результате низкоэнергетической травмы произошли у одного (5%) мужчины и у 13 (65%) женщин из числа пациентов нашей второй клинической группы. По данным обследования в 11 случаях (55%) был диагностированы переломы ДОБК типа 33-А3, в двух случаях (10%) – переломы типа 33-С2 и в одном наблюдении (5%) – перелом типа 33-С3. Перелом ДОБК в составе политравмы отмечен у 3 (15%) пациентов в каждой из групп.

В таблице 2.3. представлены данные по возрастному составу пациентов двух наших клинических групп с учетом энергии повреждения, приведшей к возникновению переломов ДОБК.

Таблица 2.3.

Распределение пациентов по возрастным группам с учетом энергии травмы.

Энергия травмы	Возраст пациентов				Всего
	Молодой (18-44 лет)	Средний (45-59 лет)	Пожилой (60-74 лет)	Старческий (75 лет и старше)	
Первая клиническая группа					
Высокая	6	2	1	–	9
Низкая	2	3	4	2	11
Всего	8	5	5	2	20
Вторая клиническая группа					
Высокая	4	1	1	–	6
Низкая	–	1	5	8	14
Всего	4	2	6	8	20

Для большей наглядности собранные нами сведения об энергии травм в двух клинических группах у пациентов разного возраста представлены на диаграммах (рис. 2.8. и 2.9.).

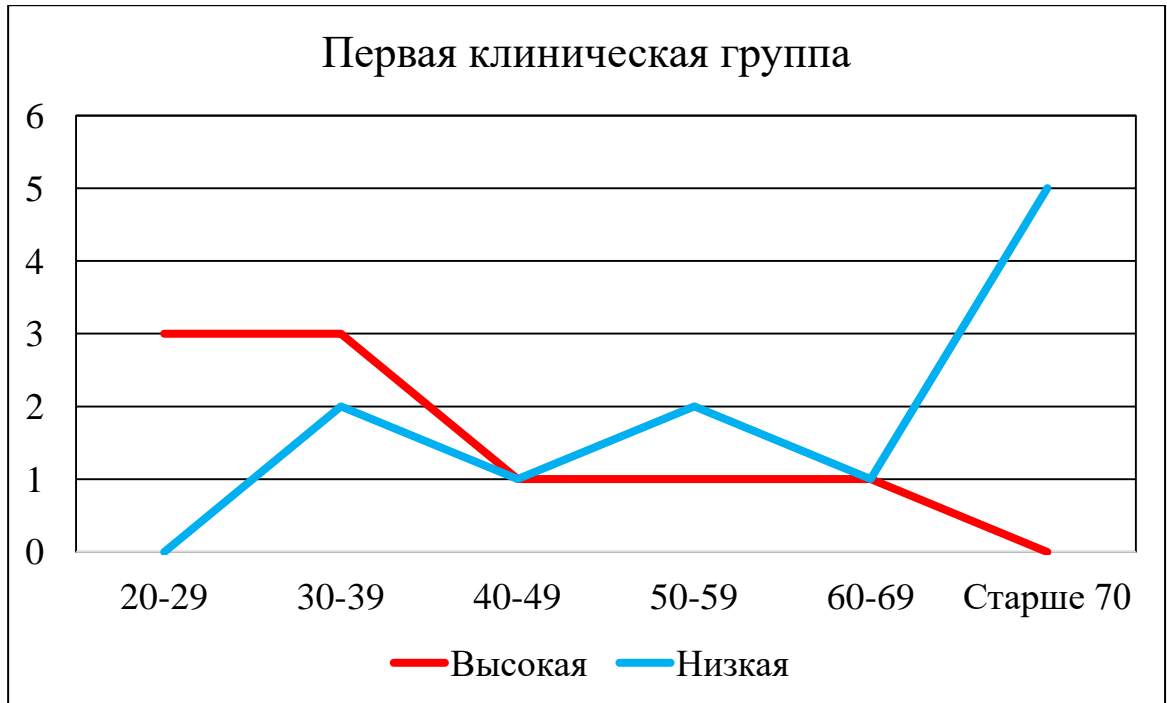


Рис. 2.8. Диаграмма возрастного распределения пациентов первой клинической группы в зависимости от энергии полученной травмы.

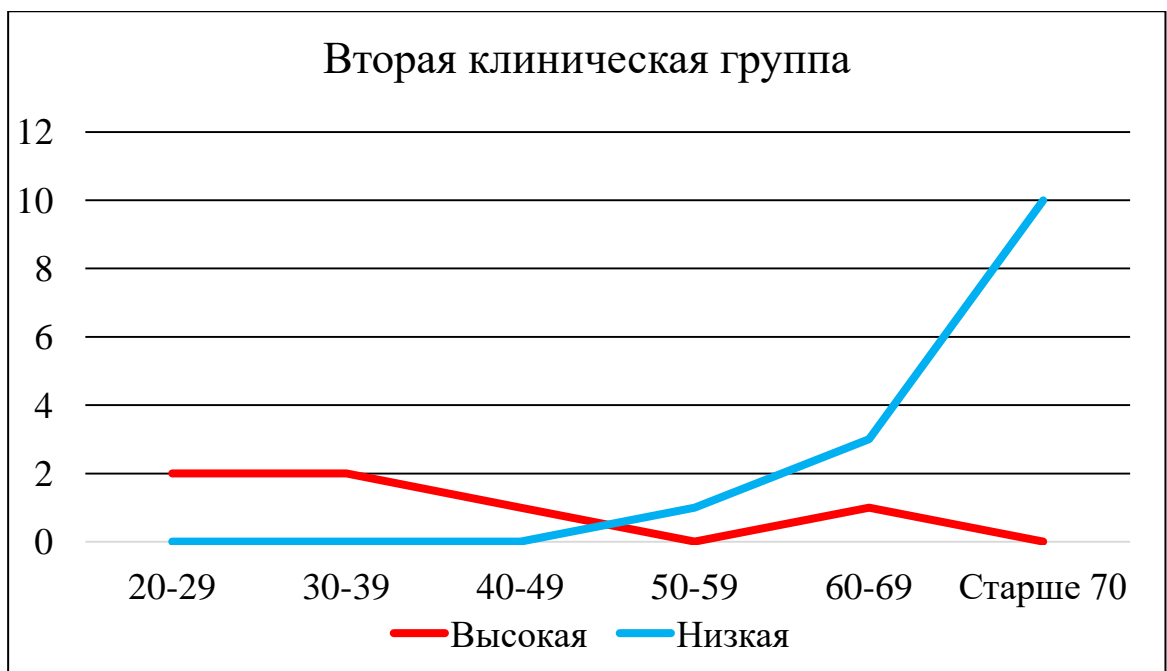


Рис. 2.9. Диаграмма возрастного распределения пациентов второй клинической группы в зависимости от энергии полученной травмы.

На представленных диаграммах отчетливо видно сходство графиков возрастного распределения пациентов в обеих изученных нами клинических группах. Кроме того, прослеживается превалирование высокоэнергетического механизма получения травмы у пациентов молодого возраста, а также преобладание низкоэнергетического механизма у пациентов пожилого возраста.

В таблице 2.4. представленные данные, отражающие распределение пациентов в двух наших клинических группах в зависимости от типа перелома по классификации АО/ASIF. Среди пациентов первой клинической группы в 45% случаев (9 пациентов) был диагностирован перелом типа 33-А3, в 20% случаях (4 пациента) – перелом типа 33-С2, а доля пациентов с наиболее тяжелым типом перелома 33-С3 составила 35% (7 случаев).

Во второй нашей клинической группе у 13 пациентов из 20 (65% случаев), был диагностирован перелом типа 33-А3, 4 пациента (20%) получали лечение по поводу перелома типа 33-С2, а еще 3 пациента (15%) были прооперированы в профильных стационарах по поводу переломов типа 33-С3.

Таблица 2.4.

Распределение пациентов в группах в зависимости от типа перелома согласно универсальной классификации переломов АО/ASIF.

Группы пациентов	Тип перелома по АО/ASIF			Всего
	33-А3	33-С2	33-С3	
Первая клиническая группа	9	4	7	20
Вторая клиническая группа	13	4	3	20
Всего	22	8	10	40

Следует особо отметить, что техника операций, применявшаяся у пациентов первой клинической группы, была разработана нами и является оригинальной, что подтверждается полученным нами патентом РФ № RU 2665158 С1 на изобретение «Способ малоинвазивного остеосинтеза при многооскольчатых переломах дис-

тального отдела бедренной кости». Подробнее техника выполнения операции остеосинтеза по разработанной нами технологии описана ниже.

2.4.2. Методики клинического исследования.

Наши пациенты, включенные в первую клиническую группу, были обследованы по стандартной схеме с применением объективных, лабораторных и инструментальных методик обследования. У них выясняли жалобы, анамнез и обстоятельства получения травмы, наличие сопутствующих заболеваний и характер лекарственной терапии на момент получения перелома.

При объективном осмотре пациентов оценивали показатели гемодинамики, общее состояние и функции органов и систем организма. Производили оценку местного статуса: определяли состояние поврежденных сегментов конечностей, оценивали наличие патологической подвижности, крепитации отломков, характер и степень повреждения мягких тканей, исключали возможные повреждения сосудисто-нервных пучков.

С целью оценки лабораторных показателей выполняли клинический и биохимический анализы крови, коагулограмму, определение групповой и резус принадлежности крови пациентов, общий анализ мочи, анализ крови на ВИЧ, гепатиты В и С, RW. Применявшиеся инструментальные методы диагностики и оценки повреждения ДОБК включали в себя рентгенографию бедра и коленного сустава в двух проекциях и компьютерную томографию коленного сустава.

Стандартную рентгенографию выполняли в двух проекциях – прямой и боковой на аппаратах АРЦ «Электрон». Контрольные рентгенограммы на различных этапах лечения пациентов в стационаре, а также при последующих контрольных осмотрах выполняли тоже в прямой и боковой проекциях. Первичные рентгенограммы выполняли в день поступления пациента в стационар и позволяли установить диагноз перелома ДОБК, оценить его характер, степень смещения отломков и вовлеченность суставной поверхности мыщелков бедренной кости. После выполнения операции остеосинтеза ДОБК выполняли контрольные рентгенограммы, позволявшие оценить положение отломков и восстановление суставной

поверхности бедренной кости, взаиморасположение установленных металлоконструкций и бедренной кости. Последующие рентгенограммы производили при контрольных осмотрах пациентов в сроки через 6, 9 и 12 месяцев после операций остеосинтеза, что позволяло оценить динамику сращения этих переломов, положение костных отломков и состоятельность фиксации (рис. 2.10., 2.11.).



Рис. 2.10. Первичные рентгенограммы в прямой и боковой проекциях до операции и сразу после остеосинтеза по предложенному способу у пациента К., 27 лет: а – рентгенограммы в день поступления пациента в стационар; б – рентгенограммы после выполнения операции остеосинтеза по поводу нестабильного перелома (33-А3 по классификации АО/ASIF) ДОБК.



Рис. 2.11. Рентгенограммы в прямой и боковой проекциях через год после операции малоинвазивного накостного остеосинтеза двумя пластинами по предложенному способу у пациента К., 27 лет.

Для повышения качества предоперационного планирования и более точного анализа архитектоники перелома пациентам с внутрисуставными переломами ДОБК на поврежденной нижней конечности выполняли компьютерную томографию нижней трети бедренной кости и коленного сустава (рис. 2.12.). Данное исследование также позволяло оценить степень повреждения латеральной и медиальной колонн в соответствии с предлагаемой моделью двухколонного строения ДОБК. Спиральная компьютерная томография выполнялась на аппаратах «Siemens Definition» AS 128-срезов и «Siemens SOMATOM Emotion» 16-срезов.

По данным контрольных рентгенограмм, выполненных сразу после оперативного вмешательства, в ходе нашего диссертационного исследования оценивали степень восстановления правильных анатомических взаимоотношений в коленном суставе, производили оценку анатомического латерального дистального бедренного угла, образованного линией коленного сустава, проведенной через наиболее выступающие точки мыщелков бедренной кости, а также среднедиафи-

зарной линией проксимального отломка. Методику определения среднедиафизарной линии проксимального отломка осуществляли следующим образом: по рентгенографии бедренной кости в прямой проекции на двух уровнях неповрежденной части бедренной кости измеряли ширину диафиза и отмечали точки, равноудаленные от наружных границ кортикального слоя, после чего соединяли эти точки прямой линией, доводя её до линии коленного сустава. Методика позволяла определить динамику изменения изучаемого угла у каждого конкретного пациента. В норме этот угол в среднем составляет $81 \pm 2^{\circ}$. В дальнейшем описанный параметр измеряли на контрольных рентгенограммах, выполненных пациентам первой клинической группы через 12 месяцев после операции остеосинтеза (рис. 2.13.). Таким образом, получали данные, сравнение которых позволяло оценить степень прогрессирования вальгусной деформации в зоне перелома с течением времени после оперативного лечения среди пациентов, прооперированных по предлагаемому нами способу.



Рис. 2.12. Спиральная компьютерная томография ДОБК с 3D-реконструкцией нестабильного перелома (33-C3 по классификации AO/ASIF) у пациента 3., 62 лет.

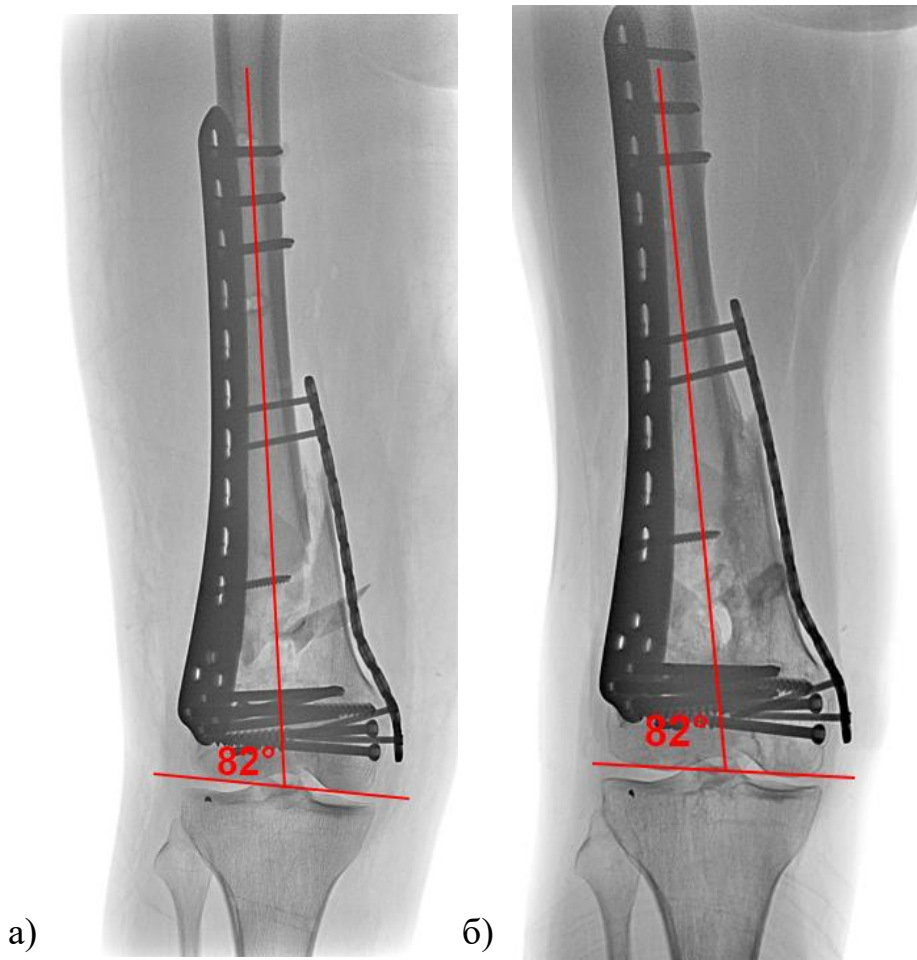


Рис. 2.13. Пример измерений анатомического дистального латерального бедренного угла у пациента Б., 38 лет, первой клинической группы по контрольным рентгенограммам: а – сразу после операции, б – через 12 месяцев после остеосинтеза.

Аналогичные исследования проводились нами также и у пациентов второй клинической группы. Были осуществлены измерения угла между анатомической осью бедренной кости и линией коленного сустава, проведенной через наиболее выступающие точки мыщелков бедренной кости, по данным контрольных рентгенограмм, выполненных пациентам сразу после оперативного вмешательства. При контрольном осмотре в отдаленные сроки после операций остеосинтеза пациентам второй группы также были выполнены рентгенограммы, по данным которых были произведены измерения описанного выше угла.

Сравнение полученных показателей и расчет разницы между ними позволило нам оценить степень прогрессирования вальгусной деформации в зоне пере-

лома с течением времени среди пациентов второй клинической группы. Затем был выполнен сравнительный анализ полученных данных пациентов двух наших клинических групп, что позволило нам определить эффективность малоинвазивной установки дополнительной пластины, расположенной по медиальной поверхности бедренной кости, для обеспечения медиальной стабильности фиксированных пластинами переломов.

По результатам расчета разницы в показателях угла вальгусной деформации в зоне перелома пациенты каждой из двух клинических групп были разделены на 4 подгруппы. В первую подгруппу вошли пациенты без прогрессирования деформации с течением времени (подгруппа D_0). Во вторую подгруппу были включены пациенты с минимальной деформацией – меньшей и равной 2° (подгруппа D_1). Пациенты третьей подгруппы характеризовались наличием умеренно выраженной вальгусной деформации от 3° до 4° включительно (подгруппа D_2). В четвертую подгруппу вошли пациенты со значительно выраженной деформацией – равной и большей 5° (подгруппа D_3). Затем нами был проведен анализ состава подгрупп и сравнение аналогичных подгрупп между двумя клиническими группами.

Оценка функционального результата оперативного лечения пациентов первой группы проводили во время регулярных контрольных осмотров в сроки через 6, 9 и 12 месяцев после операций остеосинтеза. В ходе таких осмотров выполняли объективный осмотр и оценку функции коленного сустава поврежденной конечности и анкетирование пациентов с использованием оценочных шкал. В частности, применяли две международно одобренные оценочные шкалы: шкалу KSS (Knee Society Score) [15, 76] и шкалу Lysholm [97]. Первая из указанных шкал позволяла осуществить более объективную оценку функции коленного сустава пациента, в то время как вторая шкала была направлена преимущественно на субъективный аспект восприятия пациентом состояния своего коленного сустава на травмированной ноге.

Согласно шкале KSS отличным признавался результат при наборе пациентом от 85 до 100 баллов, хорошим – при наборе от 70 до 84 баллов, удовлетвори-

тельным считался результат от 60 до 69 баллов и неудовлетворительным результатом признавался в случае набора меньше 60 баллов (таблица 2.5.).

Таблица 2.5.

Шкала оценки общества коленного сустава KSS (Knee Society Score).

Пациент: _____ Срок наблюдения, мес.: 6 9 12

I. Коленные баллы (исходно 100 баллов)			
Боль	Баллы	Дефицит активного разгибания	Баллы
Нет	0	0°	0
Легкая/периодическая	-5	Меньше 10°	-5
Легкая (при использовании лестницы)	-10	10 - 20°	-10
		Больше 20°	-15
Легкая (при ходьбе и использовании лестницы)	-20	Сгибательная контрактура	Баллы
		Меньше 5°	0
		5 - 10°	-2
Умеренная/периодическая	-30	10 - 15°	-5
Умеренная/продолжающаяся	-40	15 - 20°	-10
Сильная	-50	Больше 20°	-15

Таблица 2.5. (Продолжение).

Амплитуда движений	Баллы	Ось (варус и вальгус)	Баллы
0 - 5°	-24		
6 - 10°	-23	0°	-15
11 - 15°	-22	1°	-12
16 - 20°	-21	2°	-9
21 - 25°	-20	3°	-6
26 - 30°	-19	4°	-3
31 - 35°	-18	5-10°	0
36 - 40°	-17	11°	-3
41 - 45°	-16	12°	-6
46 - 50°	-15	13°	-9
51 - 55°	-14	14°	-12
56 - 60°	-13	15°	-15
61 - 65°	-12	Больше 15°	-20
66 - 70°	-11	Стабильность	Баллы
71 - 75°	-10	<i>Переднее-задняя</i>	
76 - 80°	-9	Меньше 5 мм	0
81 - 85°	-8	5 – 10 мм	-5
86 - 90°	-7	Больше 10 мм	-10
91 - 95°	-6	<i>Срединно-боковая</i>	
96 - 100°	-5	Меньше 5°	0
101 - 105°	-4	6 - 9°	-5
106 - 110°	-3	10 - 14°	-10
111 - 115°	-2	Больше 15°	-15
116 - 120°	-1		
121 - 125°	0		

ВСЕГО _____ баллов

Аналогичная градация результатов анкетирования по балльной оценочной шкале Lysholm предусматривала следующее деление в соответствии с набранными баллами для каждого конкретного пациента: отличный результат предполагал сумму в диапазоне 91 – 100 баллов, хороший результат – 84 – 90 баллов, удовлетворительный – 65 – 83 балла и неудовлетворительный – соответственно меньше 65 баллов (таблица 2.6.).

Оценку функциональных результатов лечения профильных пациентов нашей второй клинической группы проводили ретроспективно и также с использованием анкет по шкалам KSS и Lysholm. При этом указанные балльные оценочные шкалы заполняли для каждого пациента во время проводившихся контрольных осмотров.

Таблица 2.6.

Шкала оценки коленного сустава Lysholm.

Пациент: _____ Срок наблюдения, мес.: 6 9 12

Хромота	Баллы	Боль в коленном суставе	Баллы
Нет хромоты при ходьбе	+5	Нет болей	+25
Незначительная или периодическая хромота при ходьбе	+3	Периодические или слабые боли при интенсивной физической нагрузке	+20
Выраженная или постоянная хромота при ходьбе	+0	Выраженные боли при интенсивной физической нагрузке	+15
Дополнительная опора	Баллы	Выраженные боли во время или после ходьбы более чем на 1 км	+10
Не использую	+5	Выраженные боли во время или после ходьбы менее чем на 1 км	+5
Использую трость или костыли с частичной опорой	+2		
Не могу нагружать травмированную ногу	+0	Постоянные боли	+0

Таблица 2.6. (Продолжение).

Подвижность сустава	Баллы	Отек	Баллы
Нет ощущения ограничения движений или тугоподвижности Есть тугоподвижность, но нет ощущения ограничений движений Движения в колене иногда ощущаются ограниченными Движения в колене часто ощущаются ограниченными Движения в колене ощущаются ограниченными постоянно	+15	Нет отека Отек только после интенсивной физической нагрузки	+10 +6
	+10	Отек после обычной физической нагрузки Отек постоянно	+2 +0
	+6	Использование лестниц	Баллы
		Нет проблем при использовании лестниц	+10
	+2	Незначительные проблемы при использовании лестниц Могу одолеть только один пролет за раз	+6 +2
	+0	Не могу пользоваться лестницей	+0
Нестабильность	Баллы	Приседания	Баллы
Не ощущаю нестабильности в колене Редко ощущаю нестабильность, только при интенсивной физической нагрузке Часто ощущаю нестабильность при интенсивной физической нагрузке, т.е. не могу себе позволить такую нагрузку Иногда ощущаю нестабильность при обычной нагрузке Часто ощущаю нестабильность при обычной нагрузке Ощущаю нестабильность при каждом шаге	+25	Нет проблем при приседании Незначительные проблемы при приседании	+5 +4
	+20	Не могу глубоко присесть (сгибание более 90°) Не могу присесть из-за колена	+2 +0
	+15		
		Результат	Баллы
	+10	Отличный Хороший Удовлетворительный Неудовлетворительный	91 – 100 84 – 90 65 – 83 менее 65
	+5	ВСЕГО _____ баллов	
+0			

Отдельного и достаточно подробного описания заслуживает, на наш взгляд, предложенная нами технология малоинвазивного накостного остеосинтеза двумя пластинами у пациентов обсуждаемого профиля. Такие оперативные вмешательства выполняли в первой нашей клинической группе пациентов по следующей методике.

Поврежденную ногу обрабатывали антисептиками общепринятым способом и укладывали на рентгенпрозрачный стол с валиком в подколенной области таким образом, чтобы обеспечить возможность рентгеновской визуализации бедра на всем протяжении. Валик необходим для расслабления икроножных мышц и предотвращения патологического сгибания короткого дистального отломка бедренной кости. Выполняли латеральный дистальный разрез кожи и мягких тканей до кости длиной 7 – 10 см в проекции латерального надмыщелка бедренной кости. При наличии межмышцелкового компонента перелома и необходимости его фиксации выполняли латеральный парapatеллярный доступ и осуществляли открытую репозицию фрагментов мыщелков бедренной кости до полного восстановления анатомии суставной поверхности с их фиксацией двумя винтами для губчатой кости диаметром 6,5 мм и длиной 65 – 80 мм с учетом размеров кости при длине резьбовой части 32 мм. Производили репозицию внесуставного компонента перелома, восстанавливая механическую ось бедренной кости и устраняя смещения ее отломков: ротационные и по длине. Качество репозиции контролировали рентгенологически с помощью электронно-оптического преобразователя (ЭОП).

Далее пластину для фиксации переломов дистального отдела бедренной кости вводили через выполненный ранее латеральный дистальный хирургический доступ эпипериостально снизу вверх по направлению к большому вертелу до тех пор, пока дистальный ее конец не достигал уровня нижнего края латерального надмыщелка бедренной кости. На уровне проксимального конца пластины на латеральной поверхности бедра осуществляли латеральный проксимальный минидоступ с разрезом кожи и мягких тканей длиной 5 – 7 см, минимально необходимый для визуализации пластины. Осуществляли фиксацию пластины к кости винтами с угловой стабильностью, вводя через дистальный доступ ниже зоны пере-

лома от 4 до 7 винтов, а через проксимальный доступ выше зоны перелома от 3 до 5 винтов. Раны дренировали активными дренажами и послойно ушивали.

Далее выполняли медиальный дистальный мини-доступ с разрезом кожи и мягких тканей длиной 4 – 5 см, проводя его на 2 см кпереди и параллельно проекции на кожу бедра бедренной артерии, начиная разрез от уровня нижнего края медиального надмыщелка бедренной кости и продолжая его в проксимальном направлении. Далее предварительно отмоделированную по модели соразмерной бедренной кости линейную пластину длиной, достаточной для перекрытия зоны перелома, проводили эпипериостально снизу вверх по направлению к верхней передней подвздошной ости до тех пор, пока дистальный ее конец не достигнет нижнего края сделанного разреза.

Затем на уровне проксимального конца введенной пластины, который хорошо пальпируется под мягкими тканями на переднемедиальной поверхности бедра, выполняли переднемедиальный проксимальный мини-доступ с разрезом кожи длиной от 4 до 6 см по линии, параллельной проекции на кожу бедренной артерии и отстоящей от нее на 2 см кпереди. Вскрывали собственную фасцию бедра, визуализировали промежуток между прямой и медиальной широкой мышцами бедра. Затем, рассекая и разводя мягкие ткани в этом промежутке, а глубже – между медиальной и промежуточной широкими мышцами, обнажали бедренную кость и находили в ране проксимальный конец введенной пластины.

Далее через указанный доступ под заднюю поверхность бедренной кости вводили металлический ретрактор с целью профилактики повреждения магистральных сосудов бедра при проведении фиксирующих пластину винтов. Затем производили фиксацию медиальной пластины винтами с угловой стабильностью диаметром 3,5 мм, вводя не менее двух винтов дистальнее и проксимальнее зоны перелома соответственно через медиальный дистальный и переднемедиальный проксимальный мини-доступы. Убирали из переднемедиальной проксимальной операционной раны ранее введенный ретрактор и послойно ушивали оба сделанных мини-доступа по медиальной и по переднемедиальной поверхностям бедра, оставляя в них активные дренажи.

2.5. Методики статистической обработки количественных данных.

Сделанные выводы и основные положения нашего диссертационного исследования базируются на проведенной математико-статистической обработке полученных количественных данных с использованием соответствующих задачам специальных методов и инструментов. Ввод, хранение, первичную обработку и сортировку таких данных осуществляли с помощью персонального компьютера и табличного редактора Excel из состава офисного приложения Microsoft Windows.

Математико-статистическая обработка количественных данных нашего исследования была проведена с помощью модулей "Анализ данных" и "Мастер диаграмм" табличного редактора Excel, а также модулей Basic Statistics / Tables (Базовые статистики и таблицы) пакета программ по статистической обработке данных Statistica for Windows.

Математико-статистическое описание объекта исследования осуществлялось с помощью традиционных методов, среди которых отметим: расчет средних значений показателей (среднего арифметического значения, моды, медианы); определение характеристик колебаний признаков (дисперсии, среднего квадратичного отклонения, размаха значений); частотную и структурную характеристику показателей; вычисление стандартных ошибок средних значений и относительных частот, а также их доверительных интервалов; графическое и табличное представление результатов.

Анализ типа распределения полученных результатов производили с помощью критерия Шапиро-Уилка. Оценка значимости различия изучаемых признаков, а также достоверности динамических изменений балльных показателей по шкалам KSS и Lysholm и различий в показателях угловой вальгусной деформации между клиническими группами производили посредством непараметрических критериев Краскела-Уоллиса и Манна-Уитни [14, 19, 38].

Таким образом, все обоснования и выводы нашей диссертационной работы базируются на разносторонних математико-статистических методах. При этом широко использовались современные вычислительные средства и их программное обеспечение.

ГЛАВА 3

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНО-АНАТОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ
МАЛОИНВАЗИВНОГО НАКОСТНОГО ОСТЕОСИНТЕЗА
ДВУМЯ ПЛАСТИНАМИ ПРИ НЕСТАБИЛЬНЫХ ПЕРЕЛОМАХ
ДИСТАЛЬНОГО ОТДЕЛА БЕДРЕННОЙ КОСТИ

В настоящей главе нашего диссертационного исследования представлены результаты последовательно выполненных специального биомеханического эксперимента и прикладного топографо-анатомического исследования. Все проведенные исследования были объединены общей целью и направлены на обоснование целесообразности двусторонней фиксации пластинами костных отломков при нестабильных переломах дистального отдела бедренной кости (ДОБК), а также возможности и рациональной техники выполнения предложенного способа малоинвазивного остеосинтеза бедренной кости с применением двух пластин, расположенных по латеральной и медиальной поверхностям бедренной кости.

Вначале в рамках биомеханического эксперимента на пластиковых костях была проведена сравнительная оценка устойчивости к циклическим нагрузкам системы имплантат-кость на модели нестабильного перелома ДОБК с использованием двух вариантов накостной фиксации: одной и двумя пластинами. При этом были изучены и доказаны биомеханические преимущества фиксации костных отломков при переломах ДОБК двумя пластинами. Проведенное в дальнейшем прикладное топографо-анатомическое исследование позволило выполнить обоснование применяемой при имплантации двух пластин новой хирургической техники. В частности, была показана безопасность и разработана рациональная оперативная техника проведения и фиксации дополнительной медиальной пластины из двух мини-доступов.

Указанные исследования в своей совокупности позволили обосновать целесообразность, техническую возможность и безопасность выполнения нового способа малоинвазивного остеосинтеза бедренной кости при нестабильных переломах ДОБК, что способствовало его успешному клиническому применению.

3.1. Результаты биомеханического эксперимента.

Как ранее было изложено во второй главе диссертационной работы, наше биомеханическое исследование было проведено в двух сериях на пенополиуретановых моделях правых бедренных костей человека, соответствующих по размерам натуральной бедренной кости. На модели внутрисуставного перелома ДОБК типа 33-C2 по классификации AO/ASIF с дефектом кости в нижней трети диафиза осуществляли фиксацию пластиной с угловой стабильностью винтов, расположенной только по латеральной стороне бедренной кости (1-я серия), а также по латеральной и медиальной ее сторонам (2-я серия). Затем обе модели переломов подвергали различным по интенсивности циклическим нагрузкам, ориентированным вдоль механической оси бедренной кости, а также регистрировали при этом взаимные перемещения фрагментов смоделированного перелома.

3.1.1. Результаты первой серии биомеханического эксперимента.

Зарегистрированные датчиком взаимные перемещения отломков модели перелома фиксацией одной латеральной пластиной позволили оценить стабильность системы имплантат-кость при изучаемом способе накостного остеосинтеза по измеренным смещениям. Полученные данные представлены в таблице 3.1.

Таблица 3.1.

Результаты измерений смещений фрагментов модели нестабильного перелома бедренной кости в первой серии биомеханических экспериментов.

Нагрузочные диапазоны	Изученные параметры (мм)		
	Смещения при F_{min}	Смещения при F_{max} ,	Амплитуда
I (2 – 20 кгс)	0,3	0,6	0,3
II (3 – 40 кгс)	0,4	0,9	0,5
III (5 – 60 кгс)	0,5	1,3	0,8
IV (8 – 80 кгс)	0,6	1,7	1,1
V (12 – 100 кгс)	0,7	2,2	1,5
VI (16 – 120 кгс)	0,9	2,8	1,9

Следует отметить, что при минимальной силе осевой нагрузки в первом нагрузочном диапазоне смещение отломков модели нестабильного перелома ДОБК было равно 0,3 мм, а при воздействии максимальной нагрузке изучаемого диапазона смещение составило 0,6 мм. Таким образом, амплитуда взаимных перемещений отломков на обсуждаемой модели оставила 0,3 мм.

В последующих нагрузочных диапазонах отмечалось закономерное нарастание амплитуды смещений фрагментов модели как при минимальной силе воздействия, так и при максимальной. В частности, в VI нагрузочном диапазоне минимальное смещение составило 0,9 мм, в то время как при максимальной силе воздействия этот показатель был равен 2,8 мм. При этом амплитуда взаимных перемещений отломков при данной нагрузке составила 1,9 мм.

Исходя из полученных данных, можно констатировать, что прогрессивное увеличение силы осевой циклической нагрузки приводило к прогрессивному увеличению амплитуды смещений отломков модели нестабильного перелома ДОБК. При этом значение амплитуды смещений в VI нагрузочном диапазоне почти в 6 раз превосходило аналогичное значение в I диапазоне (1,9 и 0,3 мм соответственно), а разница обсуждаемых показателей амплитуды составила 1,6 мм.

3.1.2. Результаты второй серии биомеханического эксперимента.

Во второй серии нашего биомеханического исследования увеличивающиеся циклические нагрузки испытывали на аналогичной первой серии опытов модели нестабильного перелома ДОБК, но с двусторонней фиксацией отломков латеральной и медиальной пластиной. Результаты измерений, выполненных аналогично таковым в первой серии эксперимента, представлены в таблице 3.2.

В первом нагрузочном диапазоне смещения отломков при минимальной силе воздействия на модель перелома составили 0,1 мм. Приложение к модели максимальной силы данного нагрузочного диапазона привело к возникновению смещения ее фрагментов на величину 0,45 мм. При этом амплитуда взаимных перемещений составила 0,35 мм. Далее в ходе проведения исследования в последующих нагрузочных диапазонах по мере увеличения силы осевых нагрузок отмеча-

лось прогрессивное увеличение значений взаимных смещений отломков модели как при минимальной, так и при максимальной нагрузке в каждом диапазоне.

Таблица 3.2.

Результаты измерений смещений фрагментов модели нестабильного перелома бедренной кости во второй серии биомеханических экспериментов.

Нагрузочные диапазоны	Изученные параметры (мм)		
	Смещения при F_{min}	Смещения при F_{max} ,	Амплитуда
I (2 – 20 кгс)	0,1	0,45	0,35
II (3 – 40 кгс)	0,2	0,6	0,4
III (5 – 60 кгс)	0,3	0,8	0,5
IV (8 – 80 кгс)	0,4	1,1	0,7
V (12 – 100 кгс)	0,5	1,3	0,8
VI (16 – 120 кгс)	0,6	1,55	0,95

Необходимо отметить, что при достижении VI нагрузочного диапазона циклических воздействий на модель минимальные смещения ее фрагментов составили 0,6 мм, а максимальные – 1,55 мм. При этом амплитуда взаимных перемещений отломков модели составила 0,95 мм. Данный показатель в VI нагрузочном диапазоне превосходил аналогичный показатель, полученный в I нагрузочном диапазоне (0,95 и 0,35 мм соответственно), менее, чем в 3 раза. При этом разница абсолютных показателей представленных значений составляет 0,6 мм.

3.1.3. Сравнение результатов двух серий биомеханического эксперимента.

Результаты измерений, проведенных в ходе двух серий наших биомеханических экспериментов, были сопоставлены с целью сравнительной оценки стабильности обоих изученных вариантов фиксации смоделированного нестабильно-

го перелома дистального отдела бедренной кости при осевых циклических нагрузках. Данные измерений, полученные в каждой из двух серий биомеханических экспериментов, были представлены ранее в таблицах 3.1. и 3.2. с указанием минимальных и максимальных значений, а также амплитуды смещений.

При сравнении данных, представленных в этих таблицах, обращает на себя внимание то, что показатели смещений фрагментов моделей при минимальных и максимальных нагрузках в первой серии экспериментов были закономерно более выраженными во всех нагрузочных диапазонах по сравнению со второй серией испытаний. Так, например, для первого нагрузочного диапазона значение смещения при минимальной силе нагрузки составило 0,3 мм, а при максимальной – 0,6 мм, в то время как во второй серии для этого же диапазона были получены значения 0,1 мм и 0,45 мм соответственно.

Описанные различия, характеризующиеся сравнительно меньшей амплитудой смещений фрагментов моделей во второй серии экспериментов, в которой для фиксации использовались две пластины, оказались присущи всем шести изученным нагрузочным диапазонам. При этом наиболее выраженная разница в абсолютных значениях и в амплитуде смещений предсказуемо отмечалась при наиболее высоких нагрузках в VI нагрузочном диапазоне. Для первой серии экспериментов смещения при минимальной силе воздействия составили 0,9 мм, а при максимальной – 2,8 мм, в то время как для второй серии соответствующие показатели были равны 0,6 мм и 1,55 мм соответственно. Разница в амплитуде смещений была двукратной и составила: 1,9 мм – в первой серии и 0,95 мм – во второй серии экспериментов.

Кроме того, необходимо отметить, что в первой серии экспериментов увеличение показателей смещений фрагментов модели по мере перехода от одного нагрузочного диапазона к другому было выражено более значительно по сравнению со второй серией. Разница в значениях обсуждаемых смещений при максимальной нагрузке в I и в VI нагрузочных диапазонах составила 2,2 мм (0,6 мм и 2,8 мм соответственно). В то же время разница между аналогичными показателя-

ми для модели перелома ДОБК с двусторонней фиксацией была вдвое меньше и составила 1,1 мм (0,45 мм и 1,55 мм соответственно).

Для наглядности сопоставления результатов двух серий проведенных биомеханических экспериментов нами были построены специальные диаграммы, представленные на рис. 3.1. На этих диаграммах показаны минимальные и максимальные смещения фрагментов модели нестабильного перелома ДОБК в шести последовательно отработанных и возрастающих по интенсивности нагрузочных диапазонах, включавших каждый по 5000 циклов нагрузки.

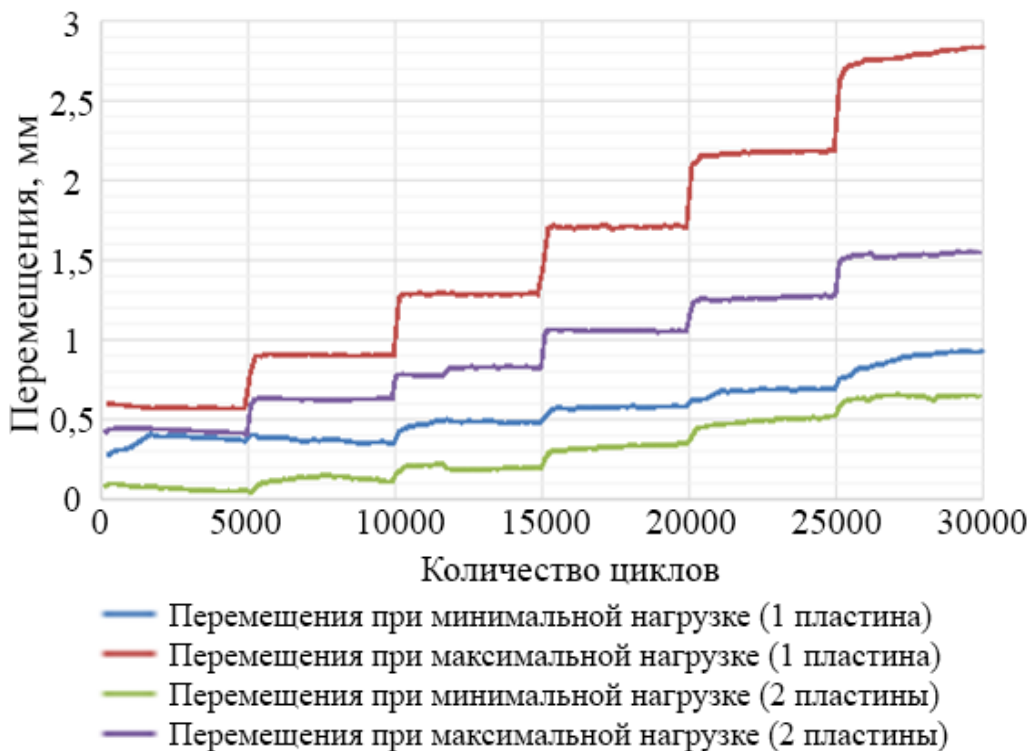


Рис. 3.1. Взаимные вертикальные перемещения фрагментов моделей нестабильных переломов дистального отдела бедренной кости при циклических нагрузках в шести последовательно увеличивающихся нагрузочных диапазонах (по 5000 циклов в каждом диапазоне) в двух сериях экспериментов.

На представленной диаграмме синий график отражает перемещения отломков модели перелома ДОБК, фиксированных одной латеральной пластиной, при минимальных нагрузках во всех шести диапазонах. График красного цвета соответствует значениям смещения отломков этой же модели перелома, полученных

при максимальных нагрузках также во всех диапазонах. Зеленый график описывает, соответственно, показатели смещения отломков модели перелома ДОБК с двусторонней фиксацией двумя пластинами при циклических нагрузках с минимальными силами осевого воздействия. Перемещения фрагментов указанной костной модели, фиксированной двумя пластинками при максимальной нагрузке, обозначены графиком фиолетового цвета.

На всех представленных графиках отчетливо видно постепенное увеличение выраженности смещения при нарастании осевой нагрузки, которая увеличивалась каждые 5000 циклов. При визуальном сравнении четырех графиков диаграммы становится очевидно, что на всем протяжении биомеханического эксперимента выраженность смещения фрагментов моделей как при минимальных, так и при максимальных нагрузках, а также амплитуда их взаимного перемещения в сравнительном плане всегда были меньше во второй серии экспериментов. Представленные графики, по нашему мнению, достаточно показательны и позволяют сделать однозначный вывод о том, что изученная модель перелома ДОБК с двусторонней фиксацией латеральной и медиальной пластинами обладает большей устойчивостью к циклическим нагрузкам по сравнению с аналогичной моделью перелома, фиксированной только одной латеральной пластиной.

Таким образом, на основании проведенных биомеханических экспериментов и в результате сравнительного анализа полученных данных нами был сделан вывод о том, что использование двух пластин, расположенных по латеральному и по медиальному краям бедренной кости, создает преимущества в отношении стабильности фиксации отломков на модели нестабильного перелома ДОБК по сравнению с традиционным применением одной латерально расположенной пластины. Указанные преимущества создают при хирургическом лечении пациентов обсуждаемого профиля сравнительно лучшие условия для консолидации костных отломков многооскольчатых переломов с отсутствием медиальной стабильности. Следующим этапом наших исследований стали топографо-анатомические обоснования малоинвазивной технологии установки дополнительной медиальной пластины при обсуждаемых переломах.

3.2. Результаты топографо-анатомического исследования.

Результаты специальных биомеханических исследований, представленные в предыдущем разделе настоящей главы, продемонстрировали сравнительно большую устойчивость к циклическим нагрузкам системы кость-имплантат, предполагавшей установку двух пластин, расположенных по латеральной и по медиальной сторонам пластиковой модели бедренной кости, на которой был смоделирован нестабильный перелом ее дистального отдела. Показатели устойчивости аналогичной системы, в которой фиксация смоделированного перелома осуществлялась по традиционной схеме одной латеральной пластиной, оказались хуже при всех изученных диапазонах циклических нагрузок. Однако в клинической практике имплантация медиальной пластины в дополнение к латеральной с использованием традиционной открытой хирургической техники делает операцию на костного остеосинтеза весьма травматичной, что повышает риск развития послеоперационных осложнений.

С учетом сказанного, при разработке новой технологии на костного остеосинтеза обсуждаемых переломов двумя пластинами было принято решение устанавливать вторую пластину по медиальной поверхности бедренной кости по малоинвазивной методике: из двух мини-доступов с отдельными проколами для проведения фиксирующих пластину винтов. Однако техническая возможность осуществления такой операции и, в частности – безопасность выполнения медиальных хирургических мини-доступов и закрытого проведения между ними пластины практически не были изучены. В частности, оставалась неясной вероятность повреждения в зоне установки медиальной пластины крупных кровеносных сосудов и нервных стволов, а также не обоснованы технические приемы, снижающие вероятность таких нежелательных повреждений. Поэтому для обоснования рациональной техники малоинвазивной установки дополнительной медиальной пластины в рамках применения предложенного способа малоинвазивного на костного остеосинтеза двумя пластинами у пациентов с нестабильными переломами ДОБК нами было проведено прикладное топографо-анатомическое исследование, основные результаты которого представлены далее.

В отношении проведенных экспериментов на анатомическом материале, прежде всего, следует отметить, что предложенная нами технология установки пластины из двух мини-доступов и ее эпипериостального закрытого проведения была без технических трудностей реализована на всех 16 препаратах нижних конечностей, при этом ни на одном из них в ходе последующего препарирования не были зафиксированы повреждения изученных значимых анатомических структур (крупных кровеносных сосудов и нервных стволов) или непосредственный контакт пластины с ними, что, в частности, видно на представленной фотографии (рис. 3.2.). Следует также отметить, что выделенные в ходе препарирования на представленном препарате ветви бедренной артерии и вены к медиальной и промежуточной широким мышцам бедра, пересекающие контур установленной пластины почти под прямым углом, находились в толще мышечного массива четырехглавой мышцы бедра и до проведения препарирования непосредственно с пластиной не соприкасались.

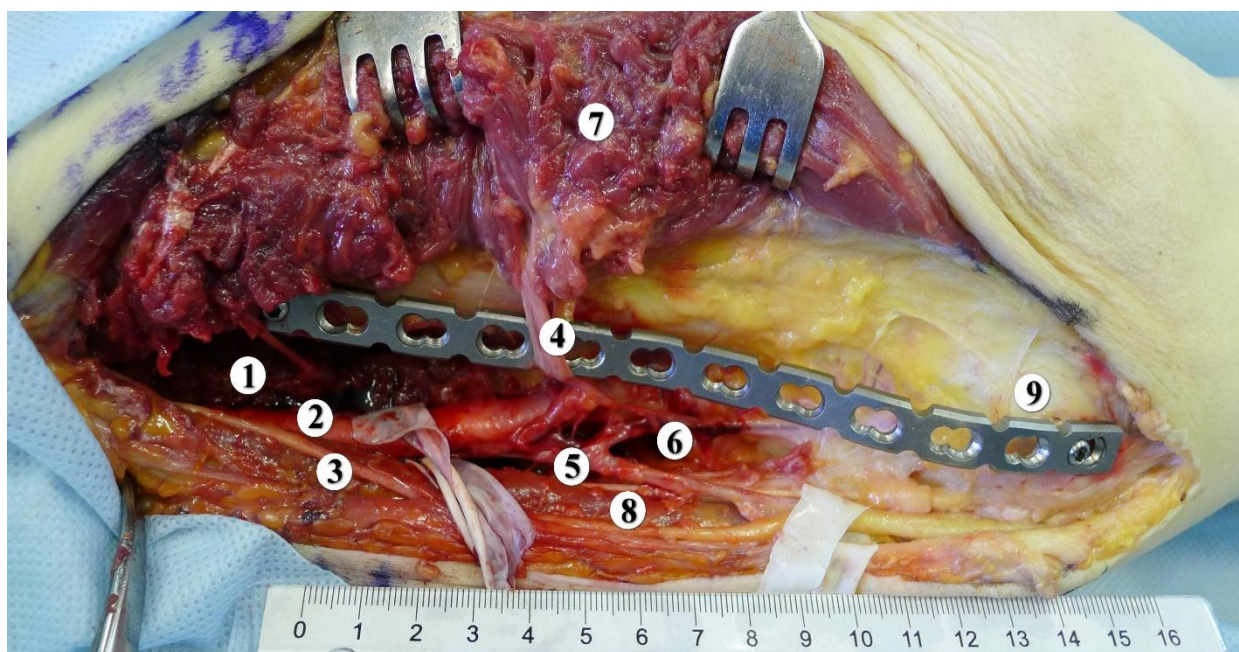


Рис. 3.2. Результат препарирования после экспериментальной установки медиальной пластины на препарате левого бедра (протокол № 7): 1 – бедренная вена; 2 – бедренная артерия; 3 – подкожный нерв (n. saphenus); 4 – мышечные ветви бедренных сосудов; 5 – нисходящая коленная артерия; 6 – медиальная верхняя коленная артерия; 7 – медиальная широкая мышца бедра; 8 – большая приводящая мышца бедра; 9 – медиальный надмыщелок бедренной кости.

В ходе проведенных измерений на изученных препаратах было показано, что дополнительная медиальная пластина, установленная в нижней половине бедра из двух мини-доступов по предложенному нами малоинвазивному способу, всегда находилась на определенном и достаточно безопасном расстоянии от изученных значимых анатомических структур, локализующихся в зоне оперативного вмешательства – на медиальной поверхности бедра в нижней его трети. Это подтверждают результаты измерений, выполненные на изученных препаратах и суммированные в таблице 3.3.

Таблица 3.3.

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

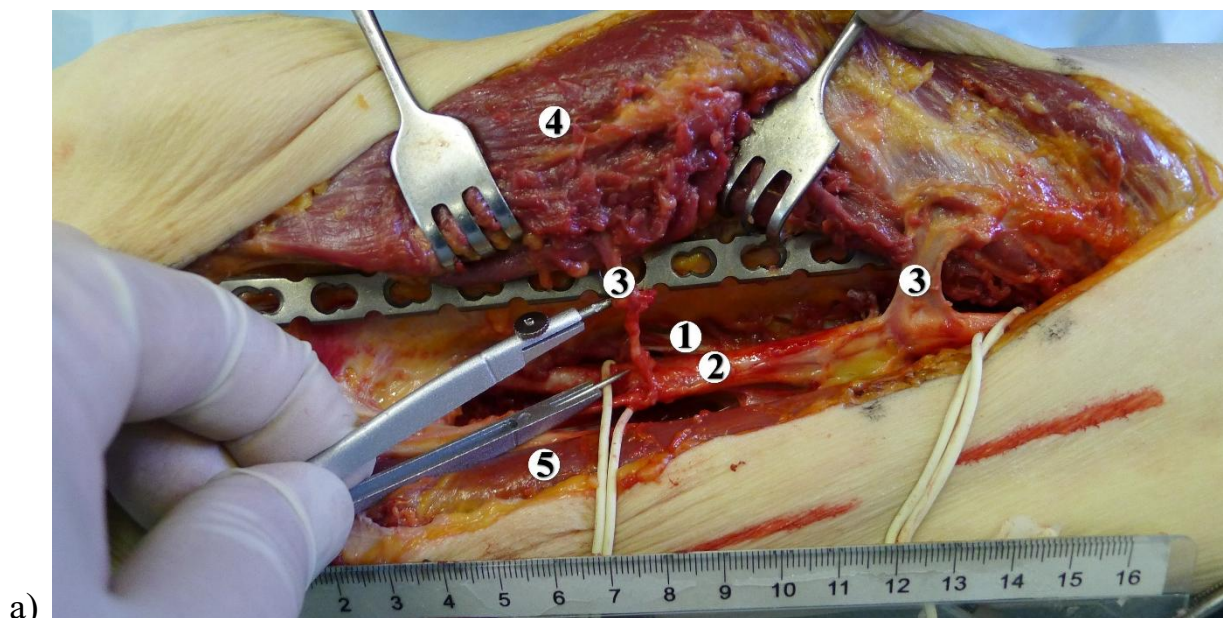
№	Измеренные расстояния	Полученные значения		
		Min	Max	Средние
1.	От пластины до бедренной вены (БВ)	16	32	24,2±5,1 мм
2.	От приводящего бугорка (ПБ) до места измерения на БВ	112	139	124,3±8,2 мм
3.	От пластины до бедренной артерии (БА)	17	33	25,4±5,2 мм
4.	От ПБ до места измерения на БА	112	137	124,1±8,1 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

Важным итогом проведенного прикладного топографо-анатомического исследования явилось, прежде всего, определение расстояния от установленной пластины до основного сосудисто-нервного пучка бедра на изученном уровне. Проведенными измерениями после тщательного препарирования было установлено, что минимальные расстояния от пластины до бедренной вены и артерии, полученные на одном из 16 изученных препаратов, составили соответственно 16 и 17 мм. При этом максимальные расстояния, измеренные на другом препарате, были равны соответственно 32 и 33 мм, а средние значения обсуждаемых показателей по всем сделанным измерениям составили $24,2 \pm 5,1$ мм и $25,4 \pm 5,2$ мм. Таким образом, самые крупные кровеносные сосуды бедра, повреждение которых в ходе операции теоретически может вызвать наиболее тяжелые негативные последствия, располагаются достаточно далеко от пластины, устанавливаемой по предложенной малоинвазивной технологии, что подтверждается, в частности, представленной фотографией одного из изученных препаратов (рис. 3.3а.).

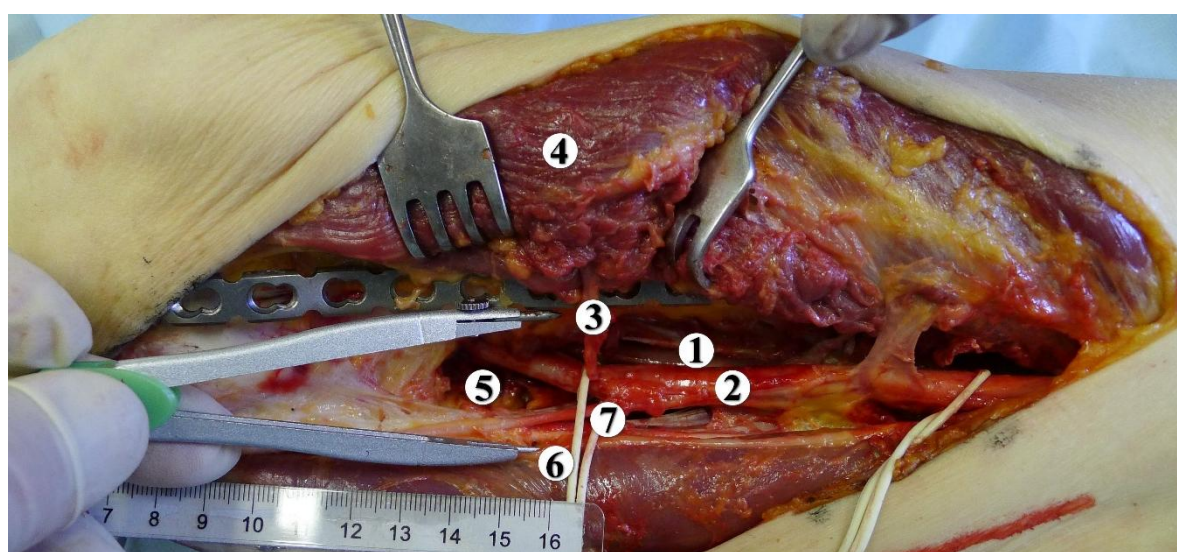
Было также установлено, что бедренная артерия и вена располагаются наиболее близко к установленной пластине, как правило, в местах отхождения от указанных сосудистых магистралей крупных мышечных ветвей, питающих медиальную и промежуточную широкие мышцы бедра, что также видно на представленной фотографии (рис. 3.3а.). Такие мышечные ветви наиболее часто отходят от бедренных сосудов в пределах от 112 до 139 мм проксимальнее приводящего бугорка (ПВ) на медиальном надмыщелке бедренной кости. Следует отметить, что указанная зона располагается в средней части устанавливаемой пластины, через которую не предполагается проведение фиксирующих винтов, что исключает риск повреждения указанных мышечных ветвей. В результате препарирования было также показано, что обсуждаемые крупные мышечные ветви бедренной артерии и вены всегда находились поверхностнее пластины, установленной эпипериостально и располагавшейся непосредственно вдоль надкостницы бедренной кости, что практически исключает их повреждение во время операции.

По результатам препарирования было также показано, что подкожный нерв (n. saphenus), входящий в состав основного сосудисто-нервного пучка бедра на

изученном уровне, закономерно располагается еще дальше от установленной пластины, чем бедренные сосуды: на расстоянии от 19 до 37 мм (среднее значение – $27,4 \pm 5,7$ мм), что видно на фотографии препарата (рис. 3.36.). Поэтому его повреждение в ходе установки пластины еще менее вероятно.



а)



б)

Рис. 3.3. Измерения кратчайших расстояний от установленной в эксперименте медиальной пластины до выделенных анатомических структур на препарате правого бедра (протокол № 10): 1 – бедренная вена; 2 – бедренная артерия; 3 – мышечные ветви бедренных сосудов; 4 – медиальная широкая мышца бедра; 5 – большая приводящая мышца бедра; 6 – подкожный нерв (n. saphenus):

а) измерение расстояния от пластины до бедренной артерии;

а) измерение расстояния от пластины до подкожного нерва.

Особое внимание в ходе нашего топографо-анатомического исследования было уделено также топографии двух постоянных и достаточно крупных ветвей бедренной артерии, располагающихся в зоне рассматриваемой операции – нисходящей коленной артерии (НКА) и медиальной верхней коленной артерии (МВКА). Их повреждения хотя и не способны нарушить магистральный кровоток на бедре, но все же могут приводить к образованию значительных внутритканевых гематом, которые к тому же повышают риск нагноения. Однако проведенное нами препарирование на 16 изученных препаратах показало, что обе эти артерии находятся на значительном удалении от установленной пластины, что видно, в частности, на фотографиях одного из наших препаратов (рис. 3.4.).

В отношении НКА было установлено, что на изученных препаратах она начиналась от бедренной артерии в пределах бедренно-подколенного канала на расстоянии от 115 до 144 мм (среднее значение – $132,4 \pm 9,3$ мм) проксимальнее приводящего бугорка (ПБ) на медиальном надмыщелке бедренной кости. Именно в этом месте указанная артерия находилась ближе всего к установленной пластине (рис. 3.4а.): на расстоянии от 24 до 40 мм (среднее значение – $30,4 \pm 5,3$ мм). В более дистальных отделах бедра она располагалась на сравнительно большем расстоянии от пластины, проходя практически параллельно ее краю рядом с подкожным нервом (рис. 3.4б.). Представленные выше сведения свидетельствуют, на наш взгляд, о возможности безопасного проведения пластины по предложенному нами малоинвазивному способу без риска повреждения нисходящей коленной артерии.

Медиальная верхняя коленная артерия отходила на наших препаратах от бедренной артерии на расстоянии от 64 до 100 мм (среднее значение – $79,1 \pm 10,2$ мм) проксимальнее ПБ медиального надмыщелка бедренной кости и располагалась на достаточно безопасном расстоянии от установленной пластины: в пределах от 23 до 37 мм от ее заднего края (среднее значение – $29,2 \pm 4,1$ мм). Поэтому ее повреждение в ходе предложенной нами операции также маловероятно и возможно, на наш взгляд, только при нарушениях разработанной нами технологии. Следует также отметить, что небольшая веточка МВКА диаметром около 1 мм, проходившая в дистальном направлении к приводящему бугорку на медиальном

надмышцелке бедра, закономерно располагалась рядом с задним краем пластины на расстоянии от 3 до 8 мм от него. Однако ее повреждения всегда было возможно избежать за счет прямой визуализации этой артериальной ветви в ходе установки пластины из дистального хирургического мини-доступа.

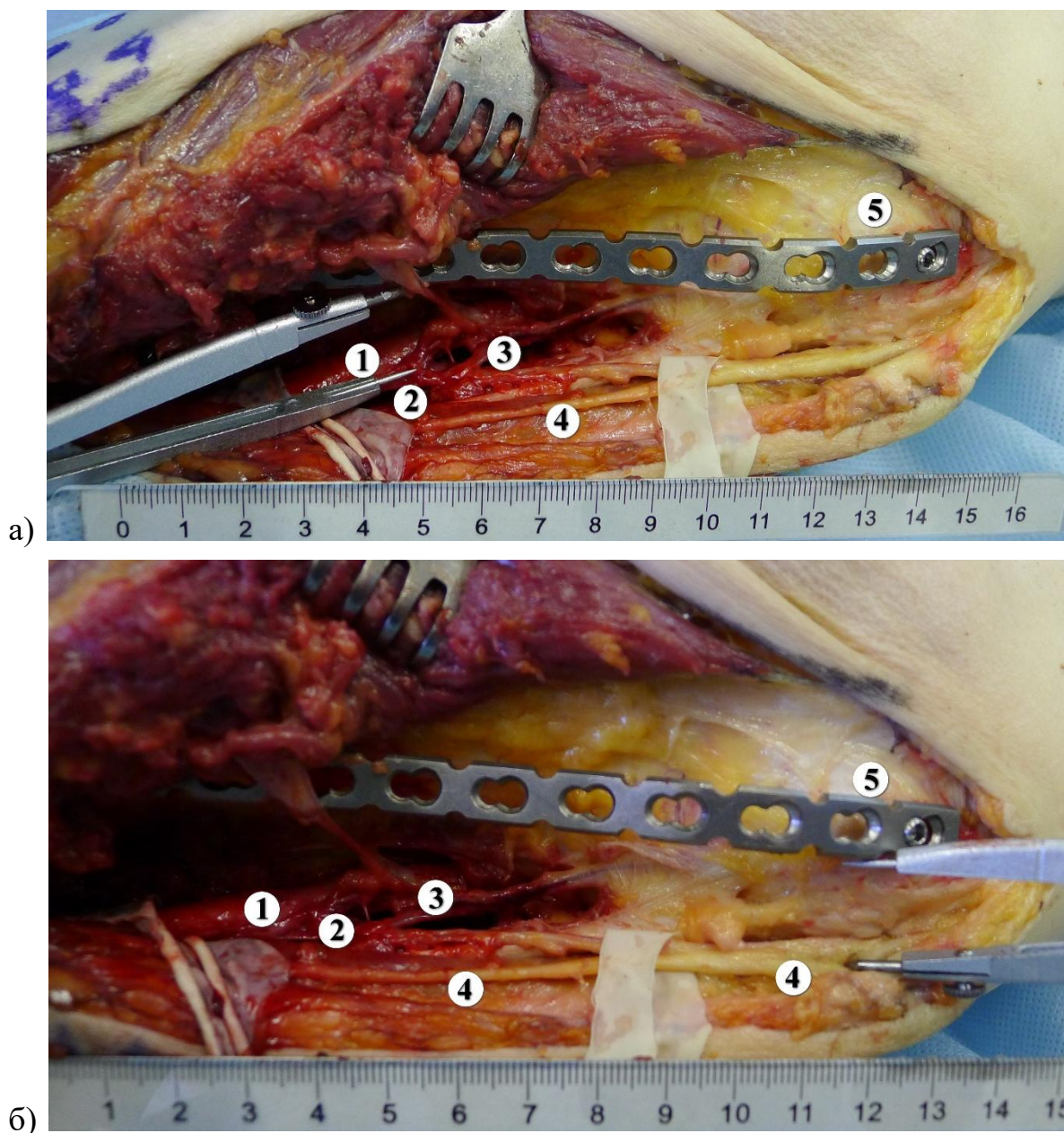


Рис. 3.4. Особенности топографии нисходящей коленной (НКА) и медиальной верхней коленной артерий (МВКА), выделенных на препарате левого бедра (протокол № 7): 1 – бедренная артерия (БА); 2 – НКА в месте отхождения от БА; 3 – МВКА в месте отхождения от БА; 4 – подкожный нерв (n. saphenus):

- а) измерение расстояния от пластины до места отхождения НКА от БА;
- б) измерение расстояния от пластины до НКА на уровне приводящего бугорка на медиальной надмышцелке бедренной кости.

В ходе нашего топографо-анатомического исследования, помимо прикладной топографии описанных выше кровеносных сосудов и нервов, специально изучали также расположение по отношению к установленной пластине большеберцовой коллатеральной связки коленного сустава (БКСКС), которая хорошо видна на представленных фотографиях одного из наших препаратов (рис. 3.5.).

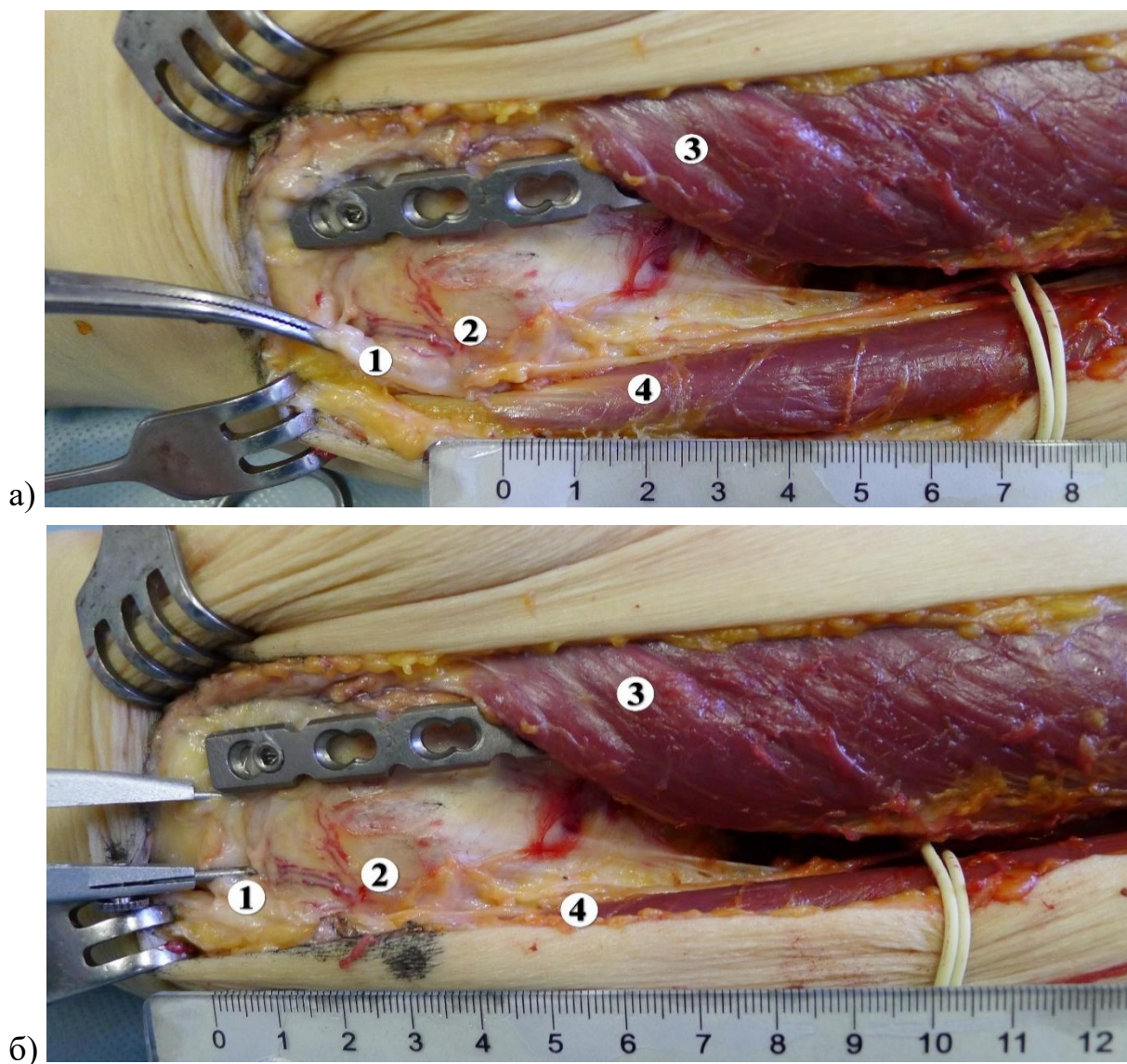


Рис. 3.5. Топография большеберцовой коллатеральной связки коленного сустава (БКСКС), выделенной на препарате правого бедра (протокол № 10): 1 – передний край БКСКС; 2 – веточка медиальной верхней коленной артерии; 3 – медиальная широкая мышца бедра; 4 – большая приводящая мышца бедра:

а) выделенный на препарате передний край БКСКС;

б) измерение расстояния от пластины до переднего края БКСКС.

Повреждение БКСКС в ходе установки медиальной пластины является нежелательным, так как может приводить к выраженному болевому синдрому в послеоперационном периоде, а в крайних случаях – даже к нестабильности коленного сустава. Однако риск такого повреждения при соблюдении предложенной нами технологии малоинвазивного накостного остеосинтеза, по сути, ничтожен. Дело в том, что большеберцовая коллатеральная связка коленного сустава, выделенная на одном из наших препаратов (рис. 3.5а.), хорошо визуализируется из дистального мини-доступа. При этом на всех 16 изученных препаратах дистальный конец экспериментально установленной пластины всегда находился спереди от нее (рис. 3.5б.) на расстоянии от 11 до 14 мм (среднее значение – $12,4 \pm 1,1$ мм).

Еще одним важным направлением проведенного нами прикладного топографо-анатомического исследования была отработка на нефиксированном анатомическом материале действий и приемов, направленных на повышение безопасности разработанного нами нового способа накостного остеосинтеза при нестабильных переломах дистального отдела бедренной кости.

К таковым, на наш взгляд, следует отнести, прежде всего, предварительное (на этапе предоперационного планирования) моделирование пластины с использованием соразмерной пластиковой модели соответствующей поврежденной бедренной кости (правой или левой). Правильный изгиб пластины в ее дистальном (нижнем) отделе, прилежащем после установки к медиальному надмыщелку бедренной кости, имеет большое практическое значение. За счет этого изгиба удастся лучше адаптировать всю пластину к сложной форме дистального отдела бедренной кости, а также провести ее строго эпипериостально – над самой надкостницей. Это позволяет, прежде всего, избежать повреждений мышечных ветвей бедренной артерии и вены к медиальной и промежуточной широкой мышцам бедра, которые проходят в толще четырехглавой мышцы бедра на расстоянии в несколько миллиметров от надкостницы бедренной кости. Кроме того, более близкое расположение пластины к механической оси бедренной кости за счет ее эпипериостального позиционирования улучшает стабильность фиксации костных отломков после проведения фиксирующих винтов.

Второй важный прием, повышающий безопасность предложенной операции, целесообразно использовать непосредственно перед фиксацией поведенной пластины винтами. Он заключается в использовании ретрактора (специального широкого хирургического крючка) для защиты и отведения кзади основного сосудисто-нервного пучка бедра. Такой прием следует выполнять при проведении фиксирующих пластину винтов, вводя ретрактор поочередно в оба хирургических мини-доступа (в дистальный и в проксимальный). В наших наблюдениях на нефиксированном анатомическом материале этот прием позволял сдвинуть кзади бедренную артерию, бедренную вену и подкожный нерв (n. saphenus) на 15 – 20 мм, что, на наш взгляд, существенно снижало вероятность повреждения указанных анатомических структур в процессе проведения фиксирующих винтов.

Еще одним сберегательным приемом, отработанным в ходе выполнения нашего прикладного топографо-анатомического исследования, являлась визуализация из двух использованных хирургических мини-доступов важных анатомических структур, которые, благодаря этому, удавалось сохранить. В частности, при выполнении дистального мини-доступа обращали внимание на позиционирование пластины достаточно кпереди, чтобы избежать ее контакта и возможного повреждения большеберцовой коллатеральной связки коленного сустава и проходящей вдоль ее переднего края небольшой веточки медиальной верхней коленной артерии. Эти структуры после соответствующего препарирования хорошо видны на ранее представленной фотографии одного из наших препаратов (рис. 3.5а, б.). При этом не возникало сомнений в том, что эти анатомические образования, после уточнения их топографии, возможно хорошо рассмотреть также из дистального мини-доступа, выполненного в ходе операции в клинике.

В ходе выполнения проксимального мини-доступа следует обращать внимание на сохранение мышечных ветвей бедренной артерии и вены, направляющихся к промежуточной широкой мышце бедра, когда брюшко этой мышцы необходимо отделить от медиальной широкой мышцы бедра, углубляя доступ по направлению к надкостнице бедренной кости. По нашему мнению, это также вполне выполнимо, благодаря достаточной визуализации операционного поля в глубине раны.

В ходе препарирования и изучения позиционирования медиальной фиксирующей пластины на 16 изученных препаратах нижних конечностей нами был отмечен еще один важный момент. Так, при оценке расположения установленной пластины относительно дистальной половины бедренной кости было отмечено, что она проходит не строго в пределах одной только медиальной поверхности бедренной кости и прилежит к разным ее сторонам. В частности, пластина находится дистальной своей частью на медиальной стороне бедренной кости, а проксимальной частью – на переднемедиальной стороне этой кости. При этом фиксирующие медиальную пластину винты проходят в направлениях изнутри кнаружи и сверху вниз под углом к плоскости проведения винтов, которыми обычно фиксируют вторую – латеральную пластину. На наш взгляд, это создает дополнительные возможности для повышения стабильности остеосинтеза при оскольчатых переломах дистального отдела бедренной кости и, кроме того, расширяет возможности фиксации промежуточных фрагментов в области такого перелома, находящихся в плоскости проведения винтов.

В целом, проведенное нами прикладное топографо-анатомическое исследование позволило сделать обоснованный вывод о возможности безопасной установки и фиксации из двух мини-доступов дополнительной медиальной пластины в нижней половине бедра по предложенному способу при условии соблюдения разработанной техники операции малоинвазивного накостного остеосинтеза у пациентов с оскольчатыми нестабильными переломами дистального отдела бедренной кости. В ходе этого исследования были также отработаны на нефиксированном анатомическом материале ряд приемов, повышающих безопасность таких операций, которые затем были успешно применены в клинике.

3.3. Обсуждение полученных результатов.

Бедренная кость, как известно, является эксцентрично нагружаемой костью, что во многом определяет биомеханические особенности остеосинтеза при ее переломах. Прежде всего, это касается проксимального и дистального ее отделов. Если теоретические и практические вопросы биомеханики остеосинтеза различ-

ных переломов проксимального отдела бедренной кости во многом разработаны и решены, то в проблеме фиксации оскольчатых переломов ДОБК остается много нерешенных вопросов. Большое количество осложнений и неудовлетворительных исходов лечения у пострадавших с такими травмами обусловлено тем, что при многооскольчатых переломах (типы 33-A3, 33-C2, 33-C3 по классификации АО/ASIF) традиционная операция остеосинтеза только одной пластиной, расположенной по латеральной стороне бедренной кости, оказывается недостаточной в плане обеспечения необходимых условий для сращения перелома в связи с утратой медиальной стабильности поврежденной кости [45, 117]. Указанное положение особенно важно с учетом того, что из-за несовпадения анатомической и механической осей бедренной кости большая часть осевой нагрузки приходится на ее медиальный мышцелок.

С учетом сказанного и по аналогии с другими эксцентрично нагружаемыми сегментами длинных костей конечностей нами была выдвинута гипотеза о целесообразности использования двухколонной модели строения ДОБК при фиксации переломов обсуждаемой локализации с наличием медиальной нестабильности. Согласно этой теории, перспективным путем решения этой проблемы нам представляется двусторонняя фиксация при многооскольчатых переломах ДОБК, осуществляемая двумя пластинами, установленными по латеральной и по медиальной сторонам бедренной кости.

Следует отметить, что в современной научной литературе имеются лишь единичные публикации, посвященные разработке методик остеосинтеза, способных обеспечить медиальную стабильность при нестабильных переломах ДОБК [44, 78, 126]. Недостаток сведений о сравнительной эффективности фиксации многооскольчатых переломов рассматриваемой локализации только латеральной или двумя пластинами послужил основанием для проведения собственного экспериментального биомеханического исследования двух моделей перелома ДОБК с метафизарным дефектом, различающихся по методам фиксации.

Собственные экспериментальные данные наряду с результатами анализа специальной литературы и с учетом особенностей анатомического строения

ДОБК позволили сформулировать описанную во второй главе настоящего диссертационного исследования двухколонную модель строения ДОБК применительно к операциям остеосинтеза при переломах в этой анатомической области. Согласно этой теории, представляется целесообразным выделение в дистальном отделе бедренной кости двух колонн: латеральной и медиальной. Следовательно, разрушение каждой из них при соответствующих переломах требует отдельной фиксации пластинами, установленными соответственно по латеральному и по медиальному краям бедренной кости. Возможность практической реализации двусторонней фиксации нестабильных переломов ДОБК в техническом плане, а также безопасность малоинвазивной накостной фиксации медиальной колонны бедренной кости в отношении повреждения клинически значимых анатомических образований были изучены в ходе проведенного нами прикладного топографо-анатомического исследования.

Полученные результаты проведенного нами экспериментального биомеханического исследования убедительно свидетельствуют о том, что наличие или отсутствие медиальной опоры после остеосинтеза играет важную роль для обеспечения надежной стабильности при многооскольчатых переломах рассматриваемой локализации, приводящих к ее потере. На наш взгляд, важность наличия медиальной опоры для полноценного обеспечения опорной функции во многом определяется анатомией ДОБК. Из-за несовпадения анатомической и механической осей бедренной кости большая часть нагрузки приходится на медиальный ее мышечек. С учетом сказанного, при многооскольчатых переломах ДОБК при осевой нагрузке концентрация сил растяжения происходит по латеральной стороне, а сил сжатия – по медиальной стороне этой кости.

Пластина для остеосинтеза переломов рассматриваемой локализации, традиционно имплантируемая по латеральной стороне бедренной кости, нейтрализуя силы растяжения, однако силам сжатия по медиальной ее стороне она противостоит лишь незначительно. Это приводит к избыточной подвижности в зоне перелома, которая препятствует сращению и может явиться причиной несостоятельности фиксации, которая приводит в клинической практике к замедленной консо-

лидации перелома или формированию ложного сустава. Наличие рисков таких осложнений освещено в специальной литературе, а также подтверждается результатами нашего биомеханического эксперимента [68].

Необходимо отметить, что на современном этапе развития оперативной травматологии при переломах длинных костей в местах, характеризующихся неравномерным распределением функциональной нагрузки, особое внимание уделяется полноценному обеспечению стабильности костных отломков в ходе операций остеосинтеза. Поэтому наряду с общепринятыми методиками остеосинтеза, выбор которых основан на традиционных классификациях, в последние годы все чаще в дополнение к традиционным используются классификации, разделяющие поврежденный сегмент на несколько колонн, несущих функциональные нагрузки. Такое разделение во многом условно, однако позволяет более рационально планировать операции остеосинтеза, так как ориентирует хирургов на достижение стабильной фиксации переломов с восстановлением важных в функциональном отношении колонн.

Результаты проведенного нами экспериментального биомеханического исследования на моделях оскольчатого перелома ДОБК типа 33-C2 по классификации AO/ASIF с отсутствием медиальной стабильности убедительно показали, что традиционно применяемая система с латеральной фиксацией такого перелома обеспечивает меньшую устойчивость к циклическим осевым нагрузкам в сравнении с аналогичной системой, где перелом фиксирован двумя пластинами – как с латеральной, так и с медиальной стороны.

Проблема качества остеосинтеза при переломах с отсутствием медиальной стабильности не является исключительной для ДОБК и характерна для всех эксцентрично нагружаемых сегментов конечностей. Теоретически одним из наиболее простых вариантов решения этой проблемы мог бы стать переход от накостного к интрамедуллярному остеосинтезу, что значительно сокращает расстояние от оси костного фиксатора до анатомической оси конечности и, соответственно, уменьшает нагрузку на имплантат. В частности, так проблема медиальной стабильности решается при межвертельных переломах бедренной кости с переломом

малого вертела. В подобных случаях интрамедуллярный фиксатор гамма-конфигурации обеспечивает значительно большую стабильность в сравнении с наkostными фиксаторами [99].

Сходная ситуация имеет место при переломах проксимального отдела плечевой кости [79]. Однако обеспечение медиальной стабильности при переломах костей верхней конечности менее актуально вследствие отсутствия воздействия на них осевой нагрузки при стоянии и ходьбе. Особенностью ДОБК является относительно небольшое количество мягких тканей, окружающих коленный сустав. При этом функциональная значимость коленного сустава достаточно велика, а нарушение его функций в значительной степени влияет на качество жизни. Именно поэтому при переломах ДОБК считаются необходимыми тщательное восстановление нормальной анатомии суставной поверхности и восстановление механической оси бедренной кости.

В то же время, нельзя не учитывать биологические аспекты остеосинтеза, так как большинство оскольчатых переломов обсуждаемой области носит высокоэнергетический характер. Так, наиболее простое решение проблемы отсутствия медиальной стабильности, предполагающее остеосинтез двумя пластинами, в случаях применения традиционных хирургических доступов в области дистального отдела бедра может приводить к чрезмерной хирургической травме и вызывать осложнения, связанные с повреждением мягких тканей.

Следует также отметить, что интрамедуллярный остеосинтез при многооскольчатых переломах ДОБК часто невыполним технически или требует осуществления расширенного хирургического доступа для репозиции суставного компонента перелома, что значительно снижает биологическую ценность этого метода. Теоретически при подобных переломах было бы возможным выполнение остеосинтеза одной медиальной пластиной, но тогда она должна была бы иметь достаточную длину и достигать верхней трети бедренной кости. В этом случае проксимальная ее фиксация являлась бы технически сложной и могла бы привести к повреждению магистральных сосудов бедра.

С учетом сказанного, представляется логичным использованный нами подход, при котором медиальная стабильность в нижней трети диафиза поврежденной бедренной кости достигается путем остеосинтеза двумя пластинами, а травматичность операции снижается за счет малоинвазивной техники их имплантации. При этом отсутствует необходимость применения излишне длинной медиальной пластины. Это позволяет фиксировать проксимальный ее конец на уровне средней трети бедра, а соответствующий хирургический мини-доступ выполнять через межмышечные промежутки между брюшками прямой и медиальной широкой, а глубже – между промежуточной широкой и медиальной широкой мышцами бедра, в которых отсутствуют крупные кровеносные сосуды.

Проведенное нами прикладное топографо-анатомическое исследование позволило обосновать техническую возможность выполнения предложенной нами операции малоинвазивного накостного остеосинтеза, а также ее безопасность в отношении повреждения клинически значимых кровеносных сосудов и нервов бедра. Полученные нами данные, суммированные в ранее представленной таблице 3.3., позволяют сделать вывод о том, что при эпипериостальной имплантации предварительно отмоделированной реконструктивной пластины на медиальную поверхность бедренной кости с соблюдением разработанной рациональной хирургической техники предложенного нами способа остеосинтеза значимые анатомические образования в дистальном отделе бедра не должны повреждаться. Все они располагаются на достаточно безопасном расстоянии от устанавливаемой пластины и от места выполнения двух хирургических мини-доступов по медиальной поверхности бедра. Например, минимальное расстояние от пластины до бедренных артерии и вены варьирует 16 до 33 мм, а сами указанные сосуды находятся вне зон малоинвазивных хирургических доступов, что практически исключает их повреждение в ходе операции.

В ходе проведенного исследования было также установлено, что ветви бедренной артерии к латеральной широкой мышце бедра отходят кзади от фиксированной на кости пластины и более поверхностно, а значит – не могут быть повреждены при эпипериостальном ее проведении, так же, как и при выполнении двух

описанных выше хирургических доступов. В ходе прикладных топографо-анатомических исследований было также подтверждено, что промежутки между прямой и медиальной широкой мышцами бедра, а также между медиальной и промежуточной широкими мышцами, через которые осуществляли проксимальный доступ к бедренной кости, не содержат крупных кровеносных сосудов и являются безопасными с точки зрения риска их повреждения. Помимо этого, в ходе нашего прикладного топографо-анатомического исследования удалось обосновать и апробировать на нефиксированном анатомическом материале ряд защитных мер и приемов, повышающих безопасность разработанной операции малоинвазивного накостного остеосинтеза.

В целом, проведенные биомеханический эксперимент и прикладное топографо-анатомическое исследование, объединенные единым общим замыслом, позволили сделать вывод о том, что предложенный нами способ малоинвазивного остеосинтеза двумя пластинами при переломах ДОБК обеспечивает достижение более высокой стабильности костных отломков в зоне перелома; он технически реализуем, а его выполнение по разработанной технологии безопасно, так как не связано с высоким риском повреждения значимых анатомических образований бедра в области оперативного вмешательства. Указанные положения определяют, на наш взгляд, перспективность предложенного способа хирургического лечения пациентов с медиально нестабильными переломами ДОБК, а также возможность его клинической апробации, результаты которой отражены в следующих главах нашей диссертационной работы.

ГЛАВА 4

РЕЗУЛЬТАТЫ ЛЕЧЕНИЯ ПАЦИЕНТОВ С НЕСТАБИЛЬНЫМИ ПЕРЕЛОМАМИ ДИСАЛЬНОГО ОТДЕЛА БЕДРЕННОЙ КОСТИ НОВЫМ СПОСОБОМ МАЛОИНВАЗИВНОГО НАКОСТНОГО ОСТЕОСИНТЕЗА

В данной главе представлены и обсуждены результаты клинической части нашего диссертационного исследования. В ходе проведения клинических исследований нами были произведены оценка и анализ динамики ближайших и среднесрочных анатомических и функциональных результатов лечения пациентов первой (основной) клинической группы, оценка и анализ отдаленных анатомических и функциональных результатов лечения пациентов второй клинической группы (сравнения), а также сравнительный анализ полученных данных в двух наших группах и с соответствующими опубликованными данными в профильной научной литературе. При этом особое внимание было уделено наблюдавшимся осложнениям у пациентов сравниваемых клинических групп. Помимо этого, в ходе клинической части нашего исследования были проверены клинической практикой результаты и основные выводы наших биомеханических экспериментов и прикладного топографо-анатомического исследования.

В первую клиническую группу были включены пациенты с оскольчатыми переломами ДОБК (типы 33-А3, 33-С2 и 33-С3 по классификации АО/ASIF), которым был выполнен малоинвазивный наkostный остеосинтез бедренной кости двумя пластинами по предложенному нами способу. Во вторую группу вошли пациенты с аналогичными оскольчатыми переломами ДОБК, которым была выполнена наkostная фиксация отломков по традиционной методике остеосинтеза с применением одной латеральной пластины. В каждую из двух наших клинических групп входило по 20 пациентов. Доли высокоэнергетических травм и политравмы в обеих наших клинических группах были вполне сопоставимы при небольшом превалировании высокоэнергетических повреждений в первой (основной) группе.

4.1. Динамика ближайших и среднесрочных результатов лечения пациентов первой клинической группы.

Функциональные результаты оперативного лечения пациентов первой (основной) группы были оценены в сроки через 6, 9 и 12 месяцев после проведенного хирургического лечения с использованием индивидуальных анкет по шкалам KSS [15, 76] и J. Lysholm [97]. Результаты балльной оценки по шкале KSS приведены в таблице 4.1. Для наглядности красным фоном выделены неудовлетворительные результаты, голубым – удовлетворительные, желтым – хорошие, а зеленым – отличные исходы лечения.

Таблица 4.1.

Баллы пациентов первой группы по шкале KSS в сроки через 6, 9 и 12 месяцев после операций остеосинтеза по поводу переломов ДОБК

№№ пациента	Типы переломов по АО/ASIF	Результаты в разные сроки после операций		
		6 месяцев	9 месяцев	12 месяцев
1	33-C3	34	44	59
2	33-C3	61	77	87
3	33-C3	68	82	90
4	33-C3	54	79	92
5	33-C3	64	79	92
6	33-C3	54	79	87
7	33-A3	53	64	84
8	33-A3	64	78	89
9	33-C2	67	84	95
10	33-A3	76	92	95
11	33-C2	64	79	90
12	33-A3	46	72	83
13	33-A3	83	90	98
14	33-A3	54	65	66
15	33-C2	62	77	93
16	33-A3	54	73	87
17	33-C2	77	93	95
18	33-A3	75	91	92
19	33-A3	71	85	92
20	33-C3	80	91	95
Среднее значение ± отклонение		63,1±12,3	78,7±11,7	88,1±9,6

Фоновые обозначения исходов лечения: красный – неудовлетворительные; голубой – удовлетворительные; желтый – хорошие; зеленый фон – отличные.

Исходя из данных представленной выше таблицы, среднее значение в баллах на сроке наблюдения 6 месяцев от остеосинтеза составило $63,1 \pm 12,3$, при минимальном значении – 34 балла и максимальном – 83 балла. Среднее значение на сроке наблюдения 9 месяцев составило уже $78,7 \pm 11,7$ баллов. При этом минимальное количество набранных пациентом баллов на этом сроке составило 44, а максимальное – 93 балла. При осмотре через один год после оперативного вмешательства минимальное значение баллов, полученных при анкетировании, составило 59, а максимальное – 98 баллов при среднем значении $88,1 \pm 9,6$.

Сведения о количестве пациентов с разными результатами лечения в изученные сроки наблюдения представлены в таблице 4.2.

Таблица 4.2.

Доля отличных, хороших, удовлетворительных и неудовлетворительных результатов в разные сроки наблюдения пациентов первой группы по шкале KSS.

Результаты	Результаты в разные сроки после операций		
	6 месяцев	9 месяцев	12 месяцев
Неудовлетворительные	7 (35%)	1 (5%)	1 (5%)
Удовлетворительные	7 (35%)	2 (10%)	1 (5%)
Хорошие	6 (30%)	11 (55%)	2 (10%)
Отличные	0 (0%)	6 (30%)	16 (80%)
Всего	20 (100%)	20 (100%)	20 (100%)

В срок наблюдения через 6 месяцев после оперативного вмешательства неудовлетворительные результаты лечения при оценке по шкале KSS у пациентов I группы наблюдались в 7 случаях из 20 (35%), удовлетворительные – в 7 случаях из 20 (35%), хорошие результаты были отмечены у 6 пациентов из 20 (30%), отличных результатов не было ни у одного пациента. При анализе индивидуальных анкет, заполненных пациентами при контрольном осмотре на сроке 9 месяцев после операции остеосинтеза ДОБК, получено следующее распределение функциональных результатов: неудовлетворительный результат наблюдался в 1 случае из 20 (5%), удовлетворительные – в 2 случаях из 20 (10%), хорошие результаты были

отмечены у 11 пациентов из 20 (55%), а отличные результаты отмечены в 6 случаях из 20 (30%). Проведенное анкетирование на сроке наблюдения 12 месяцев после оперативного вмешательства, предоставило следующие данные относительно распределения функциональных результатов. Неудовлетворительный результат лечения был отмечен у 1 пациента из 20 наблюдаемых (5%), удовлетворительный – у 1 пациента из 20 (5%), хороший результат наблюдался у 2 пациентов из 20 (10%), а отличный результат был отмечен в подавляющем большинстве случаев – у 16 из 20 наших пациентов (80%).

Динамика увеличения доли хороших и отличных результатов наглядно представлена на диаграмме (рис. 4.1).



Рис. 4.1. Увеличение доли хороших и отличных функциональных результатов у пациентов первой группы с течением времени при оценке по шкале KSS.

Полученные данные свидетельствуют о прогрессивном росте доли хороших и отличных результатов с течением времени. На сроке наблюдения 6 месяцев доля хороших результатов составила 30% от всех изучаемых случаев. На сроке наблюдения 9 месяцев от хирургического вмешательства доля хороших и отличных

результатов составила 85%. Среди пациентов, осмотренных через 12 месяцев после остеосинтеза ДОБК 90% продемонстрировали хорошие и отличные функциональные результаты, при этом у 16 пациентов (80% от всех случаев) был отмечен отличный результат в соответствии со шкалой оценки KSS.

Вторая применявшаяся нами методика оценки функционального результата лечения пациентов первой клинической группы предполагала использование балльной шкалы Lysholm. Анкетирование проводили также на сроках наблюдения 6, 9 и 12 месяцев. Результаты (баллы) пациентов представлены в таблице 4.3.

Таблица 4.3.

Баллы пациентов первой группы по шкале Lysholm в сроки через 6, 9 и 12 месяцев от операций остеосинтеза по поводу переломов ДОБК.

№№ па- циента	Типы переломов по АО/ASIF	Результаты в разные сроки после операций		
		6 месяцев	9 месяцев	12 месяцев
1	33-C3	4	23	43
2	33-C3	59	71	86
3	33-C3	59	76	90
4	33-C3	50	70	86
5	33-C3	37	72	86
6	33-C3	41	64	85
7	33-A3	36	60	73
8	33-A3	46	69	83
9	33-C2	66	80	94
10	33-A3	74	94	100
11	33-C2	52	72	88
12	33-A3	38	55	69
13	33-A3	68	84	100
14	33-A3	37	52	56
15	33-C2	46	65	74
16	33-A3	41	65	85
17	33-C2	65	84	90
18	33-A3	70	85	94
19	33-A3	64	84	90
20	33-C3	63	81	95
Среднее значение ± отклонение		50,8±16,7	70,3±15,6	83,4±14,3

Фоновые обозначения исходов лечения: красный – неудовлетворительные; желтый – удовлетворительные; голубой – хорошие; зеленый фон – отличные.

Из представленных выше данных следует, что среднее значение баллов при оценке по шкале Lysholm на сроке наблюдения 6 месяцев от оперативного вмешательства составило $50,8 \pm 16,7$ балла, при этом минимальное значение составило 4 балла, максимальное – 74 балла. Анкетирование на сроке 9 месяцев от остеосинтеза дало следующие результаты: средний показатель составил $70,3 \pm 15,6$ балла при минимальном значении в 23 балла и максимальном – 94 балла. При контрольном осмотре пациентов через один год после хирургического вмешательства по поводу перелома ДОБК средний балл при оценке функционального результата составил $83,4 \pm 14,3$ балла. Распределение результатов при этом находилось в пределах от минимального значения в 43 балла до максимального в 100 баллов.

На основе приведенных в таблице 4.3. данных необходимо отметить, что на сроке наблюдения 6 месяцев от операции остеосинтеза ДОБК неудовлетворительные результаты лечения согласно шкале оценки Lysholm были зарегистрированы у 15 (75%) пациентов, удовлетворительные – у 5 (25%) пациентов. Ни один пациент на данном сроке наблюдения не показал хороший или отличный функциональный результат. За прошедшие три месяца до следующего контрольного осмотра показатели улучшились. Только у 5 (25%) пациентов отмечены неудовлетворительные результаты, у 10 (50%) пациентов наблюдались удовлетворительные исходы, 4 (20%) пациента показали хороший результат согласно балльной шкале Lysholm, а один (5%) пациент – отличный результат. При осмотре на сроке 12 месяцев после оперативного вмешательства неудовлетворительные результаты были отмечены у 2 (10%) пациентов, удовлетворительные – у 4 (20%) пациентов, хорошие результаты лечения наблюдались в 9 (45%) случаях, а отличные – в 5 (25%) случаях. Соответствующие сведения суммированы в таблице 4.4.

Приведенные в таблице 4.4. данные свидетельствуют о прогрессивном увеличении доли хороших и отличных функциональных результатов с течением времени при оценке по шкале Lysholm. При осмотре через 6 месяцев после оперативного лечения ни один пациент не продемонстрировал хорошие или отличные функциональные результаты.

Доля отличных, хороших, удовлетворительных и неудовлетворительных результатов в разные сроки наблюдения пациентов первой группы по шкале Lysholm.

Результаты	Результаты в разные сроки после операций		
	6 месяцев	9 месяцев	12 месяцев
Неудовлетворительные	15 (75%)	5 (25%)	2 (10%)
Удовлетворительные	5 (25%)	10 (50%)	4 (20%)
Хорошие	0 (0%)	4 (20%)	9 (45%)
Отличные	0 (0%)	1 (5%)	5 (25%)
Всего	20 (100%)	20 (100%)	20 (100%)

Однако еще через 3 месяца, при контрольном осмотре на сроке 9 месяцев после остеосинтеза в 5 (25%) случаях были отмечены хорошие и отличные показатели. На сроке 12 месяцев после оперативного вмешательства у 14 (70%) пациентов функциональные результаты соответствовали хорошим и отличным. Описанная тенденция отражена на диаграмме (рис. 4.2).

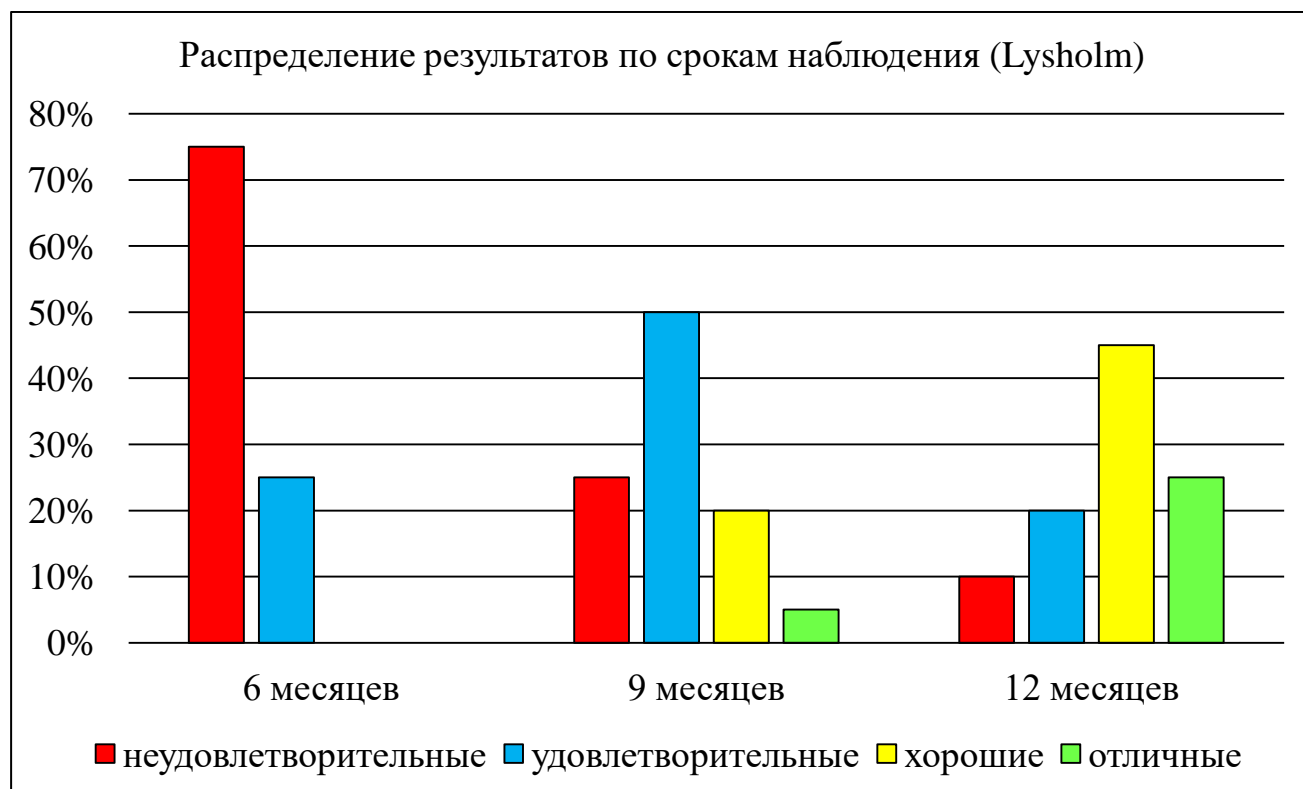


Рис. 4.2. Увеличение доли хороших и отличных функциональных результатов пациентов I группы с течением времени при оценке по шкале Lysholm.

Нами была также изучена и проанализирована динамика изменения балльных показателей за период наблюдения. В таблице 4.5 приведены средние значения баллов при оценке по каждой из шкал, а также указаны границы 95% доверительных интервалов для полученных значений.

Таблица 4.5.

Динамика изменения балльных показателей при оценке функциональных результатов по шкалам KSS и Lysholm пациентов I группы.

Сроки наблюдения	Средний балл ± отклонение	95% доверительный интервал	
		Нижняя граница	Верхняя граница
Шкала KSS			
6 месяцев	63,1±12,3	57,3	68,8
9 месяцев	78,7±11,7	73,2	84,2
12 месяцев	88,1±9,6	83,5	92,6
Шкала Lysholm			
6 месяцев	50,8±16,7	43,0	58,6
9 месяцев	70,3±15,6	63,0	77,6
12 месяцев	83,4±14,3	76,7	90,0

Анализ представленных выше данных свидетельствует о статистически достоверном ($p < 0,01$) увеличении балльного показателя отражающего функциональный результат у пациентов I группы по шкалам KSS и Lysholm с течением времени. При оценке по шкале KSS за период с 6-го по 9-й месяцы наблюдения баллы увеличивались в среднем на $15,7 \pm 5,0$ балла, а в сроки наблюдения с 9-го по 12-й месяцы изменение составило в среднем $9,4 \pm 5,2$ балла. Сходная тенденция отмечена и при анализе результатов оценки по шкале Lysholm. Изменения в балльном показателе между первым (на сроке 6 месяцев) и вторым (на сроке 9 месяцев) анкетированием в среднем составили $19,5 \pm 4,9$ балла, в то время как между вторым и третьим (на сроке 12 месяцев) – $13,1 \pm 4,9$ балла. Улучшение результатов лечения пациентов первой группы в сроки от 6 до 9 месяцев с момента операции связано с возможностью более активного реабилитационного лечения с обеспечением нагрузки на поврежденную нижнюю конечность на фоне состоявшейся консолидации перелома.

Необходимо отметить, что неудовлетворительный результат у одного пациента (5%) на сроке наблюдения 12 месяцев был связан с развитием поздней перимплантной инфекции, потребовавшей удаления металлоконструкций. На фоне данного инфекционного осложнения у пациента сохранялся болевой синдром, что затрудняло реабилитацию в послеоперационном периоде и, как следствие, привело к недостаточному восстановлению функции коленного сустава оперированной конечности.

Еще у одного пациента (5%) наблюдалась замедленная консолидация перелома с образованием ложного сустава, в связи с чем потребовалось повторное хирургическое вмешательство. В ходе операции пациенту был выполнен реостеосинтез по предлагаемой нами методике с коррекцией положения отломков. С целью стимуляции остеогенеза была произведена аутопластика зоны перелома губчатой костью из гребня подвздошной кости пациента. В результате сращение перелома по данным рентгенографии наступило через 6 месяцев после повторной операции. Неудовлетворительный функциональный результат согласно оценочным шкалам KSS и Lysholm у этого пациента объясняется сохранявшимся болевым синдромом после первичного оперативного вмешательства, что затрудняло реабилитацию и ограничивало функциональную нагрузку на конечность. После повторной операции пациент продолжал ограничивать движения в коленном суставе, что привело к неудовлетворительному функциональному результату в срок через 12 месяцев после первого оперативного вмешательства.

У остальных пациентов нашей первой (основной) клинической группы инфекционных осложнений, несостоятельности фиксации, признаков замедленной консолидации или формирования ложного сустава отмечено не было. По данным контрольной рентгенографии сращение переломов обычно наступало через 14 – 16 недель после операции остеосинтеза по предложенному нами способу.

Как было ранее описано во второй главе нашего диссертационного исследования, пациентам первой клинической группы производили измерения вальгусной деформации в зоне оскольчатых переломов ДОБК по данным контрольных рентгенограмм пациентов сразу после оперативного вмешательства и через 12 месяцев

после остеосинтеза. После этого выполняли расчет разницы полученных показателей. Таким образом оценивали степень прогрессирования вальгусной деформации за весь период наблюдения. Полученные данные представлены в таблице 4.6.

Таблица 4.6.

Показатели анатомического дистального латерального бедренного угла после операции и через 12 месяцев от операции у пациентов первой клинической группы.

№№ пациентов	Типы переломов по АО/ASIF	Угол после операции, °	Угол через 12 месяцев, °	Разность показателей, °
1	33-C3	81	75	6
2	33-C3	82	81	1
3	33-C3	82	78	4
4	33-C3	80	79	1
5	33-C3	83	81	2
6	33-C3	79	77	2
7	33-A3	81	77	4
8	33-A3	82	79	3
9	33-C2	83	82	1
10	33-A3	82	82	0
11	33-C2	84	82	2
12	33-A3	79	78	1
13	33-A3	81	80	1
14	33-A3	78	75	3
15	33-C2	80	80	0
16	33-A3	81	80	1
17	33-C2	79	79	0
18	33-A3	82	81	1
19	33-A3	81	79	2
20	33-C3	82	82	0
Среднее значение ± отклонение		81,1±1,6	79,4±2,2	1,8±1,6

Голубым фоном выделены пациенты с наиболее тяжелыми переломами типа 33-C3 по классификации АО/ASIF.

Из таблицы 4.6. видно, что в большинстве случаев отмечалось прогрессирование вальгусной деформации в зоне перелома. Среднее значение измеряемого угла сразу после операции составило $81,1 \pm 1,6^\circ$, минимальный показатель при

этом был равен 78° , а максимальный – 84° . Через 12 месяцев после хирургического вмешательства среднее значение угла вальгусной деформации составило $79,4 \pm 2,2^\circ$, при этом наименьший показатель был равен 75° , а наибольший – 82° . В среднем разница между измеренными значениями угла на указанных сроках наблюдения составила $1,8 \pm 1,6^\circ$. При этом анатомический дистальный латеральный бедренный угол находился в пределах референсных значений после операции - у 90% пациентов и на конечном сроке наблюдения у 70% пациентов. Изучение динамики деформации не проводилось, так как на сроке 6 месяцев после травмы констатировано сращение перелома у 18 из 20 пациентов.

В наибольшей степени деформация выросла у пациента №1 и составила 6° . Еще у троих наших пациентов прогрессирования вальгусной деформации отмечено не было. Стоит отметить, что у 7 пациентов (35% от всех пациентов) с наиболее тяжелыми переломами ДОБК типа 33-С3 средняя разность в угловых показателях составила $2,4 \pm 1,9^\circ$. Однако, если исключить из расчетов показатели пациента №1, у которого было отмечено развитие периимплантной инфекции, с чем связан неудовлетворительный функциональный исход лечения, то средняя разность в угле вальгусной деформации составит $1,8 \pm 1,2^\circ$.

Далее все пациенты первой клинической группы были разделены на 4 подгруппы в зависимости от выраженности прогрессирования вальгусной деформации с течением времени. В таблице 4.7. представлены данные о количественном составе таких подгрупп пациентов основной клинической группы, а также средние показатели, отражающие прогрессирование вальгусной деформации за весь двенадцатимесячный период наблюдения.

Таблица 4.7.

Распределение пациентов первой клинической группы по подгруппам в зависимости от изменения дистального латерального бедренного угла.

Изученные параметры	Изученные подгруппы пациентов			
	0° , Д ₀	$\leq 2^\circ$, Д ₁	$3 - 4^\circ$, Д ₂	$\geq 5^\circ$, Д ₃
Количество пациентов (из них с 33-С3)	4 (1)	11 (4)	4 (1)	1 (1)
Среднее значение разности углов \pm стандартное отклонение	0	$1,4 \pm 0,5$	$3,5 \pm 0,6$	6

У 4 пациентов (20%) не было отмечено изменения угла вальгусного отклонения оси бедренной кости по отношению к линии, соответствующей плоскости коленного сустава. При этом в данной подгруппе пациентов был 1 пострадавший с наиболее тяжелым типом перелома ДОБК 33-С3 по классификации АО/ASIF. У большинства пациентов (11 пациентов из 20, что составляет 55%) было отмечено минимальное прогрессирование вальгусной деформации, не превышающее 2° . В данную подгруппу вошли 4 пациента с переломом ДОБК типа 33-С3 по классификации АО/ASIF. В подгруппу Д₂ были включены 4 пациента (20%), у которых разница в угловой вальгусной деформации после операции и через один год после остеосинтеза составила от 3° до 4° включительно. Среди них один пациент получал лечение по поводу перелома ДОБК типа 33-С3 по классификации АО/ASIF. Еще у одного пациента (5%) через год после операции остеосинтеза была отмечена вальгусная деформация, превосходящая на 6° деформацию, наблюдавшуюся непосредственно после операции остеосинтеза. Данный пациент был отнесен в подгруппу Д₃, так как прогрессирование деформации составило 5° и более. Необходимо также отметить, что данному пациенту был выполнен остеосинтез по поводу перелома ДОБК типа 33-С3 по классификации АО/ASIF. Таким образом деформация более 2° выявлена только у 25% процентов пациентов исследуемой группы. В большинстве же случаев (75%) деформация либо отсутствовала, либо не превышала 2° .

Следует отметить, что иммобилизация гипсовой повязкой в послеоперационном периоде пациентам нашей первой группы не выполнялась. С первых суток после хирургического вмешательства всем им разрешалась функциональная нагрузка на оперированную конечность с активными движениями в коленном суставе. Частичную осевую нагрузку разрешали через три месяца после остеосинтеза с доведением до полной в течении последующих 1,5 – 2 месяцев.

Приводим клинический пример пациента Б., входящего в нашу первую (основную) клиническую группу.

Пациент Б., 32 лет, поступил в травматологическое отделение с диагнозом: открытый перелом нижней трети правой бедренной кости со смещением отлом-

ков. Травма получена в результате ДТП. При поступлении выполнены рентгенограммы, диагностирован перелом типа 33-C3 по классификации AO/ASIF, по классификации открытых переломов Gustilo-Andersen – перелом второго типа. С целью первичной фиксации перелома наложен стержневой аппарат наружной фиксации, выполнено ПХО раны бедра (рис. 4.3.).



Рис. 4.3. Рентгенограммы пациента Б., 32 лет, в прямой и боковой проекциях в день поступления после наложения аппарата наружной фиксации.

Далее была выполнена операция остеосинтеза ДОБК по предложенной нами методике. В положении пациента на спине с валиком в области коленного сустава поврежденной конечности, после обработки операционного поля растворами антисептиков произведен демонтаж аппарата наружной фиксации, выполнен кожный разрез 10 см по латеральной поверхности правого бедра. Разрез начинался в проекции наружного мыщелка бедренной кости и распространялся проксимально. Послойным рассечением тканей выполнен доступ к ДОБК. Все последующие этапы операции выполнялись под рентгенографическим контролем с помощью электронно-оптического преобразователя. После визуализации перелома, ревизии и идентификации отломков суставной поверхности, выполнена репозиция отломков. Проведены стягивающие спонгиозные винты, часть которых проведена из дополнительных проколов кожи на медиальной стороне бедра. Эпипериостально

проведена мышечковая пластина для ДОБК, по втулке-направителю сверлом формировались каналы для винтов с угловой стабильностью. Установлено 5 винтов. Проксимально в проекции диафизарного конца пластины выполнен доступ разрезом 4 см. Из данного доступа по втулке-направителю сформированы каналы для винтов с угловой стабильностью. Выполнена фиксация 3 винтами.

Далее в связи с оскольчатый характером перелома ДОБК, отсутствием медиальной опоры была установлена реконструктивная пластина по медиальной поверхности бедренной кости. Для этого был выполнен разрез кожи по медиальной поверхности кпереди и на 2 см проксимальнее приводящего бугорка внутреннего мыщелка длиной 3 см. Через данный разрез проведена предварительно отмоделированная реконструктивная пластина, в проекции ее проксимального конца выполнен дополнительный разрез. С использованием втулки-направителя пластина фиксирована 4 винтами с угловой стабильностью.

Затем был выполнен окончательный гемостаз, проверен объем движений в коленном суставе, послойный шов операционных ран. Послеоперационный период протекал без осложнений, выполнялись регулярные перевязки с растворами антисептиков. Выполнены контрольные рентгенограммы (рис. 4.4.). Швы сняты на 10-е сутки после операции остеосинтеза. Гипсовая иммобилизация не применялась. Пациенту через одни сутки после вмешательства были разрешены функциональная нагрузка на правую нижнюю конечность и активные движения в коленном суставе без осевой нагрузки.



Рис. 4.4. Рентгенограммы пациента Б., 32 лет в прямой и боковой проекциях после выполнения операции остеосинтеза.

Частичная осевая нагрузка на прооперированную нижнюю конечность была разрешена пациенту через 3 месяца после операции остеосинтеза с доведением ее до полной в течении последующих 1,5 месяцев. После выписки из стационара контрольные осмотры пациента были проведены в сроки через 6, 9 и 12 месяцев после выполненного оперативного вмешательства (рис. 4.5 – 4.7). При этом при оценке контрольных рентгенограмм в динамике отмечали признаки консолидации перелома ДОБК. Постепенное формирование костной мозоли в области переломов отчетливо прослеживается на представленных рентгенограммах в разные сроки наблюдения (рис. 4.5. – 4.7). Помимо этого, во время контрольных осмотров отмечали также прогрессивное улучшение функциональных результатов и субъективного восприятия пациентом функции коленного сустава на поврежденной нижней конечности.

По данным анкетирования обсуждаемого пациента в срок через 12 месяцев после проведенной операции остеосинтеза по предложенному нами способу был отмечен отличный функциональный результат по шкале KSS – 90 баллов, и хороший результат по шкале Lysholm – 90 баллов. При этом количество набранных пациентом баллов по шкале Lysholm находилось на верхней границе балльного интервала, соответствующего хорошим результатам для данной шкалы.

Помимо этого, у пациента Б., 32 лет, нами была выполнена сравнительная оценка рентгенограмм бедра в прямой проекции сразу после операции остеосинтеза и через 12 месяцев после ее проведения с целью определения анатомического дистального латерального бедренного угла (рис. 4.7.). В результате было установлено, что на обеих рентгенограммах соответствующий угол был равен 82° и не изменился на протяжении года наблюдения после проведенного оперативного лечения, несмотря на оскольчатый характер перелома ДОБК (тип 33-С3 по классификации АО/ASIF). Такой успешный результат проведенного хирургического лечения был достигнут, на наш взгляд, благодаря применению предложенного нами способа малоинвазивного накостного остеосинтеза двумя пластинами, установленными по медиальной и по латеральной поверхностям поврежденной бедренной кости.

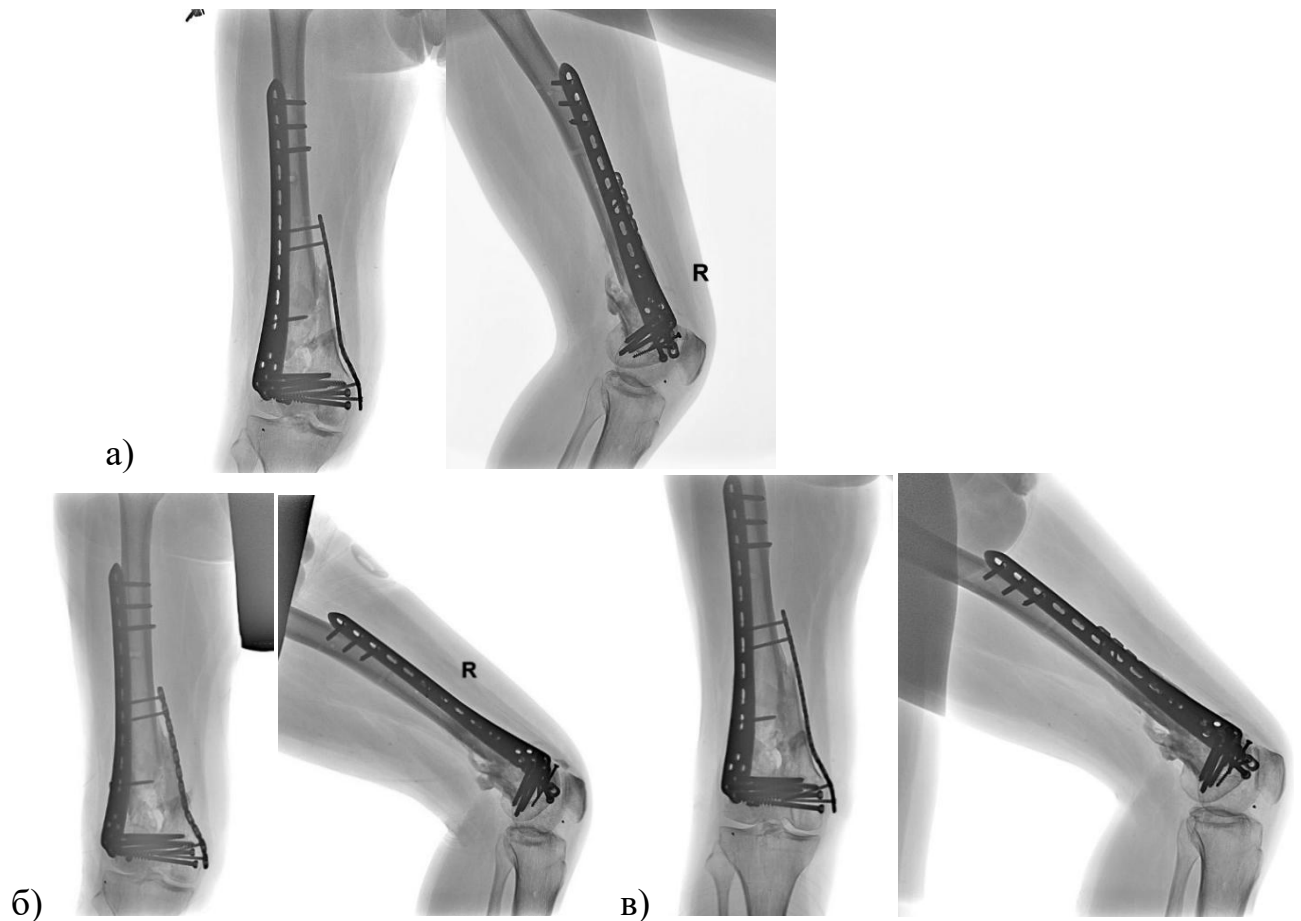


Рис. 4.5. Рентгенограммы пациента Б., 32 лет, в прямой и боковой проекциях: а) через 6 месяцев после выполнения операции остеосинтеза; б) через 9 месяцев после выполнения операции остеосинтеза; в) через 12 месяцев после выполнения операции остеосинтеза.



Рис. 4.6. Внешний вид и функция коленного сустава пациента Б., 32 лет, через 12 месяцев после оперативного вмешательства: а) активное сгибание в коленном суставе; б) активное разгибание в коленном суставе; в) внешний вид оперированной конечности.

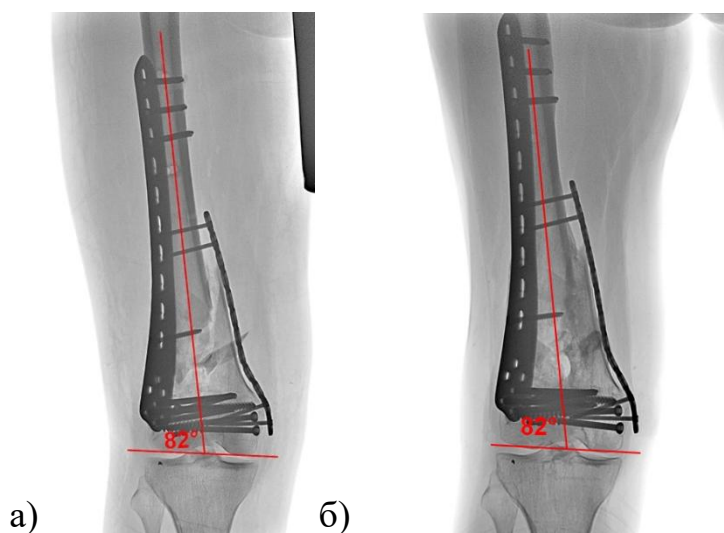


Рис. 4.7. Отсутствие прогрессирования вальгусной деформации у пациента Б., 32 лет, по результатам измерения дистального латерального бедренного угла: а) после операции; б) через 12 месяцев после вмешательства.

В представленном клиническом примере, несмотря на высокоэнергетический характер травмы, оскольчатый характер перелома и утрату медиальной опоры, предложенный нами способ малоинвазивного остеосинтеза позволил добиться восстановления корректных анатомических взаимоотношений в коленном суставе, а также обеспечил стабильную фиксацию костных отломков, что позволило пациенту на следующий день после оперативного вмешательства приступить к функциональной суставной реабилитации. Применение малотравматичной хирургической техники способствовало минимизации нарушения местного кровообращения и не приводило к скелетированию костных фрагментов, что повлияло на успешное сращение перелома. Высокая устойчивость установленных внутренних фиксаторов к осевой циклической нагрузке позволила избежать нарастания вальгусной деформации в зоне перелома с течением времени, что способствовало скорейшему восстановлению функции поврежденной конечности и возвращению пациента к привычному образу жизни.

4.2. Оценка отдаленных исходов лечения пациентов второй группы.

С целью дальнейшего сравнения с функциональными результатами лечения пациентов нашей первой группы была произведена ретроспективная оценка исходов лечения пациентов, включенный во вторую группу (сравнения). Входящие в эту клиническую группу пациенты проходили индивидуальное анкетирование для оценки отдаленных функциональных исходов хирургического лечения оскольчатых переломов ДОБК в сроки от 2 до 5 лет после операций остеосинтеза. Оценку, как и в первой клинической группе, производили с использованием балльных оценочных шкал KSS и Lysholm. Полученные результаты представлены в таблице 4.8.

Опираясь на данные, приведенные в этой таблице, нами были рассчитаны средние показатели баллов, набранных пациентами. Среднее значение при балльной оценке по шкале KSS отдаленных результатов лечения пациентов с переломами ДОБК составило $83,7 \pm 12,0$ балла. Минимальный показатель при этом был 43 балла, максимальный – 93 балла. Среднее значение при оценке по шкале Lysholm составило $82,6 \pm 15,7$ балла. Минимально при этом пациентом было набрано 43 балла, а максимальный результат составил 99 баллов.

При анализе результатов балльной оценки было отмечено, что по оценочным критериям шкалы KSS у 2 (10%) пациентов из 20 функциональный результат оказался неудовлетворительным, в 1 (5%) случаях из 20, включенных в исследование, отмечен удовлетворительный результат, 4 (20%) пациента из 20 продемонстрировали хороший функциональный результат, и баллы 13 (65%) пациентов из 20 соответствовали отличному функциональному результату по шкале KSS.

Анализ данных, полученных при оценке исходов лечения пациентов второй клинической группы по шкале Lysholm показал сходные результаты. В частности, неудовлетворительным был признан результат у 2 (10%) из 20 пациентов, удовлетворительный результат показали 4 (20%) пациентов, хороший результат был отмечен у 7 (35%) из 20 пациентов, и 7 (35%) пациентов продемонстрировали отличный функциональный результат. Представленная ниже таблица 4.9. объединяет в себе все эти данные и содержит сведения о долях пациентов с различными результатами по двум использованным оценочным шкалам.

Таблица 4.8.

Баллы пациентов второй группы по шкалам KSS и Lysholm при осмотре в отдаленном периоде после операций остеосинтеза по поводу переломов ДОБК.

№№ пациента	Типы переломов по АО/ASIF	KSS	Lysholm
1	33-C3	90	88
2	33-A3	93	92
3	33-C2	82	78
4	33-C3	88	89
5	33-A3	93	99
6	33-A3	90	99
7	33-A3	87	94
8	33-C2	90	95
9	33-C2	91	91
10	33-A3	88	86
11	33-C2	66	67
12	33-A3	78	73
13	33-A3	92	91
14	33-C3	84	84
15	33-A3	87	88
16	33-A3	63	43
17	33-A3	90	86
18	33-A3	88	86
19	33-A3	83	79
20	33-A3	43	43
Среднее значение ± отклонение		83,7±12,0	82,6±15,7

Фоновые обозначения исходов лечения: красный – неудовлетворительные; желтый – удовлетворительные; голубой – хорошие; зеленый фон – отличные.

Таблица 4.9.

Функциональные результаты лечения пациентов второй группы (сравнения).

Результаты	Оценочная шкала	
	KSS	Lysholm
Неудовлетворительные	2 (10%)	2 (10%)
Удовлетворительные	1 (5%)	4 (20%)
Хорошие	4 (20%)	7 (35%)
Отличные	13 (65%)	7 (35%)
Всего	20 (100%)	20 (100%)

Таким образом, среди пациентов нашей второй группы при оценке по шкале KSS хорошие и отличные результаты наблюдались у 85% пациентов (16 случаев), а при оценке по шкале Lysholm хорошие и отличные результаты были отмечены в 70% случаев (14 пациентов). Представленная ниже диаграмма (рис. 4.8.) наглядно демонстрирует данные, представленные ранее в таблице 4.9.

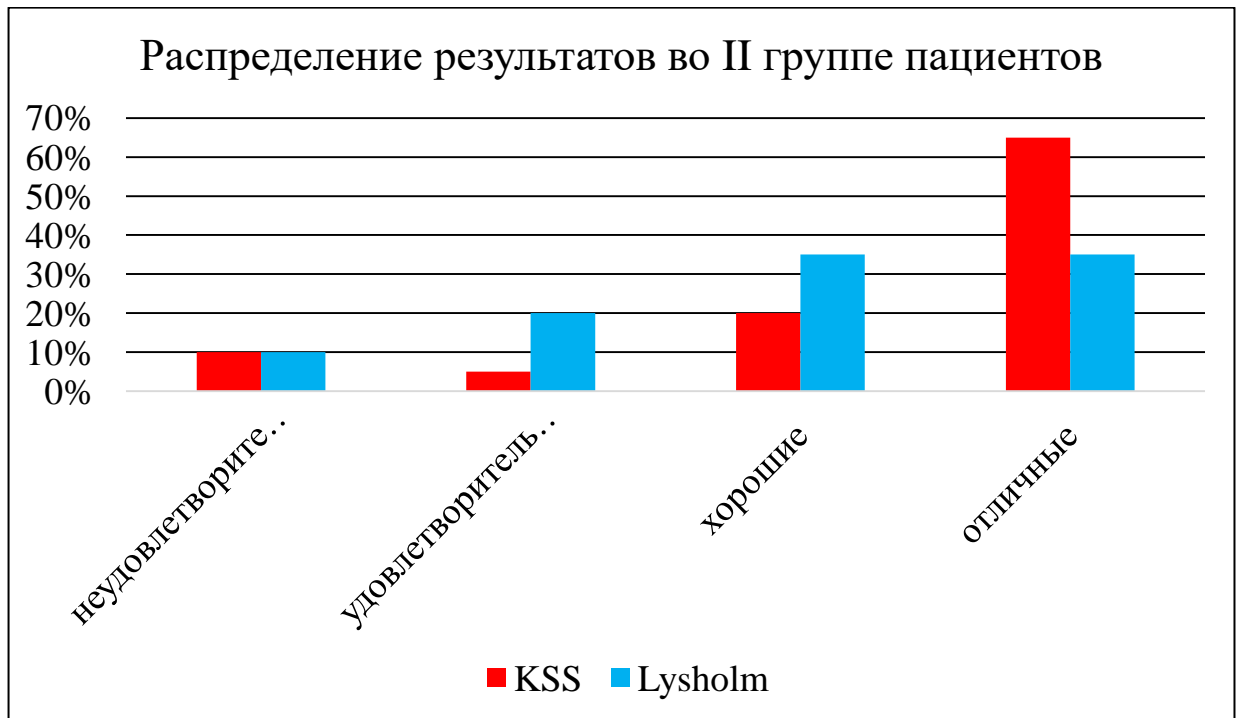


Рис. 4.8. Диаграмма распределения отдаленных функциональных результатов хирургического лечения пациентов второй группы (сравнения).

Обобщенные данные оценки отдаленных функциональных результатов пациентов второй клинической группы на основе шкал KSS и Lysholm представлены в таблице 4.10. Приведены средние значения баллов, а также границы 95% доверительных интервалов.

Таблица 4.10.

Средние результаты пациентов II группы при оценке по шкалам KSS и Lysholm.

Шкала	Средний балл ± отклонение	95% доверительный интервал	
		Нижняя граница	Верхняя граница
KSS	83,7±12,0	78,0	89,3
Lysholm	82,6±15,7	75,2	89,9

Необходимо отметить, что у пациентов нашей второй клинической группы также были проведены измерения дистального латерального бедренного угла и оценены степени его изменения по аналогии с пациентами первой (основной) клинической группы. Данные выполненных измерений на рентгенограммах пациентов представлены ниже в таблице 4.11.

Таблица 4.11.

Показатели анатомического дистального латерального бедренного угла после операции и в отдаленные сроки после операций у пациентов второй клинической группы.

№№ пациентов	Типы переломов по АО/ASIF	Угол после операции, °	Угол через 12 месяцев, °	Разность показателей, °
1	33-C3	82	76	6
2	33-A3	81	77	4
3	33-C2	84	82	2
4	33-C3	84	78	6
5	33-A3	81	78	3
6	33-A3	82	80	2
7	33-A3	83	81	2
8	33-C2	82	77	5
9	33-C2	82	81	1
10	33-A3	79	75	4
11	33-C2	84	78	6
12	33-A3	79	79	0
13	33-A3	82	80	2
14	33-C3	80	76	4
15	33-A3	80	80	0
16	33-A3	80	77	3
17	33-A3	81	78	3
18	33-A3	81	81	0
19	33-A3	83	78	5
20	33-A3	78	75	3
Среднее значение ± отклонение		81,4±1,7	78,4±2,1	3,1±2,0

Голубым фоном выделены пациенты с наиболее тяжелыми переломами типа 33-C3 по классификации АО/ASIF.

Как следует из таблицы 4.11., отсутствие изменения дистального латерального бедренного угла было отмечено только в 3 (15%) случаях. Среднее значение измеряемого угла сразу после операции составило $81,4 \pm 1,7^\circ$, минимальный показатель при этом был равен 78° , а максимальный – 84° . По данным рентгенограмм, выполненных при оценке отдаленных функциональных результатов, среднее значение дистального латерального бедренного угла составило $78,4 \pm 2,1^\circ$, при этом наименьший показатель составил 75° , а наибольший – 82° . В среднем разница между измеренными значениями угла оказалась равна $3,1 \pm 2,0^\circ$. Наибольшая степень прогрессирования вальгусной деформации была равна 6° и наблюдалась у 3 пациентов (№№ 1, 4 и 11). У 3 пациентов с наиболее тяжелым типом перелома ДОБК (33-С3 по классификации АО/ASIF) средняя разница изучаемых показателей составила $5,3 \pm 1,2^\circ$.

Аналогично первой клинической группе, пациенты группы сравнения были разделены на 4 подгруппы в зависимости от величины разности в показателях дистального латерального бедренного угла сразу после операции и на отдаленных сроках наблюдения по данным контрольных рентгенограмм. Эти данные представлены в таблице 4.12.

Таблица 4.12.

Распределение пациентов второй клинической группы по подгруппам в зависимости от изменения дистального латерального бедренного угла.

Параметр/Подгруппа	0° , Д ₀	$\leq 2^\circ$, Д ₁	$3 - 4^\circ$, Д ₂	$\geq 5^\circ$, Д ₃
Количество пациентов (из них с 33-С3)	3 (0)	5 (0)	7 (1)	5 (2)
Среднее значение разности углов \pm стандартное отклонение	0	$1,8 \pm 0,4$	$3,4 \pm 0,5$	$5,6 \pm 0,5$

У 3 (15%) пациентов, вошедших в подгруппу Д₀, не было отмечено прогрессирования вальгусной деформации по данным контрольных рентгенограмм. Изменение измеряемого показателя на 2° и менее было отмечено у 5 (25%) пациентов подгруппы Д₁. У значительной части пациентов (35%, 7 пациентов) было зафиксиро-

ровано прогрессированием вальгусной деформации на $3^\circ - 4^\circ$. Все они были включены в подгруппу D_2 . Еще у 5 (25%) пациентов разница между измеряемыми углами по данным сравниваемых рентгенограмм составила 5° и более. Следует отметить, что пациенты с наиболее тяжелыми типами переломов ДОБК (33-C3 по классификации AO/ASIF) вошли в подгруппы D_2 и D_3 , 1 (5%) и 2 (10%) пациента соответственно. Таким образом во второй клинической группе у 60% пациентов констатировано существенное изменение дистального латерального бедренного угла с течением времени. При этом только у 40% пациентов эта разница не превышала 2° .

Для иллюстрации описанных выше результатов измерений изменения дистального латерального бедренного угла приводим клинический пример пациента У., 47 лет, у которого было отмечено выраженное прогрессирование данного показателя с момента операции до контрольного осмотра в срок через 2 года после остеосинтеза.

Пациент У., 47 лет, получил травму в результате падения с высоты более 1,5 метров. В результате проведенного обследования в стационаре был диагностирован закрытый оскольчатый перелом ДОБК со смещением отломков (тип 33-C2 по классификации AO/ASIF). Произведена временная иммобилизация аппаратом наружной фиксации. На 6-е сутки от травмы пациенту был выполнен малоинвазивный остеосинтез опорной мышечной пластиной расположенной по латеральной поверхности правой бедренной кости. Фиксация суставного компонента перелома была произведена стягивающим винтом, проведенным вне пластины. Послеоперационный период протекал без осложнений, раны зажили первичным натяжением. Через сутки после оперативного вмешательства пациенту были разрешены активные движения в правом коленном суставе без осевой нагрузки на оперированную конечность. Выполнялись этапные контрольные рентгенограммы. Через 3 месяца от травмы пациенту была разрешена ходьба с частичной опорой на правую нижнюю конечность с доведением до полной нагрузки в течение месяца. Сращение перелома по контрольным рентгенограммам констатировано через 4,5 месяца.

Дистальный латеральный бедренный угол по контрольным рентгенограммам, выполненным на следующий день после операции остеосинтеза, составил у этого пациента 84° (рис. 4.9а.). Однако через 2 года этот показатель был измерен повторно и составил уже 78° (рис. 4.9б.). Таким образом, разница, отражающая степень прогрессирования вальгусной деформации за этот период времени, составила 6° .

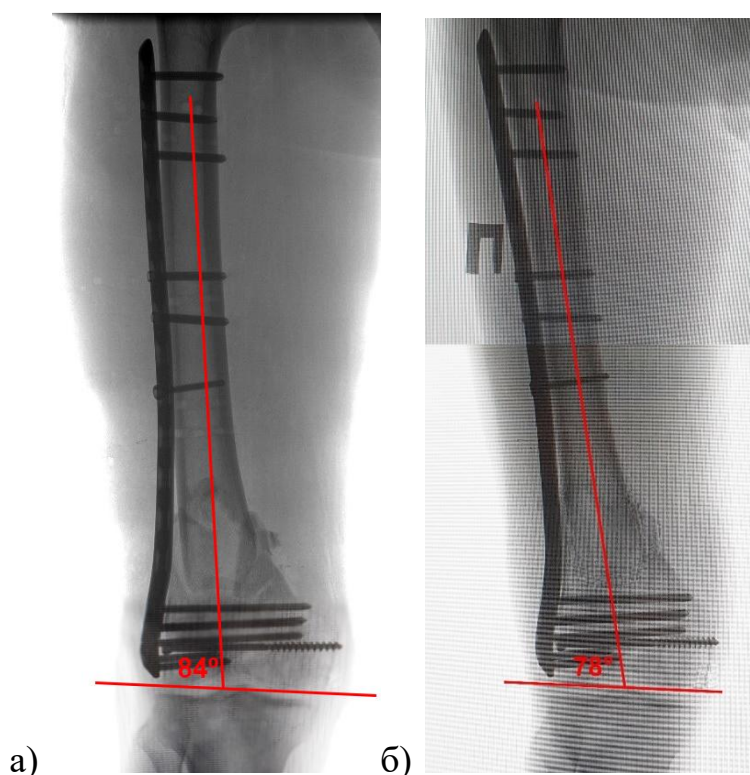


Рис. 4.9. Значительные изменения дистального латерального бедренного угла в зоне перелома (33-C3 по классификации AO/ASIF) у пациента У., 47 лет, по данным контрольных рентгенограмм: а) через день после оперативного лечения; б) через 2 года после операции.

Во второй клинической группе одному пациенту (5%) потребовалось повторное хирургическое вмешательство в срок через 7 месяцев после операции остеосинтеза в связи формированием ложного сустава ДОБК. Ему был выполнен ревизионный остеосинтез с пластикой зоны перелома свободным некрвоснабжаемым костным ауто трансплантатом из гребня подвздошной кости. С целью обеспечения большей стабильности костных отломков в зоне перелома и создания для них надежной медиальной опоры в ходе повторной операции было принято

решение дополнить существующую фиксацию одной латеральной пластиной установкой дополнительной медиальной пластины. При этом консолидация перелома была зафиксирована по данным контрольных рентгенограмм через 6 месяцев после операции реостеосинтеза.

Неудовлетворительные функциональные результаты были отмечены у двух пациентов из второй клинической группы. Низкие цифры балльной оценки функциональных показателей у них можно объяснить значительно сниженной двигательной активностью пациентов до травмы, что существенно осложняло их реабилитацию. У 4 пациентов старческого возраста в соответствии с оценкой по шкалам KSS и Lysholm нами был отмечен удовлетворительный результат. Низкие балльные показатели у них объясняются, на наш взгляд, не только возрастом, но и наличием сопутствующей патологии, в связи с чем на фоне полученной травмы эти пациенты были вынуждены уменьшить привычный уровень двигательной активности, что сказалось на функциональных показателях и, соответственно, исходах лечения. Инфекционных осложнений или несостоятельности фиксации у остальных пациентов нашей второй группы отмечено не было.

4.3. Сравнительный анализ исходов лечения пациентов в изученных клинических группах.

Переломы ДОБК встречаются редко [57, 87, 100, 120], в связи с чем группы пациентов, включенных в настоящее диссертационное исследование, были относительно немногочисленны и включают по 20 пациентов. В связи с этим в настоящем разделе диссертационного исследования сравнение анатомических и функциональных результатов лечения пациентов первой клинической группы в срок через 12 месяцев после операций остеосинтеза производили с отдаленными анатомическими и функциональными результатами хирургического лечения пациентов второй клинической группы, а также с данными научной литературы, опубликованными в период с 2008 по 2019 год.

В настоящем разделе произведена сравнительная оценка и статистическая обработка данных, полученных в результате индивидуального анкетирования па-

циентов исследуемых групп. Сравнению подверглись результаты балльной оценки функциональных исходов хирургического лечения 20 пациентов I клинической группы и 20 пациентов II клинической группы, доля хороших и отличных результатов в обеих группах, степень прогрессирования вальгусной деформации в зоне перелома, а также доля осложнений.

Нами был выполнен сравнительный анализ результатов обеих групп пациентов. Сравнение производилось между балльными показателями I (основной) группы на сроке наблюдения 12 месяцев и показателями II группы (сравнения), полученными при исследовании отдаленных функциональных результатов. Было отмечено отсутствие достоверных статистически значимых различий между исследуемыми группами ($p > 0,05$).

Для удобства сравнительной оценки функциональных исходов проведенных операций остеосинтеза при разных типах изученных нами оскольчатых нестабильных переломов ДОБК итоговые (полученные в крайние сроки наблюдения) средние значения балльных показателей использованных шкал KSS и Lysholm были суммированы в таблице 4.13. Необходимо отметить, что в отношении переломов типа 33-С3 было учтено, что у одного из 20 пациентов первой группы (№ 1 из таблицы 4.3.) развилась периимплантная инфекция, существенно повлиявшая на конечные результаты лечения. Поэтому расчеты средних значений изученных показателей в этой группе в отношении переломов типа 33-С3, а также по всем изученным переломам в целом были рассчитаны по шкалам KSS и Lysholm и представлены в соответствующих графах таблицы 4.13. в виде двух значений: вверху были представлены сведения, рассчитанные для 19 пациентов, а внизу и в скобках – для всех 20 пациентов первой клинической группы. Тем не менее, для сравнений со второй группой в дальнейшем использовали первый из указанных показателей.

Средние значения итоговых балльных показателей по использованным шкалам KSS и Lysholm у пациентов двух изученных групп с разными переломами ДОБК.

Типы переломов по АО/ASIF	Первая группа		Вторая группа	
	KSS	Lysholm	KSS	Lysholm
33-A3	87,3±9,4	83,3±14,9	82,7±14,4	81,5±18,5
33-C2	93,3±2,4	86,5±8,7	82,3±11,6	82,8±12,8
33-C3	90,5±3,1 (86,0±12,2)	88,0±3,8 (81,6±17,4)	87,3±3,1	87,0±2,6
Итого	89,6±7,0 (88,1±9,6)	85,5±11,0 (83,4±14,3)	83,7±12,0	82,6±15,7

Анализируя данные, представленные в таблице 4.13, прежде всего, следует отметить, что конечные функциональные исходы лечения всегда были лучше и, соответственно, выше по оценочным баллам в первой нашей клинической группе, в которой остеосинтез проводили двумя пластинами по предложенному нами способу, чем во второй группе, пациенты которой были прооперированы по традиционной методике с установкой одной латеральной пластины.

Наибольшие различия в средних значениях представленных показателей по обоим использованным оценочным шкалам были зафиксированы при переломах типа 33-C2. В частности, по шкале KSS разница составила 11 баллов: 93,3 балла – в первой группе и 82,3 балла – во второй группе; а по шкале Lysholm она была равна 3,7 баллам: 86,5 баллов – в первой группе и 82,8 баллов – во второй группе. При переломах типа 33-A3 соответствующая разница была меньше и составила по шкале KSS – 4 балла, а по шкале Lysholm – 1,8 балла. При наиболее тяжелых переломах 33-C3 соответствующие различия в обсуждаемых показателях были наименьшими; 3,2 балла – по шкале KSS и всего 1 балл – по шкале Lysholm.

Необходимо подчеркнуть, что суммарные показатели по всем трем изучавшимся типам переломов также оказались лучше у пациентов нашей первой клинической группы. При этом разница с аналогичным суммарным показателем во

второй клинической группе составила 5,9 баллов – по шкале KSS и 2,9 балла – по шкале Lysholm. Можно заключить, что сравнительно большая стабильность костных отломков в метаэпифизарной зоне ДОБК, обеспечиваемая двумя пластинами, оказывает наиболее благоприятный эффект при переломах 33-С2, когда внутрисуставные компоненты повреждения мышечков бедренной кости не оказывают такого значимого воздействия на функциональные исходы лечения, как при переломах 33-С3.

Необходимо отметить, что указанные различия не были статистически значимыми ($P>0,05$), на наш взгляд, по причине ограниченного числа пациентов (по 20 человек) в двух сравниваемых клинических группах. Однако относительно лучшие конечные функциональные исходы лечения у пациентов нашей первой клинической группы наблюдались при всех типах изученных переломов ДОБК и, в целом, не подлежат сомнению.

Помимо этого, был произведено сравнение доли отличных, хороших, удовлетворительных и неудовлетворительных функциональных результатов среди пациентов I и II групп. Эти данные представлены в таблице 4.14.

Таблица 4.14.

Доля отличных, хороших, удовлетворительных и неудовлетворительных результатов в крайние сроки наблюдения пациентов двух группы

Результат	Доля пациентов в крайние сроки наблюдения			
	Первая группа		Вторая группа	
	KSS	Lysholm	KSS	Lysholm
Неудовлетворительный	1 (5%)	2 (10%)	2 (10%)	2 (10%)
Удовлетворительный	1 (5%)	4 (20%)	1 (5%)	4 (20%)
Хороший	2 (10%)	9 (45%)	4 (20%)	7 (35%)
Отличный	16 (80%)	5 (25%)	13 (65%)	7 (35%)
Всего	20 (100%)	20 (100%)	20 (100%)	20 (100%)

Неудовлетворительный результат среди пациентов первой группы был отмечен в 1 (5%) случае при оценке по шкале KSS и в 2 (10%) случаях при оценке по шкале Lysholm. Доля пациентов из группы сравнения с неудовлетворительным результатом была одинаковой для обеих применявшихся шкал и составила 10% (2 случая). Удовлетворительный результат согласно шкале KSS наблюдался у 1 (5%) пациента как в первой, так и во второй группе пациентов. Равные доли удовлетворительных результатов были получены и при оценке исследуемых групп по шкале Lysholm – по 20% (4 пациента). Хорошие и отличные результаты на крайнем сроке наблюдения показало 90% (18 из 20) пациентов первой группы при оценке по шкале KSS и 70% (14 из 20) пациентов при оценке по шкале Lysholm. Во второй группе 85% (17 из 20) пациентов продемонстрировали хороший и отличный функциональный результат согласно шкале KSS и у 70% (14 из 20) пациентов был отмечен хороший и отличный функциональный результат в соответствии со шкалой Lysholm.

Таким образом, несмотря на большее количество оскольчатых переломов типа 33-С3 среди пациентов первой группы, применение предлагаемой нами методики малоинвазивного остеосинтеза ДОБК двумя пластинами позволило добиться большей доли хороших и отличных функциональных результатов при оценке по шкале KSS по сравнению с результатами пациентов второй группы, оперированных с применением традиционной хирургической техники (90% и 85% соответственно). При этом согласно оценочной шкале Lysholm доли хороших и отличных функциональных результатов у пациентов первой и второй группы оказались равными (по 70%).

Далее нами был выполнен сравнительный анализ показателей изменения дистального латерального бедренного угла, расчет которых производился на основании контрольных и конечных (в наиболее отдаленные сроки) рентгенограмм пациентов первой и второй клинических групп.

Помимо этого, в обеих наших клинических группах было произведено сравнение выделенных в зависимости от изменения дистального латерального бедренного угла подгрупп. Обобщенные данные представлены в таблице 4.15.

Распределение пациентов двух клинических групп по подгруппам в зависимости от изменения дистального латерального бедренного угла.

Группы	Первая группа				Вторая группа			
	0°, Д0	≤2°, Д1	3-4°, Д2	≥5°, Д3	0°, Д0	≤2°, Д1	3-4°, Д2	≥5°, Д3
Кол-во пациентов (из них с 33-С3)	4 (1)	11 (4)	4 (1)	1 (1)	3 (0)	5 (0)	7 (1)	5 (2)
Средний показатель деформации	0	1,4±0,5	3,5±0,6	6	0	1,8±0,4	3,4±0,5	5,6±0,5

На основании данных, представленных в предыдущих разделах настоящей главы, было отмечено, что прогрессирование вальгусной деформации с течением времени среди пациентов, которым была произведена фиксация оскольчатого перелома ДОБК по предложенному нами способу, является статистически значимо ($p < 0,05$) менее выраженным по сравнению с показателями пациентов, перенесших операцию традиционного остеосинтеза одной латеральной пластиной.

Следует отметить, что среднее значение изученного показателя у 6 пациентов первой группы с наиболее тяжелыми переломами ДОБК типа 33-С3 (пациент №1 был исключен в связи с гнойным осложнением) было меньше аналогичного значения у 3 пациентов с переломами типа 33-С3 из второй группы. В связи с малочисленностью выборок статистический анализ данных в отношении наиболее тяжелых типов переломов не проводили. Однако очевидная разница представленных средних значений на фоне статистически значимых различий показателя угловой деформации в зоне перелома между изученными клиническими группами позволяет говорить о более высокой эффективности предложенной методики двусторонней фиксации оскольчатых переломов ДОБК за счет создания медиальной стабильности по сравнению с традиционной методикой фиксации одной латеральной пластиной, не обеспечивающей восстановление такой стабильности.

При анализе данных, представленных в таблице 4.15., было отмечено, что суммарно 15 (75%) пациентов первой клинической группы вошли в подгруппы Д₀

и Д₁. У них было отмечено отсутствие или минимально выраженное прогрессирующее вальгусной деформации в зоне перелома с течением времени. Соответствующие подгруппы второй клинической группы насчитывали 8 (40%) пациентов, в то время как большая их часть (12 пациентов, 60%) составили подгруппы Д₂ и Д₃, в которые они попали ввиду умеренного или выраженного прогрессирующего вальгусной деформации после оперативного лечения. Эти различия также свидетельствуют, на наш взгляд, о преимуществах предлагаемого нами малоинвазивного способа остеосинтеза ДОБК при оскольчатых переломах данной локализации перед традиционной латеральной фиксацией одной пластиной. Двусторонняя фиксация способствует увеличению доли пациентов с менее выраженным прогрессирующим вальгусной деформации в зоне перелома с течением времени, что обеспечивает сохранение правильных анатомических взаимоотношений в коленном и смежных с ним суставах, а также предотвращает возникновение нефизиологичного распределения биомеханической нагрузки на оперированную конечность.

В таблице 4.16. представлены данные взаимосвязи между энергией травмы пациентов первой и второй групп с выраженностью прогрессирующего вальгусной деформации с течением времени.

Таблица 4.16.

Показатели изменения дистального латерального бедренного угла в первой и второй клинических группах групп в зависимости от энергии травмы

Группа пациентов	Первая группа		Вторая группа	
	Высокая	Низкая	Высокая	Низкая
Средний угол ± стандартное отклонение, °	1,9±2,0	1,6±1,3	3,8±1,5	2,7±2,1

Из данных таблицы 4.16. следует, что соотношения средних углов вальгусной деформации в двух сравниваемых клинических группах больше при высокоэнергетической травме по сравнению с низкоэнергетической травмой. Соответствующие соотношения: при высокоэнергетической травме: $3,8/1,9 = 2$, а при низкоэнергетической травме: $2,7/1,6 = 1,7$. При этом средние углы деформаций во всех

клинических подгруппах были больше при фиксации изученных переломов одной латеральной пластиной. Таким образом, остеосинтез двумя пластинами более целесообразен при высокоэнергетической травме.

Далее был проведен аналогичный анализ взаимосвязи показателя дистального латерального бедренного угла в зависимости уже от типа перелома. Результаты представлены в таблице 4.17.

Таблица 4.17.

Показатели изменения дистального латерального бедренного угла у пациентов первой и второй групп в зависимости от типа перелома (по классификации АО/ASIF)

Группа пациентов	1 группа			2 группа		
	A3	C2	C3	A3	C2	C3
Средний угол \pm стандартное отклонение, °	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

Представленные данные свидетельствуют о меньших средних углах деформации при всех трех типах изученных переломов при фиксации двумя пластинами по сравнению с одной латеральной пластиной. При этом наиболее значимые различия зафиксированы при переломах 33-C2: $3,5/0,75 = 4,4$. При переломах типа 33-C3 они также были весьма значимыми и составили: $5,3/2,28 = 2,3$. При внесуставных переломах 33-A3 разница между двумя клиническими группами была наименее значимой: $2,4/1,8 = 1,3$. Таким образом остеосинтез двумя пластинами показан, прежде всего, при более тяжелых переломах типов 33-C2 и 33-C3. Такие переломы более характерны для высокоэнергетической травмы, что подтверждает заключение, сделанное по результатам анализа таблицы 4.16.

Согласно полученным данным, доля осложнений среди пациентов первой группы составила 10% (2 пациента): у одного пациента наблюдалось развитие поздней периимплантной инфекции, потребовавшей удаления металлоконструк-

ций, а у другого пациента была констатирована замедленная консолидация перелома с формированием ложного сустава, в связи с чем было произведено повторное хирургическое вмешательство с костной пластикой аутотрансплантатом из гребня подвздошной кости. Среди пациентов второй группы доля осложнений составила 5%: только у одного пациента были отмечены признаки замедленной консолидации перелома. С учетом сохраняющегося болевого синдрома у него было выполнено ревизионное оперативное вмешательство с костной пластикой аутотрансплантатом из гребня подвздошной кости.

Таким образом, можно констатировать, что доля хороших и отличных функциональных исходов лечения, несмотря на большую тяжесть переломов ДОБК среди пациентов первой клинической группы, не уступает доле хороших и отличных функциональных результатов у пациентов второй группы при сходном уровне осложнений. В частности, по шкале KSS совокупная доля пациентов с такими благоприятными исходами оказалась в нашей первой клинической группе даже несколько лучше, чем во второй.

Однако особенно ярко преимущества малоинвазивного накостного остеосинтеза двумя пластинами по предложенному нами способу проявились у пациентов первой клинической группы, по отношению ко второй клинической группе, в отношении изменения анатомического дистального латерального бедренного угла после проведенных операций остеосинтеза. По этому важному показателю исходы лечения пациентов нашей первой (основной) клинической группы были достоверно лучше, чем во второй группе (сравнения). Все эти выявленные различия позволяют, на наш взгляд, сделать однозначное заключение о перспективности применения предложенной нами методики малоинвазивного остеосинтеза у пациентов с оскольчатыми переломами ДОБК, характеризующимися потерей медиальной стабильности.

4.4. Обсуждение полученных результатов.

В разделе 1.12. первой главы настоящего диссертационного исследования нами был выполнен обзор научных публикаций, касающихся количества ослож-

нений и функциональных результатов оперативного лечения пациентов с переломами ДОБК. Эти данные суммированы в таблице 4.18.

*В статье W. Kolb et al. (2008) производится сравнение полученных авторами результатов с данными научных публикаций за период с 1982 по 2006 годы. Авторы делают вывод о том, что в ходе своего исследования они получили сходные с более ранними работами данные. Согласно приведенной в работе W. Kolb et al. (2008) сводной таблице отличные и хорошие результаты хирурги получали в 30,0 – 96,0% наблюдаемых случаев [86].

Таблица 4.18.

Сведения об осложнениях и функциональных результатах хирургического лечения пациентов с переломами ДОБК по данным научной литературы.

Авторы работ	Год публикации	Количество случаев	Всего осложнений, %	Шкалы	Хорошие и отличные результаты, %
W. Kolb et al.*	2008	31	3,2%	Neer	80,0%
R.M. Nayak et al.	2011	31	–	KSS	93,5%
H.A. Vallier et al.	2012	71	22,5%	–	–
P.Piekarczyk et al.	2014	22	–	IKDC и KOOS	54,0%
J.S. Virk et al.	2016	25	12,0%	Neer	80,0%
R.L. Sahu	2017	170	–	KSS	88,8%
R.E. Koso et al.	2018	334	13,5%	–	–
K.H. Dang et al.	2018	77	15,6%	–	–
M. Kiyono et al.	2019	71	11,1%	–	–
S.-H. Wang et al.	2019	57	19,2%	–	–

Более подробно встречавшиеся в исследованиях иностранных авторов осложнения представлены ниже в таблице 4.19.

Распределение и виды осложнений после остеосинтеза по поводу оскольчатых переломов ДОБК, описанные в изученных профильных научных публикациях.

Авторы работы	Год публикации	Количество случаев	Инфекционные осложнения, %	Несращение перелома, %	Неправильное сращение, %	Укорочение конечности, %	Несостоятельность фиксации, %	Замедленная консолидация, %
W. Kolb et al.*	2008	31	3,2%	–	–	–	–	–
R.M. Nayak et al.	2011	31	–	–	–	–	6,4%	–
H.A. Vallier et al.	2012	71	5,6%	9,9%	7,0%	–	–	–
J.S. Virk et al.	2016	25	8,0%	–	4,0%	–	–	–
R.L. Sahu	2017	170	–	–	–	5,8%	–	–
R.E. Koso et al.	2018	334	3,0%	4,2%	0,6%	–	3,9%	1,8%
K.H. Dang et al.	2018	77	2,6%	2,6%	1,3%	–	9,1%	–
M. Kiyono et al.	2019	71	–	11,1%	–	–	–	–
S.-H. Wang et al.	2019	57	–	14,0%	5,2%	–	–	–

В результате проведенного нами исследования среди пациентов первой (основной) группы доля осложнений составила 10% (2 случая), из которых у 1 пациента (5%) было отмечено развитие поздней периимплантной инфекции, потребовавшее удаление металлоконструкций. Однако это осложнение однозначно было связано с открытым характером имевшегося перелома у этого пациента. Еще в одном случае (5%) было констатировано формирование ложного сустава, что потребовало повторного хирургического вмешательства. Доля осложнений во второй группе (сравнения) составила 5% (1 случай) – у пациента при контрольном

осмотре были отмечены признаки замедленной консолидации с болевым синдромом, в связи с чем выполнена костная пластика костным аутотрансплантатом и достигнуто сращение перелома.

С учетом данных, представленных в таблице 4.13., доля осложнений, описанных авторами в работах, опубликованных в 2008 – 2019 годах составила от 3,2% до 22,5%. Сами осложнения включали в себя несращение или неправильное сращение перелома, укорочение конечности, несостоятельность фиксации, инфекционные осложнения и замедленную консолидацию.

Таким образом, осложнения, отмеченные нами в ходе выполнения клинической части диссертационного исследования, качественно и количественно сходны с описываемыми в зарубежной научной литературе. Помимо этого, доля осложнений в первой и второй наших клинических группах пациентов примерно соответствует доле осложнений, о которой сообщали иностранные авторы.

Зарубежные исследователи в своих статьях также приводят данные, отражающие функциональные результаты лечения пациентов с переломами ДОБК. Авторам применялись шкалы KSS, Neer, IKDC и KOOS. Доля хороших и отличных результатов в изученных работах лежит в пределах от 54,0% до 93,5%. Такой широкий разброс можно объяснить тем, что часть авторов в своих работах не производят группировку изучаемых случаев в зависимости от тяжести переломов ДОБК. Тем не менее, доля хороших и отличных результатов, полученных нами в ходе выполнения диссертационного исследования сравнима с описанными в иностранных научных публикациях.

Проведенный анализ результатов применения разработанного нами малоинвазивного способа остеосинтеза нестабильных переломов ДОБК позволяет оценить его преимущества и недостатки перед традиционным методом фиксации переломов данной локализации.

Стоит отметить, что в применявшихся нами при оценке функциональных результатов хирургического лечения пациентов шкалах KSS и Lysholm используются различные качественные критерии. Шкала KSS преимущественно отражает объективные показатели функции коленного сустава, оцениваемые травматоло-

гом при контрольном осмотре. В связи с этим в балльном показателе шкалы KSS не находит отражения субъективное восприятие пациентом удовлетворенности функциональными возможностями своего коленного сустава. Шкала Lysholm, напротив, направлена в основном на оценку субъективного ощущения пациента о работе его коленного сустава в повседневной жизни. Помимо этого, для шкалы Lysholm характерны более узкие балльные интервалы, соответствующие отличным и хорошим функциональным результатам. Мы считаем, что именно данными нюансами шкал объясняется то, что балльные показатели шкалы Lysholm оказываются ниже, чем параллельно используемой шкалы KSS.

Зарубежные авторы не сообщают в своих в статьях о выполнении соответствующих измерений углов для оценки прогрессирования вальгусной деформации после произведенных операций остеосинтеза. Однако нами был проведен сравнительный анализ показателей, отражающих изменение анатомического дистального латерального бедренного угла после фиксации оскольчатого перелома ДОБК. Это позволило нам оценить эффективность установки дополнительной пластины по внутренней поверхности бедренной кости для создания медиальной стабильности и восстановления целостности медиальной колонны.

Сравнение функциональных и анатомических результатов оперативного лечения изученных клинических групп производились на сроках 12 месяцев (для пациентов первой группы) и 2-5 лет (для пациентов второй группы). Различные сроки наблюдения, на наш взгляд, не оказали влияния на полученные результаты проведенного исследования, так как согласно работе А.Р. Кормиловой с соавт. (2020) жесткость костной мозоли длинных костей конечностей на сроке 5 месяцев от момента перелома достигает показателей нормальной костной ткани [18]. Наблюдения пациентов на крайних (наиболее отдаленных от момента операции) сроках осуществлялись после наступления костного сращения, определяемого рентгенологически. Из этого следует, что деформация зоны перелома в дальнейшем после формирования костной мозоли с течением времени не прогрессирует, так как костный регенерат с этого момента своими биомеханическими характеристиками соответствует нормальной кости. Значит стабильность отломков в зоне

оскольчатого перелома ДОБК после выполненной операции остеосинтеза и до момента формирования костной мозоли, а также появление вторичной вальгусной деформации зависят от устойчивости системы имплантаты-кость к нагрузкам.

Проведенное исследование позволяет утверждать, что малоинвазивный остеосинтез ДОБК двумя пластинами в случае нестабильных переломов данной локализации обладает явными преимуществами перед традиционным способом остеосинтеза латеральной пластиной в аспекте биомеханической стабильности, так как обеспечивает надежную фиксацию костных отломков и значительно лучше предотвращает вальгусную деформацию в зоне перелома с течением времени. Медиально расположенная пластина обеспечивает восстановление целостности внутренней кортикальной пластинки бедренной кости, повышает стабильность остеосинтеза в случае сниженной минеральной плотности костной ткани и создает дополнительные возможности для хирурга при фиксации костных отломков ДОБК. Малотравматичная хирургическая техника способствует максимальному сохранению кровоснабжения зоны перелома, что особенно важно в случае высокоэнергетических травм. Описанные факторы создают оптимальные условия для начала функциональной реабилитации пациента в раннем послеоперационном периоде, а следовательно, повышают вероятность возвращения пациента к исходным качествам жизни и уровню физической активности. По итогам проведения клинической части нашего исследования, а также выполнения сравнительного анализа функциональных результатов хирургического лечения пациентов с переломами ДОБК можно сказать об успешном решении четвертой и пятой задач исследования.

ГЛАВА 5

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНО-КЛИНИЧЕСКИЕ ОБОСНОВАНИЯ ВОЗМОЖНОСТЕЙ
И ПОКЗАНИЙ К ПРИМЕНЕНИЮ НОВОГО СПОСОБА МАЛОИНВАЗИВНОГО
НАКОСТНОГО ОСТЕОСИНТЕЗА ПРИ НЕСТАБИЛЬНЫХ ПЕРЕЛОМАХ
ДИСТАЛЬНОГО ОТДЕЛА БЕДРЕННОЙ КОСТИ

Выполненные нами биомеханические эксперименты и прикладное топографо-анатомическое исследование обеспечили необходимые условия и предоставили нужную информацию для успешной апробации в клинике предложенного нами способа малоинвазивного накостного остеосинтеза двумя пластинами у пациентов с изученными переломами. В свою очередь, наше проспективное клиническое исследование, проведенное у 20 пациентов первой (основной) клинической группы, позволило оценить достоверность и клиническую значимость экспериментальных биомеханических и топографо-анатомических обоснований. В результате обобщение всего собранного нами экспериментального и клинического материала позволило сделать экспериментально-клинические обоснования для нового способа малоинвазивного накостного остеосинтеза и сформулировать показания для его применения в клинике.

5.1 Биомеханическое обоснование целесообразности использования предложенного способа остеосинтеза и его проверка клинической практикой.

Биомеханические эксперименты являются неотъемлемой составляющей современных научных исследований. Особенно это актуально в травматологии и ортопедии, так как механические свойства применяемых металлоконструкций, а также систем имплантат-кость играют важную роль в клинических исходах хирургического лечения пациентов травматолого-ортопедического профиля.

Выполненный нами биомеханический эксперимент, подробно описанный во второй главе настоящего диссертационного исследования, был направлен на сравнение амплитуды взаимных перемещений фрагментов модели оскольчатого

перелома ДОБК с утратой медиальной стабильности при двух различных способах фиксации смоделированных фрагментов.

Следует отметить, что проблема медиальной стабильности при переломах метаэпифизарных локализаций длинных костей конечностей не раз обсуждалась в специальной научной литературе [17, 65, 66, 79, 94, 139, 143, 148]. Авторы данных публикаций сходятся во мнении о том, что при переломах с утратой медиальной опоры необходимо восстановление стабильности медиальных костных структур в зоне перелома. На современном этапе развития травматологии это может быть достигнуто, например, проведением винтов, локализация и направление которых позволяет принять на себя нагрузку, возникающую при функциональных движениях оперированной конечности. Широко известны методики остеосинтеза, позволяющие медиализировать имплантируемую металлоконструкцию путём замены накостного остеосинтеза на интрамедуллярный, что повышает стабильность в зоне перелома при осевой нагрузке за счёт совпадения оси фиксатора с анатомической осью кости. В случае накостного остеосинтеза уменьшению подвижности костных отломков способствует установка дополнительной фиксирующей пластины по медиальной поверхности кости. Опыт применения таких металлоконструкций описан в отношении переломов проксимального отдела плечевой кости и проксимального отдела бедренной кости [65, 99, 113].

Ряд зарубежных авторов в своих научных работах подтверждают данные проведенного нами эксперимента [44, 112, 141, 147]. При односторонней фиксации перелома ДОБК с утратой медиальной стабильности пластина, расположенная по внутренней поверхности, обеспечивает сравнительно бóльшую стабильность отломков по сравнению с латерально расположенной металлоконструкцией [44]. К такому же выводу приходят исследователи, проводившие сравнение моделей переломов ДОБК, в первом случае фиксированных предвыогнутой пластиной с угловой стабильностью винтов системы LISS, а во втором – системой LISS, дополненной медиально размещенным имплантатом [147]. Помимо этого, в других более масштабных исследованиях биомеханических свойств различных методов фиксации костных отломков при переломах ДОБК описаны также варианты мо-

делей остеосинтеза интрамедуллярным стержнем и комбинацией стержня и пластины. Авторы таких работ делают вывод о том, что система из двух пластин позволяет значительно уменьшить подвижность костных отломков в зоне перелома, что в свою очередь способствует его консолидации и снижению риска образования ложного сустава.

На наш взгляд, для интерпретации полученных нами результатов необходимо помнить об особенностях анатомического строения бедренной кости, которые определяют неравномерность распределения нагрузки весом тела человека между мышцами бедренной кости, когда большая часть нагрузки приходится на медиальный мышцелок. Ходьба, бег или иные циклические нагрузки на нижние конечности приводят к концентрации сил сжатия именно по медиальной поверхности ДОБК. В связи с этим в случаях переломов ДОБК с дефектом медиального кортикального слоя, фиксированных одной латеральной пластиной, при функциональной осевой нагрузке может отмечаться недостаточная стабильность отломков, препятствующая сращению перелома.

По аналогии с метаэпифизарными зонами других эксцентрично нагружаемых сегментов конечностей дистальный отдел бедренной кости при многооскольчатом повреждении нуждается в стабилизации медиального кортикального слоя. В ходе нашего биомеханического эксперимента установка по медиальной поверхности бедренной кости дополнительной пластины позволила, на наш взгляд, решить эту проблему. В частности, стабильность отломков второй модели перелома, фиксированных двумя пластинами (латеральной и медиальной), оказалась выше по данным измерений амплитуды их перемещений во всех нагрузочных диапазонах, чем в случае применения первой модели, в которой для фиксации применяли одну латерально расположенную пластину.

На основании полученных в собственном биомеханическом эксперименте данных нами был сделан вывод о том, что фиксация оскольчатого перелома ДОБК с медиальной нестабильностью посредством установки двух пластин, расположенных по латеральной и медиальной сторонам бедренной кости, обеспечи-

вает сравнительно бóльшую стабильность отломков по сравнению с методикой, предусматривающей фиксацию фрагментов одной латеральной пластиной.

Несомненный интерес с точки зрения подтверждения преимуществ фиксации рассматриваемых переломов двумя пластинами по предложенному нами способу перед традиционной фиксацией одной латеральной пластиной представляет, на наш взгляд, следующий клинический пример.

Пациент К., 23 года, получил высокоэнергетическую травму в результате дорожно-транспортного происшествия. При обследовании был выявлен многооскольчатый перелом ДОБК типа 33-А3 по классификации АО/ASIF (рис. 5.1а.). На пятые сутки после травмы пациенту была выполнена операция по традиционной технологии – малоинвазивный накостный остеосинтез правой бедренной кости из двух латеральных мини-доступов одной опорной мышечковой бедренной пластиной. В результате проведенной операции была восстановлена механическая ось и длина травмированного сегмента, устранены ротационные смещения, а также получена стабильная фиксация костных отломков (рис. 5.1б.).

В послеоперационном периоде пациент занимался лечебной физкультурой, ходил на костылях без опоры на правую нижнюю конечность. При этом через два месяца на контрольном осмотре была отмечена практически полная функция правого коленного сустава. Однако на контрольной рентгенографии были выявлены миграция и перелом проксимальных фиксирующих пластину винтов (рис. 5.2.).

С учетом выявленных изменений пациенту была выполнена повторная операция – удалены сломанные проксимальные винты, произведена коррекция оси бедренной кости, устранен диастаз костных отломков. Кроме того, с целью создания медиальной опоры пациенту был выполнен остеосинтез медиальной колонны ДОБК реконструктивной медиальной пластиной в соответствии с разработанной нами технологией (рис. 5.3а.). Через 3,5 месяца разрешена дозированная нагрузка на конечность с постепенным доведением ее до полной к сроку 4, 5 месяца после ревизионной операции. Через 6 месяцев после ревизионного хирургического вмешательства у пациента было отмечено клиническое и рентгенологическое сращение перелома (рис. 5.3б.). Через 12 месяцев после повторного остеосинтеза

на контрольных рентгенограммах было отмечено формирование зрелой костной мозоли (рис. 5.3в.). Пациент ходил с полной нагрузкой на правую нижнюю конечности, болевой синдром у него отсутствовал, а функция тазобедренного и коленного суставов была полностью восстановлена (рис. 5.4.).

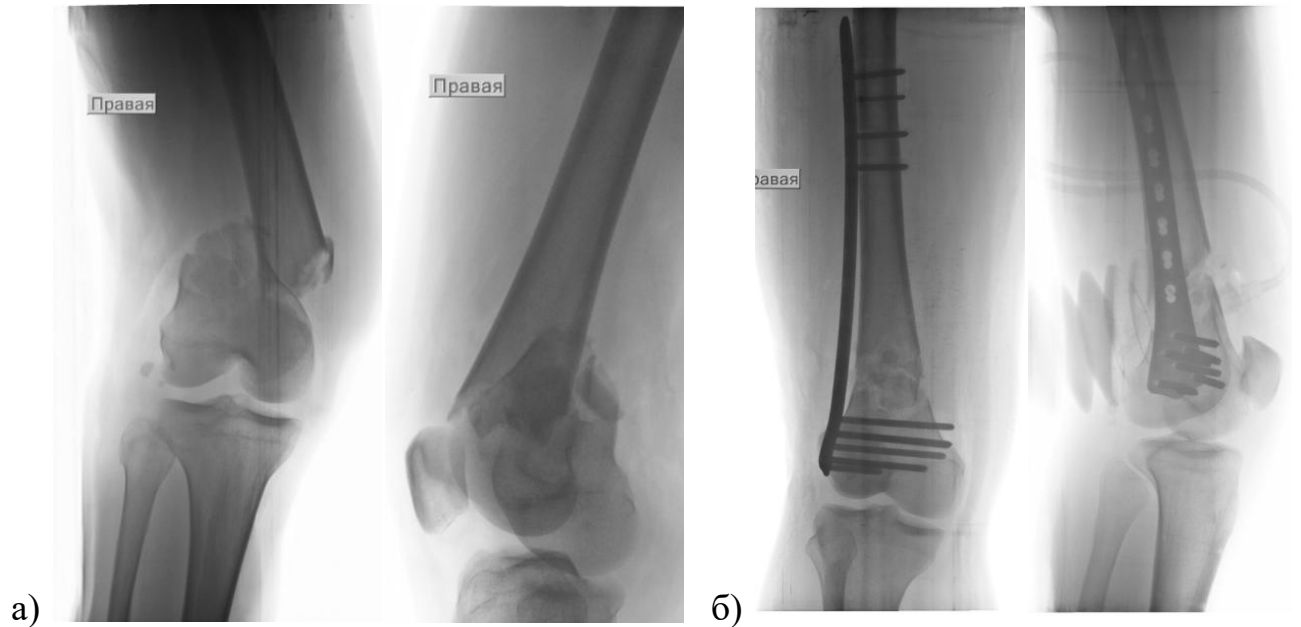


Рис. 5.1. Рентгенограммы пациента К., 23 лет в прямой и боковой проекциях: а) при поступлении в стационар; б) на следующий день после выполнения операции остеосинтеза латеральной пластиной по традиционной методике.



Рис. 5.2. Рентгенограммы пациента К., 23 лет через 2 месяца после остеосинтеза ДОБК: отмечают несостоятельность фиксации, миграция и перелом проксимальных винтов.

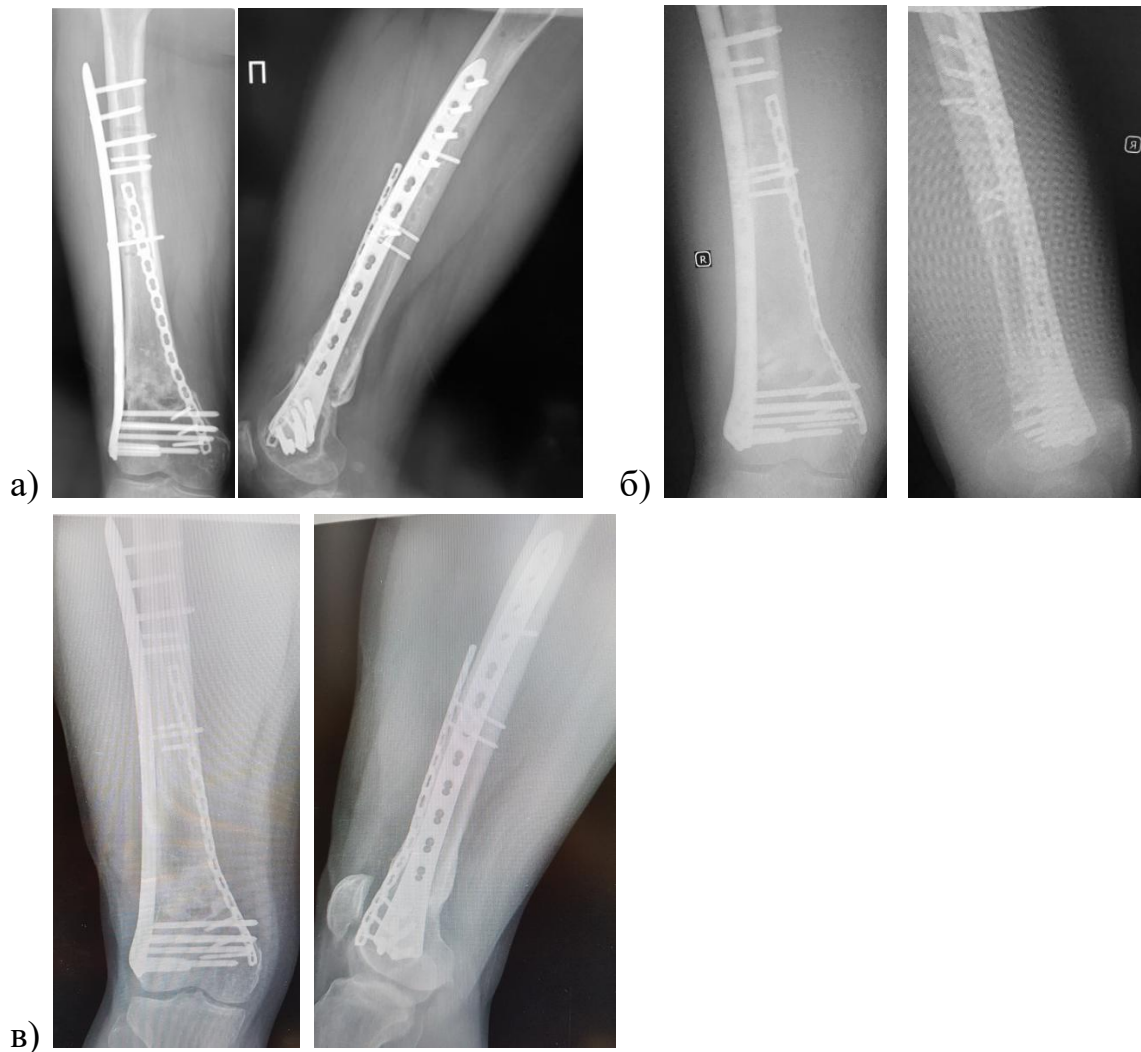


Рис. 5.3. Рентгенограммы пациента К., 23 лет, в прямой и боковой проекциях: а) на следующий день после выполнения операции малоинвазивного реостеосинтеза двумя пластинами; б) через 6 месяцев; в) через 12 месяцев.



Рис. 5.4. Внешний вид и функция коленного сустава пациента К. через 1 год после операции реостеосинтеза: а) внешний вид и ось правой нижней конечности; б) сгибание в коленном суставе; в) разгибание в коленном суставе.

Таким образом, обсуждаемому пациенту вначале был выполнен накостный остеосинтез ДОБК по традиционной малоинвазивной методике одной латеральной пластиной. Однако в срок через два месяца после оперативного вмешательства была отмечена несостоятельность фиксации. Это потребовало выполнения операции реостеосинтеза уже двумя пластинами по предложенному нами способу, что обеспечило сращение перелома через шесть месяцев. В связи с недостаточным сроком наблюдения и невозможностью оценить отдаленный результат хирургического лечения пациент не был включен ни в одну из наших клинических групп. Однако его наблюдение, на наш взгляд, достаточно наглядно и поучительно. Представленный пример, по нашему мнению, отражает преимущества предложенной нами технологии малоинвазивного остеосинтеза двумя пластинами при оскольчатых нестабильных переломах ДОБК перед традиционной техникой накостной фиксации подобных переломов одной латеральной пластиной и тем самым подтверждает результаты наших экспериментальных биомеханических исследований.

Практическое применение в клинике предложенного нами способа остеосинтеза подтвердило выводы, сделанные в ходе биомеханического эксперимента. В 18 (90%) случаях из 20 пациентов первой группы костное сращение наступило в оптимальные сроки. При этом у всех 20 пациентов не наблюдалось несостоятельности фиксации костных отломков, несмотря на оскольчатые нестабильные переломы ДОБК. Был отмечен один случай образования ложного сустава, потребовавший дополнительного хирургического вмешательства. Однако перелом успешно консолидировался после ревизионной операции, в ходе которой была выполнена костная пластика зоны перелома костным аутооттрансплантатом без реостеосинтеза или замены части металлоконструкций. Данное обстоятельство говорит о том, что образование ложного сустава было связано с нарушениями биологии зоны перелома, а не с недостаточной стабильностью отломков в зоне перелома ДОБК.

Как было показано в клинической части нашего диссертационного исследования, применение предложенного нами малоинвазивного способа накостного ос-

теосинтеза при переломах ДОБК двумя пластинам повышает стабильность фиксации костных отломков в зоне оскольчатого перелома и позволяет добиться снижения степени изменения анатомического дистального латерального бедренного угла у пациентов с течением времени. Помимо этого, сравнительно бóльшая стабильность отломков после оперативного вмешательства с выполнением двусторонней фиксации ДОБК позволяет пациентам раньше начинать функциональные движения без нагрузки весом тела в послеоперационном периоде, что в свою очередь способствует более ранней их реабилитации. Описанные факторы способствуют развитию менее выраженных биомеханических и функциональных нарушений в коленном, а также в смежных суставах (тазобедренном и голеностопном), что положительным образом влияет на удовлетворенность пациентов лечением и на качество их жизни.

5.2. Обоснование преимуществ нового способа остеосинтеза в свете предложенной модели двухколонного строения дистального отдела бедренной кости.

В первой главе настоящего диссертационного исследования упоминались научные публикации J.V. Jupiter et al. (1992); D.A. Rikli et al. (1996), C.F. Luo et al. (2010). Данные авторы предложили классификации, подразумевающие разделение поврежденного отдела длинной трубчатой кости конечности (дистальный отдел плечевой кости, дистальный отдел лучевой кости, проксимальный отдел большеберцовой кости соответственно) на колонны. Несмотря на условность подобного деления, такой подход способствует более тщательной оценке хирургом особенностей конкретного перелома и улучшению качества предоперационного планирования с учетом функциональной важности поврежденных костных колонн [78, 79, 80].

Кроме того, в специальной научной литературе были описаны выводы биомеханических исследований, согласно которым восстановление медиальной опоры повышает стабильность при фиксации перелома эксцентрично нагружаемого сегмента конечности [82, 83, 84, 85]. Рассмотренные в первой главе научные ра-

боты, посвященные анализу биомеханических характеристик медиальной фиксации в случае накостного остеосинтеза ДОБК, свидетельствуют о более высокой стабильности системы имплантат-кость при применении двусторонней фиксации двумя пластинами [86, 99, 101, 102].

Данные, полученные в результате описанных выше исследований, можно соотнести с теорией межфрагментарной деформации S.M. Perren, предложенной в 1979 году, согласно которой степень допустимой подвижности отломков в зоне перелома в меньшей мере зависит от их смещения относительно друг друга и в большей – от отношения расстояния между отломками к величине их смещения [107]. Величина растяжения (относительной деформации) в зоне перелома должна находиться в пределах от минимально необходимой для индукции биологической регенерации кости и образования костной мозоли до максимально допустимой величины, которая не препятствует костному сращению. Таким образом, для каждой локализации перелома существует предельно допустимая величина межфрагментарной подвижности. Она определяется как отношение изменения длины костного сегмента под действием заданной нагрузки к исходной его длине, выраженное в процентах. Следовательно, микроподвижность в зоне перелома должна быть достаточной для обеспечения непрямого костного сращения с образованием костной мозоли, но не превышать предельно допустимой величины, при которой развивается несращение.

Обеспечение достаточной стабильности отломков при сохранении их микроподвижности, по мнению автора, является целью биологического остеосинтеза [108]. С учетом приведенных выше данных, мы считаем целесообразным выделить применительно к операциям остеосинтеза при переломах дистального отдела бедренной кости две колонны: латеральную – к ней относятся латеральная часть нижней трети диафиза, а также латеральный надмышцелок и латеральный мышцелок и медиальную колонну – медиальная часть нижней трети диафиза, медиальный надмышцелок и медиальный мышцелок бедренной кости (рис. 5.5.).

Практическая значимость такой двухколонной классификации заключается в привлечении внимания хирургов к необходимости полноценной фиксации в хо-

де остеосинтеза оскольчатых переломов дистального отдела бедренной кости (типы 33-A3, 33-C1, 33-C2, 33-C3 по классификации АО). Известно, что в таких случаях стабильность остеосинтеза во многом зависит от отсутствия или наличия медиальной опоры в зоне перелома или, согласно предложенной классификации, от восстановления прочности медиальной колонны.

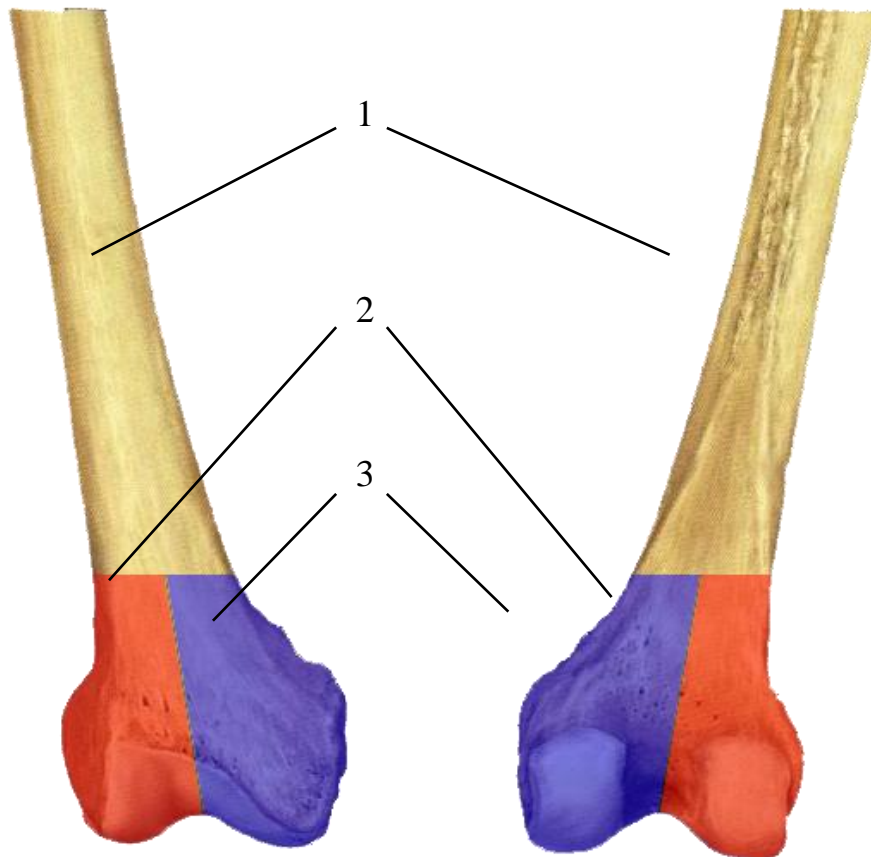


Рис. 5.5. Две колонны ДОБК. 1 – диафиз бедренной кости, 2 – латеральная колонна ДОБК, 3 – медиальная колонна ДОБК.

Проведенные нами биомеханические эксперименты, а также их проверка клинической практикой, по нашему мнению, также подтверждают обоснованность предложенной двухколонной модели строения дистального отдела бедренной кости, а также целесообразность и практическую пользу ее клинического использования в ходе выбора тактики хирургического лечения и выполнения операций остеосинтеза у пациентов изученного профиля.

5.3. Топографо-анатомические обоснования безопасности нового способа малоинвазивного накостного остеосинтеза и их клиническая апробация.

Клиническое применение разработанного нами способа малоинвазивного накостного остеосинтеза двумя пластинами, предложенного для хирургического лечения пациентов с оскольчатыми нестабильными переломами дистального отдела бедренной кости, было бы невозможно без уверенности в его безопасности для пациентов. Поэтому важной частью нашего диссертационного исследования стало прикладное топографо-анатомическое исследование, выполненное на 16 нефиксированных нижних конечностях на кафедре оперативной хирургии с топографической анатомией Военно-медицинской академии им. С.М. Кирова. В ходе этого исследования была изучена в прикладном отношении топография важных анатомических образований в области оперативного вмешательства с учетом их взаимоотношений с пластиной, установленной по медиальной и переднемедиальной поверхностям бедренной кости из двух мини-доступов.

Результаты моделирования на нефиксированном анатомическом материале процесса малоинвазивной установки медиальной пластины, а также последующее тщательное препарирование с идентификацией всех необходимых анатомических структур и последующими измерениями кратчайших расстояний от них до пластины, фиксированной винтами, позволили сделать заключение о безопасности разработанной нами операции остеосинтеза при условии соблюдения разработанной технологии. Помимо этого, в ходе нашего топографо-анатомического исследования были предложены и апробированы несколько приемов, снижающих риски повреждения бедренной артерии и вены, их крупных ветвей, отходивших в пределах бедренно-подколенного канала, подкожного нерва (n. saphenus) и медиальной коллатеральной связки коленного сустава.

Все сделанные топографо-анатомические обоснования и разработанные приемы, повышающие безопасность предложенного нами малоинвазивного способа накостного остеосинтеза, были в дальнейшем апробированы и проверены клинической практикой в ходе нашего проспективного клинического исследова-

ния. Их практическая полезность была подтверждена, в частности, посредством оценки имевшихся осложнений у пациентов нашей первой клинической группы.

По результатам изучения имевшихся интраоперационных и послеоперационных осложнений можно отметить, что ни в одном из наших клинических наблюдений не было зафиксировано наличие обширных гематом, обусловленных повреждениями бедренных сосудов или их крупных ветвей, а также невропатий, например, подкожного нерва (*n. saphenus*), что свидетельствует об их сохранности. В послеоперационном периоде не было также отмечено признаков нестабильности коленного сустава, которые можно было бы связать с повреждениями его связочного аппарата. Таким образом, в ходе операций остеосинтеза по предложенному нами способу удалось избежать повреждений всех анатомических структур, прикладная топография которых была изучена в ходе нашего топографо-анатомического исследования.

Свою эффективность и выполнимость продемонстрировали также берегательные приемы, снижающие риски повреждения важных анатомических образований в зоне оперативного вмешательства, которые также были предложены по результатам нашего топографо-анатомического исследования. В частности, вполне эффективным оказался прием предварительного моделирования устанавливаемой пластины по синтетическим муляжам одноименной бедренной кости, который позволял легко провести ее эпипериостально, избегая повреждений артерий и вен, располагавшихся внутри четырехглавой мышцы бедра. Практическую пользу принес, на наш взгляд, также прием, предполагавший защиту бедренной артерии и вены посредством отведения их кзади специальным ретрактором непосредственно перед проведением фиксирующих пластину винтов. Полезной оказалась также прямая визуализация в ходе операций остеосинтеза некоторых анатомических структур через два выполнявшихся мини-доступа для установки пластины.

В целом, по нашему мнению, можно констатировать, что предварительно проведенное прикладное топографо-анатомическое исследование существенно облегчило клиническую апробацию нового способа остеосинтеза двумя пластинами у пациентов изученного профиля, а выполненное на следующем этапе проспективное клиническое исследование подтвердило достоверность и значимость

сделанных нами топографо-анатомических обоснований. Общие результаты обеих указанных выше частей нашей диссертационной работы позволили в итоге полноценно обосновать предложенный способ малоинвазивного накостного остеосинтеза с анатомо-клинических позиций.

5.4. Обоснование показаний к применению малоинвазивной двусторонней фиксации нестабильных переломов дистального отдела бедренной кости.

В настоящем исследовании нами последовательно была обоснована целесообразность двусторонней фиксации переломов ДОБК с отсутствием медиальной стабильности. Исследование начато с биомеханического эксперимента, который доказал большую устойчивость системы имплантат-кость при двусторонней фиксации перелома в сравнении с односторонней. Затем техническая возможность выполнения подобной фиксации и её безопасность были продемонстрированы в ходе анатомической части исследования. И, наконец, эффективность применения метода в клинической практике продемонстрирована на примере сравнения двух сопоставимых клинических групп пациентов, что показало достоверно большую устойчивость к прогрессированию вальгусной деформации при сопоставимой доле осложнений у пациентов с двусторонней фиксацией переломов ДОБК с медиальной нестабильностью.

Тем не менее, вопрос о показаниях к предложенному методу фиксации остается открытым. Анализируя литературные данные и состав пациентов двух наших клинических групп, можно выделить две когорты пациентов. Первую составляют пострадавшие молодого возраста, преимущественно мужского пола, с высокоэнергетической травмой на фоне хорошего качества кости. Вторая когорта образована пожилыми пациентами преимущественно женского пола с низкоэнергетическими повреждениями, полученными на фоне снижения минеральной плотности костной ткани.

При высокоэнергетических повреждениях важно учитывать то, что, чем выше энергия травмы, тем больше местных расстройств кровообращения, препятствующих сращению перелома. Это приводит к удлинению сроков консолидации

перелома. Кроме того, у этих пациентов дополнительная операционная травма ухудшает условия местного кровообращения и может препятствовать сращению. С другой стороны, неадекватная фиксация одной латеральной пластиной при длительном сроке сращения может привести к несостоятельности системы имплантат-кость. Применение предложенного нами нового способа малоинвазивного остеосинтеза не только способствовало повышению стабильности фиксации при высокоэнергетических переломах, но и привело к увеличению балльных показателей, характеризующих функциональный результат при наиболее тяжелых типах переломов (характерных для высокоэнергетических травм) типа 33-C2 и 33-C3 (по классификации AO/ASIF).

Таким образом, целесообразность двусторонней фиксации с механических позиций при высокоэнергетической травме не вызывает сомнений. Вопрос заключается в том, как уменьшить дополнительную травматизацию мягких тканей и кости при выполнении медиальной фиксации. Мы попытались решить вопрос сохранения биологической составляющей путём малоинвазивной техники медиальной фиксации без вскрытия зоны перелома. Кроме того, анатомический эксперимент показал, что в зоне медиальных хирургических доступов отсутствуют клинически значимые сосудистые образования. Следовательно, дополнительная медиальная фиксация не приводит к критическим изменениям местного кровотока, но при этом значительно улучшает качество остеосинтеза.

Отдельно следует остановиться на последовательности выполнения двусторонней фиксации высокоэнергетических переломов. Если этап латеральной фиксации был достаточно травматичным и длительным, сопровождается значительным увеличением отека мягких тканей, медиальная фиксация может быть отложена и выполнена через 7 – 10 дней после уменьшения отёка мягких тканей и нормализации микроциркуляции в зоне перелома. Таким образом, можно уменьшить дополнительную травматизацию тканей зоны перелома, осуществив при этом полноценную двустороннюю его фиксацию. Необходимо также сказать, что в случаях простых переломов метаэпифизарной зоны при хорошем качестве кости дополнительная медиальная фиксация может приводить к излишней стабильно-

сти, что при наличии диастаза между костными отломками может явиться причиной замедленной консолидации или несращения перелома.

Рассматривая проблему фиксации низкоэнергетических переломов на фоне снижения минеральной плотности костной ткани, следует отметить, что качество фиксации имплантатов, даже адаптированных к кости плохого качества, существенно ниже, чем при аналогичной фиксации кости нормального качества. У этих пациентов на первое место выходит не биологическая, а механическая составляющая остеосинтеза. Следовательно, двусторонняя фиксация переломов дистального отдела бедренной кости у них может быть целесообразной не только при отсутствии медиальной стабильности, но и при менее оскольчатых переломах, в том числе, и переломах с одной метафизарной линией перелома. В подобных случаях дополнительная медиальная фиксация, выполненная по предложенной нами методике, не будет критична для местного кровообращения, но значительно улучшит устойчивость системы имплантаты-кость к эластической деформации. Низкоэнергетические переломы ДОБК на фоне остеопороза являются, по мнению зарубежных авторов, показанием к применению двусторонней накостной фиксации или использованию комбинации пластины и интрамедуллярного стержня [112, 141]. Это связано с тем, что во многих биомеханических исследованиях авторы делают вывод о том, что подобные способы фиксации позволяют добиться более высокой стабильности, что особенно актуально при сниженной минеральной плотности кости. В отдельных исследованиях авторы в своих экспериментах подтверждают, что из всех вариантов фиксации переломов ДОБК комбинация двух пластин обладает наиболее высокими биомеханическими характеристиками (по сравнению с латеральной пластиной, ретроградным стержнем, и комбинацией пластины и интрамедуллярного стержня).

Таким образом, показания для применения предложенного способа остеосинтеза латеральной и медиальной пластинами переломов дистального отдела бедренной кости, на наш взгляд, можно сформулировать следующим образом:

1. Высокоэнергетические переломы дистального отдела бедренной кости с отсутствием медиальной стабильности.

2. Низкоэнергетические переломы дистального отдела бедренной кости на фоне значительного снижения минеральной плотности костной ткани.

Безусловно, при принятии решения о выполнении двусторонней фиксации перелома дистального отдела бедренной кости необходимо учитывать местные факторы (тяжесть собственно перелома, состояние мягких тканей, открытые повреждения) и системные факторы (сопутствующая соматическая патология, состояние кровообращения дистальных отделов нижних конечностей, сахарный диабет, курение, прием кортикостероидов или цитостатиков и другие).

В целом, завершая пятую главу диссертации, хотелось бы отметить, что три части нашего диссертационного исследования – биомеханический эксперимент, прикладное топографо-анатомическое и сравнительное клиническое исследования, объединенные общей целью и проведенные по единому плану, взаимно дополнили друг друга и позволили, на наш взгляд, решить все поставленные задачи. Конкретные сведения по результатам решения каждой из этих задач представлены далее в заключении нашей диссертации.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Наше диссертационное исследование было проведено с целью обосновать посредством биомеханических и топографо-анатомических экспериментов целесообразность использования и рациональную технику нового способа малоинвазивного накостного остеосинтеза двумя пластинами при нестабильных переломах дистального отдела бедренной кости и оценить его эффективность у профильных пациентов в ходе сравнительного клинического исследования. Поэтому диссертационная работа представляет собой совокупность трех взаимосвязанных частей, включавших специальные биомеханические эксперименты, прикладное топографо-анатомическое и сравнительное клиническое исследования, объединенные одной указанной выше целью. Для достижения этой цели были сформулированы пять конкретных задач, которые последовательно решались в ходе проведения нашего диссертационного исследования.

Для решения первой из поставленных задачи был произведен отбор и анализ профильных научных публикаций, посвященных методам хирургического лечения пациентов с нестабильными переломами дистального отдела бедренной кости (ДОБК), анатомическим и функциональным результатам такого лечения, а также преимуществам и недостаткам современных технологий остеосинтеза, применяющихся при изучавшихся переломах. По результатам проведенного анализа был сделан вывод о том, что в настоящее время для фиксации переломов ДОБК преимущественно применяется накостный остеосинтез одной латеральной пластиной, ретроградные интрамедуллярные стержни, а также комбинации указанных методик [45, 50, 56, 151]. Однако эти способы остеосинтеза не позволяют восстановить стабильность медиального кортикального слоя ДОБК в случаях оскольчатых нестабильных переломов, а по мнению ряда авторов научных публикаций в отношении оскольчатых переломов других метаэпифизарных локализаций создание медиальной опоры необходимо для повышения стабильности и снижения риска развития несостоятельности фиксации [65, 66, 143, 148]. Помимо этого, на основании изученной литературы нами была констатирована недостаточность достоверных дан-

ных, касающихся биомеханических характеристик системы имплантат-кость при фиксации нестабильных переломах ДОБК двумя пластинами (латеральной и медиальной), а также отмечено отсутствие достаточной информации в отношении хирургической техники и безопасности малоинвазивной имплантации пластины по медиальной поверхности бедренной кости в ее дистальном отделе. На основании перечисленных выше выводов из анализа профильных научных публикаций нами была запланирована и в дальнейшем выполнена разработка оригинального способа малоинвазивного накостного остеосинтеза двумя пластинами при нестабильных переломах ДОБК. В целом, результаты проведенного анализа специальной научной литературы позволили решить первую задачу диссертационного исследования, обосновать актуальность выбранной темы, а также уточнить направленность исследования и конкретизировать часть его задач.

Для решения второй задачи нашей диссертационной работы были проведены биомеханические эксперименты, направленные на сравнение стабильности фрагментов специально созданной модели нестабильного перелома ДОБК (типа 33-C2 по классификации AO/ASIF) при воздействии возрастающих осевых циклических нагрузок при двух вариантах фиксации такого перелома. В ходе первой серии экспериментов, проведенных на специальной испытательной машине, созданную модель нестабильного перелома ДОБК фиксировали одной латеральной пластиной с угловой стабильностью винтов, как предусмотрено традиционной технологией. Во второй же серии экспериментов фиксацию фрагментов искусственной кости на указанной модели перелома выполняли латеральной и дополнительной медиальной пластиной в соответствии с предложенным нами способом.

В ходе проведенных сравнительных биомеханических исследования удалось установить, что при двусторонней фиксации пластинами испытанная модель перелома лучше выдерживает осевые циклические нагрузки, что проявляется меньшей амплитудой смещения ее фрагментов. Эти результаты позволили нам обосновать биомеханическую целесообразность создания и клинической апробации нового способа малоинвазивного накостного остеосинтеза двумя пластинами, а также считать решенной вторую задачу диссертационного исследования.

В процессе решения третьей задачи диссертационной работы нами было проведено прикладное топографо-анатомическое исследование на 16 нефиксированных препаратах нижних конечностей. Основным смыслом этой части работы была отработка на анатомическом материале хирургической техники малоинвазивного накостного остеосинтеза по предложенному способу с установкой медиальной пластины в нижней половине бедренной кости из двух мини-доступов, а также оценка безопасности операции в отношении риска повреждений крупных кровеносных сосудов и нервов бедра.

Решение третьей задачи диссертационного исследования осуществлялось посредством моделирования доступов и операций остеосинтеза на нефиксированном анатомическом материале с последующим тщательным препарированием и измерениями. По результатам данного исследования было установлено, что медиально расположенная пластина не вступает в конфликт с изученными значимыми анатомическими структурами бедра и всегда находится от них на безопасном расстоянии, а ее малоинвазивная имплантация технически выполнима и безопасна. Кроме того, в ходе проведенных нами топографо-анатомических экспериментов были отработаны некоторые технические приемы, позволяющие снизить риски повреждения важных анатомических структур в ходе предложенной операции остеосинтеза, эффективность которых была проверена и подтверждена в ходе последующей клинической части нашей диссертационной работы.

В целом же, решение третьей задачи диссертационного исследования создало необходимые предпосылки и позволило приступить к клиническим исследованиям, основным смыслом которых была клиническая апробация предложенного способа малоинвазивного накостного остеосинтеза двумя пластинами, сравнительная оценки его эффективности при лечении пациентов изученного профиля, а также обоснование показаний для выполнения такой операции.

Решение четвертой задачи нашего диссертационного исследования было осуществлено в ходе проспективного клинического исследования посредством практического применения предложенного способа малоинвазивного остеосинтеза двумя пластинами при хирургическом лечении 20 пациентов с нестабильными

переломами ДОБК. Все эти пациенты были включены в первую (основную) клиническую группу нашего диссертационного исследования. Им была произведена малоинвазивная имплантация латеральной и медиальной пластин для фиксации изучавшихся нестабильных переломов ДОБК по разработанному нами способу. При этом не было отмечено ятрогенных повреждений крупных кровеносных сосудов и нервных стволов, нестабильности коленного сустава или трофических нарушений в дистальных отделах прооперированной нижней конечности. Таким образом, были подтверждены достоверность и значимость сделанных ранее топографо-анатомических обоснований и действенность предложенных приемов защиты значимых анатомических структур.

Наблюдение за всеми пациентами первой группы проводили в динамике на протяжении 12 месяцев. Контрольные осмотры, рентгенография и анкетирование для оценки функциональных исходов хирургического лечения по шкалам KSS и Lysholm выполняли через 6, 9 и 12 месяцев после операций остеосинтеза. При этом доли хороших и отличных результатов по указанным оценочным шкалам составили 90% и 70% соответственно. Приведенные выше факты позволили констатировать выполнение четвертой задачи диссертационного исследования.

Пятая задача нашей диссертационной работы была связана с четвертой, а ее решение явилось логичным продолжением клинической части нашего исследования. В частности, для решения пятой задачи была сформирована вторая клиническая группа (сравнения), включавшая также 20 пациентов с нестабильными переломами ДОБК, которым был выполнен остеосинтез по традиционной методике одной латеральной пластиной. Оценка отдаленных функциональных исходов лечения пациентов этой группы по шкалам KSS и Lysholm проводили в сроки от 2 до 5 лет после их оперативного лечения. Для этого все пациенты проходили индивидуальное анкетирование, после чего рассчитывались балльные показатели указанных выше оценочных шкал. Полученные значения систематизировались и сравнивались с показателями, полученными в результате оценки функциональных результатов хирургического лечения пациентов нашей первой группы в срок через 12 месяцев после операций остеосинтеза.

Было установлено, что доли хороших и отличных результатов среди пациентов второй группы составили 85% и 70% по двум использованным шкалам, что вполне сопоставимо с таковыми в первой клинической группе. Однако в первой группе чаще встречались более сложные оскольчатые нестабильные переломы ДОБК, что подтверждает эффективность применения предложенного нами способа малоинвазивного накостного остеосинтеза двумя пластинами.

Помимо этого, посредством анализа контрольных рентгенограмм нами был оценен в динамике анатомический дистальный латеральный бедренный угол при оскольчатых нестабильных переломах ДОБК в плане его изменений с течением времени после выполненных операций остеосинтеза. При сравнении полученных значений указанного показателя в двух наших клинических группах было установлено, что имплантация дополнительной медиальной пластины позволяет добиться статистически значимого снижения выраженности деформации с течением времени по сравнению с традиционной технологией фиксации оскольчатых нестабильных переломов ДОБК одной латеральной пластиной.

Кроме того, в ходе клинической части нашего диссертационного исследования были уточнены показания для практического использования предложенного малоинвазивного способа остеосинтеза латеральной и медиальной пластинами у пациентов изученного профиля. Два таких показания, на наш взгляд, можно сформулировать следующим образом: 1 – высокоэнергетические оскольчатые переломы дистального отдела бедренной кости с отсутствием медиальной стабильности (типы 33-А3, 33-С2 и 33-С3 по классификации АО/ASIF); 2 – аналогичные низкоэнергетические переломы дистального отдела бедренной кости на фоне значительного снижения минеральной плотности костной ткани у пожилых пациентов.

В целом, по нашему мнению, можно констатировать, что выполненное нами комплексное диссертационное исследование, включавшее биомеханическую, топографо-анатомическую и клиническую части, позволило решить все поставленные задачи и, благодаря этому, реализовать его цель. Сделанные по итогам выполненной работы выводы и практические рекомендации представлены далее в двух следующих разделах нашей диссертации.

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 2^0) 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 артерии 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. Рекомендуется 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 СОКРАЩЕНИЙ

АНФ – аппарат наружной фиксации

БА – бедренная артерия

БВ – бедренная вена

БК – бедренная кость

БККС – большеберцовая коллатеральная связка коленного сустава

ВИЧ – вирус иммунодефицита человека

ДОБК – дистальный отдел бедренной кости

МВКА – медиальная верхняя коленная артерия

МКБ-10 – Международная классификация болезней 10-го пересмотра

МР – минимальное расстояние

НКА – нисходящая коленная артерия

ПБ – приводящий бугорок

ПН – подкожный нерв

ЭОП – электронно-оптический преобразователь

АО/ASIF - Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen/The association for the study of internal fixation – Ассоциация по изучению внутренней фиксации (нем./англ.)

DCS – dynamic condylar screw – пластина с динамическим мышцелковым винтом (англ.)

IKDC – international knee documentation committee – международный комитет изучения коленного сустава (англ.)

KOOS – knee and osteoarthritis outcome score – шкала оценки исходов остеоартрита и заболеваний коленного сустава (англ.)

KSS – knee society score – шкала оценки общества коленного сустава (англ.)

LISS – less invasive stabilization system – малоинвазивная система фиксации (англ.)

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Алсмади, Я.М. Значение выбора конфигурации аппарата наружной фиксации при конверсионном остеосинтезе у пациентов с политравмой / Я. М. Алсмади, Э. И. Солод, А. Ф. Лазарев [и др.] // Политравма. – 2021. – № 3. – С. 37-45.
2. Апагуни, А. Э. Анатомо-функциональные результаты различных методов лечения пациентов с повреждениями диафиза и дистальной трети бедренной кости. / А. Э. Апагуни, А. Ю. Власов // Кубанский научный медицинский вестник. – 2009. – № 2. – С. 19-21.
3. Арзуманов, С.В. Оперативное лечение переломов дистального отдела бедренной кости с применением двух малых доступов / С.В. Арзуманов, А.Э. Апагуни // Травматология и ортопедия России. – 2006. – № 2(40). – С. 23.
4. Барабаш, А.П. Сравнительная характеристика методов остеосинтеза у пациентов с оскольчатыми переломами диафиза бедренной кости / А.П. Барабаш, С.П. Шпиняк, Ю.А. Барабаш // Травматология и ортопедия России. – 2013. – № 2. – С. 116-124.
5. Бельшева, Е.С. Комплексная лучевая диагностика при травматическом повреждении коленного сустава на до- и послеоперационном этапах / Е.С. Бельшева, Н.С. Серова, А.В. Лычагин [и др.] // Российский электронный журнал лучевой диагностики. – 2016. – Т. 6, № 2. – С. 120-130.
6. Брижань, Л.К. Применение комплекта стержневого военно-полевого (КСВП) в двухэтапном последовательном остеосинтезе у раненых с огнестрельными переломами костей конечностей / Л.К. Брижань, Д.В. Давыдов, В.В. Хоминец [и др.] // Гений ортопедии. – 2015. – № 3. – С. 26-30.
7. Брижань Л.К. Применение нового аппарата наружной фиксации для лечения раненых и пострадавших с повреждениями костей конечностей и таза / Л. К. Брижань, Д. В. Давыдов, А. А. Керимов [и др.] // Медицина катастроф. – 2015. – № 2(90). – С. 37-40.
8. Брижань, Л.К. Современное комплексное лечение раненых и пострадавших с боевыми повреждениями конечностей / Л.К. Брижань, Д.В. Давыдов,

В.В. Хоминец [и др.] // Вестник Национального медико-хирургического центра им. Н.И. Пирогова. – 2016. – Т. 11, № 1. – С. 74-80.

9. Виноградский, А.Е. Закрытый интрамедуллярный остеосинтез с блокированием в лечении больных с переломами дистального отдела бедренной кости / А.Е. Виноградский, А.И. Реутов, А.Н. Челноков // Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова. – 2007. – № 3. – С. 44-48.

10. Гилев, М.В. Анатомия коленного сустава: учебное пособие / М.В. Гилев, В.Д. Гвоздевич, Е.А. Волокитина, Ю.В. Антониади. – Екатеринбург : ФГБОУ ВО УГМУ Минздрава России, 2016. – 60 с.

11. Гильфанов, С.И. Ретроградный остеосинтез переломов дистального отдела бедра у лиц пожилого и старческого возраста / С. И. Гильфанов, М. А. Абдулхабирова, Т. М. Алиев [и др.] // Вестник Кыргызско-Российского Славянского университета. – 2017. – Т. 17. – № 3. – С. 5-10.

12. Джоджуа, А. В. Ретроградный остеосинтез бедренной и плечевой костей / А. В. Джоджуа // Вестник Национального медико-хирургического центра им. Н.И. Пирогова. – 2008. – Т. 3. – № 2. – С. 25-27.

13. Дулаев, А.К. Интрамедуллярный остеосинтез штифтами с блокированием при около- и внутрисуставных переломах длинных костей конечностей в комплексном лечении пострадавших с тяжелой травмой / А.К. Дулаев, А.В. Дыдыкин, В.В. Заяц [и др.] // Скорая медицинская помощь. – 2013. – № 1. – С. 69-73.

14. Зайцев, В.М. Практическая медицинская статистика / В.М. Зайцев, С.И. Савельев. – Тамбов: Цифра, 2013. – 580 с.

15. Иржанский, А.А. Валидация и культурная адаптация шкал оценки исходов заболеваний, повреждений и результатов лечения коленного сустава WOMAC, KSS и FJS-12 / А.А. Иржанский, Т.А. Куляба, Н.Н. Корнилов // Травматология и ортопедия России. – 2018. – Т. 24, № 2. – С. 70-79.

16. Каллаев, Н.О. Оперативное лечение внутрисуставных переломов коленного сустава / Н.О. Каллаев, В.В. Зубов, Т.Н. Каллаев // Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова. – 2006. – № 3. – С. 47-51

17. Коган, П.Г. Эволюция лечения переломов проксимального отдела плечевой кости (обзор литературы) / П.Г. Коган, Т.Н. Воронцова, И.И. Шубняков [и др.] // Травматология и ортопедия России. – 2013. – Т. 3, № 69. – С. 154-161.
18. Кормилина, А.Р. Ультразвуковая эластография сдвиговой волны в оценке жесткости костной мозоли / А.Р. Кормилина, М.Г. Тухбатуллин // REJR. – 2020. – Vol. 10, N 2. – P. 122-128.
19. Кочетов, А.Г. Методы статистической обработки медицинских данных: Методические рекомендации для ординаторов и аспирантов медицинских учебных заведений, научных работников / А.Г. Кочетов, О.В. Лянг., В.П. Масенко [и др.] – Москва: РКНПК, 2012. – 42 с.
20. Кочиш, А.Ю. Анатомо-клиническое обоснование заднелатерального трансмалоберцового доступа для остеосинтеза переломов заднелатеральной колонны плато большеберцовой кости / Кочиш А.Ю., Кислицын М.А., Беленький И.Г. [и др.] // Травматология и ортопедия России. – 2019. – Т. 25, № 3. – С. 112-123.
21. Литвина, Е.А. Оперативное лечение переломов дистального отдела бедра у больных с сочетанной и множественной травмой / Е.А. Литвина, А.В. Скорогляднов, С.Ю. Мельниченко, С.А. Радкевич // Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова. – 2005. – № 4. – С. 4-9.
22. Малышев, Е.Е. Выбор доступа при хирургическом лечении внутрисуставных переломов проксимального отдела большеберцовой кости / Е.Е. Малышев, И.А. Воронкевич, А.И. Втюрин // Современные проблемы науки и образования. – 2019. – № 2. – С. 127.
23. Панков, И. О. Переломы области коленного сустава. Механизм повреждения. Клиника. Диагностика. Лечение. Монография: учебное пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальностям: 14.01.15 "Травматология и ортопедия", 14.03.11 "Восстановительная медицина, спортивная медицина, курортология и физиотерапия" / И. О. Панков, И. В. Рябчиков. – Москва: Акад. естествознания, 2012. – 203 с.

24. Панков, И.О. Чрескостный остеосинтез при лечении внутрисуставных переломов области коленного сустава / И.О. Панков, И.В. Рябчиков, А.Л. Емелин // Практическая медицина. – 2011. – № 55. – С. 89-93.

25. Помогаева, Е. В. Современные классификации переломов костей нижней конечности: учебное пособие / Е. В. Помогаева. – Екатеринбург : ФГБОУ ВО УГМУ Минздрава России, 2016. – 56 с.

26. Сепиашвили, Г.Г. Лечение больных с переломами дистального отдела бедренной кости : автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата медицинских наук : 14.00.22 / Сепиашвили Гоча Георгиевич. – Курган, 2005. – 19 с.

27. Синельников, Р.Д. Атлас анатомии человека. Том 1. Остеология. Артрология. Миология / Р.Д. Синельников, Я.Р. Синельников, А.Я. Синельников. – Москва: Новая волна, 2021. – 488 с.

28. Сироджов, К.Х. Преимущества пластины с угловой стабильностью при остеосинтезе внутрисуставного перелома дистального отдела бедра у больных с множественной травмой / К.Х. Сироджов, А.Х. Сафаров // Вестник последипломного образования в сфере здравоохранения. – 2020. – № 3. – С. 73-78.

29. Соколов, В.А. Оперативное лечение переломов дистального отдела бедра у пострадавших с сочетанной и множественной травмой / В.А. Соколов, Е.И. Бялик, А.Т. Такиев, О.И. Бояршинова // Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова. – 2004. – № 1. – С. 20-26.

30. Солод, Э.И.. Лечение внутри- и околоуставных переломов нижней трети бедренной кости у больных с политравмой методом конверсионного остеосинтеза / Э.И. Солод, Н.В. Загородний, А.Ф. Лазарев [и др.] // Трудный пациент. – 2020. – Т. 18, № 3. – С. 41-45.

31. Соломин, Л.Н. Определение референтных линий и углов длинных трубчатых костей. Пособие для врачей. / Л.Н. Соломин, Е.А. Щепкина, П.Н. Кулеш [и др.]. – 2-е изд., перераб. и доп. – СПб : РНИИТО им. Р.Р. Вредена, 2012. – 48 с.

32. Соломин, Л.Н. Основы чрескостного остеосинтеза аппаратом Г.А. Илизарова / Л.Н. Соломин. – Санкт-Петербург, 2005. – 521 с.
33. Трунин, Е.М. Особенности голотопии желчного пузыря в зависимости от пола и типа телосложения по результатам прижизненного топографо-анатомического исследования / Е.М. Трунин, А.И. Щеголев, Е.А. Семенова [и др.] // Вестник Российской Военно-медицинской академии. – 2019. – Т. 2, № 66. – С. 122-128.
34. Хоминец, В. В. Внешний остеосинтез в современном лечении пострадавших с высокоэнергетическими переломами длинных костей конечностей / Травма 2017: мультидисциплинарный подход. Сборник тезисов международной конференции // В.В. Хоминец. Редколлегия: А.В. Скороглядов [и др.]. – Москва: Издательско-полиграфический центр "Научная книга". – 2017. – С. 426.
35. Череватый, Н.И. Накостный остеосинтез при лечении взрослых пациентов с переломами дистального отдела бедренной кости: история, настоящее, перспективы (обзор мировой литературы) / Н.И. Череватый, Л.Н. Соломин // Генный ортопедии. – 2021. – Т. 27, № 1. – С. 104-111.
36. Черкес-Заде, Д. Хирургическое лечение переломов дистального отдела бедренной кости с использованием системы LISS / Д. Черкес-Заде, М. Монеси, А. Саусеро, М. Марсолини // Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова. – 2003. – № 3. – С. 36-42.
37. Черняев, С.Н. Применение блокирующего остеосинтеза при метафизарных переломах бедренной кости / С.Н. Черняев, В.А. Неверов, А.А. Хромов [и др.] // Вестник хирургии им. И.И. Грекова. – 2008. – Том 167, № 6. – С. 55-58.
38. Юнкеров, В.И. Математико-статистическая обработка данных медицинских исследований. Изд. 3-е, доп. / В.И. Юнкеров, С.Г. Григорьев, М.В. Резванцев. – Санкт-Петербург: ВМедА, 2011. – 318 с.
39. Ali, M.A. Fixation of femoral supracondylar fractures by dynamic condylar screw / M.A. Ali, M. Shafique, M. Shoaib // Med Channel. – 2004. – Vol. 10. – P. 65-67.

40. Antekeier, S.B. Mechanical study of the safe distance between distal femoral fractures site and distal locking screws in anterograde intramedullary nailing / S.B. Antekeier, R.L. Burden, M.J. Voor, C.S. Roberts // *J Orthop Trauma*. – 2005. – Vol. 19. – P. 693-697.
41. Arazi, M. Ilizarov external fixation for severely comminuted supracondylar and intercondylar fractures of the distal femur / M. Arazi, R. Memik, T.C. Oğün, M. Yel // *J Bone Joint Surg Br*. – 2001. – Vol. 83, N 5. – P. 663-667.
42. Bedes, L. External fixation of distal femoral fractures in adults' multicentre retrospective study of 43 patients / L. Bedes, P. Bonneville, M. Ehlinger [et al.] // *Orthop Traumatol Surg Res*. – 2014. – Vol. 100, N 8. – P. 867-872.
43. Beltran, M.J. Management of distal femur fractures with modern plates and nails: state of the art / M.J. Beltran, J.L. Gary, C.A. Collinge // *J Orthop Trauma*. – 2015. – Vol. 29, N 4. – P. 165-172.
44. Briffa, N. Comminuted supracondylar femoral fractures: a biomechanical analysis comparing the stability of medial versus lateral plating in axial loading / N. Briffa, R. Karthickeyan, J. Jacob, A. Khaleel // *Strategies Trauma Limb Reconstr*. – 2016. – Vol. 11, N 3. – P. 187-191.
45. Buckley, R.E. AO principles of fracture management / R.E. Buckley, C.G. Moran, T. Apivatthakakul. – 3rd Edition. – Stuttgart etc : Thieme Medical Publishers, 2018. – 1060 p.
46. Butt, M.S. Displaced fractures of the distal femur in elderly patients. Operative versus non-operative treatment / M.S. Butt, S.J. Krikler, M.S. Ali // *J Bone Joint Surg Br*. – 1996. – Vol. 78, N 1. – P. 110-114.
47. Cass, J. Operative versus nonoperative management of distal femur fracture in myelopathic, nonambulatory patients / J. Cass, S.A. Sems // *Orthopedics*. – 2008. – Vol. 31, N 11. – P. 1091.
48. Court-Brown, C.M. Epidemiology of adult fractures: a review / C.M. Court-Brown, B. Caesar // *Injury*. – 2006. – Vol. 37, N 8. – P. 691-697.
49. Court-Brown, C.M. Rockwood and Green's fractures in adults / C.M. Court-Brown – Walters Kluwer: USA, 2015. – P. 2769.

50. Crist, D.B. Treatment of acute distal femur fractures / D.B. Crist, J.G. Della Rocca, M.Y. Murtha // *Orthopedics*. – 2008. – Vol. 31, N 7. – P. 681-690.
51. Cuéllar, V.G. A biomechanical study of posteromedial tibial plateau fracture stability: do they all require fixation? / V.G. Cuéllar, D. Martinez, I. Immerman [et al.] // *J Orthop Trauma*. – 2015. – Vol. 29, N. 7. – P. 325-330.
52. Dalstrom, J.D. The protective effect of locking screw placement on nonlocking screw extraction torque in an osteoporotic supracondylar femur fracture model / J.D. Dalstrom, B.D. Nelles, P. Vinit [et al.] // *J Orthop Trauma*. – 2012. – Vol. 26, N 9. – P. 523-527
53. Dang, K.H. Outcomes of distal femur fractures treated with the Synthes 4.5 mm VA-LCP curved condylar plate / K.H. Dang, C.A. Armstrong, R.A. Karia, B.A. Zelle // *International Orthopaedics*. – 2019. – Vol. 43, N 7. – P. 1709-1714.
54. Davison, B.L. Varus collapse of comminuted distal femur fractures after open reduction and internal fixation with a lateral condylar buttress plate / B.L. Davison // *Am J Orthop (Belle Mead NJ)*. – 2003. – Vol. 32, N 1. – P. 27-30.
55. Dominguez, I. Antegrade nailing for fractures of the distal femur / I. Dominguez, E. Moro Rodriguez, J.A. De Pedro Moro, J.L. Cebrian Parra, L. Lopez-Duran Stern // *Clin Orthop Relat Res*. – 1998. – Vol. 350. – P. 74-79.
56. Ehlinger, M. Distal femur fractures. Surgical techniques and a review of the literature / M. Ehlinger, G. Ducrot, P. Adam, [et al.] // *Orthop Traumatol Surg Res*. – 2013. – Vol. 99, N 3. – P. 353-360.
57. Elsoe, R. Population-based epidemiology and incidence of distal femur fractures / R. Elsoe, A.A. Ceccotti, P. Larsen // *Int Orthop*. – 2018. – Vol. 42, N 1. – P. 191-196.
58. Encinas-Ullán, C.A. The use of external fixation in the emergency department: applications, common errors, complications and their treatment / C.A. Encinas-Ullán, J.M. Martínez-Diez, E.C. Rodríguez-Merchán // *EFORT Open Rev*. – 2020. – Vol. 5, N 4. – P. 204-214.

59. Gangavalli, A.K. Management of distal femur fractures in adults: an overview of options / A.K. Gangavalli, C.O. Nwachuku // *Orthop Clin North Am.* – 2016. – Vol. 47, N 1. – P. 85-96.
60. Gardner, M.J. Hybrid locked plating of osteoporotic fractures of the humerus / Gardner M.J., Griffith M.H., Demetrakopoulos D. [et al.] // *J Bone Joint Surg Am.* – 2006. – Vol. 88, N 9. – P. 1962-1967.
61. Gustilo, R.B. Prevention of infection in the treatment of one thousand and twenty-five open fractures of long bones: retrospective and prospective analyses / R.B. Gustilo, J.T. Anderson // *J Bone Joint Surg Am.* – 1976. – Vol. 58, N 4. – P. 453-458.
62. Gwathmey, F.W. Jr. Distal femoral fractures: current concepts / F.W. Gwathmey Jr, S.M. Jones-Quaidoo, D. Kahler [et al.] // *J Am Acad Orthop Surg.* – 2010. – Vol. 18, N 10. – P. 597-607.
63. Haidukewych, G.J. Temporary external fixation for the management of complex intra- and periarticular fractures of the lower extremity / G.J. Haidukewych // *J Orthop Trauma.* – 2002. Vol. 16, N 9. – P. 678-685.
64. Hake, M.E. Modern implant options for the treatment of distal femur fractures / M.E. Hake, M.E. Davis, A.M. Perdue, J.A. Goulet // *J Am Acad Orthop Surg.* – 2019. – Vol. 27, N 19. P. 867-875.
65. He, Y. Application of additional medial plate in treatment of proximal humeral fractures with unstable medial column: a finite element study and clinical practice / Y. He, J. He, F. Wang [et al.] // *Medicine (Baltimore).* – 2015. – Vol. 94, N 41. – P. e1775.
66. Heiney, J. P. Distal femoral fixation: a biomechanical comparison of trigen retrograde intramedullary (I.M.) nail, dynamic condylar screw (DCS), and locking compression plate (LCP) condylar plate / J.P. Heiney, M.D. Barnett, G. Vrabec [et al.] // *The Journal of Trauma: Injury, Infection, and Critical Care.* – 2009. – Vol. 66, N 2. – P. 443-449.
67. Heiney, J.P. Distal femoral fixation: a biomechanical comparison of retrograde nail, retrograde intramedullary nail, and prototype locking retrograde nail / J.P.

Heiney, S. Battula, J.A. O'Connor [et al.] // Clin Biomech (Bristol, Avon). – 2012. – Vol. 27, N 7. – P. 692-696.

68. Henderson, C. E. Locking plates for distal femur fractures: is there a problem with fracture healing? / C.E. Henderson, L.L. Kuhl, D.C. Fitzpatrick, J. Marsh // Journal of Orthopaedic Trauma. – 2011. – Vol. 25, N 1. – P. 8-14.

69. Henry, S.L. Supracondylar femur fractures treated percutaneously / S.L. Henry // Clinical Orthopaedics and Related Research. – 2000. – Vol. 375. – P. 51-59.

70. Hierholzer, C. Outcome analysis of retrograde nailing and less invasive stabilization system in distal femoral fractures: a retrospective analysis / C. Hierholzer, C. von Raden, T. Patzel [et al.] // Indian J Orthop. – 2011. – Vol. 45. – P. 243-250.

71. Higgins, T. F. Biomechanical analysis of distal femur fracture fixation: fixed-angle screw-plate construct versus condylar blade plate / T.F. Higgins, G. Pittman, J. Hines, K.N. Bachus // Journal of Orthopaedic Trauma. – 2007. – Vol. 21, N 1. – P. 43-46.

72. Higgins, T.F. Distal femoral fractures / T.F. Higgins // J Knee Surg. – 2007. – Vol. 20, N 1. – P. 56-66.

73. Holzman, M.A. Addition of a medial locking plate to an in situ lateral locking plate results in healing of distal femoral nonunions / M.A. Holzman, B.D. Hanus, J.W. Munz [et al.] // Clin Orthop Relat Res. – 2016. – Vol. 474, N 6. – P. 1498-1505.

74. Huang, S.C. Increasing nail-cortical contact to increase fixation stability and decreased implantstarin in antegrade locked nailing of distal femoral fractures: a biomechanical study / S.C. Huang, C.C. Lin, J. Lin // J Trauma. – 2009. – Vol. 66. – P. 436-442.

75. Iftikhar, A. Surgical outcome of supracondylar and intercondylar fractures femur in adults treated with dynamic condylar screw / A. Iftikhar // JPMI. – 2011. – Vol. 25, N 1. – P. 49-55.

76. Insall, J.N. Rationale of the Knee Society clinical rating system / J.N. Insall, L.D. Dorr, R.D. Scott, W.N. Scott // Clin Orthop Relat Res. – 1989. – Vol. 248. – P. 13-14.

77. Jeon, I. Minimally invasive percutaneous plating of distal femoral fractures using the dynamic condylar screw / I. Jeon, C. Oh, S. Kim [et al.] // *The Journal of Trauma: Injury, Infection, and Critical Care*. – 2004. – Vol. 57, N 5. – P. 1048-1052.
78. Jiamton, C. The safety and feasibility of minimally invasive plate osteosynthesis (MIPO) on the medial side of the femur: a cadaveric injection study / C. Jiamton, T. Apivatthakakul // *Injury*. – 2015. – Vol. 46, N 11. – P. 2170-2176.
79. Jung, W.B. Does medial support decrease major complications of unstable proximal humerus fractures treated with locking plate? / W.B. Jung, E.S. Moon, S.K. Kim [et al.] // *BMC Musculoskelet Disord*. – 2013. – Vol. 14. – P. 102.
80. Jupiter, J.B. Fractures of the distal humerus. / J.B. Jupiter, D.K. Mehne // *Orthopedics*. – 1992. – Vol. 15, N 7. – P. 825-833.
81. Kanabar, P. Less invasive stabilisation system plating for distal femoral fractures / P. Kanabar, V. Kumar, P.J. Owen, N. Rushton // *J Orthop Surg (Hong Kong)*. – 2007. – Vol. 15, N 3. – P. 299-302.
82. Kao, F.C. Treatment of distal femoral fracture by minimally invasive percutaneous plate osteosynthesis: comparison between the dynamic condylar screw and the less invasive stabilization system / F.C. Kao, Y.K. Tu, J.Y. Su [et al.] // *J Trauma*. – 2009. – Vol. 67, N 4. – P. 719-726.
83. Khalil, A.El-S. Highly unstable complex C3-type distal femur fracture: can double plating via a modified Olerud extensile approach be a standby solution? / A.El-S. Khalil, M.A. Ayoub // *J Orthop Traumatol*. – 2012. – Vol. 13, N 4. – P. 179-188.
84. Kiran Kumar, G.N. Locking compression plate in distal femoral intra-articular fractures: our experience / G.N. Kiran Kumar, G. Sharma, K. Farooque // *Int Sch Res Notices*. – 2014. – Vol. 2014. – P. 372916.
85. Kiyono, M. Clinical outcomes of treatment with locking compression plates for distal femoral fractures in a retrospective cohort / M. Kiyono, T. Noda, H. Nagano [et al.] // *J Orthop Surg Res*. – 2019. – Vol. 14, N 1. – P. 384.
86. Kolb, W. Fixation of distal femoral fractures with the less invasive stabilization system: a minimally invasive treatment with locked fixed-angle screws / W.

Kolb, H. Guhlmann, C. Windisch [et al.] // *The Journal of Trauma: Injury, Infection, and Critical Care*. – 2008. – Vol. 65, N 6. – P. 1425-1434.

87. Kolmert, L. Epidemiology and treatment of distal femoral fractures in adults / L. Kolmert, K. Wulff // *Acta Orthop Scand*. – 1982. – Vol. 53, N 6. – P. 957-962.

88. Koso, R.E. Healing, nonunion, and re-operation after internal fixation of diaphyseal and distal femoral fractures: a systematic review and meta-analysis / R.E. Koso, C. Terhoeve, R.G. Steen, R. Zura // *Int Orthop*. – 2018. – Vol. 42, N 11. – P. 2675-2683.

89. Kregor, P.J. Treatment of distal femur fractures using the less invasive stabilization system: surgical experience and early clinical results in 103 fractures / P.J. Kregor, J.A. Stannard, M. Zlowodzki, P.A. Cole // *J Orthop Trauma*. – 2004. – Vol. 18, N 8. – P. 509-520.

90. Krettek, C. The mechanical effect of blocking screws (“Poller screws”) in stabilizing tibia fractures with short proximal or distal fragments after insertion of small-diameter intramedullary nails / C. Krettek, T. Miclau, P. Schandelmaier [et al.] // *J Orthop Trauma*. – 1999. – Vol. 13, N 8. – P. 550-553.

91. Kulkarni, S.G. Antegrade interlocking nailing for distal femoral fractures / S.G. Kulkarni, A. Varshneya, G.S. Kulkarni [et al.] // *J Orthop Surg (Hong Kong)*. – 2012. – Vol. 20, N 1. – P. 48-54.

92. Kumar, P. Treatment of Gustilo grade III B supracondylar fractures of the femur with Ilizarov external fixation / P. Kumar, G.K. Singh, M. Singh, S. Bajraacharya // *Acta Orthop Belg*. – 2006. – Vol. 72, N 3. – P. 332-336.

93. Kumar, R. Primary Ilizarov external fixation in open grade III type C distal femur fractures: our experience / R. Kumar, S.S. Mohapatra, N. Joshi [et al.] // *J Clin Orthop Trauma*. – 2019. – Vol. 10, N 5. – P. 928-933.

94. Laux, C.J. Current concepts in locking plate fixation of proximal humerus fractures / C.J. Laux, F. Grubhofer, C.M.L. Werner [et al.] // *J Orthop Surg Res*. – 2017. – Vol. 12, N 1. – P. 137.

95. Liporace, F.A. Nail plate combination technique for native and periprosthetic distal femur fractures / F.A. Liporace, R.S. Yoon // *J Orthop Trauma*. – 2019. – Vol. 33, N 2. – P. e64-e68.
96. Luo, C.F. Three-column fixation for complex tibial plateau fractures / C.F. Luo, H. Sun, B. Zhang, B.F. Zeng // *J Orthop Trauma*. – 2010. – Vol. 24, N 11. – P. 683-692.
97. Lysholm, J. Evaluation of knee ligament surgery results with special emphasis on use of a scoring scale / J. Lysholm, J. Gillquist // *Am J Sports Med*. – 1982. – Vol. 10, N 3. – P. 150-154.
98. Malik, I. Comparative study of management of distal femoral fractures managed by dynamic condylar screw and distal femoral locking compression plate / I. Malik, R. Khan, R. Khurana, S Sharma // *WebmedCentral Orthopaedics*. – 2015. – Vol. 6, N 9. – WMC004976.
99. Marmor, M. The effect of fracture pattern stability on implant loading in OTA type 31-A2 proximal femur fractures / M. Marmor, K. Liddle, M. Pekmezci [et al.] // *J Orthop Trauma*. – 2013. – Vol. 27, N 12. – P. 683-689.
100. Martinet, O. The epidemiology of fractures of the distal femur / O. Martinet, J. Cordey, Y. Harder // *Injury*. – 2000. – Vol. 31, N 3. – P. 62-63.
101. Mashru, R.P. Fractures of the distal femur: current trends in evaluation and management / R.P. Mashru, E.A. Perez // *Current Opinion in Orthopaedics*. – 2007. – Vol. 18, N 1. – P. 41-48.
102. Meinberg, E.G. Fracture and dislocation classification compendium-2018 / E.G. Meinberg, J. Agel, C.S. Roberts [et al.] // *J Orthop Trauma*. – 2018. – Vol. 32, N 1. – P. S1-S170.
103. Miclau, T. Plate osteosynthesis of the distal femur: surgical techniques and results / T. Miclau, W. Holmes, R.E. Martin [et al.] // *Journal of the Southern Orthopaedic Association*. – 1998. – Vol. 7, N 3. – P. 161-170.
104. Mir, H.R. Grand rounds from Vanderbilt University: distal femoral fracture / H.R. Mir, A.A. Jahangir, M.K. Sethi, W.T. Obrebskey // *J Orthop Trauma*. – 2012. – Vol. 26, N 6. – P. 60-62.

105. Myers, P. Patient mortality in geriatric distal femur fractures / P. Myers, P. Laboe, K.J. Johnson [et al.] // *J Orthop Trauma*. – 2018. – Vol. 32, N 3. – P. 111-115.

106. Naeem ur Razaq, M. Outcomes of distal femur fracture treated with dynamic condylar screw / M. Naeem ur Razaq, T. Muhammad, A. Ahmed [et al.] // *J Ayub Med Coll Abbottabad*. – 2016. – Vol. 28, N 2. – P. 259-261.

107. Nayak, R.M. Minimally invasive plate osteosynthesis using a locking compression plate for distal femoral fractures / R.M. Nayak, R.M. Koichade, A.N. Umre, M.V. Ingle // *Journal of Orthopaedic Surgery*. – 2011. – Vol. 19, N 2, – P. 185–190.

108. Ostrum, R.F. Distal third femur fractures treated with retrograde femoral nailing and blocking screws / R.F. Ostrum, J.P. Maurer // *Journal of Orthopaedic Trauma*. – 2009. – Vol. 23, N 9. – P. 681-684.

109. Paller, D.J. A three-dimensional comparison of intramedullary nail constructs for osteopenic supracondylar femur fractures / D.J. Paller, S.W. Frenzen, C.S. Bartlett 3rd // *J Orthop Trauma*. – 2013. – Vol. 27, N 2. – P. 93-99.

110. Papadokostakis, G. The role and efficacy of retrograding nailing for the treatment of diaphyseal and distal femoral fractures: a systematic review of the literature / G. Papadokostakis, C. Papakostidis, R. Dimitriou, P.V. Giannoudis // *Injury*. – 2005. – Vol. 36, N 7. – P. 813-822.

111. Pape, H.C. Major secondary surgery in blunt trauma patients and perioperative cytokine liberation: determination of the clinical relevance of biochemical markers / H.C. Pape, M. Van Griensven, J. Rice [et al.] // *J Trauma*. – 2001. – Vol. 50, N 6. – P. 989-1000.

112. Park, K.H. Additional fixation of medial plate over the unstable lateral locked plating of distal femur fractures: a biomechanical study / K.H. Park, C.W. Oh, I.H. Park [et al.] // *Injury*. – 2019. – Vol. 50, N 10. – P. 1593-1598.

113. Park, S.G. Medial buttress plating for humerus fractures with unstable medial column / S.G. Park, Y.J. Ko. // *J Orthop Trauma*. – 2019. – Vol. 33, N 9. – P. e352-e359.

114. Pekmezci, M. Retrograde intramedullary nails with distal screws locked to the nail have higher fatigue strength than locking plates in the treatment of supracondy-

lar femoral fractures: a cadaver-based laboratory investigation / M. Pekmezci, E. McDonald, J. Buckley, U. Kandemir // *Bone Joint J.* – 2014. – Vol. 96-B, N 1. – P. 114-121.

115. Perren, S.M. Physical and biological aspects of fracture healing with special reference to internal fixation / S.M. Perren // *Clin Orthop Relat Res.* – 1979. – Vol. 138. – P. 175-196.

116. Perren, S.M. Understanding fracture healing biomechanics based on the "strain" concept and its clinical applications / S.M. Perren, A. Fernandez, P. Regazzoni // *Acta Chir Orthop Traumatol Cech.* – 2015. – Vol. 82, N 4. – P. 253-260.

117. Peschiera, V. Predicting the failure in distal femur fractures / V. Peschiera, L. Staletti, M. Cavanna [et al.] // *Injury.* – 2018. – Vol. 49, N 3. – P. S2-S7.

118. Petsatodis, G. Condylar buttress plate versus fixed angle condylar blade plate versus dynamic condylar screw for supracondylar intra-articular distal femoral fractures / G. Petsatodis, A. Chatzisyneon, P. Antonarakos, [et al.] // *Journal of Orthopaedic Surgery.* – 2010. – Vol.18, N 1. – P. 35-38.

119. Piekarczyk, P. Outcomes for high-energy distal femur articular fractures / P. Piekarczyk, K. Kwiatkowski, P. Kuczmera [et al.] // *Pol Orthop Traumatol.* – 2014. – Vol. 21, N 79. – P. 112-117.

120. Pietu, G. Epidemiology of distal femur fractures in France in 2011-12 / G. Pietu, M. Lebaron, X. Flecher [et al.]; SOFCOT // *Orthop Traumatol Surg Res.* – 2014. – Vol. 100, N 5. – P. 545-548.

121. Piétu, G. Minimally invasive internal fixation of distal femur fractures / G. Piétu, M. Ehlinger // *Orthop Traumatol Surg Res.* – 2017. – Vol. 103, N 1S. – P. S161-S169.

122. Ricci, M.W. Risk factors for failure of locked plate fixation of distal femur fractures: an analysis of 335 case / M.W. Ricci, N.P. Streubel, S. Morshed [et al.] // *Journal of Orthopaedic Trauma.* – 2014. – Vol. 28, N 2. – P. 83-89.

123. Rikli, D.A. Fractures of the distal end of the radius treated by internal fixation and early function. A preliminary report of 20 cases. / D.A. Rikli, P. Regazzoni // *J Bone Joint Surg Br.* – 1996. – Vol. 78, N 4. – P. 588-592.

124. Rüedi, T.P. AO principles of fracture management / T.P. Rüedi, M.W. Murphy. – Stuttgart-New York : Thieme, 2000. – 864 p.
125. Sahu, R.L. Functional outcome following internal fixation of intraarticular fractures of the distal femur / R.L. Sahu // *Acta Orthop Belg.* – 2017. – Vol. 83, N 2. – P. 215-222.
126. Sanders, R. Double-plating of comminuted, unstable fractures of the distal part of the femur / R. Sanders, M. Swiontkowski, H. Rosen, D. Helfet // *J Bone Joint Surg Am.* – 1991. – Vol. 73, N 3. – P. 341-346.
127. Sanders, R. Treatment of supracondylar - intracondylar fractures of the femur using dynamic condylar screw / Sanders, R., Regazzoni P., Ruedi T.P. // *J. Orthop. Trauma.* – 1989. – Vol. 3, N 3. – P. 214-222.
128. Schandelmaier, P. Distal femoral fractures and LISS stabilization / P. Schandelmaier, A. Partenheimer, B. Koenemann [et al.] // *Injury.* – 2001. – Vol. 32, N 3. – P. 55-63.
129. Schatzker, J. Supracondylar fractures of the femur (33-A, B, and C) / In J. Schatzker, M. Tile; *The rationale of Operative Fracture Care.* – 3rd ed. – Berlin: Springer, 2005. – P. 409-439.
130. Schutz, M. Minimally invasive fracture stabilization of distal femoral fractures with the LISS: a prospective multicenter study. Results of a clinical study with special emphasis on difficult cases / M. Schutz, M. Muller, C. Krettek [et al.] // *Injury.* – 2001. – Vol. 32, N 3. – P. 48-54.
131. Seinsheimer F 3rd. Fractures of the distal femur / F. Seinsheimer 3rd // *Clin Orthop Relat Res.* – 1980. – Vol. 153. – P. 169-179.
132. Shahcheraghi, G.H. Supracondylar fracture of the femur: closed or open reduction? / G.H. Shahcheraghi, H.R. Doroodchi // *J Trauma.* – 1993. – Vol. 34. – P. 499-502.
133. Steinberg, E.L. A double-plating approach to distal femur fracture: a clinical study / E.L. Steinberg, J. Elis, Y. Steinberg [et al.] // *Injury.* – 2017. – Vol. 48, N 10. – P. 2260-2265.

134. Stover, M. Distal femoral fractures: current treatment, results and problems / M. Stover // *Injury*. – 2001. – Vol. 32, N 3. – P. SC3-SC13.

135. Vallier, H.A. Comparison of the 95-degree angled blade plate and the locking condylar plate for the treatment of distal femoral fractures / H.A. Vallier, W. Immler // *Journal of Orthopaedic Trauma*. – 2012. – Vol. 26, N 6. – P. 327-332.

136. Virk, J.S. Distal femur locking plate: the answer to all distal femoral fractures / J.S. Virk, S.K. Garg, P. Gupta [et al.] // *J Clin Diagn Res*. – 2016. – Vol. 10, N 10. – P. RC01- RC05.

137. von Keudell, A. Treatment options for distal femur fractures / A. von Keudell, K. Shoji, M. Nasr [et al.] // *J. Orthop. Trauma*. – 2016. – Vol. 30, № 2. – P. 25-27.

138. Wang, S.-H. Outcomes of distal femoral fractures treated with minimally invasive plate osteosynthesis versus open reduction internal fixation with combined locking plate and interfragmentary screws. / Wang S.-H., Wu C.-C., Li W. T. [et al.] // *International Journal of Surgery*. – 2019. – Vol. 65. – P. 107-112.

139. Weeks, C.A. Locking plate fixation of proximal humeral fractures with impaction of the fracture site to restore medial column support: a biomechanical study / C.A. Weeks, F. Begum, L.A. Beaupre [et al.] // *J Shoulder Elbow Surg*. – 2013. – Vol. 22, N 11. – P. 1552-1557.

140. Wild, M. Do locked compression intramedullary nails improve the biomechanical stability of distal femoral fractures? / M. Wild, S. Thelen, V. Spoor [et al.] // *The Journal of Trauma: Injury, Infection, and Critical Care*. – 2011. – Vol. 70, N 4. – P. 832-837.

141. Wright, D.J. Supplemental fixation of supracondylar distal femur fractures: a biomechanical comparison of dual-plate and plate-nail constructs / D.J. Wright, D.J. DeSanto, M.H. McGarry // *J Orthop Trauma*. – 2020. – Vol. 34, N 8. – P. 434-440.

142. Yadkikar, S.V. Role of the Ilizarov ring fixator in management of severely comminuted supracondylar & intercondylar fractures of the distal femur / S.V. Yadkikar, V.S. Yadkikar, D. Somnath // *Orthopaedic Genius*. – 2017. – Vol. 23, № 1. – P. 6-11.

143. Yang, P. Biomechanical effect of medial cortical support and medial screw support on locking plate fixation in proximal humeral fractures with a medial gap: a fi-

nite element analysis / P. Yang, Y. Zhang, J. Liu [et al.] // *Acta Orthop Traumatol Turc.* – 2015. – Vol. 49, N 2. – P. 203-209.

144. Yang, R.S. Supracondylar fractures of the femur / R.S. Yang, H.C. Liu, T.K. Liu // *J Trauma.* – 1990. – Vol. 30, N 3. – P. 315-319.

145. Yao, X. Classification of tibia plateau fracture according to the "four-column and nine-segment" / X. Yao, Y. Xu, J. Yuan [et al.] // *Injury.* – 2018. – Vol.49, N 12. – P. 2275-2283.

146. Zehntner, M.K. Alignment of supracondylar/intercondylar fractures of the femur after internal fixation by AO/ASIF technique / M.K. Zehntner, D.G. Marchesi, H. Burch, R. Ganz // *Journal of Orthopaedic Trauma.* – 1992. – Vol. 6, N 3. – P. 318-326.

147. Zhang, W. Biomechanical assessment of single LISS versus double-plate osteosynthesis in the AO type 33-C2 fractures: a finite element analysis / W. Zhang, J. Li, H. Zhang [et al.] // *Injury.* – 2018. – Vol. 49, N 12. – P. 2142-2146.

148. Zhang, W. The mechanical benefit of medial support screws in locking plating of proximal humerus fractures / W. Zhang, L. Zeng, Y. Liu [et al.] // *PLoS One.* – 2014. Vol. 9, N 8. – P. e103297.

149. Zlowodzki, M. Biomechanical evaluation of the less invasive stabilization system, angled blade plate, and retrograde intramedullary nail for the internal fixation of distal femur fractures / M. Zlowodzki, S. Williamson, P.A. Cole [et al.] // *J Orthop Trauma.* – 2004. – Vol. 18, N 8. P. 494-502.

150. Zlowodzki, M. Biomechanical evaluation of the less invasive stabilization system and the 95-degree angled blade plate for the internal fixation of distal femur fractures in human cadaveric bones with high bone mineral density/ M.Zlowodzki, S.Williamson, L.D.Zardiackas, P.J.Kregor// *J. Trauma.*– 2006.– Vol. 60, № 4.– P. 836-840.

151. Zlowodzki, M. Operative treatment of acute distal femur fractures: systematic review of 2 comparative studies and 45 case series (1989 to 2005)/ M. Zlowodzki, M.Bhandari, D.J.Marek [et al.]// *J. Orthop. Trauma.*– 2006.– Vol. 20, N 5.– P. 366-371.