

ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
«САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ  
СКОРОЙ ПОМОЩИ ИМ. И.И. ДЖАНЕЛИДЗЕ»

На правах рукописи

РЕФИЦКИЙ

Юрий Владимирович

ОПТИМИЗАЦИЯ ХИРУРГИЧЕСКОГО ЛЕЧЕНИЯ НЕСТАБИЛЬНЫХ  
ПЕРЕЛОМОВ ЛОДЫЖЕК И ЗАДНЕГО КРАЯ БОЛЬШЕБЕРЦОВОЙ КОСТИ

3.1.8. Травматология и ортопедия

диссертация на соискание ученой степени  
кандидата медицинских наук

Научный руководитель:

д.м.н., доцент Беленький И.Г.

Санкт-Петербург

2025

## СОДЕРЖАНИЕ

		Стр.
<b>Введение:</b> актуальность, цели, задачи, научная новизна, практическое значение, апробация исследования, положения на защиту, структура исследования, объем диссертационного исследования		5
<b>Глава I</b>	<b>Современные подходы к хирургическому лечению пациентов с переломами лодыжек и заднего края большеберцовой кости</b>	16
1.1	Общие сведения о переломах лодыжек	16
1.2	Механизмы травмы при переломах лодыжек	17
1.3	Важные особенности клинической анатомии голеностопного сустава	18
1.4	Рентгеноанатомия голеностопного сустава	21
1.5	Классификации переломов лодыжек	22
1.6	Лучевая диагностика повреждений голеностопного сустава	24
1.7	Консервативное лечение при переломах лодыжек	27
1.8	Применение аппаратов наружной фиксации при переломах лодыжек	30
1.9	Внутренний остеосинтез при переломах лодыжек	32
1.10	Внутренний остеосинтез при переломах лодыжек с повреждением заднего края большеберцовой кости	38
1.11	Задние хирургические доступы к голеностопному суставу	41
1.11.1	Заднемедиальный доступ	41
1.11.2	Заднелатеральный доступ	42
1.12	Оценка результатов лечения пациентов с переломами лодыжек с повреждением заднего края большеберцовой кости	44
1.13	Резюме	51

<b>Глава II</b>	<b>Материалы и методы исследования</b>	53
2.1	Структура и общая характеристика диссертационной работы	53
2.2	Материалы и методы топографо-анатомического исследования	55
2.2.1	Материалы топографо-анатомического исследования	55
2.2.2	Методы топографо-анатомического исследования	57
2.3	Материалы и методы клинической части исследования	63
2.3.1	Общая характеристика клинических групп пациентов	63
2.3.2	Методики клинического исследования	68
2.4	Методика статистической обработки полученных данных	78
<b>Глава III</b>	<b>Топографо-анатомическое и рентгенологическое обоснование клинического применения заднелатерального и заднемедиального хирургических доступов к заднему отделу большеберцовой кости</b>	80
3.1	Результаты топографо-анатомического исследования	80
3.1.1	Результаты топографо-анатомического изучения заднелатерального доступа	80
3.1.2	Результаты топографо-анатомического изучения заднемедиального доступа	81
3.2	Сравнительный анализ полученных данных	83
3.3	Обсуждение результатов топографо-анатомического эксперимента	84
3.4	Методика предоперационного планирования	90
<b>Глава IV</b>	<b>Результаты хирургического лечения пациентов с нестабильными переломами лодыжек и заднего края большеберцовой кости</b>	99

4.1	Ближайшие и среднесрочные результаты лечения пациентов первой клинической группы	99
4.2	Ближайшие и среднесрочные результаты лечения пациентов второй клинической группы	103
4.3	Ближайшие и среднесрочные результаты лечения пациентов третьей клинической группы	107
4.4	Сравнительный анализ результатов лечения пациентов изученных клинических групп	112
4.5	Обсуждение полученных результатов	116
Заключение		123
Выводы		128
Практические рекомендации		130
Список сокращений		131
Список литературы		133

## ВВЕДЕНИЕ

### **Актуальность темы исследования**

Переломы лодыжек составляют около 4–9% от всех переломов костей скелета [121, 126]. При этом в 46% случаев эти травмы ассоциированы с повреждением заднего края большеберцовой кости (ЗКББК) [126].

Несмотря на то, что травматологи имеют большой опыт лечения пациентов со сложными переломами лодыжек, вопрос необходимости остеосинтеза заднего края ББК все еще обсуждается. Общепринятая ранее практика воздерживаться от фиксации, если его размер менее 25–33% от суставной поверхности, сейчас уступает подходу, согласно которому все поврежденные структуры голеностопного сустава (ГСС) должны быть восстановлены [152]. Ряд исследований продемонстрировал, что наличие перелома ЗКББК, независимо от размеров костного фрагмента, негативно влияет на исход лечения [119, 152].

Стремление систематизировать подходы к хирургическому лечению переломов ЗКББК привело к созданию относительно новых классификаций этих повреждений, основанных на данных спиральной компьютерной томографии (СКТ). N. Naraguchi et al. (2006) предложили разделить переломы заднего края ББК на три типа, ориентируясь на локализацию фрагмента [86]. J. Bartoníček et al. (2017) разделили эти травмы на четыре типа в зависимости от морфологии фрагмента и степени вовлечения в перелом малоберцовой вырезки [60]. И те, и другие авторы говорят о том, что все переломы заднего края ББК, которые технически могут быть зафиксированы, должны быть зафиксированы [60, 86].

Технически остеосинтез перелома заднего края ББК можно выполнить с использованием закрытой репозиции с введением винтов спереди назад или открытой репозиции с фиксацией винтами, проведенными сзади наперед, или с фиксацией пластиной и винтами. В отношении функциональных результатов хирургического лечения пациентов обсуждаемого профиля в зависимости от применяемого способа

фиксации в научной литературе нет единого мнения. K. Pilskog et al. (2021), Y.C. Su et al. (2024), M. Teimouri et al. (2024) сообщают о сходных показателях оценки функции ГСС при применении традиционного и задних доступов [126, 136, 137]. С другой стороны, целый ряд других авторов получили данные, свидетельствующие в пользу применения задних доступов при оценке функциональных результатов по шкалам SF-36 (англ. Short Form-36), FAOS (англ. Foot and Ankle Outcome Score), AOFAS (англ. American Orthopedic Foot and Ankle Score) и другим [63, 73, 76, 88, 120]. Существование подобных противоречий определило актуальность проведения собственного сравнительного исследования.

### **Степень разработанности темы исследования**

Нестабильные переломы лодыжек и заднего края большеберцовой кости являются одной из сложных проблем травматологии и ортопедии. Эти травмы требуют комплексного подхода, который включает как восстановление анатомической структуры, так и обеспечение функциональной стабильности голеностопного сустава. В связи с высокой частотой таких переломов, а также их потенциально неблагоприятным влиянием на качество жизни пациентов, проблема оптимизации хирургического лечения остается актуальной [63, 73, 88].

В современной литературе существует множество исследований, посвященных вопросам диагностики, тактики лечения и реабилитации при переломах лодыжек и ЗКББК. Все методы хирургической стабилизации отломков при таких переломах направлены на восстановление биомеханики голеностопного сустава и предотвращение посттравматического остеоартрита [60, 63, 76]. В. Tosun et al. (2018) на основании проведенного ретроспективного исследования делают вывод о том, что фиксация ЗКББК тесно связана с хорошими рентгенологическими и функциональными результатами при трехлодыжечных переломах. Также авторы сообщают, что остеосинтез фрагмента Фолькмана может в ряде случаев приводить к восстановлению стабильности дистального межберцового синдесмоза (ДМБС). По

этой причине они рекомендуют фиксировать все переломы ЗКББК независимо от их размера [139]. В проспективном рандомизированном исследовании 2023 года В. Karaismailoglu et al. провели сравнение функциональных и клинических результатов хирургического лечения переломов лодыжек и ЗКББК с фиксацией фрагмента Фолькмана и без фиксации. Результаты этой работы демонстрируют, что у пациентов, которым был выполнен остеосинтез ЗКББК, клинические результаты были несколько лучше. Эта разница не было статистически значима при краткосрочном и среднесрочном наблюдении. Однако, фиксация задних фрагментов способствовала улучшению функциональных исходов за счет того, что способствовала уменьшению частоты смещения суставного фрагмента более чем на 1 мм. Такое смещение по мнению авторов является негативным прогностическим фактором [96].

Помимо существующих в научной среде противоречивых мнений в отношении необходимости фиксации ЗКББК, также до недавнего времени не было сформулировано показаний к выполнению его открытой репозиции [59]. Однако известно, что успех лечения во многом зависит от точной диагностики и правильной интерпретации рентгенологических и томографических данных [60, 86]. Именно на основании полноценного предоперационного обследования следует делать выбор в отношении хирургического доступа и техники фиксации.

Преимущества открытой репозиции с внутренней фиксацией фрагмента Фолькмана перед чрескожной фиксацией винтами, проведенными спереди назад, продемонстрированы во многих научных публикациях [76, 88, 120]. Так, например, S. Erinç et al. (2021) провели сравнительный анализ результатов лечения 86 пациентов с переломами лодыжек и ЗКББК. Группе из 50 человек был выполнен малоинвазивный остеосинтез фрагмента Фолькмана винтами, 36 человек были прооперированы открыто. Согласно оценкам функциональных результатов по шкалам SF-36 и FAOS после пациенты второй группы показали более высокие функциональные и рентгенологические результаты. Также авторы делают вывод, что риск развития

посттравматического остеоартрита и удовлетворенность пациента результатом лечения коррелируют с качеством восстановления суставной поверхности ББК [76].

Описанные противоречия и упомянутые нерешенные вопросы обуславливают необходимость проведения дальнейших исследований, направленных на оптимизацию хирургического лечения нестабильных переломов лодыжек и ЗКББК. Это обусловило актуальность и позволило сформулировать цель и задачи настоящего диссертационного исследования.

**Цель исследования:** на основании сравнительного анализа ближайших и среднесрочных результатов оказания специализированной травматологической помощи пациентам с нестабильными переломами лодыжек и заднего края большеберцовой кости обосновать протокол клинико-рентгенологического обследования и методику рационального выбора тактики их хирургического лечения.

**Задачи исследования:**

1. Оценить современное состояние проблемы остеосинтеза переломов заднего края большеберцовой кости при нестабильных переломах области голеностопного сустава на основании анализа специальной научной литературы.
2. Обосновать с топографо-анатомических позиций безопасность применения и рациональную технику выполнения заднелатерального и заднемедиального хирургических доступов при остеосинтезе переломов лодыжек и заднего края большеберцовой кости.
3. Предложить протокол предоперационного обследования пациентов с нестабильными переломами лодыжек с повреждением заднего края большеберцовой кости, включающий применение современных методов лучевой диагностики и визуализации и обоснованную методику выбора рационального хирургического доступа для выполнения операций остеосинтеза у пациентов рассматриваемого профиля.

4. Провести сравнительный анализ ближайших и среднесрочных результатов остеосинтеза при нестабильных переломах лодыжек и заднего края большеберцовой кости без применения предложенной методики и с ее применением.

### **Научная новизна исследования**

1. В результате проведенного топографо-анатомического исследования обоснована безопасность применения заднемедиального и заднелатерального хирургических доступов у пациентов с переломами лодыжек и ЗКББК, предложены приемы, снижающие риск повреждения важных анатомических образований при выполнении указанных доступов.

2. Получены новые данные о возможностях визуализации задней поверхности дистального метаэпифиза ББК в ходе оперативного вмешательства с применением заднелатерального или заднемедиального хирургического доступа.

3. Предложена обоснованная методика предоперационного обследования пациентов с нестабильными переломами лодыжек, а также методика предоперационного планирования, включающая рациональный выбор варианта хирургического доступа.

4. Получены доказательства клинической эффективности применения предложенной методики предоперационного планирования у пациентов с нестабильными переломами лодыжек и ЗКББК.

### **Практическая значимость диссертационной работы**

1. Проведенное топографо-анатомическое исследование позволяет снизить риск ятрогенных повреждений при выполнении заднелатерального или заднемедиального доступа при остеосинтезе лодыжек и ЗКББК.

2. Предложенная методика предоперационного обследования пациентов способствует более точной диагностике всех повреждений области ГСС у пациентов

обсуждаемого профиля, что снижает риск ошибок при выполнении хирургического вмешательства.

3. Описанная обоснованная методика рационального выбора хирургического доступа упрощает предоперационное планирование и, как следствие, повышает качество специализированной хирургической помощи пациентам с нестабильными переломами лодыжек.

4. Обоснована целесообразность выполнения открытой репозиции фрагмента ЗКББК и его внутренней фиксации из заднелатерального или заднемедиального оперативного доступа, так как это улучшает анатомические, клинические и функциональные результаты хирургического лечения пациентов.

### **Методология и методы исследования**

Настоящее диссертационное исследование включало в себя несколько взаимосвязанных этапов. Вначале был осуществлен поиск по общедоступным базам научных публикаций (PubMed, ResearchGate, Elibrary) статей, которые соответствуют теме нашего исследования. Наибольшее внимание было уделено работам, посвященным проблеме остеосинтеза ЗКББК, оценке функциональных результатов хирургического лечения, а также описанию осложнений.

Проведенный анализ литературы позволил определить цели и задачи дальнейших этапов исследования, которые включали топографо-анатомический эксперимент, разработку методики предоперационного планирования и клиническую апробацию предложенной методики.

В ходе топографо-анатомического эксперимента на 18 нефиксированных анатомических препаратах были смоделированы заднелатеральный и заднемедиальный доступы к заднему отделу дистального метаэпифиза ББК с оценкой возможностей визуализации из каждого доступа. Помимо этого, мы изучили особенности топографии важнейших анатомических образований, располагающихся

в проекции хирургических доступов и отработали методики их защиты при оперативном вмешательстве.

Следующим этапом была разработана методика выбора рационального хирургического доступа на основании полноценного предоперационного обследования пациента с использованием современных методов лучевой диагностики. Анализ рентгенограмм, выполненных в стандартных проекциях, и срезов СКТ, включая изображения, полученные в результате 3D реконструкции, позволили тщательно изучить архитектуру перелома лодыжек и ЗКББК у каждого пациента. Затем, с учетом классификации перелома ЗКББК по J. Bartoniček, обоснованно выбирался вариант хирургического доступа.

Апробация предложенной методики была произведена в ходе проспективного клинического исследования. Сто тридцать два пациента были разделены на три группы в зависимости от применявшегося хирургического доступа и техники фиксации ЗКББК. В первую группу (группу сравнения) вошли 70 пациентов, которым остеосинтез фрагмента Фолькмана был выполнен чрескожно винтами, проведенными спереди назад. Во вторую группу вошли 33 пациента. Им фиксацию ЗКББК производили открыто из заднелатерального доступа. Третья группа была представлена 29 пациентами, которые были прооперированы с применением заднемедиального доступа. У всех пациентов второй и третьей групп синтез ЗКББК осуществлялся пластиной и винтами или только винтами, проведенными сзади наперед. Предоперационное обследование и планирование операции у пациентов второй и третьей групп производилось согласно предложенной нами методике.

Заключительным этапом нашего исследования был сравнительный анализ рентгенологических, клинических и функциональных результатов хирургического лечения трех групп пациентов. Мы оценивали качество восстановления тиббиальной суставной поверхности по данным контрольной СКТ, а также частоту и структуру развившихся осложнений. Все пациенты заполняли индивидуальные анкеты на основе шкалы AOFAS, что позволило нам изучить и сравнить динамику изменения

функциональных результатов среди пациентов, а также сделать обоснованные выводы по результатам проведенной работы.

### **Основные положения, выносимые на защиту:**

1. Заднелатеральный и заднемедиальный хирургические доступы к ГСС в своей совокупности обеспечивают полноценную визуализацию задней поверхности дистального отдела ББК, а выполнение остеосинтеза ЗКББК из указанных доступов технически возможно и не сопряжено с высоким риском повреждения значимых анатомических образований.

2. Полноценное предоперационное обследование пациентов с применением современных методов лучевой диагностики позволяет получить необходимую информацию для осуществления качественного предоперационного планирования и обоснованного выбора варианта хирургического доступа для остеосинтеза лодыжек и ЗКББК.

3. Применение предложенной методики предоперационного обследования и планирования операции остеосинтеза позволяет улучшить анатомические, клинические и функциональные результаты лечения пациентов с нестабильными переломами лодыжек с повреждением ЗКББК и, как следствие, повысить качество оказываемой хирургической помощи пациентам обсуждаемого профиля.

### **Степень достоверности результатов исследования**

Выводы и рекомендации настоящей диссертационной работы основаны на анализе 156 профильных научных публикаций и результатах собственных топографо-анатомических и клинических исследований. В ходе топографо-анатомической части работы, проведенной на 18 нефиксированных препаратах нижних конечностей, были использованы адекватные задачам современные методики. Анатомические препараты были отобраны таким образом, чтобы не исказить результаты проведенного эксперимента. Разработка методики предоперационного планирования включала

обследование пациентов с использованием современных аппаратов для лучевой диагностики (рентгеновские аппараты и аппараты СКТ), а также современного, отвечающего задачам программного обеспечения для анализа и обработки полученных изображений. В клинической части диссертационного исследования нами были проанализированы среднесрочные результаты хирургического лечения 132 пациентов, которые были разделены на три группы, сопоставимые по своим демографическим характеристикам, но отличавшиеся по применявшейся методике остеосинтеза переломов ЗКББК. После остеосинтеза каждому пациенту выполнялись контрольные инструментальные исследования с целью оценки анатомического результата хирургического вмешательства. Контрольные осмотры с оценкой функциональных исходов у пациентов всех трех групп проводили в динамике через 12, 24 и 48 недель после операций. Все полученные данные были систематизированы в электронной таблице, после чего была произведена их статистическая обработка с применением адекватных методов и современного программного обеспечения. Таким образом, результаты выполненного диссертационного исследования представляются достоверными, а сделанные выводы – обоснованными.

### **Апробация результатов диссертационного исследования**

По теме диссертационного исследования опубликовано 8 печатных работ, из них 5 статей в журналах, рекомендованных ВАК РФ для публикаций результатов диссертационных исследований.

Результаты диссертационной работы были доложены на конгрессе Межрегиональной Ассоциации по неотложной хирургии 2023 года в рамках научно-практической конференции «Джанелидзеvские чтения – 2023 (Санкт-Петербург)», на конгрессе Ассоциации по неотложной хирургии 2021 года (Санкт-Петербург), на XII всероссийском съезде травматологов-ортопедов 2022 года (Санкт-Петербург)..

Результаты диссертационного исследования внедрены в практику работы травматологических отделений ГБУЗ «СПб НИИ скорой помощи им. И.И.

Джанелидзе», ГБУЗ ЛО «Всеволожская клиническая многопрофильная больница», ГБУЗ ЛО «Гатчинская клиническая многопрофильная больница», а также используются в ФГБУ «НМИЦ травматологии и ортопедии им. Р.Р. Вредена» Минздрава России и ГБУЗ «СПб НИИ скорой помощи им. И.И. Джанелидзе» 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 проведении топографо-анатомического эксперимента, моделируя хирургические доступы, выполняя необходимые измерения. Затем автор систематизировал и проанализировал полученные данные. В ходе разработки методики предоперационного планирования и обследования пациентов автор анализировал результаты рентгенологических исследований, а также участвовал в выполнении измерений для демонстрации точности реализации предоперационного плана. В ходе клинического исследования автор отбирал профильных пациентов, лично участвовал в операциях остеосинтеза у пациентов всех трех групп, а также осуществлял контроль за лечением большинства пациентов второй и третьей групп исследования. Затем автор лично систематизировал данные, касающиеся анатомических, клинических и функциональных результатов хирургического лечения пациентов всех трех групп. Также он осуществил подготовку базы данных для дальнейшей статистической обработки и графического представления. 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 выступал с научными докладами по результатам проведенных исследований на конференциях по специальности.

### **Объем и структура диссертации**

Диссертация представлена на 152 страницах машинописного текста и включает введение, четыре главы собственных исследований, заключение, выводы, практические рекомендации, список сокращений и список использованной научной литературы, включающий 50 отечественных и 106 зарубежных источников. Работа содержит 16 таблиц и 25 рисунков.

## СОВРЕМЕННЫЕ ПОДХОДЫ К ХИРУРГИЧЕСКОМУ ЛЕЧЕНИЮ ПАЦИЕНТОВ С ПЕРЕЛОМАМИ ЛОДЫЖЕК И ЗАДНЕГО КРАЯ БОЛЬШЕБЕРЦОВОЙ КОСТИ

### **1.1 Общие сведения о переломах лодыжек.**

Перелом области ГСС является одним из самых распространенных повреждений опорно-двигательного аппарата. Его распространенность, по данным различных источников, составляет от 42,2 до 187 на 100 000 человек населения в год [61, 71, 94, 121]. В общей структуре травм переломы лодыжек составляют от 4% до 10,3% [11, 19, 61, 121, 138] и от 40% до 60% от переломов костей голени [24, 36, 41]. По встречаемости они уступают лишь переломам дистального отдела лучевой кости и проксимального отдела бедренной кости [61].

Как и для многих других локализаций, для переломов лодыжек характерно бимодальное распределение по частоте в зависимости от пола и возраста пациентов [94]. В целом, женщины получают эту травму чаще мужчин – соотношение пациентов женского пола к пациентам мужского, по данным отечественных и зарубежных авторов, составляет от 1,12 до 1,52 [45, 61, 71, 94].

При анализе распространенности повреждений ГСС в разных возрастных группах отмечается наличие двух частотных пиков: в молодом возрасте (в интервале от 10 до 19 лет) и в пожилом и старческом возрастах (от 60 до 79 лет). Причем среди пациентов молодого возраста преобладают мужчины, в то время как переломы лодыжек у пожилых людей происходят чаще у женщин [75, 94].

Наиболее распространенным повреждением костных структур ГСС является изолированный перелом латеральной лодыжки. Он встречается в 55-77,6% случаев. Второй по частоте – изолированный перелом медиальной лодыжки с частотой 10-12,9%. Так называемые трехлодыжечные переломы, то есть перелом обеих лодыжек и ЗКББК наблюдаются в 3,5-11% случаев. Таким образом они встречаются чаще, чем бималлеолярные переломы, для которых характерная частота 4-5,8% [75, 94]. R. Elsoe

et al. (2018) отдельно выделяют переломы диафиза МБК и приводят для этих переломов частоту в 6% [75].

В отношении переломов лодыжек с повреждением ЗКББК у исследователей данные в отношении частоты варьируются. Встречаются показатели в диапазоне от 7% до 40% от всех переломов лодыжек [4, 71, 75, 94, 138]. Однако в большинстве работ, направленных именно на изучение эпидемиологии переломов лодыжек, частота повреждения ЗКББК не превышает 11% [71, 75, 94].

## **1.2 Механизмы травмы при переломах лодыжек**

По энергии травмы все причины переломов лодыжек можно подразделить на две большие группы: низкоэнергетические и высокоэнергетические переломы. Первые характерны для пожилых людей. Чаще всего они происходят на фоне возрастного снижения плотности костной ткани и встречаются преимущественно у женщин. Молодые пациенты, как правило, при сборе анамнеза сообщают о высокоэнергетической травме [66].

Если говорить в целом о механизмах повреждения ГСС, то больше половины случаев (61%) переломов лодыжек происходят вследствие подворачивания стопы или падения с высоты собственного роста. Высокоэнергетические травмы встречаются реже. К ним относятся спортивные травмы - 22% случаев, дорожно-транспортные происшествия (ДТП) – 6%, падения с высоты, прямые удары и другие причины – 11% [75].

Более подробно причины повреждений ГСС изучили в своей работе С. Court-Brown et al. (1998). Согласно их исследованию, наиболее часто к переломам лодыжек приводят падения с высоты собственного роста (31%), на втором месте подворачивание стопы (26%), затем занятия спортом (17%). В 8,5% случаев пациенты получали травмы при ДТП. Чуть реже, в 7,9% случаев, падения происходили на лестнице. Катастрофа и прямой удар в область ГСС встречаются реже всего: 6,2% и

5,9%, соответственно. При этом средний возраст пациентов с низкоэнергетической травмой составил 47–53 года, а при высокоэнергетической – от 25 до 49 лет [71].

Помимо представленной выше статистики, авторы приводят данные о частоте различных механизмов переломов лодыжек в зависимости от типа перелома по классификации АО/ОТА (нем. Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen / англ. Orthopedic Trauma Association) [71, 111]. Обращает на себя внимание, что переломы типа С часты при ДТП и при занятиях спортом. При этом подворачивание стопы выступает в качестве причины надсиндесмозного перелома лодыжек реже всего [71].

Механизмы травмы лодыжек легли в основу классификации Lauge-Hansen [20, 134]. Авторы учитывают положение стопы в момент травмы (супинация или пронация), а также направление травмирующей силы (аддукция, абдукция, наружная ротация, дорзифлексия). В данной классификации выделены следующие механизмы: супинация и аддукция, супинация и наружная ротация, пронация и абдукция, пронация и наружная ротация, пронация и дорзифлексия. Более подробно на этой классификации мы остановимся в следующем разделе нашего диссертационного исследования.

### **1.3 Важные особенности клинической анатомии голеностопного сустава**

ГСС имеет достаточно сложную анатомию, знание которой необходимо в случае лечения пациентов с повреждениями данной области. Особенности строения ГСС оказывают большое влияние на алгоритм и особенности хирургической стабилизации структур как костных, так и мягкотканых, которые участвуют в образовании сустава.

ГСС является блоковидным суставом. ББК и МБК охватывают в виде «вилки» таранную кость. С клинической точки зрения в ГСС суставе можно выделить большеберцово-таранный сустав, малоберцово-таранный и дистальное межберцовое сочленение. Наибольшая доля площади контакта суставных поверхностей приходится на большеберцово-таранный сустав.

Дистальная суставная поверхность ББК имеет прямоугольную форму, расширяющуюся кпереди. Она слегка вогнута и конгруэнтна блоку таранной кости, который покрыт гиалиновым хрящом сверху и с боков. Обращенные к таранной кости поверхности медиальной и латеральной лодыжек также покрыты суставным хрящом. Суставная капсула прикрепляется к границам сочленяющихся поверхностей по задней и боковой поверхностям, а по передней – отступает от них на 0,5 см [5]. Ее передняя и задние части тонкие, а боковые усилены за счет медиальной и латеральной связок [116].

Линия ГСС во фронтальной плоскости проводится через точки, расположенные по краям субхондрального слоя ББК. В сагиттальной плоскости линию сустава проводят через нижние выступающие точки суставной поверхности ББК [43].

Угол между механической осью ББК и линией ГСС составляет  $89^\circ$  ( $86-92^\circ$ ) во фронтальной и  $80^\circ$  ( $78-82^\circ$ ) в сагиттальной плоскости [5, 43]. Наружная торсия дистального отдела костей голени составляет  $30-35^\circ$  [43].

Связочный аппарат ГСС представлен латеральным и медиальным связочными комплексами, а также связками, участвующими в образовании ДМБС [5, 116].

Медиальная коллатеральная (дельтовидная) связка отличается прочностью и имеет дельтовидную форму. Она начинается над медиальной лодыжкой и, расширяясь, прикрепляется к линии, идущей от бугристости ладьевидной до медиального бугорка таранной кости. Анатомы в зависимости от мест прикрепления пучков дельтовидной связки выделяют в ее составе 4 части: большеберцово-ладьевидная, большеберцово-пяточная, задняя большеберцово-таранная и передняя большеберцово-таранная.

Латеральная связка ГСС включает в себя три отдельные связки. Передняя таранно-малоберцовая связка соединяет передний край дистального отдела МБК и таранную кость. Задняя таранно-малоберцовая связка направлена горизонтально от латеральной лодыжки к заднему отростку таранной кости. Пяточно-малоберцовая

связка крепится к заднемедиальной поверхности наружной лодыжки и к пяточной кости под бугорком на ее латеральной поверхности [15].

Дистальная часть межкостной мембраны образует межкостную тиббиофибулярную связку, которая, наряду с передней и задней межберцовыми связками, стабилизирует ДМБС. Передняя тиббиофибулярная связка прикрепляется к бугорку Tillaux-Charput на передней поверхности ББК и к бугорку Wagstaffe латеральной лодыжки. Задняя тиббиофибулярная связка, начинаясь от задней поверхности дистального отдела МБК, идет в поперечном направлении и прикрепляется к треугольному фрагменту задней поверхности дистального метаэпифиза ББК (треугольник Фолькмана, англ. Volkman's triangle) [5, 15].

Связки, наряду с костными структурами, участвующими в образовании ГСС, являются его основными стабилизирующими компонентами.

На уровне ГСС мышцы голени представлены их сухожилиями. В переднем фасциальном футляре проходят сухожилия передней большеберцовой мышцы, разгибателя большого пальца стопы, длинного разгибателя пальцев стопы и третьей малоберцовой мышцы. Передняя большеберцовая артерия, передняя большеберцовая вена и глубокая ветвь малоберцового нерва проходят между сухожилиями разгибателя большого пальца стопы и длинного разгибателя пальцев стопы.

Латеральный компартмент заполнен сухожилиями короткой и длинной малоберцовых мышц. Здесь же залегает поверхностный малоберцовый нерв. Ахиллово сухожилие и подошвенная мышца содержатся в поверхностном заднем компартменте. Глубокий задний компартмент включает сухожилия задней большеберцовой мышцы, длинного сгибателя пальцев стопы и длинного сгибателя большого пальца стопы. Позади медиальной лодыжки в лодыжковой борозде проходят задняя большеберцовая артерия и большеберцовый нерв [5]. Перечисленные сосудисто-нервные пучки являются клинически значимыми и залегают в проекции хирургических доступов к ГСС, поэтому необходимо учитывать их топографическую анатомию при выполнении остеосинтеза.

Основные движения в ГСС совершаются вокруг оси, расположенной горизонтально во фронтальной плоскости и проходящей через блок таранной кости. При разгибании в ГСС стопа движется в сторону тыла – происходит дорсифлексия. Обратное движение стопы в сторону подошвы соответствует сгибанию и называется плантофлексией.

Из-за неравномерной ширины блока таранной кости в горизонтальной плоскости в ГСС также возможны приведение, отведение, пронация и супинация. Комбинация приведения и пронации называют инверсией стопы, отведения и супинации – эверсией [116].

Таким образом, в стабилизации ГСС принимают участие как костные, так и мягкотканые стабилизаторы. Понимание этого определяет правильное планирование операции с восстановлением стабильности сустава в процессе фиксации переломов, особенно в случаях повреждения ЗКББК, так как этот компонент повреждения приводит к наиболее значимому нарушению стабильности в ГСС.

#### **1.4 Рентгеноанатомия голеностопного сустава**

Наиболее доступным методом лучевой диагностики повреждений ГСС является рентгенография. Задачей рентгенологического исследования ГСС является исключение или выявление анатомических изменений или патологических процессов.

Рентгенограммы ГСС выполняют в прямой (переднезадней), переднезадней косою (англ. mortise view) и боковой проекциях [26, 34]. На рентгенограмме в прямой проекции определяются эпифиз и метафиз ББК. На суставной поверхности ББК визуализируется замыкающая пластинка, которая переходит на суставную поверхность медиальной лодыжки. С противоположной стороны от медиальной лодыжки определяется тень латеральной лодыжки и дистального отдела диафиза МБК. Изображение латеральной лодыжки накладывается на изображение латеральной части метаэпифиза ББК [34].

Блок таранной кости на рентгенограммах ГСС в прямой проекции представляется в виде четырехугольного образования. Верхние и боковые его контуры слегка вогнуты. Рентгеновская суставная щель ГСС прослеживается в медиальном и среднем отделах и в норме должна иметь одинаковую высоту на всем своем протяжении. Латеральная лодыжка, накладываясь на тень таранной кости в прямой проекции, препятствует визуализации суставной щели в латеральных отделах. Для визуализации латеральной рентгеновской суставной щели выполняется рентгенография в переднезадней косой (англ. mortise view).

На рентгенограмме в боковой проекции изображения берцовых костей накладываются друг на друга, а также на блок таранной кости. В связи с этим суставная щель хорошо различима на небольшом протяжении в переднем и заднем отделах ГСС. Тень латеральной лодыжки перекрывается тенью медиальной, однако не полностью, так как первая длиннее второй. Блок таранной кости выглядит на боковой рентгенограмме в виде куполовидного образования. По контуру его верхней части, конгруэнтной пилону ББК, прослеживается более плотная субхондральная пластинка [34].

### **1.5 Классификации переломов лодыжек**

Переломы лодыжек являются внутрисуставными повреждениями ГСС. Наиболее простая классификация подразумевает деление всех переломов лодыжек на группы в зависимости от вовлеченных анатомических структур. Выделяют изолированный перелом латеральной лодыжки, изолированный перелом медиальной лодыжки, двухлодыжечный перелом, трехлодыжечный перелом (при сочетании перелома обеих лодыжек с переломом ЗКББК) [47].

Наиболее распространенной классификацией переломов лодыжек на настоящий момент является классификация АО/ОТА [111]. Она известна во всем мире, и ее практическая ценность обусловлена удобством использования при выборе тактики оперативного лечения. Классификация АО/ОТА основана на классификации Danis-

Weber. Именно Robert Danis в 1949 году предложил делить переломы лодыжек в зависимости от отношения уровня перелома латеральной лодыжки к ДМБС. Предложенная классификация была модифицирована швейцарским хирургом Bernhard Georg Weber в 1972 году [89].

Согласно универсальной классификации переломов АО/ОТА, переломам лодыжек соответствует код 44, определяющий анатомическую локализацию повреждения. Переломы подразделяются на три типа, исходя из расположения линии перелома в области латеральной лодыжки или малоберцовой кости по отношению к дистальному межберцовому сочленению:

*тип А* – подсиндесмозные,

*тип В* – чрезсиндесмозные,

*тип С* – надсиндесмозные.

Каждый тип перелома лодыжек делится на 3 группы, которые имеют цифровую кодировку [111].

Упомянутая ранее классификация Lauge-Hansen (1950) основана на механизме травмы и положении стопы в момент повреждения. Авторы выделили 5 типов переломов лодыжек, которые в свою очередь подразделяются по степеням тяжести в зависимости от количества поврежденных структур [101]: супинация — наружная ротация; пронация — наружная ротация; пронация — абдукция; супинация — аддукция; пронация — дорзифлексия.

Отдельного внимания заслуживают переломы ЗКББК, так как эти повреждения при выборе в их отношении неверной хирургической тактики могут приводить к значительному ухудшению как рентгенологического, так и функционального результата лечения. Необходимость отдельной классификации обусловлена тем, что на боковых рентгенограммах ГСС трудно оценить истинный размер фрагмента ЗКББК и направление распространения линии перелома. В связи с этим, хирурги пришли к выводу, что для лучшего понимания архитектоники перелома лодыжек следует оценивать трехмерную морфологию фрагмента ЗКББК [153].

В 2006 году N. Haraguchi et al. положили в основу своей классификации переломов ЗКББК указанный выше принцип [86]. Они выделили три типа переломов обсуждаемой локализации:

- тип 1* – заднелатеральный косой,
- тип 2* – поперечный с распространением на медиальную поверхность,
- тип 3* – перелом кортикальной пластинки.

Однако предложенная классификация не учитывала размер фрагмента ЗКББК. Этот недостаток в 2015 году попытались устранить J. Bartoníček et al., создав свою классификацию на основе анализа СКТ картин 141 перелома лодыжек, сочетавшихся с повреждением задних отделов ББК [58]. Авторы выделили 4 типа перелома ЗКББК:

- тип 1* – внеинцизурный фрагмент с интактной малоберцовой вырезкой;
- тип 2* – интраинцизурный заднелатеральный фрагмент с вовлечением 1/3–1/4 малоберцовой вырезки;
- тип 3* – интраинцизурный заднемедиальный двухфрагментарный перелом, включающий заднюю часть малоберцовой вырезки латерально и заднюю часть медиальной лодыжки медиально;
- тип 4* – большой заднелатеральный фрагмент треугольной формы, включающий заднюю половину малоберцовой вырезки.

Наиболее часто встречается 2 тип повреждения – 52%. Тип 3 обнаруживается в 28% случаев, тип 4 – в 9% и тип 1 – в 8%.

На сегодняшний день классификация переломов ЗКББК J. Bartoníček et al. Многими авторами признается наиболее адекватной для определения тактики хирургического лечения [103, 124, 131, 152]. Исходя из этого, наша работа также основана на распределении переломов ЗКББК согласно классификации J. Bartoníček.

## **1.6 Лучевая диагностика повреждений голеностопного сустава**

Показаниями к выполнению рентгенографии ГСС являются: травмы; изменения костной ткани, связанные с метаболическими нарушениями; новообразования;

системные заболевания; инфекции; артропатии; врожденные аномалии или патологии развития; артралгия неясной этиологии; повреждение мягких тканей (например, подозрение на инородное тело); пред- и послеоперационные исследования для наблюдения, контроля и оценки результатов лечения [26].

При анализе рентгенограммы, полученной при выполнении исследования в *прямой проекции* следует обращать внимание на следующие моменты:

1. Верхушка латеральной лодыжки располагается ниже верхушки медиальной. Укорочение МБК вследствие травмы приводит к смещению таранной кости и развитию подвывиха в голеностопном суставе, что, в свою очередь, вызывает нестабильность и дегенеративные изменения в суставе.

2. Латеральная лодыжка накладывается на изображение латеральной части ББК.

3. Смещение таранной кости в выемке ГСС может свидетельствовать о нестабильности сустава из-за перелома или разрыва связочного аппарата.

4. Аномально широкая рентгенологическая суставная щель с медиальной стороны между медиальной лодыжкой и таранной костью, неравномерная высота суставной щели указывают на разрыв ДМБС.

*Переднезадняя косая проекция* или проекция выемки ГСС (англ. mortise view) позволяет увидеть суставную щель на всем протяжении. Для получения данной проекции нижнюю конечность пациента укладывают с 15-20° внутренней ротации для расположения обеих лодыжек в одной плоскости [14, 26]. Наиболее важными диагностическими параметрами являются:

1. На рентгенограмме в косой проекции визуализируется вся суставная щель.

2. Высота суставной щели составляет 3–4 мм на всем протяжении. Увеличение суставной щели по ширине более чем на 2 мм расценивается, как патология.

3. В норме дистальная часть МБК накладывается на латеральную часть дистального отдела ББК. Тиббиофибулярное перекрытие в самой широкой части составляет  $1/3-1/2$  от ширины латеральной лодыжки. При аномально широкой щели между берцовыми костями можно заподозрить разрыв ДМБС, который иногда сопровождается надсиндесмозным переломом МБК.

В боковой проекции ГСС оцениваются следующие параметры:

1. Тень МБК накладывается на задние отделы таранной и ББК.
2. Хорошо визуализируются передний бугорок медиальной лодыжки и ЗКББК. Замыкающая пластинка ББК должна прослеживаться, не прерываясь. Наличие «ступеньки» свидетельствует о переломе заднего отдела ББК [26].

При оценке рентгенограмм ГСС во всех проекциях следует обращать внимание на непрерывность теней кортикальных слоев, а также замыкающих пластинок для исключения или диагностики переломов (в том числе импрессионных) костей, образующих ГСС.

Рентгенография ГСС с нагрузкой выполняется для оценки степени нестабильности сустава. Данное исследование может помочь при составлении плана лечения и для исключения сопутствующих повреждений анатомических структур. В клинической практике наибольшее значение имеют рентгенограммы в истинной переднезадней проекции с нагрузкой в виде эверсии или инверсии стопы и в боковой проекции с нагрузкой в виде смещения стопы кпереди (по типу «выдвижного ящика»).

На рентгенограммах в первой из описанных проекций оценивается ширина суставной щели и ДМБС. При повреждении связочного аппарата отмечается неравномерное расширение рентгенологического суставного промежутка, а при разрыве синдесмоза отмечается смещение МБК кнаружи и расширение медиального суставного промежутка.

Смещение таранной кости на боковой рентгенограмме с нагрузкой более чем на 10 мм (т.е. неравномерное расширение суставной щели, преимущественно за счет

задних ее отделов) считается патологическим и указывает на разрыв передней таранно-малоберцовой связки [26].

Суммационный характер изображений, получаемых в результате выполнения рентгенографического исследования, является недостатком данного диагностического метода. Для более тщательной оценки состояния ГСС рекомендуется выполнение СКТ, которая позволяет не только оценивать отдельные срезы, но и трехмерное изображение ГСС.

Переломы лодыжек являются внутрисуставными повреждениями, в связи с этим проведение СКТ показано для уточнения диагноза и полноценного предоперационного планирования [66]. На фронтальных, сагиттальных и аксиальных срезах, а также на 3D модели травматолог оценивает степень смещения отломков, характер повреждения ДМБС и наличие импрессии суставной поверхности. При сомнительной рентгенологической картине следует ориентироваться на контралатеральную конечность [5].

Таким образом, рентгенологическое обследование является ключевым при детальном определении морфологии перелома. При этом последовательно оцениваются рентгенограммы в стандартных переднезадней, боковой проекциях, рентгенограмма в переднезадней косой проекции и компьютерная томограмма с изучением фронтальных, сагиттальных и аксиальных срезов, а также 3D изображения. Эти данные позволяют поставить диагноз в соответствии с описанными выше классификациями и принять решение о характере последующего консервативного или оперативного лечения.

### **1.7 Консервативное лечение при переломах лодыжек**

Несмотря на то, что перелом лодыжек является внутрисуставным повреждением, которое нуждается в восстановлении исходных анатомических взаимоотношений в ГСС, в ряде случаев травматолог совершает выбор в пользу консервативного ведения пациентов с данными травмами [27].

Показаниями к консервативному лечению при переломе лодыжек являются:

- Стабильный перелом латеральной или медиальной лодыжки. Такие переломы не сопровождаются значительным смещением отломков и характеризуются повреждением только одной структуры, участвующей в стабилизации ГСС.
- Перелом лодыжек у пациентов пожилого или старческого возраста с невысокими требованиями к функции конечности, с коморбидным фоном, отягощающим общее состояние.
- Невозможность оперативного лечения в связи с наличием абсолютных противопоказаний.
- Добровольный отказ пациента от хирургического вмешательства [5, 32].

Консервативное лечение может проводиться по иммобилизационной или функциональной схеме. В любом случае первым этапом оказания помощи пациенту является закрытая ручная репозиция. Ее следует осуществлять в условиях адекватного местного или регионарного обезболивания. Целью данной процедуры является устранение смещения отломков с одновременным вправлением вывиха стопы при его наличии [16]. При выполнении манипуляции необходимо учитывать тип перелома лодыжек по классификации Lauge-Hansen с целью осуществления механопатогенетически обоснованного устранения смещения отломков [5].

Иммобилизация поврежденной конечности может быть выполнена различными типами иммобилизирующих повязок. Наиболее распространенным вариантом в клинической практике является U-образная гипсовая лонгета, дополненная лонгетой по задней поверхности нижней конечности от пальцев стопы до верхней трети голени. Изолированные повреждения латеральной или медиальной лодыжки допускается фиксировать циркулярной первично рассеченной гипсовой повязкой. Стабильные переломы области ГСС могут быть иммобилизованы промышленно изготовленными брейсами или жесткими ортезами [5, 38].

После регрессии отека мягких тканей, что, как правило, происходит на 10-14 сутки после травмы, рекомендуется сменить первичную лонгетную повязку на циркулярную. Длительность иммобилизации и ограничения осевой нагрузки в большинстве случаев зависят от динамики появления признаков консолидации перелома и обычно составляют 6-8 недель после травмы [5, 16].

Контрольные рентгенограммы выполняются сразу после закрытой ручной репозиции для оценки положения отломков, через 7-10 дней после травмы для исключения вторичного смещения фрагментов, и через 6 недель для оценки динамики сращения перелома.

Среди существующих научных публикаций, посвященных консервативному лечению переломов лодыжек, большая часть освещает вопросы эффективности данного метода при изолированных переломах латеральной или медиальной лодыжки [85, 87, 130].

В относительно недавнем исследовании S. Hanhisuanto et al. (2017) было выполнено сравнение отдаленных (в среднем 9,5 лет после травмы) функциональных результатов после хирургического и консервативного лечения изолированных переломов медиальной лодыжки. Оценка проводилась на основании следующих шкал и опросников: Olerud-Molander, FAOS, VAS (англ. Visual Analogue Scale), SF-36. Авторы не обнаружили между этими группами пациентов статистически значимой разницы при анализе средних балльных показателей. Таким образом, оба метода лечения дали хорошие отдаленные результаты. Тем не менее, осложнения наблюдались только у пациентов, получивших оперативное лечение: в 3 (5%) случаях потребовалось удаление металлоконструкций (раздражение мягких тканей – 2 случая, глубокая инфекция – 1). В работе также отмечается, что показатели функционального исхода статистически значимо хуже, независимо от метода лечения, при наличии первичного смещения костных фрагментов на 2 мм и более, что может являться относительным показанием к остеосинтезу [85].

Исследование результатов лечения 81 пациента с изолированными переломами латеральной лодыжки схожего с описанным выше дизайна было выполнено в 2012 году D.W. Sanders et al. Все участники были рандомизированы в две группы. Пациентам одной группы был выполнен остеосинтез латеральной лодыжки, а пациенты другой велись консервативно. Для объективизации и анализа исходов авторы использовали опросник SF-36 и шкалу Olerud-Molander. Полученные данные свидетельствуют об отсутствии статистически значимой разницы в динамике изменения средних балльных показателей функциональных результатов между группами. Авторы сообщают, что у пациентов, лечившихся консервативно, наблюдались замедленное сращение и несращение перелома. В то время как для пациентов другой группы были более характерны осложнения, связанные с хирургическим вмешательством: глубокая инфекция, лигатурные свищи, целлюлит, аллергическая реакция на металл и раздражение кожи в области расположения имплантата [130].

Необходимо отметить, что во всех данных работах авторы сходятся во мнении, что показанием к консервативному лечению являются изолированные переломы наружной или внутренней лодыжки без значительного смещения отломков. А в настоящее время отмечается тенденция к расширению показаний к хирургическому лечению, целью которого является максимально качественное восстановление анатомии ГСС и ранняя функциональная реабилитация, особенно у молодых пациентов [47, 66, 71].

### **1.8 Применение аппаратов наружной фиксации при переломах лодыжек**

Внешняя фиксация при переломах лодыжек может применяться как для окончательной фиксации, так и для временной стабилизации костных отломков в рамках тактики последовательного остеосинтеза [2, 32, 42, 67, 132, 148].

Техника окончательного внеочагового остеосинтеза при переломах лодыжек описана в научной литературе. Соблюдение принципов фиксации внутрисуставных

переломов является критичным при наложении АВФ. Закрытая анатомичная репозиция отломков и создание межфрагментарной компрессии на фоне минимальных травматизации мягких тканей и нарушении местного кровоснабжения являются основными преимуществами данного метода [1, 3, 32, 33, 42, 44]. Однако успех данного метода лечения как окончательного во многом определяется навыками и опытом хирурга [42].

Более широко АВФ применяются для временной иммобилизации поврежденного ГСС. В этом случае травматолог не только обеспечивает адекватную иммобилизацию костных фрагментов в случае нестабильного перелома лодыжек, но и создает оптимальные условия для нормализации состояния мягких тканей [7, 66, 67, 84, 132, 148]. Сроки конверсии можно сократить за счет применения малоинвазивных техник окончательного остеосинтеза [17, 40].

Альтернативой АВФ является гипсовая иммобилизация. Ряд исследователей провели сравнение этих двух вариантов фиксации нестабильного перелома лодыжек в качестве методов первичной временной иммобилизации. R.A. Wawrose et al. (2019) выявили статистически значимую разницу между этими двумя группами пациентов в частоте таких осложнений, как вторичное смещение отломков, рецидив вывиха стопы или некроз кожи. Причем у пациентов, которым была выполнена гипсовая иммобилизация, осложнения развились в 50% случаев (14 из 28), в то время как у пациентов с внешним фиксатором случаев осложнений отмечено не было (0 из 28) [148].

Аналогичные результаты получили M.O. Buyukkusu et al. (2021). В их исследовании в группу гипсовой иммобилизации вошли 69 пациентов, а в группу внешней фиксации – 48. Частота вторичного смещения отломков (25% против 4%,  $p = 0,019$ ) и некроза кожи (22% против 6%,  $p = 0,028$ ) были значительно выше среди пациентов первой группы. Среднее время от травмы до окончательного остеосинтеза было статистически значимо меньше у пациентов с АВФ ( $11 \pm 5$  против  $7 \pm 4$  дней,  $p = 0.033$ ), что позволяет предположить, что внешний фиксатор обеспечивает более

благоприятные условия для нормализации трофики мягких тканей и спадения отека, чем гипсовая повязка [67].

### **1.9 Внутренний остеосинтез при переломах лодыжек**

Традиционно остеосинтез при переломах латеральной лодыжки выполняется из латерального или заднелатерального хирургического доступа, из которого производится прямая открытая репозиция отломков с последующей фиксацией пластиной 1/3 трубки или специальной предызогнутой пластиной для латеральной лодыжки [18, 24, 51, 135, 155]. При этом пластина позиционируется на латеральной или заднелатеральной поверхности лодыжки. В последнем случае пластина может выполнять функцию противоскольжения и препятствовать смещению дистального фрагмента латеральной лодыжки кзади [51, 66, 135]. В случае простого перелома латеральной лодыжки выполняется анатомичная репозиция отломков с созданием межфрагментаной компрессии. При оскольчатом характере перелома остеосинтез производится по принципу мостовидной фиксации. Особое внимание при этом уделяется восстановлению длины малоберцовой кости и устранению ротационного смещения [66].

Помимо накостного остеосинтеза для фиксации переломов наружной лодыжки широко используются интрамедуллярные стержни [37, 90, 135, 149]. Первое описание заблокированного стержня для дистального отдела МБК встречается в работе A.N. Kara et al. (1999). Несмотря на консолидацию переломов у всех пациентов, которым была осуществлена фиксация интрамедуллярным стержнем, авторы отмечают, что наиболее частым осложнением было укорочение МБК, как следствие некорректной репозиции оскольчатых или косых переломов наружной лодыжки [95].

Преимуществом внутрикостной техники остеосинтеза является его малоинвазивность, а также низкий профиль имплантируемых металлоконструкций. Это предположительно может снизить риск развития таких осложнений, как

инфекция послеоперационной раны и раздражение в области давления имплантата на кожу [90].

В систематическом обзоре S. Jain et al. (2014) приведены функциональные результаты лечения 627 пациентов с переломами дистального отдела МБК с применением интрамедуллярной техники. Авторы сообщают, что сращение перелома при использовании данного метода остеосинтеза в среднем наступало в 98% (88,9-100%) случаев. Для оценки функционального результата чаще всего применялась шкала Olerud-Molander. Отличные результаты наблюдались в 36,5%, хорошие – в 32,3%, удовлетворительные – в 25,6% и неудовлетворительные – в 5,6%. Доля осложнений у пациентов изученного профиля в среднем составила 12% (0-33,3%) [90]. Можно отметить, что представленные авторами показатели в целом позволяют говорить о том, что интрамедуллярный остеосинтез является альтернативой традиционному накостному при переломах наружной лодыжки.

К похожему выводу приходят авторы сравнительного исследования, посвященного анализу функциональных результатов лечения пациентов с переломом латеральной лодыжки с применением двух вариантов остеосинтеза – блокированным стержнем и пластиной и винтами. Т.О. White et al. (2016) провели проспективное рандомизированное контролируемое исследование, в рамках которого сравнивались показатели по OMS, а также доли осложнений у двух групп пациентов. Авторы не получили статистически значимой разницы в показателях по шкале OMS на всех сроках наблюдения (12 недель, 6 месяцев, 1 год). Однако, количество осложнений было статистически значимо выше у пациентов, которым был выполнен остеосинтез пластиной и винтами ( $p=0,002$ ) [149].

Таким образом, с функциональной точки зрения оба метода остеосинтеза дают сравнимые результаты, тем не менее интрамедуллярная техника, позволяющая выполнять фиксацию через хирургические доступы меньшего размера, дает меньшее количество осложнений [54, 69, 149].

Для остеосинтеза медиальной лодыжки используются различные модификации медиального хирургического доступа, из которых визуализируется перелом, выполняется анатомичная репозиция с последующей фиксацией двумя стягивающими винтами, стягивающим винтом и спицей, стягивающей петлей, в зависимости от клинической ситуации [66, 68].

В большинстве случаев переломы медиальной лодыжки фиксируются винтами. Когда это невозможно, то рекомендован остеосинтез с применением стягивающей петли [68]. Несколько исследований продемонстрировали, что метод стягивающей петли, в том числе его модификации, предполагающие использование винтов для проксимальной фиксации проволоки, а не костного туннеля, обладает большей устойчивостью к вырывающим воздействиям, чем спонгиозные винты [68, 82, 92].

N.A. Ebraheim et al. в 2014 году провели большое сравнительное исследование различных техник фиксации медиальной лодыжки, в зависимости от геометрии перелома. Авторы сделали вывод, что поперечные переломы предпочтительно синтезировать с применением спиц и проволоки, так как этот метод, по сравнению с традиционным остеосинтезом винтами, дает меньший процент ревизионных вмешательств (5% против 24%) и осложнений (16% против 41%). Однако рентгенологическое сращение наступало примерно в одинаковом количестве случаев (79% и 78%, соответственно). Рентгенологические и функциональные результаты были лучше в случае фиксации косых переломов с помощью спонгиозных стягивающих винтов и вертикально ориентированных переломов с помощью опорной пластины [68, 74]. Несмотря на потенциальные биомеханические и клинические преимущества, авторы обошли вниманием распространенный недостаток метода стягивающей петли, связанный с дискомфортом в области имплантации металлоконструкции, что примерно у 15 % пациентов приводит к необходимости ее удаления [68, 82, 122].

Вопрос о допустимости применения одного стягивающего винта вместо двух при фиксации перелома внутренней лодыжки обсуждался в среде травматологов. Он

был изучен в 2018 году R. Buckley et al. Сто сорок пациентов были рандомизированы в две группы, в одной из которых остеосинтез внутренней лодыжки выполнялся двумя винтами, а в другой – одним. На всех сроках наблюдения удалось отследить 127 пациентов. За два года не было выявлено существенных различий между группами по первичной (данные опросника SF-36) и вторичным конечным точкам исследования (длительность операции, продолжительность пребывания в больнице и осложнения). Если говорить об осложнениях, то в группе моновинтовой фиксации у одного пациента произошел перелом синдесмозного винта и также у одного пациента было отмечено вторичное смещение отломков медиальной лодыжки. В группе двухвинтовой фиксации несостоятельность остеосинтеза внутренней лодыжки развилась у одного пациента, и также в одном случае – вторичное смещение отломков [65]. Выводы данной работы, характеризующейся высоким уровнем доказательности, подтверждает результаты ретроспективного исследования, выполненного в 2009 году Y.R. Shah et al. [133].

В целом, наиболее современным подходом к хирургическому лечению переломов является малоинвазивная хирургия [39, 83, 105]. Это касается и операций остеосинтеза по поводу переломов лодыжек.

Так, в частности, была предложена методика малоинвазивной фиксации перелома латеральной лодыжки. T. Gonzalez et al. (2017) использовали подход МІРО у 21 пациента с переломами дистального отдела МБК и сравнили эти результаты с сопоставимой группой из 14 пациентов, которым в течение того же периода времени была проведена традиционная открытая репозиция и внутренняя фиксация (ORIF). У 2 (11%) из 19 пациентов в группе МІРО наблюдалось осложнения, связанные с заживлением послеоперационной раны. В группе ORIF у 3 (21%) из 14 пациентов развились послеоперационные осложнения [83]. Несмотря на малые объемы сравниваемых выборок, можно обратить внимание на меньшие относительные показатели частоты развития послеоперационных осложнений в случае применения МІРО.

Полученные T. Gonzalez et al. результаты нашли подтверждение в работе C. Marazzi et al. (2020). Группа врачей из Швейцарии выполнила остеосинтез у 70 пациентов с переломами лодыжек типов B1, 2, 3 и C1, 2 по классификации AO/ASIF. Половина из этих пациентов была прооперирована по методике MPO, контрольная группа традиционным методом ORIF. Общая частота осложнений оказалась статистически значимо ниже в группе MPO по сравнению с группой с ORIF (14% против 37%,  $p = 0,029$ ) [105]. Это исследование демонстрирует преимущества, которые дает применение малоинвазивной хирургической техники при лечении пациентов с переломами лодыжек.

Еще одной возможностью снижения риска развития осложнений после оперативного вмешательства является артроскопическая ассистенция остеосинтеза. Артроскопия позволяет диагностировать сопутствующие повреждения хряща и мягкотканых структур ГСС, что может позитивно сказаться на исходе хирургического лечения [35, 70, 106, 107, 150].

Несмотря на ряд описанных выше преимуществ, методики малоинвазивного остеосинтеза имеют ограниченные возможности в плане восстановления анатомии ГСС, особенно в случаях нестабильных переломов с повреждением нескольких анатомических образований в связи с тем, что данные техники предполагают непрямую репозицию. Поэтому для достижения наилучших функциональных результатов необходимо выполнять открытую репозицию и внутреннюю фиксацию с использованием прямых доступов к зоне перелома.

Исходы лечения во многом зависят и от успешности восстановления мягкотканых структур ГСС. ДМБС играет важную роль в динамической стабилизации сустава, и его повреждение может значительно отразиться на функции конечности. Ротационные переломы лодыжек ассоциированы с разрывом ДМБС в 20% случаев и при рентгенологически невыраженном диастазе между ББК и МБК могут пропускаться хирургиями при первичной диагностике [151].

Для фиксации синдесмоза в настоящее время применяются следующие имплантаты: металлические винты, винты из биоабсорбируемых материалов, динамические фиксаторы (например, система Endobutton™, Smith & Nephew, США) [28, 31, 113].

Транссиндесмозная фиксация кортикальным винтом является основным методом лечения повреждения ДМБС. Современные динамические фиксаторы позволяют добиться такой же стабильности синдесмоза, как и жесткие конструкции. Динамическая фиксация также может способствовать более физиологичному движению в тиббиофибулярном суставе и, соответственно, менее выраженному снижению качества жизни на период реабилитации [10, 23, 117].

Ретроспективное исследование Y. Xu et al. (2022) было направлено на выявление преимуществ, которые дает применение транссиндесмозного пуговичного шва, перед традиционной фиксацией позиционным винтом. В ходе работы были изучены результаты 76 пациентов, у 34 из которых была использована динамическая система, а у 42 – винт. У пациентов, которым была выполнена фиксация с помощью пуговичного шва, отмечались более высокие ранние показатели по функциональной шкале ( $p=0,027$ ), и они раньше начинали нагружать конечность ( $p = 0,018$ ), чем пациенты из группы фиксации винтами. Авторы сделали вывод, что динамические системы демонстрируют эквивалентную эффективность по сравнению с традиционным позиционным винтом, дают возможность ранней нагрузки весом тела и редко требуют удаления имплантатов [151].

Результаты систематического обзора литературы от 2024 года, посвященного этому же вопросу, подтверждают приведенные выше данные. S.C. Murphy et al. изучили 8 работ, в которых описаны исходы лечения суммарно 673 пациентов с переломами лодыжек с повреждением ДМБС. В выводах данного обзора авторы высказывают предположение, что динамическая фиксация может представлять собой более эффективный альтернативный метод лечения по сравнению с традиционно

применяемыми синдесмозными винтами, так как приводит к снижению частоты послеоперационных осложнений и повторных операций [117].

### **1.10. Погружной остеосинтез при переломах лодыжек с повреждением заднего края большеберцовой кости**

Определяющим фактором стабильности при повреждении костных и связочных структур ГСС является влияние травмы на его биомеханику. S. Tenenbaum et al. (2017) в своей статье приводят систематизированные данные, касающиеся этого вопроса. Они сообщают об исследованиях, результаты которых свидетельствуют о том, что наличие фрагмента ЗКББК размером до 50% от суставной поверхности не приводит к развитию нестабильности и возникновению подвывиха таранной кости кзади при условии интактной МБК и ДМБС. Однако повреждение одной из указанных структур проявляется в появлении выраженного подвывиха стопы кзади. Другим изученным биомеханическим аспектом являлось распределение нагрузки на суставную поверхность при переломе ЗКББК. Рядом авторов, чьи результаты исследований представлены в работе S.Tenenbaum et al., сообщается, что по мере увеличения размера фрагмента заднего края отмечается уменьшение площади поверхности контакта суставных поверхностей большеберцовой и таранной костей, а наиболее нагружаемая зона суставного хряща перемещается кпереди и медиально. Более того, даже после анатомичной репозиции и фиксации фрагмента ЗКББК распределение нагрузки на тибиаальный хрящ не возвращается к нормальному [138]. Несмотря на встречающиеся в части исследований противоречия в отношении биомеханического влияния размера фрагмента ЗКББК на ГСС, можно утверждать о взаимосвязи данного повреждения с утратой стабильности в суставе, а также с развитием посттравматического остеоартрита [6, 7, 8, 19, 22, 46, 49, 60, 138, 146].

Таким образом, традиционный принцип необходимости хирургической фиксации фрагмента ЗКББК, превосходящего размерами 1/3 от тибиаальной суставной поверхности, не нашел биомеханического обоснования в научной литературе. Это, а

также совершенствование принципов лечения внутрисуставных переломов, послужило поводом к пересмотру подходов к остеосинтезу нестабильных переломов лодыжек с повреждением ЗКББК. В дальнейшем необходимость тщательной оценки морфологии фрагмента ЗКББК для планирования оперативного вмешательства привела к появлению классификаций N. Haraguchi и J. Bartoníček.

C.Kang et al. (2019) представили результаты проспективного сравнительного исследования, в рамках которого одной группе пациентов с переломами лодыжек и ЗКББК, включавшей 32 пациента, был выполнен остеосинтез с фиксацией заднего края ББК винтами, а 30 пациентам второй группы фиксация задних отделов ГСС не производилась. Авторы отмечают, что по данным контрольных радиологических исследований было установлено наличие смещения внутрисуставных фрагментов ЗКББК у 2 (7%) пациентов из второй группы, при отсутствии таковых в первой группе. Помимо этого, у 3 (10%) пациентов второй группы наблюдалась асимметрия ширины медиальной и латеральной суставной щели, только у 1 (3%) пациента первой группы была отмечена аналогичная дисконгруэнтность. Оценка функционального результата проводилась по шкалам AAOS (англ. American Academy of Orthopaedic Surgeons), SF-36 и AOFAS. На сроке наблюдения 12 месяцев по всем шкалам отмечалось статистически значимое ( $p < 0,05$ ) превосходство балльных показателей пациентов первой группы [93].

Более обширное исследование было проведено в 2021 году L. Jeyaseelan et al., в котором 320 пациентов были разделены на две равные и сопоставимые по возрасту, полу и наличию сопутствующей патологии группы. В первой группе в рамках хирургического лечения переломов лодыжек и ЗКББК были выполнены анатомичная репозиция и фиксация последнего. Во второй группе фрагмент заднего края фиксирован не был. Общая доля осложнений была выше в первой группе: в 44 (27,5%) случаях из 160, против 27 (16,8%) случаев из 160 во второй группе. Авторы отмечают, что среди пациентов первой группы чаще (24 (15,0%) случая) по сравнению со второй группой (10 (6,2%) случаев) встречались имплантат-ассоциированные осложнения –

несостоятельность фиксации или дискомфорт, вызванный металлоконструкцией. Это различие было статистически значимым ( $p=0,03$ ). Как следствие именно этих осложнений исследователи рассматривают большую долю повторных хирургических вмешательств у пациентов с фиксированным задним краем (21,2% по сравнению с 10% для второй группы). Различия в частоте встречаемости остальных осложнений, среди которых были поверхностная инфекция, замедленное заживление послеоперационной раны, глубокая инфекция, комплексный региональный болевой синдром, тромбоэмболические осложнения и артрофиброз, были статистически незначимыми. Функциональные результаты соответствовали ранее опубликованным. Средняя оценка по шкале MOXFQ у пациентов первой группы составила 20,10 балла, при этом средний показатель у пациентов второй группы был 24,03 балла. Разница была статистически значимой [91].

Представленные результаты исследований свидетельствуют о необходимости остеосинтеза ЗКББК независимо от размера костного отломка для повышения стабильности ГСС и достижения более высоких функциональных исходов, а также улучшения качества жизни пациентов после травм. Контраргументом может выступать более высокая частота осложнений при выполнении фиксации ЗКББК, однако это может быть связано с тем, что пациентам с более тяжелыми нестабильными переломами лодыжек и ЗКББК чаще выполняется фиксация задних отделов ГСС. Фрагмента ЗКББК может фиксироваться малоинвазивно винтами или при открытой репозиции различными накостными металлоконструкциями. Адекватная визуализация задней поверхности ББК может быть достигнута через разные хирургические доступы: трансмалоберцовый, заднемедиальный и заднелатеральный. Выбор доступа зависит от типа перелома ЗКББК, размеров и степени смещения отломков. Следует также учитывать характер повреждения медиального связочного комплекса [4, 155].

Трансмалоберцовый доступ имеет ограниченное применение в клинической практике в связи с узкими показаниями, а именно чрезсиндесмозный перелом МБК,

позволяющий за счет смещения дистального отломка визуализировать малоберцовую вырезку и латеральную часть ЗКББК. Заднемедиальный хирургический доступ удобен при сочетании перелома ЗКББК типа 3 по J. Bartoníček и типа 2 по N. Haraguchi с переломом медиальной лодыжки [4, 64]. Заднелатеральный доступ удобен при сочетании переломов латеральной лодыжки и ЗКББК (типы 2, 4 по J. Bartoníček и тип 1 по N. Haraguchi) [4]. Далее будут рассмотрены техника выполнения задних доступов к ГСС и их клиническая эффективность.

## **1.11 Задние хирургические доступы к голеностопному суставу**

### **1.11.1. Заднемедиальный доступ**

Данный доступ описан в научной литературе под названием расширенного заднемедиального доступа [147]. Пациент располагается на операционном столе на спине с согнутой в коленном суставе и ротированной кнаружи нижней конечностью. Разрез кожи начинают на расстоянии 10 см от уровня верхушки медиальной лодыжки и проводят его продольно на середине расстояния между медиальным краем ахиллова сухожилия и лодыжкой, начиная его вертикально на уровне проксимальной и средней третей разреза с последующим изгибом кпереди в нижней трети и с продолжением чуть дистальнее верхушки внутренней лодыжки. Собственную фасцию голени и удерживатель сухожилий сгибателей рассекают продольно, получая после разведения сухожилий три возможных «хирургических окна». Первое - между сухожилием длинного сгибателя большого пальца стопы и сосудисто-нервным пучком. Этот анатомический промежуток можно использовать для остеосинтеза заднелатерального фрагмента ЗКББК. Второе окно расположено между сухожилиями длинного сгибателя пальцев и задней большеберцовой мышцы. Через него визуализируется заднемедиальная часть дистального отдела ББК. При отведении всех сухожилий кзади формируется третий анатомический промежуток, который позволяет выполнить фиксацию фрагмента медиальной лодыжки. Диссекцию и разведение тканей следует проводить осторожно ввиду риска повреждения задних большеберцовых сосудов и

большеберцового нерва. При этом указанный сосудисто-нервный пучок отводится кзади без его мобилизации. Заднемедиальный доступ целесообразно использовать при наличии фрагмента ЗКББК в сочетании с повреждением медиальной лодыжки, а также в случае распространения линии перелома заднего края на медиальную лодыжку [62]. Данный доступ обеспечивает оптимальную визуализацию медиальной части дистального отдела ББК.

Это было продемонстрировано в работе S. Mitsuzawa et al. (2020). Авторы на кадаверном материале произвели сравнение четырех задних доступов к нижней трети ББК: заднемедиальный, модифицированный заднемедиальный, задний с расщеплением ахиллова сухожилия и заднелатеральный. В случае модифицированного заднемедиального доступа сосудисто-нервный пучок отводился кпереди кнутри, таким образом формировалось хирургическое окно, наружным краем которого являлся длинный сгибатель первого пальца стопы. Диссекция тканей при стандартном заднемедиальном доступе осуществлялась между сосудисто-нервным пучком и сухожилиями задней большеберцовой мышцы и длинного сгибателя пальцев стопы. Согласно данным исследователей, наилучшая визуализация медиальных отделов дистальной части ББК достигалась при подошвенном сгибании стопы через заднемедиальный ( $9.0 \pm 1.0 \text{ см}^2$ ) и модифицированный заднемедиальный ( $9.8 \pm 0.7 \text{ см}^2$ ) доступы [115]. Результаты представленного исследования подтверждают принципиальное удобство использования данного хирургического доступа при остеосинтезе медиальной лодыжки с ЗКББК.

В случае отсутствия перелома медиальной лодыжки, а также при повреждении преимущественно латеральных отделов ЗКББК хирургами широко применяется заднелатеральный доступ.

### **1.11.2. Заднелатеральный доступ**

Пациент при выполнении заднелатерального хирургического доступа находится в положении на животе или на боку. При этом линейный продольный разрез кожи

проводят на середине расстояния между задним краем МБК и латеральным краем ахиллова сухожилия, начиная его от верхушки латеральной лодыжки и продолжая в проксимальном направлении. Длина доступа определяется локализацией и типом перелома МБК и обычно не превышает 10–12 см.

Следует отметить, что в зоне риска при таком доступе находится икроножный нерв, который располагается в подкожной жировой клетчатке как раз в зоне разреза. Для профилактики повреждений этого нерва его следует идентифицировать в операционной ране и отвести его в сторону с последующей защитой от травматизации пластинчатыми крючками.

Собственную фасцию голени рассекают вдоль линии кожного разреза, сухожилия малоберцовых мышц также отводят медиально или латерально, в зависимости от формируемого подхода к заднелатеральной поверхности латеральной лодыжки или к ЗКББК. Для обнажения и необходимой визуализации последнего также рассекают глубокую фасцию и отводят медиально сухожилие длинного сгибателя большого пальца стопы, защищающее задний большеберцовый сосудисто-нервный пучок.

Неоспоримым показанием для заднелатерального доступа к дистальному отделу ББК является сочетание повреждения заднего края ББК с переломом латеральной лодыжки [4, 60]. Как показали в своем исследовании S. Mitsuzawa et al. (2020), заднелатеральный доступ обеспечивает визуализацию области треугольника Фолькмана площадью  $7.2 \pm 0.5 \text{ см}^2$  [115].

Сравнение возможностей визуализации задней поверхности дистального отдела ББК из заднемедиального (окно между сосудисто-нервным пучком и сухожилиями задней большеберцовой мышцы и длинного сгибателя пальцев), модифицированного заднемедиального (окно между сосудисто-нервным пучком и сухожилием длинного сгибателя большого пальца стопы) и заднелатерального доступов M. Assal et al. (2017) провели в рамках кадаверного исследования. Одним из аспектов сравнения была сила, которую необходимо приложить к ретрактору, отводящему край раны с сосудисто-

нервным пучком, для достижения максимальной экспозиции задней поверхности ББК. В случае заднемедиального доступа этот показатель был наибольшим – 21,5 Н (разброс: 19,7–24,1 Н). Наименьшее усилие требовалось при модифицированном заднемедиальном доступе – 7,0 Н (разброс: 6,2–7,9 Н). То есть риск сдавления проходящих позади медиальной лодыжки сосудов и нерва при этом доступе минимален. Вторым сравниваемым показателем был процент от задней поверхности дистального отдела ББК, к которому можно визуализировать из каждого изученного доступа. Авторы установили, что из заднемедиального хирург получает возможность работать с 64% задней поверхности ББК, из заднелатерального – с 40%, а из модифицированного заднемедиального – с 91% [55].

Таким образом корректное предоперационное планирование, включающее полноценное обследование пациента с применением современных методов лучевой диагностики, позволяет травматологу выбрать оптимальный хирургический доступ с учетом архитектоники перелома у конкретного пациента.

### **1.12. Оценка результатов лечения пациентов с переломами лодыжек с повреждением заднего края большеберцовой кости**

Исследование отдаленных функциональных результатов остеосинтеза ЗКББК через заднемедиальный доступ у относительно малочисленной группы пациентов провели в 2008 году A.Vois et al. Авторы докладывают, что применение указанного доступа позволило добиться анатомичной репозиции, то есть смещение отломков суставной поверхности не превышало 2 мм, у всех 17 пациентов. При этом не было отмечено развития осложнений, связанных с заживлением послеоперационной раны. Отдаленные результаты были оценены у 12 пациентов (71% от изначально включенных в исследование) по шкале FAOS при среднем сроке наблюдения 9,4 года. Средний показатель был равен 87 баллам (от 69 до 100). Степень выраженности посттравматического остеоартрита голеностопного сустава была оценена по данным рентгенограмм. У 3 пациентов признаки дегенеративных изменений в суставе

отсутствовали, у 1 пациента выраженность остеоартрита соответствовала I степени, у 5 – II степени и у 3 пациентов – III степени [64]. Высокий средний показатель по шкале FAOS позволяет предположить, что открытая анатомичная репозиция и стабильная фиксация обеспечивает отличные и хорошие функциональные результаты хирургического лечения у большой доли пациентов.

N. Bali et al. в 2015 году также представили результаты своего ретроспективного исследования, посвященного оценке функциональных исходов хирургического лечения 15 пациентов со средним возрастом 37,8 лет с закрытыми переломами лодыжек и ЗКББК, который был классифицирован, как тип 2 по N. Haraguchi et al. (2006). Всем пострадавшим был выполнен остеосинтез с применением заднемедиального хирургического доступа, который дополнялся латеральным в случае наличия перелома МБК. Пациенты наблюдались в среднем 29 месяцев. При оценке репозиции после операции было отмечено расширение медиальной суставной щели у 2 пациентов (до 0,3 мм). Анатомичная репозиция фрагмента ЗКББК была достигнута у 10 пациентов, у остальных 5 присутствовало смещение отломков суставной поверхности величиной до 2 мм. У 1 пациента возникли парестезии в переднемедиальном отделе стопы, которые разрешились через 3 месяца от операции. Функциональный результат оценивался по шкале Olerud-Molander. Медиана балльного показателя была равна 72 баллам (межквартильный размах от 70 до 75 баллов), что было признано авторами, как хороший результат, который был зафиксирован у 14 из 15 пациентов [57].

Функциональные результаты хирургического лечения схожей по величине клинической группы пациентов представлены в публикации Y. Wang et al. (2016). Именно этими авторами был предложен описанный ранее модифицированный заднемедиальный доступ. Они применяли его при остеосинтезе ЗКББК при так называемых задних переломах пилона. Несмотря на отличающийся от рассматриваемых переломов лодыжек механизм и большую энергию травмы, хирурги сообщают об отсутствии осложнений во всех 16 случаях. Смещение отломков

тибиальной суставной поверхности не превышало 2 мм. Средний показатель по шкале AOFAS на сроке наблюдения 24 месяца составил 85,6 баллов [147]. Малочисленность клинических групп представленных исследований свидетельствует о том, что остеосинтез фрагмента ЗКББК при нестабильных переломах лодыжек из заднемедиального доступа применяется относительно редко несмотря на то, что позволяет достичь высоких функциональных результатов хирургического лечения.

В 2017 году S. Zhong et al. выполнили ретроспективный сравнительный анализ функциональных исходов оперативного лечения 48 пациентов с переломами лодыжек в сочетании с переломом ЗКББК. Пациенты были разделены на группы в зависимости от применявшегося хирургического доступа для остеосинтеза задних отделов ББК: заднемедиального или заднелатерального. В группу, где применялся заднемедиальный доступ, были включены 20 пациентов со средним возрастом  $44,2 \pm 13,4$  года. Авторы сообщают, что у 1 (5%) пациента в раннем послеоперационном периоде развилась поверхностная раневая инфекция, и также у 1 (5%) пациента произошло расхождение краев послеоперационной раны. Помимо этого, по данным контрольных рентгенограмм у 2 (10%) пациентов было констатировано смещение фрагмента ЗКББК на 2 мм. Тем не менее указанные осложнения не оказали отрицательного влияния на функциональную оценку, которая проводилась по шкале AOFAS в среднем не сроке 21,3 месяца. Средний показатель оказался равен 92,9 баллам, что соответствует отличному функциональному результату [155].

Функциональные результаты остеосинтеза с применением заднелатерального доступа относительно широко освещены в зарубежной научной литературе [78, 79, 142, 156]. S.M. Verhage et al. (2016) представили результаты хирургического лечения 52 пациентов (средний возраст 49 лет) с переломами лодыжек и ЗКББК. По утверждению авторов, выполнение хирургического вмешательства через заднелатеральный доступ позволило добиться анатомичной репозиции заднего тибиаляного фрагмента у всех пациентов. В работе приводятся следующие данные, касающиеся послеоперационных осложнений. В 1 (2%) случае было отмечено

развитие поверхностной раневой инфекции, которую купировали антибактериальной терапией. 2 (4%) пациента предъявляли жалобы на онемение в зоне иннервации латерального кожного нерва голени, однако все симптомы разрешились без последствий в течение нескольких недель. У 1 (2%) пациента развилась ТЭЛА, антикоагулянтная терапия позволила ему выздороветь через 6 месяцев. В 4 (8%) случаях по данным рентгенографии были отмечены признаки развития остеоартроза голеностопного сустава, приведшего в 1 случае к необходимости выполнения эндопротезирования через 2 года после травмы [142]. К сожалению, авторами не проводилось исследование функциональных исходов с использованием одной из общепринятых шкал, что затрудняет оценку клинической эффективности хирургического доступа и сравнение с аналогичными исследованиями других авторов. Однако обращает на себя внимание тот факт, что заднелатеральный доступ позволил восстановить суставную поверхность у всех пациентов при малой доле послеоперационных осложнений.

Еще более оптимистичные результаты остеосинтеза лодыжек и ЗКББК опубликовали в 2017 году Q.Zhou et al. Авторы осуществили хирургическую фиксацию треугольника Фолькмана из заднелатерального доступа 34 пациентам (средний возраст 41,2 года). На среднем сроке наблюдения  $32,7 \pm 5,0$  месяцев были оценены функциональные исходы по шкале Baird-Jackson для голеностопного сустава. Средний балл был равен  $91,9 \pm 7,9$ , а отличные и хорошие результаты получены у 82,3% пациентов. При этом хирургами не было отмечено случаев развития каких-либо послеоперационных осложнений, кроме умеренно выраженного посттравматического остеоартроза у 3 (8,8%) пациентов [156].

Наиболее обширное ретроспективное исследование, посвященное изучаемой проблеме, было проведено в 2013 году M.T.M. Little et al. В него вошли 112 пациентов с переломами лодыжек и ЗКББК со средним возрастом 51,5 лет. Всем пострадавшим операция была выполнена с применением заднелатерального хирургического доступа. Авторы производили оценки частоты развития послеоперационных осложнений, а

также функциональных результатов лечения по шкале FAOS на сроках не менее 1 года после травмы. В заключении авторы делают вывод, что общая доля осложнений составила 23%, что коррелирует с данными мировой литературы, и в общем оценивают полученные функциональные результаты, как хорошие [102].

В уже упоминавшемся ранее исследовании S. Zhong et al. (2017) группе из 28 пациентов с переломами лодыжек и ЗКБК были выполнены операции остеосинтеза с применением заднелатерального хирургического доступа. Средний возраст пациентов составил  $42,7 \pm 12,3$  лет. Функциональные исходы и оценивались в среднем на сроке 21,0 месяц. Авторы докладывают о 2 (7%) пациентах, у которых на контрольных рентгенограммах сохранялось смещение фрагментов суставной поверхности ББК величиной 3 мм. Один (4%) пациент получал лечение по поводу поверхностной раневой инфекции. К моменту финального контрольного осмотра у 2 (7%) пациентов были отмечены признаки развития посттравматического остеоартроза. Средний балл при оценке по шкале AOFAS соответствовал отличному функциональному результату и был равен 91,9 балла [155].

В одной из наиболее недавних публикаций F. Fidan et al. (2021) оценили рентгенологические и клинические результаты хирургического лечения 65 пациентов с переломами лодыжек с вовлечением задних отделов ББК путем остеосинтеза пластиной с использованием заднелатерального доступа. Минимальный срок наблюдения составил 12 месяцев, всем пациентам была выполнена СКТ до и после оперативного вмешательства. Оценивались репозиция фрагмента ЗКБК, а также наличие смещения отломков суставной поверхности и положение МБК в одноименной вырезке ББК. Авторы сообщают, что ни у одного пациента не были выявлены нестабильность фиксации или вторичное смещение отломков. По данным срезов КТ признаков наличия внутрисуставной «ступеньки» между фрагментами обнаружено не было. Функционально-клинические исходы оценивались по шкале AOFAS. Среднее значение оказалось равно 91,6 баллов, что свидетельствует о высокой доле отличных результатов [78]. Обращает на себя внимание то, что даже отсутствие

зарегистрированных осложнений не привело к значимому увеличению балльных показателей, отражающих функциональные исходы лечения по сравнению с другими авторами.

Таким образом, заднемедиальный и заднелатеральный доступы в равной степени, с учетом морфологии переломов других анатомических структур голеностопного сустава, позволяют добиться адекватной визуализации и анатомичной репозиции фрагментов задних отделов ББК [155].

Остеосинтез с применением заднемедиального доступа к голеностопному суставу не сопряжен с выраженными техническими сложностями, особенно для опытного травматолога, тем не менее, судя по данным зарубежных публикаций по тематике, заднелатеральный доступ применяется в клинической практике гораздо более широко. Это может быть связано как с большей частотой сочетания переломов наружной лодыжки с повреждением ЗКББК, так и с тем, что отсутствие риска повреждения значимых сосудов и нервов делает заднелатеральный доступ несколько более привлекательным для хирургов. Однако в случае выполнения заднемедиального доступа аккуратная диссекция мягких тканей, знание топографической анатомии области минимизирует риск ятрогенного повреждения сосудисто-нервного пучка, а его интраоперационная мобилизация, отведение и защита ретрактором позволяет беспрепятственно выполнить остеосинтез ББК.

Большинство исследователей в своих работах поднимают вопрос о наличии взаимосвязи анатомичной репозиции отломков с развитием остеоартрита на отдаленных сроках наблюдения [64, 102, 156]. Существующие публикации пока не позволяют дать однозначного ответа, что объясняется малым объемом клинического материала, а также отсутствием целенаправленных исследований этой проблемы. Однако уже имеющиеся свидетельства позволяют предположить корреляцию между этими двумя явлениями.

S.M. Verhage et al. (2018) провели масштабное ретроспективное когортное исследование, направленное на оценку влияния анатомичной репозиции фрагмента

ЗКББК на функциональный результат и развитие посттравматического остеоартрита. В исследование были включены 169 пациентов. Медиана балльных значений по шкале AOFAS оказалась равна 93 баллам (межквартильный размах от 76 до 100), а по шкале AAOS – 92 (межквартильный размах от 81 до 98). Выполненный дисперсионный анализ позволил определить, что наличие внутрисуставной «ступеньки» 1 мм и более статистически значимо ( $p=0,001$ ) влияет на вероятность развития посттравматического остеоартроза. В свою очередь, наличие дегенеративных изменений суставной поверхности голеностопного сустава достоверно ухудшает итоговый балльный показатель как по шкале AAOS ( $p<0,0001$ ), так и по шкале AOFAS ( $p<0,0001$ ). Таким образом данное исследование продемонстрировало, что неустранимое смещение фрагментов суставной поверхности закономерно приводит к ухудшению функциональных результатов хирургического лечения у пациентов, в первую очередь, за счет повышенного риска развития посттравматического остеоартроза голеностопного сустава. При этом достижение анатомичной репозиции, по мнению S.M. Verhage et al., является единственным фактором, влияние которого на исход лечения может быть минимизировано, так как напрямую зависит от оперирующего хирурга. У большинства пациентов (70%), включенных в упомянутое исследование, доля суставной поверхности ББК, приходящейся на отломок заднего края, составляла от 5% до 25%. При этом хирургическая фиксация задних отделов была осуществлена только у 39 (23%) пациентов. Также авторы сообщают, что при оценке контрольных рентгенограмм у 65 (39%) пациентов выявлено сохраняющееся смещение фрагмента заднего края величиной более 1 мм, а у 58 (35%) пациентов был обнаружен диастаз между отломками 1 мм и более [143].

Выбор заднемедиального или заднелатерального доступа определяется наличием сочетания перелома ЗКББК с повреждением латеральной или медиальной лодыжки соответственно, а также лежащей в основе классификаций по N.Naraguchi et al. (2006) и J.Bartoníček et al. (2015) морфологией фрагмента Фолькмана. Данные работ, приведенные в настоящей главе нашего диссертационного исследования, дают

возможность предположить, что указанные хирургические доступы позволяют добиться хороших и отличных функциональных результатов у подавляющего большинства пациентов. Во многом это определяется возможностью визуального контроля анатомичной репозиции внутрисуставных отломков задних отделов нижней трети ББК, что в свою очередь способствует уменьшению частоты осложнений и скорейшему восстановлению исходного качества жизни пациентов.

### **1.13. Резюме**

Переломы лодыжек и ЗКББК относятся к категории внутрисуставных, следовательно остеосинтез при подобных повреждениях должен быть направлен на полное восстановление анатомии суставных поверхностей с достижением абсолютной стабильности фиксации костных фрагментов. В особенности это касается фрагмента ЗКББК, фиксация которого не только позволяет устранить дисконгруэнтность в ГСС, но и способствует восстановлению стабильности.

Тем не менее, до настоящего времени ряд авторов говорит о том, что относительно небольшие фрагменты ЗКББК не подлежат фиксации [81, 110, 114]. Вероятно, это связано с тем, что для анатомичной репозиции отломка ЗКББК необходимо выполнение одной из разновидностей задних доступов к голеностопному суставу, что увеличивает травматичность операции. В подобных случаях малоинвазивная фиксация винтами, которые вводятся спереди назад, малоэффективна ввиду небольших размеров фиксируемого фрагмента. Следовательно, для улучшения результатов лечения пациентов с переломами лодыжек и ЗКББК необходимо выработать подходы, которые, с одной стороны, будут обеспечивать возможность прямой анатомичной репозиции фрагмента ЗКББК, а, с другой стороны, не будут излишне травматичны и связаны со значимыми дополнительными рисками осложнений остеосинтеза.

Однако на сегодняшний день методика выбора оптимального варианта хирургического доступа к задним отделам ГСС окончательно не разработана. Для

адекватного предоперационного планирования и оценки индивидуальных особенностей перелома необходимо выполнять СКТ всем пациентам с переломами лодыжек и ЗКББК.

Сочетание применения современных методов лучевой диагностики, которые включают в себя рентгенографию и СКТ, с компьютерными технологиями визуализации позволяет хирургу оценить архитектуру перелома и учесть это при планировании операции. Моделирование предполагаемой фиксации отломков на срезах СКТ, определение оптимального направления введения и количества винтов, а также виртуальная 3D реконструкция исследуемой области позволит уменьшить количество ошибок при выполнении репозиции костных фрагментов и при выборе имплантатов.

В связи с встречающейся вариабельностью расположения линии перелома фрагмента Фолькмана следует учитывать возможную необходимость применения каждого из описанных выше хирургических доступов, а также обладать навыками для их выполнения.

В настоящее время можно отметить недостаточное количество исследований, посвященных сравнению рентгенологических, клинических и функциональных результатов лечения пациентов с нестабильными переломами лодыжек с повреждением ЗКББК с использованием различных вариантов хирургической техники. Изучению особенностей рентгенологической диагностики, анатомических особенностей разновидностей задних доступов к голеностопному суставу и результатов клинического применения различных методов фиксации фрагмента ЗКББК и будет посвящено настоящее исследование.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

**2.1 Структура и общая характеристика диссертационной работы**

Настоящее диссертационное исследование было выполнено в несколько этапов. Вначале были отобраны научные публикации, посвященные проблеме хирургического лечения пациентов с нестабильными переломами лодыжек, ассоциированные с повреждением ЗКББК. Эти работы включали в себя оригинальные исследования, систематические обзоры литературы, мета-анализы и описания серий клинических случаев. Поиск производился по общедоступным базам научных знаний: PubMed (<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov>), ResearchGate (<https://www.researchgate.net>) и Elibrary (<https://www.elibrary.ru>).

При изучении найденных публикаций мы обращали особое внимание на исследования, освещающие проблемы остеосинтеза ЗКББК, особенности задних хирургических доступов к ГСС, а также посвященные оценке функциональных результатов хирургического и консервативного лечения пациентов с переломами лодыжек и ЗКББК.

Отдельно были изучены работы, описывающие результаты топографо-анатомических экспериментов, выполненных зарубежными авторами. Эти статьи мы использовали для планирования экспериментальной части нашего исследования. Научные публикации, в которых приводится информация о принципах предоперационного планирования и комплексному обследованию пациентов с использованием современных методов лучевой диагностики, послужили основой для разработки собственного алгоритма предоперационного планирования.

В целом, проведенный анализ специальной литературы позволил определить актуальность настоящей работы, точно сформулировать его цель и задачи, лучше спланировать топографо-анатомическую и клиническую части исследования, направленные на разработку и клиническую апробацию алгоритма выбора

хирургического доступа при переломах лодыжек с повреждением ЗКББК, и посредством этого, решить первую задачу диссертационного исследования.

В ходе следующего этапа работы мы провели топографо-анатомический эксперимент на 18 нефиксированных препаратах нижних конечностей. В двух сериях прикладных исследований были отработаны технологии заднелатерального и заднемедиального доступов к задней поверхности ГСС с определением возможностей визуализации фрагмента заднего края большеберцовой кости из каждого доступа. Также мы изучили топографию важных анатомических образований применительно к изучаемым доступам. Проведенный эксперимент позволил решить вторую задачу диссертационного исследования.

Учитывая данные, полученные в ходе топографо-анатомического эксперимента, на следующем этапе выполнения настоящего диссертационного исследования мы сформулировали методику предоперационного планирования для пациентов с переломами лодыжек и ЗКББК, включающую применение современных методов лучевой диагностики и технологий компьютерного 3D моделирования. Закономерным результатом применения предложенной нами методики является обоснованный выбор рационального хирургического доступа для выполнения операций остеосинтеза у пациентов рассматриваемого профиля. Таким образом была решена третья задача диссертационного исследования. Клиническая апробация данной методики была произведена в ходе проспективного сравнительного исследования, который представлял собой завершающий этап нашей работы.

Мы выполнили анализ исходов хирургического лечения пациентов с нестабильными переломами лодыжек и ЗКББК с применением традиционной малоинвазивной техники оперативного вмешательства и в случае открытой репозиции и остеосинтеза ЗКББК из задних доступов к ГСС. В группу сравнения вошли 70 пациентов, которым фиксация фрагмента Фолькмана была выполнена стягивающими винтами, проведенными спереди назад через проколы кожи. Используя разработанный алгоритм, мы осуществляли предоперационное планирование у 62 пациентов с

нестабильными переломами лодыжек и повреждением ЗКББК с последующей этапной оценкой функциональных и рентгенологических результатов лечения. Проведенные у пациентов в ходе исследования сравнения размеров фрагмента ЗКББК, его остаточного смещения после остеосинтеза, количества осложнений и функции ГСС позволили обосновать целесообразность применения разработанного алгоритма и решить четвертую задачу настоящего диссертационного исследования.

## **2.2 Материалы и методы топографо-анатомического исследования**

### **2.2.1 Материалы топографо-анатомического исследования**

Топографо-анатомическое исследование проведено на 18 нефиксированных препаратах голени и стопы без видимых повреждений, рубцов и оперативных вмешательств в этой области (по 9 для каждого из двух изученных хирургических доступов). Соответствующий анатомический материал был предоставлен и изучен на кафедре оперативной хирургии с топографической анатомией Военно-медицинской академии им. С.М.Кирова.

В ходе исследования определяли: длину окружности голени на уровне 5 см выше верхушки латеральной лодыжки, продольный размер подошвы стопы – от пяточного бугра до кончика второго пальца стопы, а также поперечный размер подошвы стопы – от медиального края головки первой плюсневой кости до латерального края головки пятой плюсневой кости. Результаты измерений представлены в таблице 2.1.

Таблица 2.1.

Результаты антропометрических измерений исследуемых препаратов

Номер препарата	Хирургический доступ	Окружность голени (см)	Продольный размер стопы (см)	Поперечный размер стопы (см)
1	Заднелатеральный	21	22,5	9
2	Заднелатеральный	26	29	11,5
3	Заднелатеральный	25	28,5	11
4	Заднелатеральный	26	29,5	12

5	Заднелатеральный	23	27	11
6	Заднелатеральный	20	22	8,5
7	Заднелатеральный	22	24	9
8	Заднелатеральный	21	23	9
9	Заднелатеральный	21	22	9
10	Заднемедиальный	21	22,5	9
11	Заднемедиальный	22	23	10
12	Заднемедиальный	23	27	10
13	Заднемедиальный	25	29	12
14	Заднемедиальный	24	25	10
15	Заднемедиальный	25	28	11
16	Заднемедиальный	22	25	10
17	Заднемедиальный	22	24	10
18	Заднемедиальный	22	24	10

Для группы анатомических препаратов, на которых моделировался заднелатеральный хирургический доступ, медиана значений окружности голени составила 22 см, межквартильный размах – 4,5 см, наименьшее значение было равно 20 см, наибольшее – 26 см.

Аналогичные описательные статистики были рассчитаны для полученных значений двух других измерений для данной группы препаратов. Продольный размер стопы: медиана – 24 см, межквартильный размах – 6,5 см, минимальное значение – 22 см, максимальное – 29,5 см. Поперечный размер стопы: медиана – 9 см, межквартильный размах – 2,3 см, минимальное значение – 8,5 см, максимальное – 12 см.

Препараты, которые использовались для моделирования заднемедиального хирургического доступа, характеризовались следующими значениями. Медиана окружности голени составила 22 см, межквартильный размах – 2,5 см, наименьшее значение было равно 21 см, наибольшее – 25 см. Медиана продольного размера стопы была равна 25 см, межквартильный размах – 4 см, минимальное значение – 22,5 см,

максимальное – 29 см. Для поперечного размера стопы: медиана – 10 см, межквартильный размах – 0,5 см, минимальное значение – 9 см, максимальное – 12 см.

Описанные параметры систематизированы в таблице 2.2.

Таблица 2.2.

Описательные статистики анатомических препаратов, использовавшихся в топографо-анатомическом эксперименте

Параметр	Модель доступа			
	Заднелатеральный		Заднемедиальный	
	Медиана (IQR), см	Min-Max, см	Медиана (IQR), см	Min-Max, см
Окружность голени	22 (4,5)	20-26	22 (2,5)	21-25
Продольный размер стопы	24 (6,5)	22-29,5	25 (4)	22,5-29
Поперечный размер стопы	9 (2,3)	8,5-12	10 (0,5)	9-12

По всем измерявшимся параметрам анатомические препараты групп были сопоставимы между собой (для переменной «окружность голени» -  $p=0,73$ ; для переменной «продольный размер стопы» -  $p=0,796$ ; для переменной «поперечный размер стопы» -  $p=0,546$ ).

### 2.2.2 Методы топографо-анатомического исследования

При выполнении заднелатерального доступа к дистальному метаэпифизу ББК изученные препараты голени и стопы позиционировали тыльной поверхностью вниз, моделируя положение пациента на животе на операционном столе. При производстве этого доступа использовали известную хирургическую технику, описанную в статье M.Assal et al., 2015 [55]. При реализации указанной техники прямой разрез кожи длиной 8 см выполняли на середине расстояния между латеральным краем ахиллова

сухожилия и задним краем малоберцовой кости, начиная его на уровне вершочки латеральной лодыжки и продолжая продольно вверх. Углубляя операционную рану, достигали ЗКБК. Затем предварительно отмоделированную по форме кости пластину в форме 1/3 трубки устанавливали как можно более медиально таким образом, чтобы ее нижний край находился на уровне субхондрального слоя ББК, а сама пластина была ориентирована вертикально параллельно длинной оси ББК и располагалась перпендикулярно суставной поверхности дистального метаэпифиза этой кости. Далее пластину фиксировали двумя винтами диаметром 3,5 мм, введенными сзади наперед и перпендикулярно поперечнику дистального отдела ББК во фронтальной плоскости (рис. 2.1. а, б).

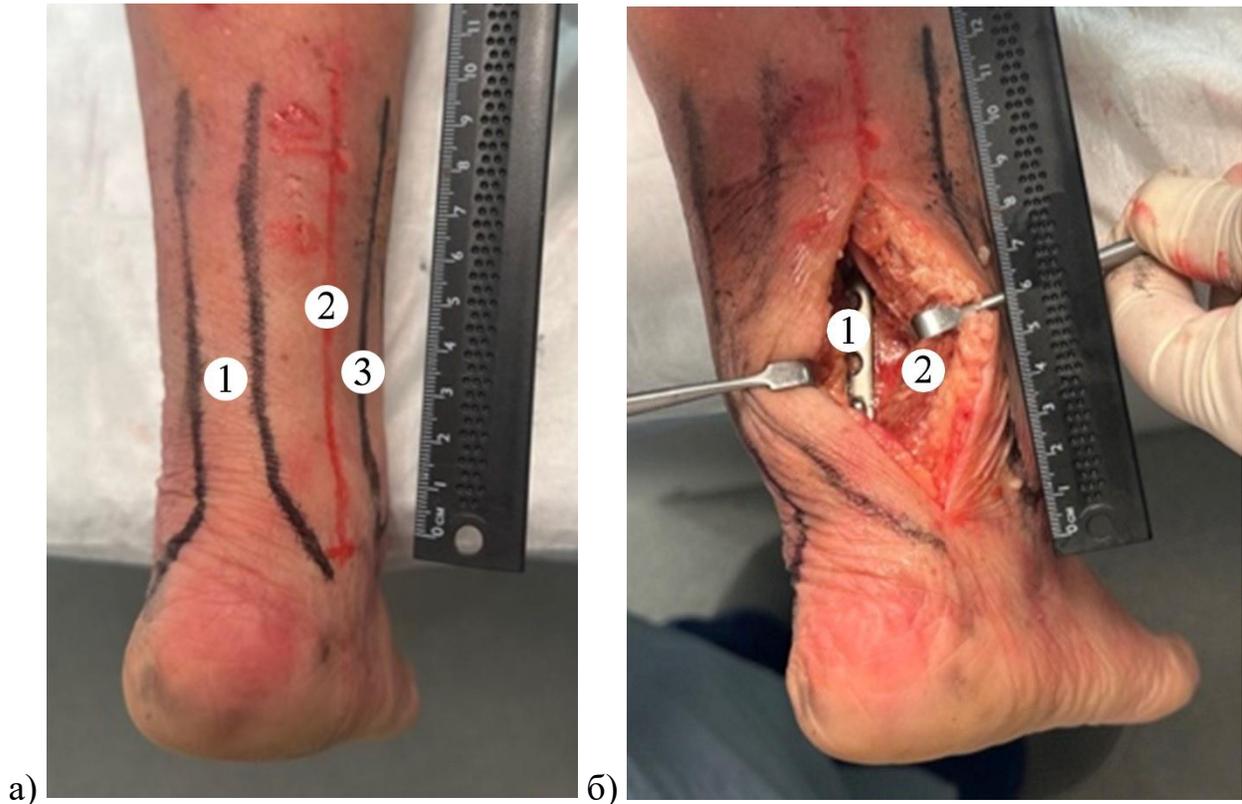


Рис. 2.1. Заднелатеральный доступ к заднему краю большеберцовой кости: а) разметка операционного поля: 1 – проекция ахиллова сухожилия на кожу, 2 – линия предполагаемого разреза, 3 – проекция МБК на кожу; б) хирургический доступ с имплантированной пластиной: 1 – имплантированная пластина, 2 – длинная малоберцовая мышца.

При моделировании заднемедиального доступа препараты голени и стопы располагали в положении на боку медиальной поверхностью вверх, моделируя положение больного на спине с согнутой в коленном и голеностопном суставах и ротированной кнаружи в тазобедренном суставе нижней конечностью (положение «четверки»), как это обычно выполняется в клинике при производстве указанного доступа. Далее выполняли модификацию заднемедиального доступа, описанную M.Assal et al., 2014 [56], а также Y.Wang et al., 2016 [147] с некоторыми нашими доработками. В отличие от модификации расширенного доступа, предложенного Y.Wang et al., 2016 [147], мы применяли только «вертикальное» продольное, параллельное медиальному краю Ахиллова сухожилия «крыло» доступа, не загибая его кпереди параллельно ходу сухожилия задней большеберцовой мышцы, аналогично модификации M.Assal et al., 2014 [56]. Однако в отличие от последнего, мы проводили разрез, делая его несколько более коротким, ограничиваясь длиной 8 см., в отличие от M.Assal et al., 2014, у которых длина доступа составляла 12 см. Кроме того, сам доступ позиционировали несколько медиальнее (ближе к медиальной лодыжке) – на середине расстояния между ахилловым сухожилием и вершиной медиальной лодыжки, в отличие от M.Assal et al., 2014, которые производили доступ лишь на 1 см медиальнее этого сухожилия и параллельно ему [56]. Помимо этого в ходе диссекции мы, в отличие от M.Assal et al., 2014, не выделяли само ахиллово сухожилие, а брюшко длинного сгибателя большого пальца стопы отводили кзади (по направлению к медиальному краю ахиллова сухожилия), заходя спереди от указанной мышцы и от расположенного над этой мышцей заднего большеберцового сосудисто-нервного пучка (ближе к медиальной лодыжке) [56, 147].

Таким образом, прямой заднемедиальный хирургический доступ длиной 8 см выполняли на середине расстояния между медиальным краем ахиллова сухожилия и задним краем медиальной лодыжки, начиная его дистально на уровне верхушки медиальной лодыжки и продолжая продольно вверх. После рассечения собственной фасции голени определяли в операционной ране сухожилия задней большеберцовой

мышцы и длинного сгибателя пальцев стопы, а также брюшко длинного сгибателя большого пальца стопы с располагавшимися над ним задними большеберцовыми сосудами и большеберцовым нервом. Затем комплекс тканей, включавший указанный сосудисто-нервный пучок и брюшко длинного сгибателя большого пальца стопы, отводили единым блоком кзади – по направлению к медиальному краю ахиллова сухожилия.

В дальнейшем, по аналогии с заднелатеральным доступом, предварительно отмоделированную по форме кости пластину в форме 1/3 трубки устанавливали как можно более кпереди (по направлению к медиальной лодыжке) таким образом, чтобы ее нижний край находился на уровне субхондрального слоя ББК, а сама пластина была ориентирована вертикально параллельно длинной оси этой кости и располагалась перпендикулярно плоскости ее суставной поверхности. Далее пластину фиксировали двумя винтами диаметром 3,5 мм, введенными сзади наперед перпендикулярно поперечнику дистального метаэпифиза ББК во фронтальной плоскости (Рис. 2.2. а, б, в, г).



а)

Рис. 2.2. Заднемедиальный доступ к заднему краю большеберцовой кости: а) разметка операционного поля: 1 – проекция контура медиальной лодыжки на кожу, 2 – проекция медиального края ахиллова сухожилия на кожу, 3 – линия предполагаемого разреза.



Продолжение рис. 2.2. Заднемедиальный доступ к заднему краю большеберцовой кости: б) хирургический доступ с имплантированной пластиной, формирование отверстия для дистального винта; в) хирургический доступ с имплантированной пластиной, измерение кратчайшего расстояния от пластины до сосудистого пучка: 1 – имплантированная пластина, 2 – сосудисто-нервный пучок; г) в заднюю большеберцовую артерию введен рентгенконтрастный зонд: 1 – большеберцовая кость, 2 – имплантированная пластина, 3 – задняя большеберцовая артерия.

Следует особо отметить, что попытки измерения кратчайших расстояний от установленных пластин до клинически значимых сосудов и нервов давали результаты, которые сложно было интерпретировать в силу мобильности мягких тканей и различного расположения сосудистых и нервных образований на разных уровнях. Поэтому было выполнено введение рентгеноконтрастного зонда в заднюю большеберцовую артерию, что позволило на плоскостных рентгенограммах оценить взаимное расположение указанной артерии и имплантированных пластин в интересах повышения безопасности выполнения предложенной модификации остеосинтеза.

После выполнения остеосинтеза выполняли рентгенографию всех препаратов в прямой и боковой проекциях на рентгеновском аппарате General Electric OEC Elite MiniView. Измерения исследуемых параметров осуществляли в программе RadiAnt DICOM Viewer (Medixant, Польша) при помощи функции «линейка», используя в качестве ориентира объект округлой формы с известным диаметром (монета достоинством 2 рубля диаметром 23 мм), который помещали в кадре рядом с исследуемой конечностью (рис. 2.3., рис. 2.4.).

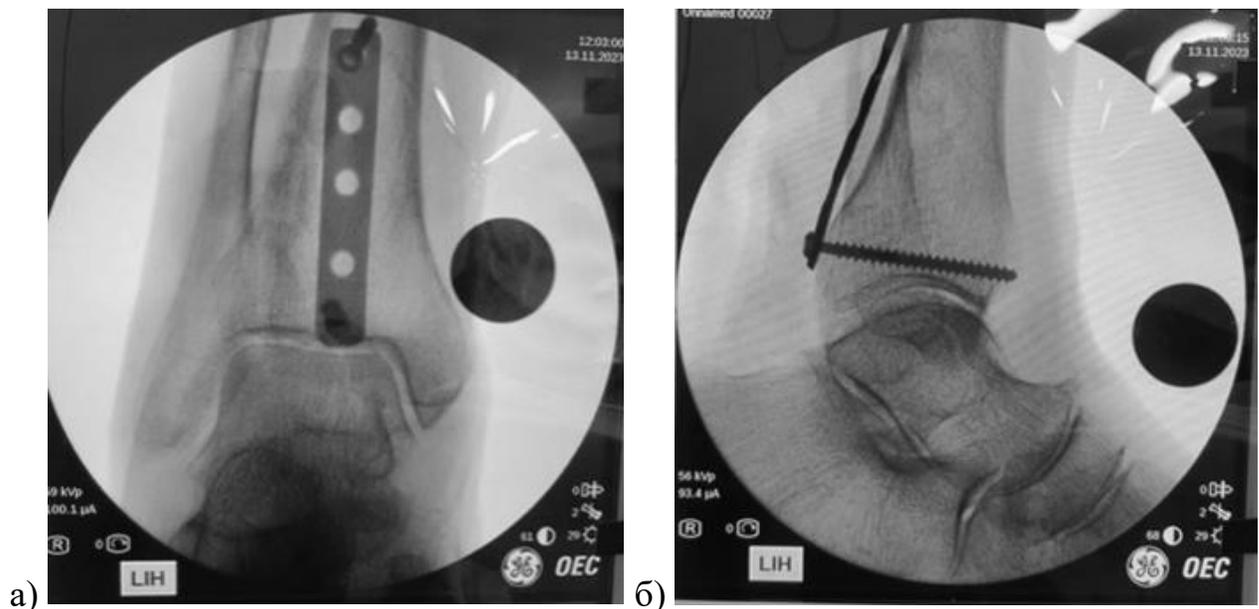


Рис. 2.3. Рентгенограммы после имплантации металлоконструкций через заднелатеральный доступ: а) прямая проекция; б) боковая проекция



Рис. 2.4. Рентгенограммы после имплантации металлоконструкций через заднемедиальный доступ: а) прямая проекция; б) боковая проекция

Далее на рентгенограммах в прямой проекции измеряли поперечный размер дистального метаэпифиза ББК на уровне суставной поверхности этой кости, проводя на этом уровне горизонтальную линию. Затем на этой линии отмечали точку, соответствующую середине установленных пластин. Далее вычисляли расстояния до этой точки от медиального и от латерального краев дистального метаэпифиза ББК, проводя измерения в абсолютных (мм) величинах, а также отражая их в %. На рентгенограммах в боковой проекции оценивали корректность положения дистального фиксирующего пластину винта по отношению к линии суставной поверхности ББК.

## 2.3 Материалы и методы клинической части исследования

### 2.3.1 Общая характеристика клинических групп пациентов

Клиническая часть нашей диссертационной работы была проведена на базах ГБУ «Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт скорой помощи им. И.И. Джанелидзе» и ГБУЗЛО «Всеволожская клиническая межрайонная больница» и представляла собой многоцентровое когортное проспективное исследование.

В исследование вошли 132 пациента, из них 31 – мужчина и 101 женщина (рис. 2.5.), находившиеся на стационарном лечении в период с января 2021 по декабрь 2022 года включительно. Средний возраст пациентов составил  $52,0 \pm 14,1$  лет (таблица 2.3.). Во всех группах пациентов преобладал низкоэнергетический механизм травм (рис. 2.6.)

*Критериями включения* пациентов в исследование являлись возраст пациентов старше 18 лет; изолированная закрытая травма с переломами типов 44B3 и 44C1.3, C2.3 и C3.3 по классификации АО/ASIF; отсутствие хронических заболеваний в стадии суб- и декомпенсации, онкологической патологии и постоянной терапии глюкокортикостероидами; давность травмы не более 30 суток; выполненный остеосинтез заднего края ББК, латеральной и/или медиальной лодыжек; возможность оценить ближайшие и среднесрочные функциональные результаты.

*Критериями невключения* являлись: возраст пациентов менее 18 лет; пациенты с переломами типов 44A-, 44B1, 44B1 по классификации АО/ASIF; открытая травма ГСС или перелом лодыжек в составе множественной, сочетанной или комбинированной травмы; наличие хронических заболеваний в стадии суб- и декомпенсации, онкологической патологии или постоянная терапия глюкокортикостероидами; давность травмы более 30 суток; невозможность оценить ближайшие и среднесрочные функциональные результаты.

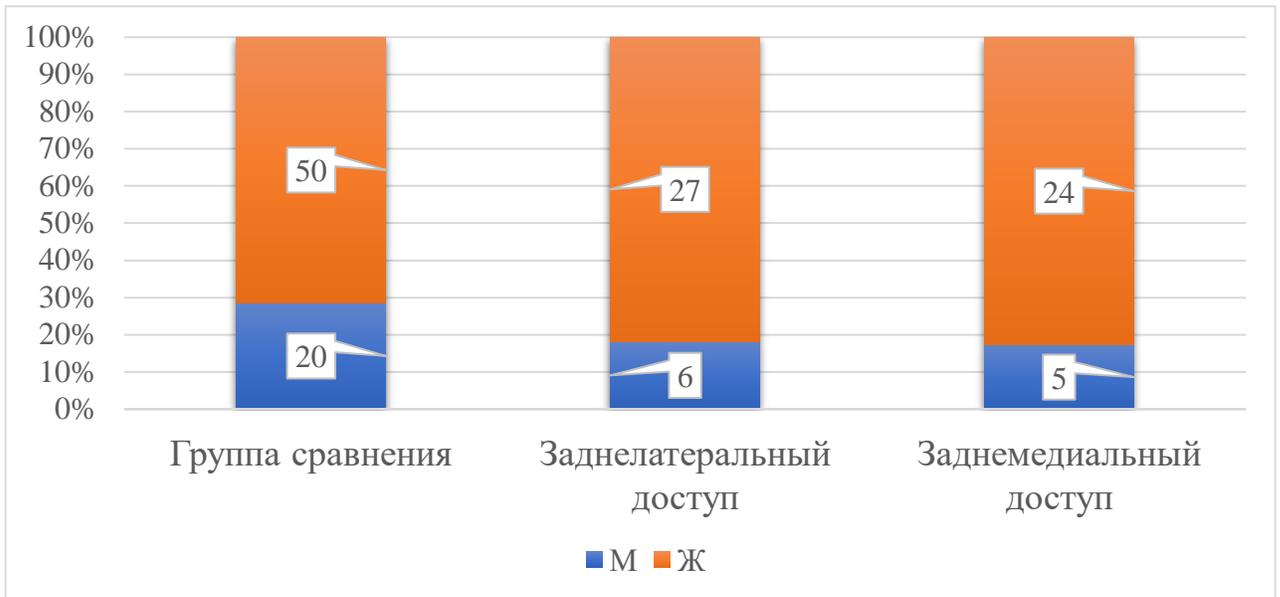


Рис. 2.5. Гистограммы с накоплением распределения пациентов в группах исследования по полу: Ж – женщины, М - мужчины.

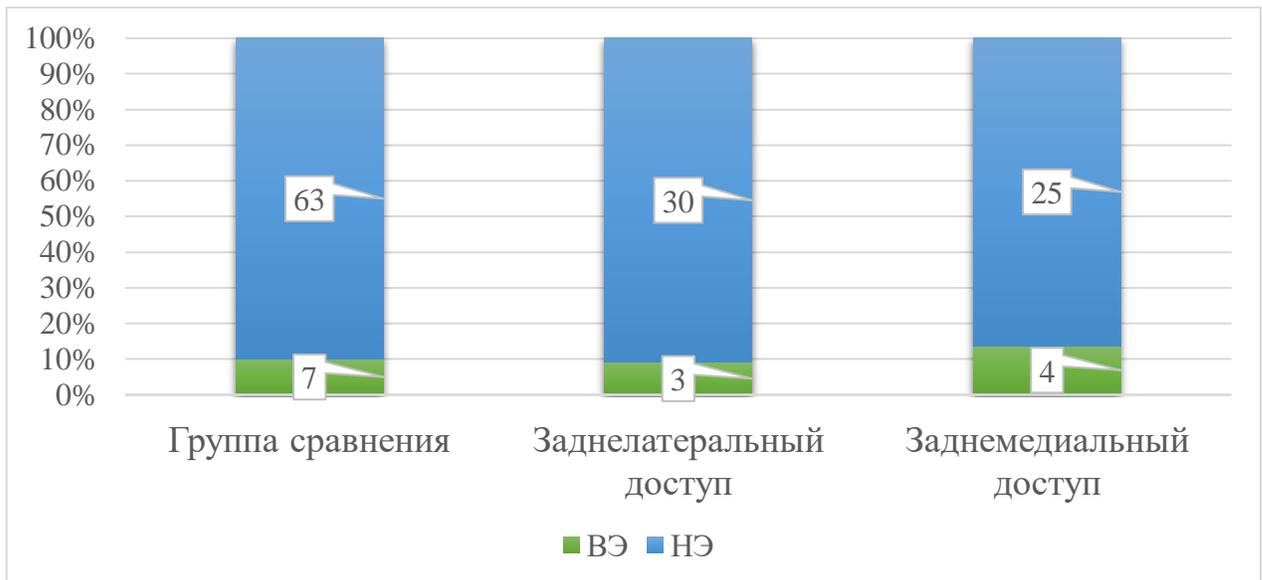


Рис. 2.6. Гистограммы распределения пациентов в группах исследования по энергии травмы: НЭ – низкая энергия травмы, ВЭ – высокая энергия травмы.

Всем пациентам был выполнен остеосинтез лодыжек и ЗКББК. Деление на группы осуществлялось в зависимости от метода репозиции фрагмента ЗКББК и применявшегося для фиксации хирургического доступа.

В первую группу (группу сравнения) были включены 70 пациентов, которым репозиция фрагмента заднего края ББК выполнялась закрытым способом, а его остеосинтез был выполнен малоинвазивно стягивающими винтами, проведенными в направлении спереди назад. Эта клиническая группа была представлена 20 (29%) мужчинами и 50 (71%) женщинами. Средний возраст пациентов составил  $52,0 \pm 14,0$  лет. У 56 (80%) из 70 пациентов был диагностирован перелом лодыжек типа 44B3 по классификации AO/ASIF, 4 (6%) пациента получали лечение по поводу перелома лодыжек типа 44C1.3, 2 (3%) пациента были госпитализированы с переломами типа 44C2.3 и 8 (11%) пациентов – с переломами типа 44C3.3. В соответствии с классификацией Bartonicek пациенты распределились следующим образом: у 38 (54%) пациентов диагностирован перелом 2 типа, у 20 (29%) пациентов перелом 3 типа и у 12 (17%) пациентов перелом 4 типа.

Во вторую группу вошли 33 пострадавших, из них 6 (18%) мужчин и 27 (82%) женщин. Этой группе пациентов была выполнена открытая репозиция и внутренняя фиксация фрагмента заднего края ББК из заднелатерального хирургического доступа. Средний возраст пациентов составил  $52,8 \pm 14,4$  лет. Перелом типа 44B3 по классификации AO/ASIF был диагностирован у 27 (82%) пациентов, у оставшихся 6 (18%) пациентов – перелом типа 44C3. Перелом 2 типа по классификации Bartonicek в этой группе пациентов наблюдался в 18 (55%) случаях, 3 типа – в 9 (27%) случаях и 4 тип – в 6 (18%) случаях.

Третья группа была представлена 29 пациентами, 5 (17%) из которых были мужчинами, а 24 (83%) – женщинами. Пациентам этой группы были выполнены открытая репозиция и остеосинтез заднего края ББК через заднемедиальный или модифицированный заднемедиальный доступ. Изучение целесообразности применения этих двух вариантов заднемедиального доступа при конкретных типах перелома заднего края ББК не входило в задачи настоящего исследования. В связи с этим пациенты были объединены в одну клиническую группу. Из 29 пациентов 17 (59%) получали лечение по поводу перелома лодыжек типа 44B3 по классификации

АО/ASIF, у 3 (10%) пациентов был диагностирован перелом лодыжек типа 44C1, у 5 (17%) пациентов – 44C2 и у 4 (14%) – 44C3. Второй тип перелома по классификации Bartoníček был отмечен у 3 (10%) пациентов, у 16 (55%) пациентов по данным СКТ был выявлен перелом 3 типа и у 10 (34%) пациентов – перелом 4 типа.

Характеристики групп пациентов представлены в таблице 2.3.

Таблица 2.3.

Общие характеристики групп пациентов

Параметр	Группа сравнения, n=70	Заднелатеральный доступ, n=33	Заднемедиальный доступ, n=29	Всего, n=132
Пол:				
Мужчины (%)	20 (29%)	6 (18%)	5 (17%)	31 (23,5%)
Женщины (%)	50 (71%)	27 (82%)	24 (83%)	101 (76,5%)
Возраст, лет, M±SD	52,0±14,0	52,8±14,4	51,2±14,3	52,0±14,1
Энергия травмы:				
низкая	63 (90%)	30 (91%)	25 (86%)	118 (89,4%)
высокая	7 (10%)	3 (9%)	4 (14%)	14 (10,6%)
Тип перелома лодыжек (АО/ASIF):				
B3	56 (80%)	27 (82%)	17 (59%)	100 (75,8%)
C1	4 (6%)	-	3 (10%)	7 (5,3%)
C2	2 (3%)	-	5 (17%)	7 (5,3%)
C3	8 (11%)	6 (18%)	4 (14%)	18 (13,6%)
Тип перелома заднего края (Bartoníček):				
2	38 (54%)	18 (55%)	3 (10%)	59 (44,7%)
3	20 (29%)	9 (27%)	16 (55%)	45 (34,1%)
4	12 (17%)	6 (18%)	10 (35%)	28 (21,2%)

По всем параметрам, представленным в таблице, кроме типа перелома ЗКББК, группы были сопоставимы между собой. Несопоставимость групп по данному параметру объясняется тем, что выбор варианта заднего доступа определяется морфологией перелома ЗКББК, что и отражается в распределении пациентов в группах.

### **2.3.2 Методики клинического исследования**

В рамках предоперационного планирования пациентам выполняли рентгенографию ГСС в двух стандартных проекциях: боковая и переднезадняя косая (mortise view). По показаниям (при наличии жалоб на боли в области верхней трети голени, наличия подвывиха таранной кости, расширение медиальной суставной щели, расширение ДМБС) выполнялась рентгенография верхней трети голени и коленного сустава в двух стандартных проекциях (прямая и боковая) для исключения или верификации перелома МБК в проксимальных отделах. По рентгенограммам идентифицировали поврежденные анатомические структуры, определяли смещение костных отломков и наличие перелома ЗКББК.

Далее всем пациентам выполнялась спиральная компьютерная томография (СКТ) для уточнения характера перелома и определения степени вовлеченности ЗКББК. Выбор хирургического доступа для фиксации заднего фрагмента ББК у пациентов второй и третьей групп осуществлялся с учетом полученной при СКТ рентгенологической картины. В раннем послеоперационном периоде пациентам для определения точности репозиции и корректности положения металлоконструкций выполнялась контрольная СКТ.

Операцию пациентам первой группы выполняли в положении на спине. В первую очередь им через латеральный доступ производили фиксацию малоберцовой кости пластиной 1/3 трубки и винтами диаметром 3,5 мм. Затем из медиального или переднемедиального доступа двумя винтами для губчатой кости с неполной резьбой диаметром 4,0 мм выполняли остеосинтез медиальной лодыжки. Закрото под

контролем интраоперационной рентгеноскопии выполняли репозицию фрагмента заднего края ББК. Фиксацию его осуществляли стягивающими винтами диаметром 3,5 мм, проведенными в направлении спереди назад. На завершающем этапе операции с помощью интраоперационных нагрузочных тестов и рентгенограмм оценивали стабильность дистального межберцового синдесмоза и, при необходимости, устанавливали позиционный винт.

Заднелатеральный хирургический доступ пациентам второй группы выполняли в положении пациента на животе или на боку. Линейный продольный разрез кожи 10–12 см производили на середине расстояния между задним краем МБК и латеральным краем ахиллова сухожилия от верхушки латеральной лодыжки проксимально. Длина доступа определялась локализацией и типом перелома МБК.

Для обнажения и необходимой визуализации ЗКББК также рассекали глубокую фасцию и отводили медиально сухожилие длинного сгибателя большого пальца стопы, защищавшее задний большеберцовый сосудисто-нервный пучок. При сочетанном повреждении латеральной лодыжки и ЗКББК первоначально выполняли репозицию и фиксацию фрагмента Фолькмана, что позволяло частично восстановить ДМБС и облегчало последующий остеосинтез латеральной лодыжки. При этом ориентировались на сопоставление «зубец в зубец» верхушки отделенного фрагмента Фолькмана и соответствующего места на дистальном метаэпифизе ББК. Для создания межфрагментарной компрессии применяли временное наложение остроконечных костодержателей, введение спонгиозных винтов 4,0 мм с короткой резьбой, ориентируя их перпендикулярно плоскости перелома и параллельно плоскости суставной поверхности, стараясь расположить в субхондральном слое ББК. При этом у 9 (31%) пациентов из второй группы с достаточно большим фрагментом заднего края ББК, не имеющим тенденции к проксимальному смещению, его фиксацию проводили только винтами (рис. 2.7.).

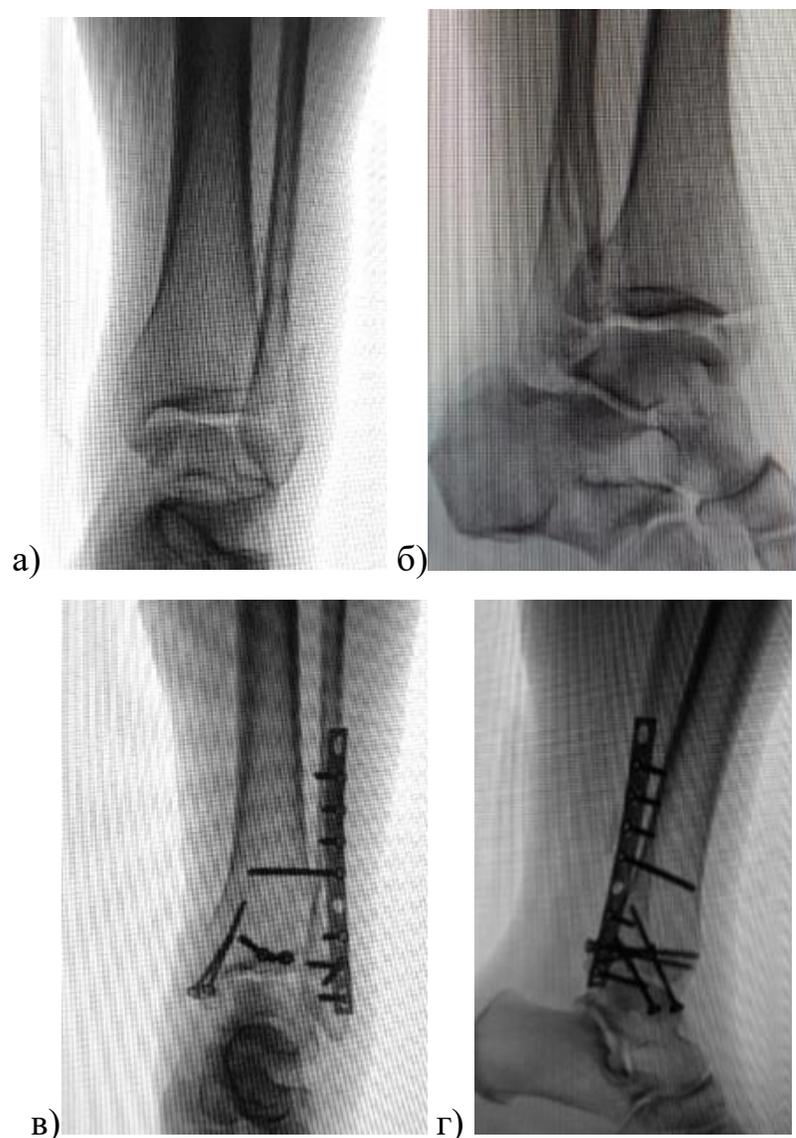


Рис. 2.7. Перелом лодыжек типа 44 В3 и исход операции остеосинтеза у пациентки П., 46 лет: а, б – первичные рентгенограммы в прямой и боковой проекциях, в, г – послеоперационные рентгенограммы – фрагмент заднего края ББК фиксирован двумя 4,0 мм спонгиозными винтами с неполной резьбой.

При оскольчатом характере перелома ЗКББК для его фиксации применяли пластины (1/3-трубчатые, реконструктивные, Т-образные малые). Такой способ фиксации был выбран у 20 (69%) пациентов второй группы (рис. 2.8.). В ряде случаев при этом использовали прием последовательного подтягивания пластины к основному метадиафизарному фрагменту кортикальными винтами 3,5 мм сверху вниз, тем самым

добиваясь некоторого смещения заднего края ББК книзу и противоскользящего эффекта. Во всех случаях для оценки качества репозиции заднего фрагмента ББК и контроля положения имплантатов применяли интраоперационный ЭОП-контроль в латеральной и прямой проекциях.

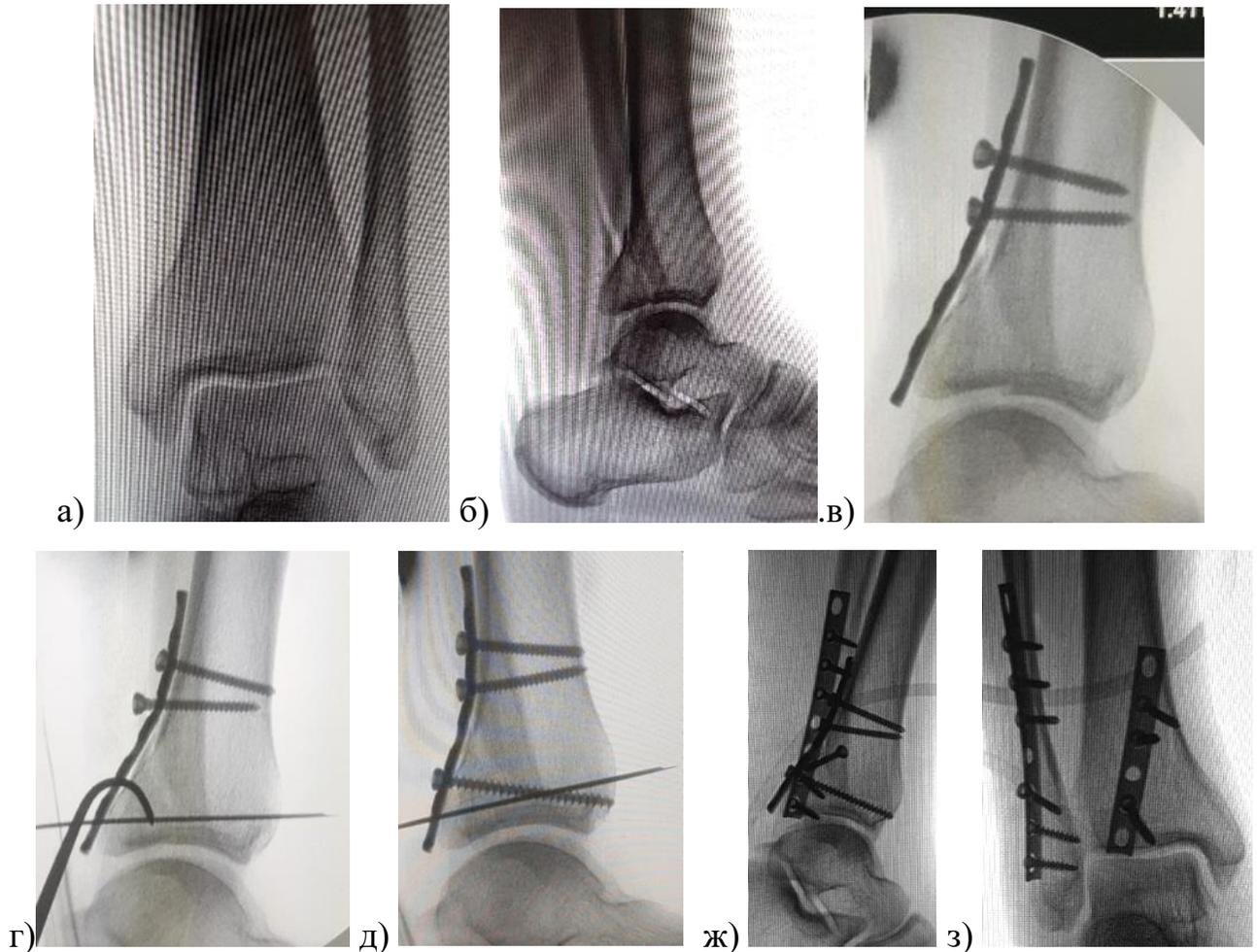


Рис. 2.8. Перелом области голеностопного сустава типа 44-B3 с вовлечением заднего края ББК у пациента Ш. 43 лет: а, б – первичные рентгенограммы, в, г, д – этапы репозиции и фиксации ЗКББК, ж, з – послеоперационные рентгенограммы – фрагмент ЗКББК фиксирован опорной пластиной и тремя винтами.

Открытую репозицию латеральной лодыжки производили из того же доступа. В зависимости от типа перелома МБК применяли анатомичную репозицию и

межфрагментарную компрессию через пластину при косых переломах или восстановление длины МБК и шинирование при многооскольчатых ее переломах. При этом 1/3-трубчатую пластину традиционно ориентировали по заднелатеральной или латеральной поверхности МБК.

Кроме того, у 5 пациентов (17%) при сохраняющейся нестабильности ДМБС, которое диагностировали посредством интраоперационного использования Hook-теста и вальгус-стресс теста [25], выполняли его фиксацию позиционным винтом по общепринятой технологии. В этой связи следует отметить преимущество применявшегося заднелатерального доступа, который позволял направлять позиционный винт снаружи кнутри и сзади наперед, что, по сути, исключало технические сложности.

Сочетанное повреждение медиальной лодыжки фиксировали из отдельного классического медиального доступа. В большинстве клинических случаев – у 17 пациентов (59%) производили остеосинтез медиальной лодыжки двумя спонгиозными винтами 4,0 мм с короткой резьбой. Фиксацию одним винтом 4,0 мм и спицей Киршнера или двумя спицами Киршнера и стягивающей проволочной петлей выполнили у 7 пациентов (24%). В двух случаях крупный фрагмент медиальной лодыжки фиксировали пластиной (7%). У 5 пациентов (17%) перелома медиальной лодыжки выявлено не было, а в одном из этих случаев после остеосинтеза латеральной лодыжки и заднего края ББК сохранялся подвывих стопы кнаружи, что потребовало ревизии медиального связочного комплекса. При ревизии была выявлена интерпозиция поврежденной дельтовидной связки в полость сустава, которую устранили с последующим выполнением шва дельтовидной связки в ходе операции. В четырех оставшихся случаях вмешательство на медиальном связочном комплексе ГСС не производили.

Операцию пациентам третьей группы выполняли в положении пациента лежа на спине с согнутой в коленном суставе и ротированной кнаружи нижней конечностью. Разрез кожи выполнялся на расстоянии 10 см от уровня верхушки внутренней

лодыжки и распространялся в каудальном направлении по середине расстояния между медиальным краем ахиллова сухожилия и лодыжкой. Разрез шел вертикально с последующим изгибом кпереди в нижней трети и с продолжением чуть ниже верхушки внутренней лодыжки. После рассечения собственной фасции голени выполнялся доступ к ББК через одно из хирургических окон, описанных в предыдущей главе.

Репозицию костных отломков начинали с манипуляций с фрагментом ЗКББК, мобилизуя его и устанавливая на место, ориентируясь на верхнюю линию перелома, видную непосредственно в ране, и суставную поверхность ББК, визуализируемую с помощью ЭОП в боковой и прямой проекциях. Для временной фиксации фрагмента ЗКББК применяли спицы Киршнера. В трех случаях (14%) для анатомичной репозиции фрагмента заднего края ББК потребовалось удалить мелкий фрагмент суставной поверхности, интерпонирующий между основным фрагментом ЗКББК и его ложем. Еще в одном случае (4%) удалось выполнить реимпакцию фрагмента суставной поверхности ЗКББК, так как зона импакции локализовалась с заднемедиальной стороны последнего, что отчасти и послужило поводом для выбора заднемедиального доступа у данного пациента.

В ряде случаев для репозиции отломка заднего края ББК применяли «остроконечный» костодержатель, устанавливая его под визуальным контролем. При наличии тенденции к вертикальному смещению применяли метод последовательной компрессии на пластине по типу противоскользящего эффекта под ЭОП контролем, когда за счет поджимания пластины к диафизарной части ББК выше перелома ЗКББК происходит его правильное позиционирование (поджимание к «ложу») с последующей межфрагментарной компрессией [118].

Фиксацию фрагмента ЗКББК проводили с использованием винтов для губчатой кости с неполной резьбой 4,0 мм в 6 случаях и пластин – в 16 случаях (рис. 2.9.). Для этого применяли короткие 1/3 трубчатые пластины на 3–5 отверстий, Т-образные пластины из набора для фиксации малых костных фрагментов, вводя в них

кортикальные винты 3,5 мм и винты для губчатой кости с неполной резьбой 4,0 мм. Репозицию медиальной лодыжки выполняли из переднего окна заднемедиального хирургического доступа с фиксацией ее двумя винтами для губчатой кости с неполной резьбой 4,0 мм в 15 случаях, одним винтом и спицей Киршнера – в 3 случаях оскольчатых переломов, и 1/3 трубчатой пластиной с винтами 3,5 мм – в одном случае при вертикальной линии перелома. У двоих пациентов без костных повреждений медиальных структур ГСС шов дельтовидной связки не выполняли, так как подвывих стопы удавалось устранить после остеосинтеза заднего края ББК, латеральной лодыжки и шинирования дистального межберцового синдесмоза.

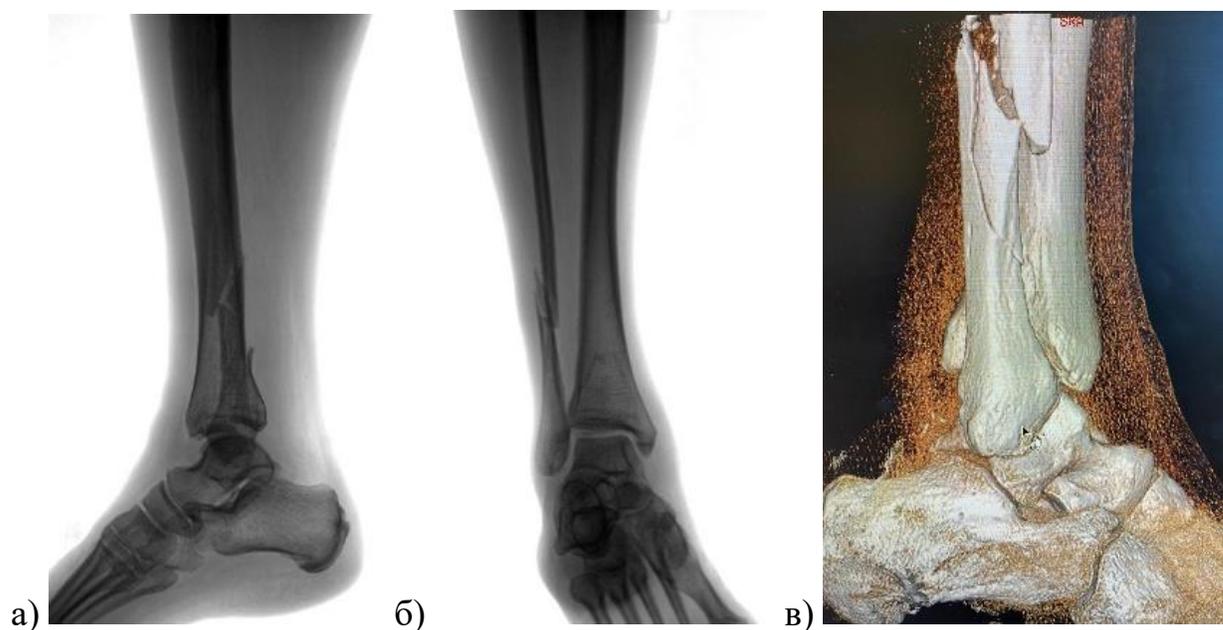
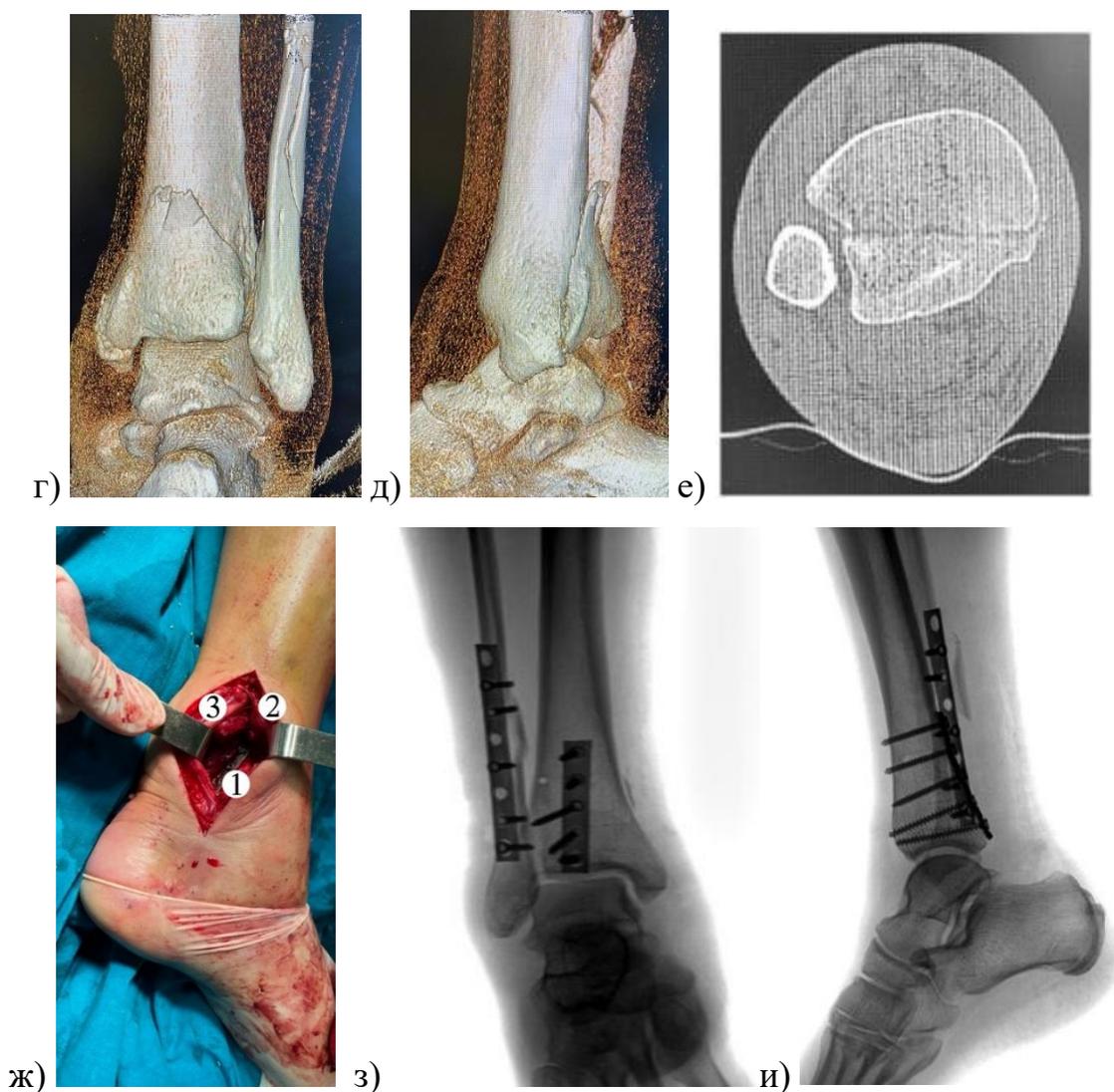


Рис. 2.9. Применение заднемедиального доступа при хирургическом лечении пациента с переломом 44С2.3: а, б – первичные рентгенограммы в прямой и боковой проекциях; в – данные КТ, показывающие размер ЗКББК.



Продолжение рис. 2.9. Применение заднемедиального доступа при хирургическом лечении пациента с переломом 44С2.3: г, д, е – данные КТ, показывающие размер ЗКББК; ж – интраоперационная фотография выполненного заднемедиального доступа на этапе фиксации ЗКББК пластиной 1/3 трубки: 1 – пластина 1/3 трубки, фиксирующая задний фрагмент ББК; 2 – задняя большеберцовая мышца, длинный сгибатель пальцев, отведенные ретрактором типа Фарабеф; 3 – длинный сгибатель большого пальца и задний сосудисто-нервный пучок, отведенные ретрактором типа Фарабеф; з, и – послеоперационные рентгенограммы в прямой и боковой проекциях – анатомичная репозиция костных отломков в области голеностопного сустава.

Репозицию и фиксацию латеральной лодыжки проводили из стандартного латерального доступа в положении пациента на спине. В большинстве случаев остеосинтез МБК проводили с применением 1/3 трубчатых пластин, кортикальных винтов 3,5 мм и винтов для губчатой кости с неполной резьбой 4,0 мм. В двух случаях при переломах 44С3.3 остеосинтез МБК не проводили, так как зона перелома находилась в верхней ее трети. Однако в обоих этих случаях произвели фиксацию дистального межберцового синдесмоза позиционным винтом. Реконструкцию структур ГСС завершали контролем стабильности дистального межберцового синдесмоза посредством нагрузочных тестов латеральной стабильности [25]. В 10 случаях (46%) выявленной латеральной нестабильности для фиксации дистального межберцового синдесмоза проводили один кортикальный позиционный винт 3,5 мм.

Операции всегда завершали контрольными рентгенограммами с применением ЭОП в трех стандартных проекциях (прямой, переднезадней с внутренней ротацией и боковой). Оценивали конгруэнтность суставных поверхностей большеберцовой и таранной костей, а также положение фиксирующих винтов и имплантатов.

На следующий день после выполнения остеосинтеза пациентам выполняли контрольные рентгенограммы для оценки положения имплантатов и оценки качества репозиции. Также в раннем послеоперационном периоде всем пациентам выполнялась контрольная СКТ, по данным которой определяли величины остаточных смещений отломков (в особенности ЗКББК) и соотносили результат вмешательства с предоперационным планом. Критерием удовлетворительного положения фрагмента ЗКББК считалось наличие смещения по длине («ступеньки» суставной поверхности) менее 2 мм. Репозицию признавали неудовлетворительной, если данное смещение превышало 2 мм.

В послеоперационном периоде всем пациентам разрешалась ходьба с дополнительной опорой на костыли. В течение первых 6 недель было рекомендовано ограничить осевую нагрузку на оперированную конечность, допускалось только касание стопой пола. С 7-й недели до сращения перелома была разрешена частичная

осевая нагрузка весом тела с дополнительной опорой на костыли. Удаление позиционного винта выполняли через 10–12 недель с момента операции остеосинтеза.

Контрольные рентгенограммы в прямой и боковой проекциях для оценки динамики костного сращения выполнялись на сроках 4, 8 и 10 недель от операции остеосинтеза. Критериями консолидации перелома малоберцовой кости являлись формирование костной мозоли и исчезновение линии перелома (при сращении в условиях относительной стабильности) или исчезновение линии перелома (при сращении в условиях абсолютной стабильности). Критериями сращения перелома медиальной лодыжек и ЗКББК являлось исчезновение линии перелома на контрольных рентгенограммах.

В ходе исследования мы провели сравнительный анализ следующих параметров: время от травмы до операции; размер фрагмента ЗКББК, определяемый по сагиттальным срезам СКТ; длительность оперативного вмешательства; длительность госпитализации; остаточное смещение фрагмента заднего края по длине по данным сагиттальных срезов контрольной СКТ; объем движений и функция сустава по шкале AOFAS [48, 98] на сроках 12, 24 и 48 недель после операции.

Объем движений в голеностопном суставе измеряли по стандартной технологии, рекомендуемой приказом МЗ РФ от 24 апреля 2008 года № 194н с применением «угломера ортопедического». При этом использовали следующие ориентиры и оценочные характеристики ограничения движений в ГСС. Объем движений в норме: разгибание –  $70^{\circ}$ – $75^{\circ}$ , сгибание –  $135^{\circ}$ – $140^{\circ}$  (отсчет ведется от угла  $90^{\circ}$  – функционально выгодного положения стопы); умеренно выраженное ограничение: (разгибание –  $80^{\circ}$  –  $85^{\circ}$ , сгибание –  $110^{\circ}$ – $130^{\circ}$ ); значительно выраженное: (разгибание –  $90^{\circ}$ – $95^{\circ}$ , сгибание –  $90^{\circ}$ – $105^{\circ}$ ); резко выраженное: (разгибание и сгибание в пределах  $10^{\circ}$ ). Амплитуду движения в ГСС считали, как сумму отклонений от нулевого положения стопы ( $90^{\circ}$  градусов относительно оси голени) при ее подошвенном и тыльном сгибании. При интерпретации балльных показателей шкалы AOFAS мы придерживались следующих критериев: 95-100 баллов – отличный результат; 75-94

баллов – хороший; 51-74 баллов – удовлетворительный; 50 и менее баллов – неудовлетворительный. Измерение размера фрагмента ЗКББК производилось в программе RadiAnt DICOM Viewer (Medixant, Польша).

## **2.4 Методика статистической обработки полученных данных**

Формирование базы данных проводилось в табличном редакторе Excel (Microsoft, США). Статистический анализ переменных был произведен в программе IBM SPSS Statistics 27.0.1 (IBM, США). Распределение количественных переменных проверялось на соответствие закону нормального распределения. Для этого использовались критерии Колмогорова-Смирнова и Шапиро-Уилка. В случае нормального распределения для описания меры центральной тенденции использовалось среднее значение (M) со стандартным отклонением (SD). При описании выборки с распределением отличным от нормального указывались медиана (Me) с межквартильным размахом (IQR), а также минимальные (min) и максимальные (max) значения переменной [21, 30].

Анализ категориальных переменных, имеющих биномиальное распределение, производился путем построения четырехпольных таблиц сопряженности. С целью определения статистически значимых различий между группами рассчитывался критерий  $\chi^2$  Пирсона и относительный риск (OR) с 95% доверительным интервалом (95% ДИ). При наличии в таблице сопряженности ячеек со значением ожидаемых частот менее 5 для анализа применялся точный критерий Фишера [13, 12].

Оценка статистической значимости изменений с течением времени измерявшихся параметров (объем движений в ГСС, баллы по шкале AOFAS) производилась при помощи непараметрического критерия Фридмана для связанных выборок. При сравнительном анализе показатели второй и третьей групп пациентов поочередно сравнивались с аналогичными показателями первой группы. Для переменных с нормальным распределением применялся параметрический t-критерий Стьюдента. При выполнении анализа учитывалось наличие равенства дисперсий

сравниваемых совокупностей по критерию Ливиня. В случае отклонения нулевой гипотезы на основании критерия Ливиня анализ производился с применением t-критерия Стьюдента с поправкой Уэлча. Для переменных с распределением отличным от нормального применялся непараметрический U-критерий Манна-Уитни [30, 50].

Для коррекции значения  $p$  в связи с множественными сравнениями применялась поправка Бонферрони [29]. Уровень значимости для настоящего исследования был  $\alpha=0,05$ .

Относительные величины представлены в процентах.

## ГЛАВА 3

ТОПОГРАФО-АНАТОМИЧЕСКОЕ И РЕНТГЕНОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ  
КЛИНИЧЕСКОГО ПРИМЕНЕНИЯ ЗАДНЕЛАТЕРАЛЬНОГО И  
ЗАДНЕМЕДИАЛЬНОГО ХИРУРГИЧЕСКИХ ДОСТУПОВ К ЗАДНЕМУ ОТДЕЛУ  
БОЛЬШЕБЕРЦОВОЙ КОСТИ

### 3.1 Результаты топографо-анатомического исследования

#### 3.1.1 Результаты топографо-анатомического изучения заднелатерального доступа

Результаты измерений на выполненных рентгенограммах анатомических препаратов, на которых моделировался заднелатеральный хирургический доступ, систематизированы и представлены в таблице 3.1. Для каждого препарата для значений расстояний от середины пластины до латерального и медиального краев метаэпифиза ББК также приведены проценты, отражающие долю от общей ширины метаэпифиза на рентгенограмме.

Таблица 3.1.

Результаты измерений позиционирования имплантированных пластин  
при выполнении остеосинтеза из заднелатерального хирургического доступа

Номер препарата	Ширина метаэпифиза на рентгенограмме (мм)	Расстояние от середины пластины до латерального края метаэпифиза ББК (мм / %)	Расстояние от середины пластины до медиального края метаэпифиза ББК (мм / %)
1	46,0	23 / 50,0	23 / 50,0
2	69,2	24,7 / 35,7	44,5 / 64,3
3	67,9	26,5 / 39,0	41,4 / 61,0
4	69,7	27,9 / 35,8	41,8 / 64,2
5	64,8	26,1 / 40,3	38,7 / 59,7
6	43,7	16,3 / 37,3	27,4 / 62,7
7	57,6	25,9 / 45,0	31,7 / 55,0
8	52,0	20,2 / 38	31,8 / 62
9	49,7	18,7 / 38	31 / 62

На основании значений, полученных в результате измерения величин и расстояний, приведенных в таблице 3.1., были рассчитаны средние значения, а также стандартные отклонения для каждого из параметров (таблица 3.2.).

Таблица 3.2.

Средние значения измерявшихся параметров на препаратах моделей заднелатерального хирургического доступа

Параметр	M±SD (95% ДИ), мм
Ширина метаэпифиза	57,8±10,4 (49,9-65,8)
Расстояние от пластины до латерального края метаэпифиза	23,3±4,0 (20,2-26,3)
Расстояние от пластины до медиального края метаэпифиза	34,6±7,3 (29,0-40,2)

Средняя ширина метаэпифиза анатомических препаратов на рентгенограмме составила 57,8±10,4 мм (95% ДИ 49,9-65,8 мм). Среднее расстояние от пластины до латерального края метаэпифиза было равно 23,3±4,0 мм (95% ДИ 20,2-26,3 мм). Средний процент от ширины метаэпифиза по рентгенограммам был 40,4±4,4% (95% ДИ 37,0-43,8%). Среднее расстояние от пластины до медиального края метаэпифиза составило 34,6±7,3 мм (95% ДИ 29,0-40,2 мм), при этом доля от ширины метаэпифиза была равна 59,6±4,4% (95% ДИ 56,2-63,0%).

### 3.1.2 Результаты топографо-анатомического изучения заднемедиального доступа

Для анатомических препаратов, использовавшихся для моделирования заднемедиального хирургического доступа, были произведены измерения аналогичные описанным в предыдущем подразделе нашей работы. Систематизированные числовые данные приведены в таблице 3.3.

Результаты измерений позиционирования имплантированных пластин при выполнении остеосинтеза из заднемедиального хирургического доступа

Номер препарата	Ширина метаэпифиза на рентгенограмме (мм)	Расстояние от середины пластины до латерального края метаэпифиза ББК (мм / %)	Расстояние от середины пластины до медиального края метаэпифиза ББК (мм / %)
1	46,0	18 / 39,1	28 / 60,9
2	52,1	17,1 / 32,9	35 / 67,1
3	55,4	20,2 / 36,5	25,2 / 63,5
4	66,1	30,9 / 46,7	35,2 / 53,3
5	56,2	21,9 / 39,0	34,3 / 61,0
6	68,5	30,5 / 44,5	38,0 / 55,5
7	55,5	25,7 / 46,3	29,8 / 53,7
8	54,6	18,9 / 34,6	35,7 / 65,4
9	52,1	22,5 / 43,2	29,6 / 56,8

Рассчитанные средние значения измеренных величин приведены в таблице 3.4.

Средние значения измерявшихся параметров на препаратах моделей заднемедиального хирургического доступа

Параметр	М±SD (95% ДИ), мм
Ширина метаэпифиза	56,3±7,0 (50,9-61,6)
Расстояние от пластины до латерального края метаэпифиза	22,9±5,1 (18,9-26,8)
Расстояние от пластины до медиального края метаэпифиза	32,3±4,3 (29,0-35,6)

Средняя ширина метаэпифиза анатомических препаратов данной группы на рентгенограмме составила 56,3±7,0 мм (95% ДИ 50,9-61,6 мм). Среднее расстояние от пластины до латерального края метаэпифиза было равно 22,9±5,1 мм (95% ДИ 18,9-

26,8 мм). Средний процент от ширины метаэпифиза по рентгенограммам был  $41,2 \pm 5,1\%$  (95% ДИ 37,3-45,1%). Среднее расстояние от пластины до медиального края метаэпифиза составило  $32,3 \pm 4,3$  мм (95% ДИ 29,0-35,6 мм), при этом доля от ширины метаэпифиза была равна  $58,8 \pm 5,1\%$  (95% ДИ 54,9-62,7%).

### **3.2 Сравнительный анализ полученных данных**

Следует сказать, что на рентгенограммах в боковой проекции во всех случаях при использовании обеих разновидностей хирургических доступов дистальный фиксирующий пластину винт по отношению к линии суставной поверхности ББК был введен корректно и располагался не выше 10 мм от линии суставной поверхности этой кости. Мы не выполняли статистический анализ этих данных, так как в реальной клинической практике введение винтов проводится под прямым рентгеноскопическим контролем. Однако наши данные, полученные в ходе экспериментов на нефиксированном анатомическом материале, наглядно подтвердили техническую возможность корректного проведения винтов из обоих моделировавшихся хирургических доступов.

Проведенный статистический анализ представленных выше измерений продемонстрировал отсутствие статистически значимой разницы между расстояниями от середины установленных пластин до латерального ( $p=0,49$ ) и до медиального ( $p=0,43$ ) краев дистального метаэпифиза ББК в зависимости от использованного хирургического доступа.

В таблице 3.5. приведены рассчитанные значения описательной статистики по измеренным параметрам, а также 95% ДИ.

Средние значения позиционирования имплантированных пластин при выполнении остеосинтеза в зависимости от хирургического доступа

Изученные показатели	Заднелатеральный доступ $M \pm SD$ (95% ДИ), мм	Заднемедиальный доступ $M \pm SD$ (95% ДИ), мм
Ширина метаэпифиза	57,8±10,4 (49,9-65,8)	56,3±7,0 (50,9-61,6)
Расстояние от пластины до латерального края метафиза (мм/%)	23,3±4,0 (20,2-26,3) / 40,4±4,4% (37,0-43,8%)	22,9±5,1 (18,9-26,8) / 41,2±5,1% (37,3-45,1%)
Расстояние от пластины до медиального края метафиза (мм/%)	34,6±7,3 (29,0-40,2) / 59,6±4,4% (56,2-63,0%)	32,3±4,3 (29,0-35,6) / 58,8±5,1% (54,9-62,7%)

Согласно представленным данным, заднелатеральный хирургический доступ позволяет осуществить адекватную имплантацию вертикально ориентированной пластины с последующим корректным направлением винтов сзади наперед на протяжении около 40% (40,4±4,4%) ширины дистального метаэпифиза ББК, начиная от его латерального края, а заднемедиальный – на протяжении около 60% (58,8±5,1%) ширины дистального метаэпифиза ББК, начиная от его медиального края.

Таким образом, при любой конфигурации перелома ЗКББК существует возможность выбора хирургического доступа, позволяющего осуществить качественную фиксацию отломка ЗКББК путем имплантации противоскользящей пластины в оптимальном положении с введением в нее винтов в направлении сзади наперед.

### 3.3 Обсуждение результатов топографо-анатомического эксперимента

Безусловно, с позиций современных подходов к остеосинтезу при внутрисуставных переломах, фиксация отломка заднего края дистального метаэпифиза ББК в направлении сзади наперед после открытой и анатомичной

репозиции предпочтительнее, чем фиксация в направлении спереди назад после закрытой репозиции. При этом отсутствие фиксации вообще рассматривается в качестве опции только в тех случаях, когда фиксацию выполнить невозможно технически в силу недостаточного по размерам фрагмента заднего края ББК [59, 124].

Поэтому предложено несколько вариантов выполнения заднелатеральных и заднемедиальных доступов [55, 125, 147, 155]. При этом в отношении заднелатерального доступа принципиально практически все авторы сходятся на том, что он показан при сочетании переломов заднего края ББК с переломом латеральной лодыжки на том уровне, который позволяет зафиксировать этот перелом из того же заднелатерального доступа [59, 125]. Однако по поводу использования заднемедиального доступа среди специалистов имеются определенные разногласия [124, 154]. В частности, описаны прямой заднемедиальный доступ [56] и заднемедиальный доступ, огибающий медиальную лодыжку [147]. Во втором случае из такого доступа возможно одновременно фиксировать переломы заднего края ББК и медиальной лодыжки. К преимуществам этого подхода относится также возможность работать из четырех окон, что обеспечивает адекватную визуализацию всех важных заднемедиальных структур в области голеностопного сустава [147].

Однако подобная хирургическая техника приводит к значимому скелетированию кожно-жировых лоскутов по краям доступа, что, в свою очередь, может являться причиной осложнений – некрозов кожи. Прямой заднемедиальный доступ несколько менее удобен в плане визуализации важных анатомических структур, но имеет ряд преимуществ в биологическом аспекте, так как не приводит к нарушениям кровоснабжения кожи и подлежащих мягких тканей [154].

Тем не менее, до настоящего времени остается открытым вопрос о том, какой доступ целесообразно использовать в тех случаях, когда есть выбор между заднелатеральным и заднемедиальным доступами. Ответ, на наш взгляд, мог бы находиться в зависимости от возможностей визуализации заднего края ББК из этих доступов. Некоторые публикации показывают, что визуализация заднего края ББК из

заднелатерального доступа достоверно меньше, чем из заднемедиального [56, 125]. Однако недостатком одной из таких работ является то, что площадь визуализации ББК на анатомическом материале авторы ограничивали введением спиц [56]. Такая методика, по нашему мнению, может давать ложные результаты, так как техническая возможность проведения спиц еще не означает возможности адекватного выполнения остеосинтеза.

В нашем исследовании была смоделирована техника остеосинтеза противоскользкой пластиной, которую устанавливали максимально латерально при заднемедиальном доступе и максимально медиально при заднелатеральном доступе. При этом пластина была позиционирована параллельно длинной оси большеберцовой кости, а винт в дистальный ее метаэпифиз вводили перпендикулярно поперечнику дистального отдела ББК во фронтальной плоскости. Такое положение пластины и дистального винта в клинической практике максимально способствует адекватной фиксации фрагмента заднего края ББК с обеспечением противоскользкого эффекта и межфрагментарной компрессии такого костного фрагмента [66].

Полученные нами данные свидетельствуют о том, что заднемедиальный и заднелатеральный доступы в своей совокупности обеспечивают визуализацию всей задней поверхности дистального метаэпифиза ББК. Это позволяет хирургу на этапе предоперационного планирования выбрать оптимальный хирургический доступ в зависимости от архитектоники перелома и конфигурации отломка заднего края ББК. В частности, доля поперечника дистального метаэпифиза ББК, которая доступна хирургу для установки имплантата из заднемедиального доступа приближается к 60%, в то время как из заднелатерального доступа – около 40%. Рассчитанные 95% доверительные интервалы для средних значений, ранее представленные в таблице 3.5., свидетельствуют о том, что разница этих показателей статистически значима.

Возвращаясь к проблеме выбора хирургического доступа к заднему краю ББК, необходимо отметить следующее: сторонники открытой репозиции и стабильной внутренней фиксации заднего края ББК сзади наперед, руководствуясь

классификацией J. Bartoníček et al., 2015 [58], говорят о том, что переломы 2-го типа (заднелатеральный интраинцизурный фрагмент) предпочтительно фиксировать из заднелатерального доступа, переломы 3-го типа (интраинцизурный заднемедиальный фрагмент) – из заднемедиального доступа, а 4-го типа (большой фрагмент треугольной формы) – из обоих доступов в зависимости от клинической ситуации. Однако, с учетом полученных нами данных, можно сделать заключение о том, что переломы 2-го типа по J. Bartoníček et al., 2015 [58], также можно фиксировать из заднемедиального прямого хирургического доступа, так как 60% ширины поперечника метафиза ББК вполне достаточно для выполнения качественного остеосинтеза заднелатерального фрагмента. Такой подход позволит в значительной мере оптимизировать выполнение операции остеосинтеза при переломах 2-го типа, так как заднемедиальный доступ обеспечивает выполнение всей операции в положении пациента на спине и не будет вступать в конфликт с латеральным или переднелатеральным хирургическими доступами, которые традиционно применяются для фиксации перелома латеральной лодыжки и ревизии межберцового синдесмоза.

В то же время при 3-ем типе перелома заднего края ББК и 4-ом (двухфрагментарном) типе, с имеющимся заднемедиальным фрагментом ББК по J. Bartoníček et al., 2015 [58], требующем отдельной фиксации, выполнить качественную репозицию и фиксацию перелома заднего края ББК из заднелатерального доступа значительно сложнее, так как введение винтов в перпендикулярном плоскости перелома заднемедиального фрагмента из заднелатерального доступа будет проблематичным. Эти данные подтверждают и другие авторы, прицельно изучавшие группу подобных переломов [99, 109] и отметившие необходимость фиксации заднелатерального и заднемедиального фрагментов ББК отдельными имплантами, винтами или противоскользящими пластинами, а в ряде случаев – необходимость использования комбинации заднелатерального и заднемедиального доступов в подобных клинических ситуациях для адекватного остеосинтеза переломов заднего края ББК [109].

Длина выполненных доступов в нашем исследовании составила 8 см, что, по нашему мнению, является достаточным для визуализации фрагмента заднего края ББК и приемлемо с биологических позиций. Безусловно, увеличение длины исследуемых доступов может расширить возможности визуализации скелетной травмы, однако это приведет к дополнительной травматизации тканей зоны перелома и будет способствовать увеличению риска связанных с этим осложнений в виде некрозов тканей в ране и послеоперационной инфекции. Тем не менее, в реальной клинической практике необходимо учитывать возможность расширения описанных доступов с целью улучшения качества репозиции и фиксации отломков заднего края ББК.

Проведенные нами исследования также позволили сделать некоторые практически важные заключения о безопасности выполнения двух изученных хирургических доступов. Прежде всего, следует отметить, что оба этих доступа технически относительно просты и могут быть без проблем воспроизведены хирургами. При этом заднелатеральный доступ менее опасен с точки зрения рисков повреждения крупных кровеносных сосудов и нервов. При его производстве есть риск пересечения ветвей икроножного нерва, но его основной ствол ни разу не встретился нам вблизи краев смоделированных операционных доступов. В реальной же клинической практике хирурги могут ориентироваться на расположение обычно достаточно легко идентифицируемой на голени малой подкожной вены ноги (*vena saphena parva*), рядом с которой располагается основной ствол икроножного нерва. При необходимости эту вену можно также обнаружить посредством ультразвукового предоперационного исследования и заранее точно обозначить на коже ее ход.

В отношении модифицированного нами и изученного заднемедиального доступа необходимо отметить реальный риск повреждения при его выполнении задних большеберцовых сосудов и большеберцового нерва, которые находятся как раз в проекции кожного разреза. Однако указанный сосудисто-нервный пучок располагается под собственной фасцией голени, после осторожного рассечения

которой указанные артерия, сопутствующие ей парные комитантные вены и большеберцовый нерв легко визуализируются над брюшком длинного сгибателя большого пальца стопы. При этом в рамках модифицированной нами техники прямого заднемедиального доступа этот крупный сосудисто-нервный пучок и подлежащая мышца смещаются пластинчатым крючком кзади (в сторону медиального края ахиллова сухожилия) что, по нашему мнению, обеспечивает лучший осмотр и расширенные возможности для манипуляций на ЗКББК по сравнению с известной модификацией доступа по M.Assal et al., 2014 [56].

На наш взгляд, рассечение собственной фасции голени в области лодыжкового канала с соблюдением необходимых мер безопасности, например, с использованием желобоватого зонда, а также осторожное смещение пластинчатым крючком кзади (к медиальному краю ахиллова сухожилия) блока тканей, включающего задние большеберцовые сосуды, большеберцовый нерв и расположенное глубже брюшко длинного сгибателя большого пальца стопы, обеспечивают достаточно надежную защиту от повреждений важных анатомических структур в зоне обсуждаемого хирургического доступа. В дополнение следует также сказать, что операции остеосинтеза при переломах лодыжек и заднего края большеберцовой кости не могут считаться простой операцией, которую можно доверить молодому специалисту, а являются уделом опытных хирургов, что само по себе является фактором, снижающим вероятность интраоперационного повреждения важных анатомических структур.

Таким образом, изученные на нефиксированном анатомическом материале заднелатеральный и модифицированный нами прямой заднемедиальный хирургические доступы к задним отделам дистального метаэпифиза ББК можно эффективно использовать при операциях остеосинтеза у пациентов с переломами лодыжек, сочетающимися с переломом ЗКББК. Проведенное нами прикладное топографо-анатомическое исследование позволило получить ряд новых практически важных сведений, а также обосновать предпочтительное выполнение каждого из

указанных доступов при разных типах переломов по классификации J. Bartoníček et al., 2015 [58].

В частности, заднелатеральный хирургический доступ предпочтительнее в случаях сочетания перелома ЗКББК с низким переломом латеральной лодыжки, так как из этого доступа можно последовательно выполнить остеосинтез сначала ЗКББК, а затем и латеральной лодыжки, что существенно снижает травматичность всего оперативного вмешательства. В остальных случаях целесообразно использование модифицированного нами прямого заднемедиального хирургического доступа, который является более универсальным и имеет больший спектр показаний к применению. Так, прямой заднемедиальный доступ можно сочетать как с латеральным или переднелатеральным, так и с ограниченным переднемедиальным для остеосинтеза отломка медиальной лодыжки. В случае же выполнения расширенного дугообразного заднемедиального доступа из него возможно выполнение как остеосинтеза ЗКББК, так и медиальной лодыжки.

Кроме того, в ходе нашего исследования были уточнены некоторые правила безопасного выполнения двух изученных хирургических доступов, а в отношении прямого заднемедиального доступа разработаны конкретные технические приемы защиты задних большеберцовых сосудов и большеберцового нерва от возможных ятрогенных повреждений.

### **3.4 Методика предоперационного планирования**

На основании данных, полученных в результате проведенного топографо-анатомического эксперимента, нами была разработана методика предоперационного обследования пациентов с переломами лодыжек. Указанная методика направлена не только на получение максимально полной информации об архитектонике перелома и смещении отломков, но также позволяет хирургу обоснованно выбрать хирургический доступ для остеосинтеза ЗКББК.

В рамках методики предоперационного планирования основную роль играют лучевые методы диагностики. С целью установления предварительного диагноза всем пациентам с подозрением на перелом лодыжек выполнялась рентгенография в двух проекциях (боковой и переднезадней косой). Полученные рентгенограммы позволяли идентифицировать поврежденные костные структуры, а также сформулировать показания к выполнению СКТ.

Компьютерная томография выполнялась на мультиспиральных компьютерных томографах Aquilion Prime SP фирмы Canon 160 спиралей, Revolution EVO 128 спиралей фирмы General Electric. Сканирование проводили в спиральном режиме, в аксиальной плоскости, положение пациента лежа на спине. Толщина среза составляла от 0,625 до 1,0 мм, питч 0,7–0,9.

Оценку изображений СКТ первоначально проводили в аксиальной плоскости сканирования с высоким разрешением и использованием костного фильтра (рис. 3.1. а), с последующей мультипланарной (MPR) реконструкцией (рис. 3.1. а, б, в). Затем использовали объемный рендеринг (VR) изображений (рис. 3.1. г, д).

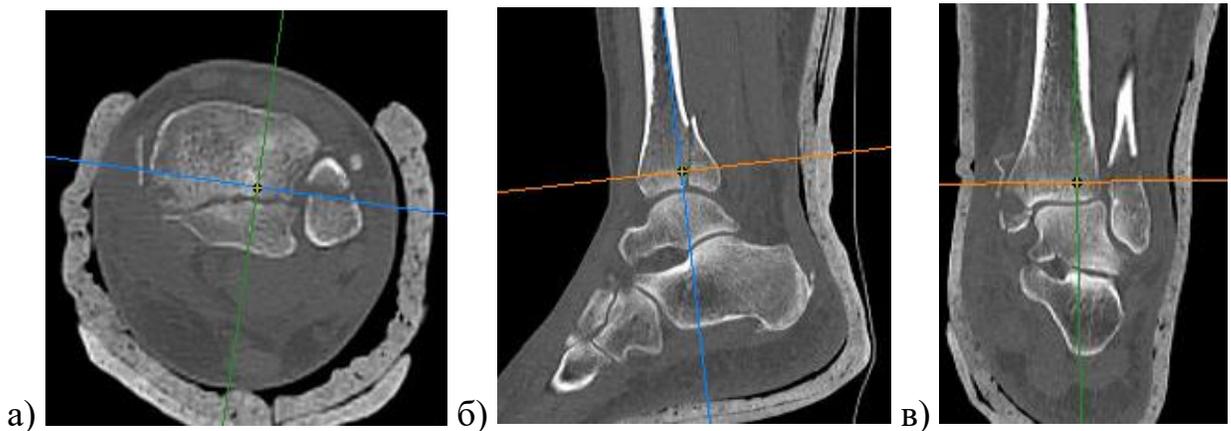
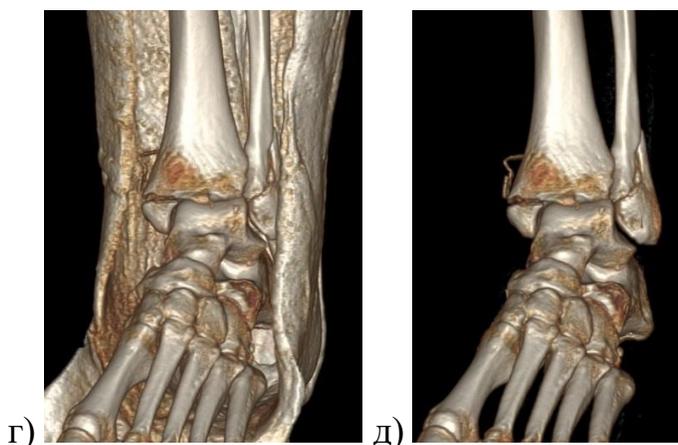


Рис. 3.1. СКТ левого голеностопного сустава. MPR реконструкции до операции: а) аксиальный срез; б) сагиттальный срез; в) фронтальный срез.



Продолжение рис. 3.1. СКТ левого голеностопного сустава. MPR реконструкции до операции: г) VR реконструкция до операции в гипсовой повязке; д) VR реконструкция до операции в гипсовой повязке после ее виртуального удаления.

На аксиальных срезах с высоким разрешением подробно оценивали ход линий переломов, костную структуру и прилежащие мягкие ткани. На VR реконструкции оценивали пространственное расположение и направление смещения отломков, определяли тип перелома. Поскольку КТ-сканирование проводилось в гипсовой повязке, при постпроцессинговой обработке ее виртуально удаляли. При MPR реконструкции анализировали размеры, плоскости переломов, направление смещения и положение отломков всех компонентов перелома, оценивали расширение суставных щелей. С использованием преимущественно MPR и VR изображений планировали хирургические доступы и имплантаты. Длина пластин и винтов рассчитывалась в соответствии с направлением их введения, для чего измерялось расстояние между кортикальными слоями задней и передней поверхности ББК в области перелома с учетом диастаза между отломками. Детально оценивали положение отломка ЗКББК (треугольника Фолькмана) (рис. 3.2.). В ходе предоперационной подготовки определялась возможность репозиции отломков, наносилась предоперационная разметка.

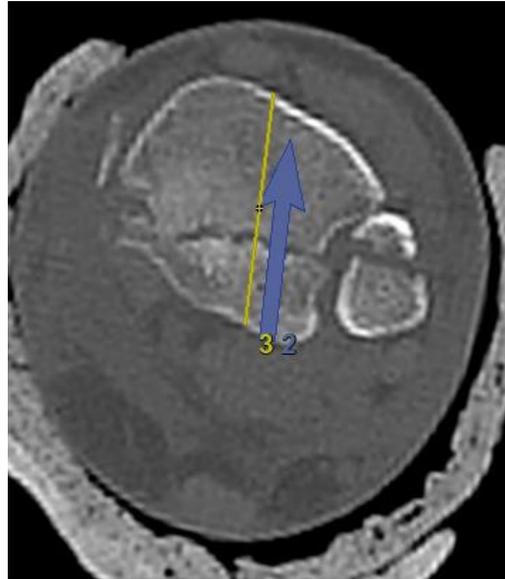


Рис. 3.2. СКТ левого голеностопного сустава. Аксиальный срез на уровне переломов латеральной лодыжки и заднего края дистального метафиза ББК с предоперационной разметкой.

Рентгенологическая диагностика завершалась анализом 3D изображения, который позволяет комплексно оценить имеющееся повреждение и окончательно спланировать хирургические доступы, последовательность фиксации компонентов перелома, необходимые для этого имплантаты, их позиционирование и размеры.

В качестве контрольного исследования после оперативного вмешательства выполняли СКТ ГСС с параметрами сканирования, аналогичными дооперационным. На контрольной СКТ оценивали полноту и объем выполненного оперативного вмешательства в соответствии с предоперационным планированием, правильность положения отломков и имплантатов (рис. 3.3.) в плоскостях, аналогичных тем, в которых планировалось оперативное вмешательство, соотношение суставных поверхностей голеностопного и дистального межберцового суставов.

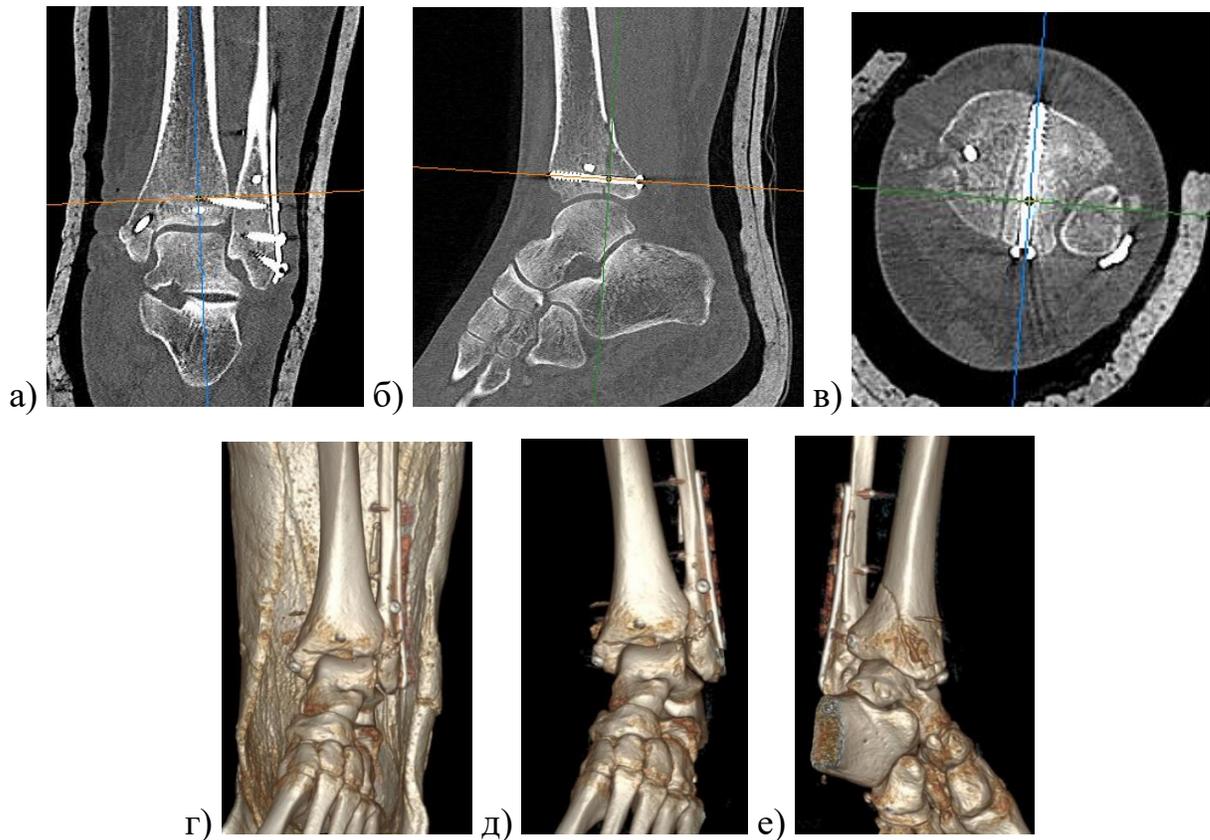


Рис. 3.3. MPR реконструкции после металлоостеосинтеза на уровне установленного винта, фиксирующего отломок заднего края ББК: а) во фронтальной плоскости; б) в сагиттальной плоскости; в) в аксиальной плоскости (положение латеральной лодыжки в вырезке правильное). VR реконструкция: г) в гипсовой повязке; д) после ее виртуального удаления, вид спереди; е) вид сзади и изнутри.

Диагностический процесс при рассматриваемых переломах должен начинаться с анализа первичных рентгенограмм в стандартных (прямой и боковой) проекциях с захватом всего сегмента голени, так как при переломе лодыжек перелом МБК может располагаться в верхней 1/3 голени [66]. Стандартные рентгенограммы позволяют определить первичную деформацию, наличие или отсутствие подвывиха стопы кнутри, кнаружи, кзади. Также на этом этапе можно диагностировать наличие переломов латеральной лодыжки с определением характера перелома и его уровня, перелома медиальной лодыжки и заднего края ББК, определить повреждение дистального межберцового синдесмоза или заподозрить его наличие в соответствии с

имеющейся рентгенологической картиной. Результатом оценки первичных рентгенограмм может стать предварительная классификация поврежденного сегмента по АО/ASIF, то есть определение типа и группы перелома. Кроме того, стандартных рентгенограмм достаточно для планирования метода первичной стабилизации голеностопного сустава в аппарате наружной фиксации или гипсовой лонгетной повязке, устранения грубых смещений, вывиха или подвывиха стопы [66].

В отличие от стандартных рентгенограмм, дающих «плоскостную картину», анализ аксиальных срезов КТ и их сопоставление с сагиттальными и фронтальными срезами, позволяет точно определить локализацию переломов, оценить их распространенность и величину смещения для планирования репозиции [100]. Необходимо также диагностировать возможные участки импрессии суставной поверхности, которые чаще всего локализуются в заднелатеральных отделах или преднемедиальных отделах суставной поверхности ББК, а их точная визуализация возможна только с применением описанных подходов к детальному анализу данных компьютерной диагностики.

Послойный анализ сагиттальных срезов КТ помогает уточнить величину фрагмента ЗКББК (фрагмент Фолькмана), его конфигурацию и плоскость основной линии перелома. Величина «ступеньки» суставной поверхности, образовавшаяся за счет элевации заднего края ББК, также определяется по сагиттальным срезам. Аксиальные срезы, особенно в сравнении с таковыми на неповрежденной конечности, помогают определить степень повреждения дистального межберцового сочленения и конгруэнтность межберцового промежутка. Данные по вовлеченности вырезки МБК на дистальном отделе ББК, а также целостности дистального межберцового синдесмоза крайне важны в плане прогноза латеральной стабильности голеностопного сустава и склонности к посттравматическому остеоартриту. На этом этапе необходимо дополнительно классифицировать перелом заднего края ББК, так как от его типа во многом зависит выбор хирургического доступа. Большинство

исследователей склоняется к тому, что наиболее удобной с практической точки зрения для этой цели является классификация J. Bartoniček [60].

При выборе хирургического доступа для выполнения остеосинтеза ЗКББК необходимо учитывать особенности архитектоники перелома, выявленные благодаря проведенному обследованию методами лучевой диагностики. С учетом данных научных публикаций [141] и опираясь на собственный клинический опыт, мы определили преимущественные показания к выполнению заднелатерального доступа – наличие перелома ЗКББК типов 1, 2 или 4 по классификации J. Bartoniček, а также к выполнению заднемедиального доступа – перелом ЗКББК 3 типа по классификации J. Bartoniček. Схема предложенной нами методики представлена на рисунке 3.4.

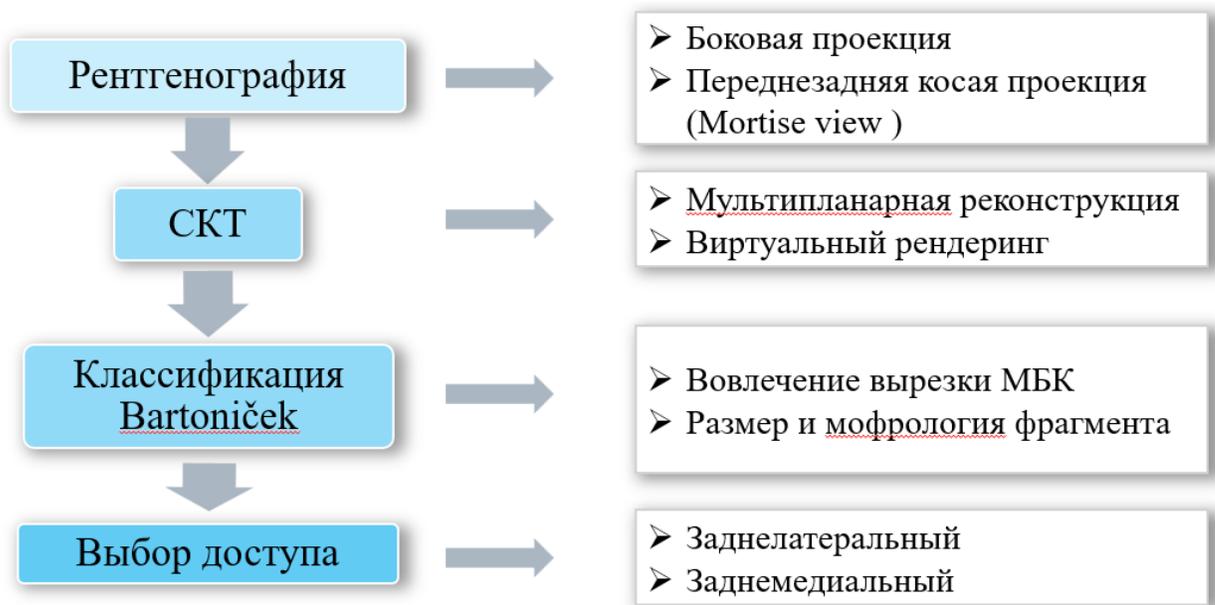


Рис. 3.4. Схема методики предоперационного планирования, обследования и выбора рационального хирургического доступа.

Эти показания не являются безусловными, и окончательное решение о выборе варианта оперативного доступа всегда принимается оперирующим хирургом. Однако, распределение пациентов второй и третьей групп исследования в зависимости от типа перелома ЗКББК по классификации J. Bartoniček, демонстрирует, что в ходе

предоперационного планирования описанные выше показания учитывались лечащим врачом (рис. 3.5.)

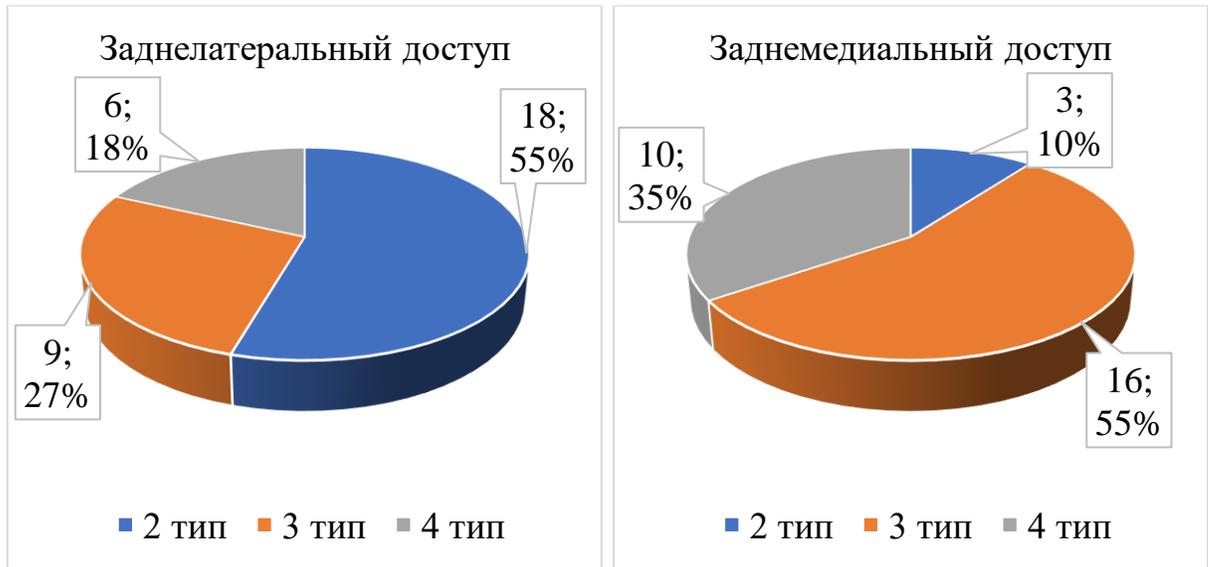


Рис. 3.5. Распределение пациентов второй и третьей клинических групп в зависимости от типа перелома ЗКББК по классификации J. Bartonicek.

Необходимость адекватного предоперационного планирования операций остеосинтеза, особенно при лечении внутрисуставных переломов, на сегодняшний день не вызывает сомнений. Использование таких методов лучевой диагностики как рентгенография и КТ позволяет хирургу получить полное представление о переломе и должным образом подготовиться к операции. Плохое предоперационное планирование приводит к увеличению времени операции, отсутствию имплантатов необходимых размеров и конфигурации, дополнительной травматизации тканей области хирургического вмешательства и, в целом, негативно отражается на конечном результате лечения пациентов.

При планировании травматологических и ортопедических операций основную роль играют лучевые методы обследования. Описанная нами последовательность рентгенологической диагностики применима при одной из наиболее часто встречающихся в травматологической практике патологий – нестабильном переломе обеих лодыжек и ЗКББК. Для адекватного планирования необходимо выполнение КТ

до операции. Кроме того, для определения качества выполнения операции показано производство контрольной КТ. Такой подход к лечению переломов области голеностопного сустава, позволит избежать серьезных ошибок, связанных с оперативным лечением этой категории пациентов.

Результаты клинического применения предложенной нами методики обследования пациентов и планирования оперативного вмешательства с оценкой ее эффективности мы представим в 4 главе настоящего диссертационного исследования.

## ГЛАВА 4

РЕЗУЛЬТАТЫ ХИРУРГИЧЕСКОГО ЛЕЧЕНИЯ ПАЦИЕНТОВ С  
НЕСТАБИЛЬНЫМИ ПЕРЕЛОМАМИ ЛОДЫЖЕК И ЗАДНЕГО КРАЯ  
БОЛЬШЕБЕРЦОВОЙ КОСТИ

#### 4.1 Ближайшие и среднесрочные результаты лечения пациентов первой клинической группы

Первая клиническая группа пациентов согласно дизайну нашего исследования является группой сравнения, с показателями которой в ходе статистической обработки производилось сопоставление результатов двух других групп пациентов.

В таблице 4.1. приведены медианные значения с межквартильным размахом и крайними значениями выборки или среднее значение со стандартным отклонением для таких параметров как время ожидания операции, размер фрагмента ЗКБК, остаточное смещение фрагмента заднего края после операции, длительность госпитализации, длительность операции.

Таблица 4.1.

Параметры первой группы пациентов, характеризующие нахождение в стационаре и выполненное оперативное вмешательство

Параметр	Медиана	Q1-Q3	Минимальное значение	Максимальное значение
Время от травмы до операции, дни	8	5-13	0	26
Размер фрагмента ЗК, мм	13,3	11-17,3	7	29
Остаточное смещение фрагмента ЗК, мм	0,91	0,6-1,5	0,1	4,75
Длительность госпитализации, дни	14	10-17	1	95
Длительность операции, мин	Среднее		Стандартное отклонение	
	82,5		33,1	

ЗК – задний край ББК, Q1-Q3 – межквартильный размах

Время от травмы до операции по медиане составило 8 (5-13) дней. Данный разброс значений обусловлен тем, что возможность выполнения оперативного вмешательства определяется состоянием мягких тканей. Основными факторами, которые приводили к отсрочке остеосинтеза, являлись отек и субэпидермальные фликтены области ГСС.

Медианное значение размера фрагмента ЗКББК было равно 13,4 (11-17,3) мм. Средняя длительность операции составила  $82,5 \pm 33,1$  мин. Остаточное смещение фрагмента ЗКББК после остеосинтеза при оценке по контрольным рентгенограммам в боковой проекции по медиане составило 0,91 (0,6-1,5) мм. Медиана длительности госпитализации равнялась 14 (10-17) дней.

На круговой диаграмме, изображенной на рисунке 4.1., представлено соотношение пациентов первой группы с удовлетворительной и неудовлетворительной репозицией ЗКББК по данным послеоперационных контрольных рентгенограмм. У 60 пациентов (86%) смещение фрагмента ЗКББК не превышало 2 мм, в то время как у 10 пациентов (14%) по данным контрольной СКТ было выявлено смещение фрагмента Фолькмана по длине более чем на 2 мм (рис. 4.1.).

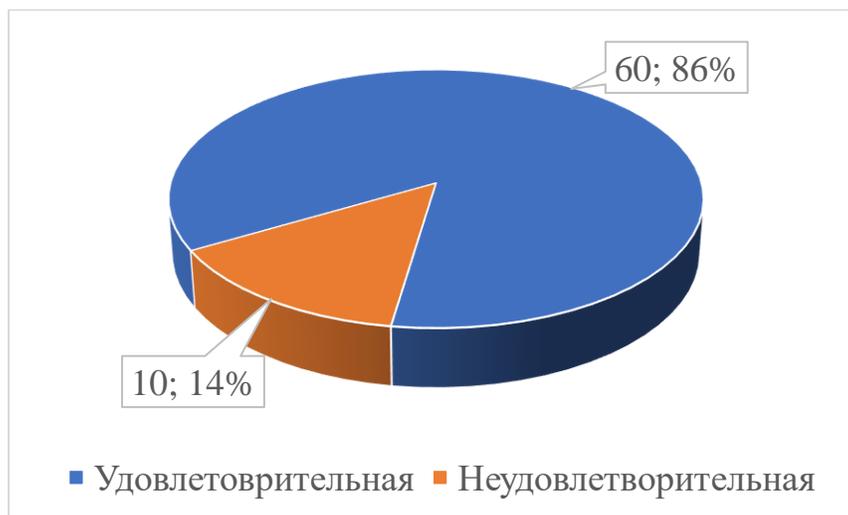


Рис. 4.1. Круговая диаграмма распределения пациентов первой группы в зависимости от качества репозиции ЗКББК.

В первой группе у 1 пациента (1%) была отмечена несостоятельность фиксации внутренней лодыжки, также у 1 пациента (1%) - поверхностная инфекция послеоперационной раны. Наиболее часто встречающимся осложнением было вторичное смещение фрагмента заднего края и подвывих таранной кости. Оно было обнаружено на контрольных рентгенограммах у 9 пациентов (13%).

Оценка функциональных результатов оперативного лечения пациентов первой группы заключалась в измерении объема движений в ГСС, а также заполнении пациентами опросника на основе шкалы AOFAS на сроках 12, 24 и 48 недель после остеосинтеза.

Таблица 4.2.

## Функциональные результаты пациентов первой группы в динамике

Срок	Параметр	Медиана	Q1-Q3	Минимальное значение	Максимальное значение
12 недель	Объем движений, град.	40	35-45	30	55
	АOFAS, баллы	69	65-72	55	76
24 недели	Объем движений, град.	50	45-55	35	65
	АOFAS, баллы	80	76-82	65	90
48 недель	Объем движений, град.	60	55-65	50	70
	АOFAS, баллы	86	82-88	70	92

Q1-Q3 – межквартильный размах

Динамика изменения объема движения в УСС пациентов первой группы проиллюстрирована на диаграмме (рис. 4.2.). Отмечалось статистически значимое ( $p < 0,001$ ) увеличение значений данного параметра с течением времени.

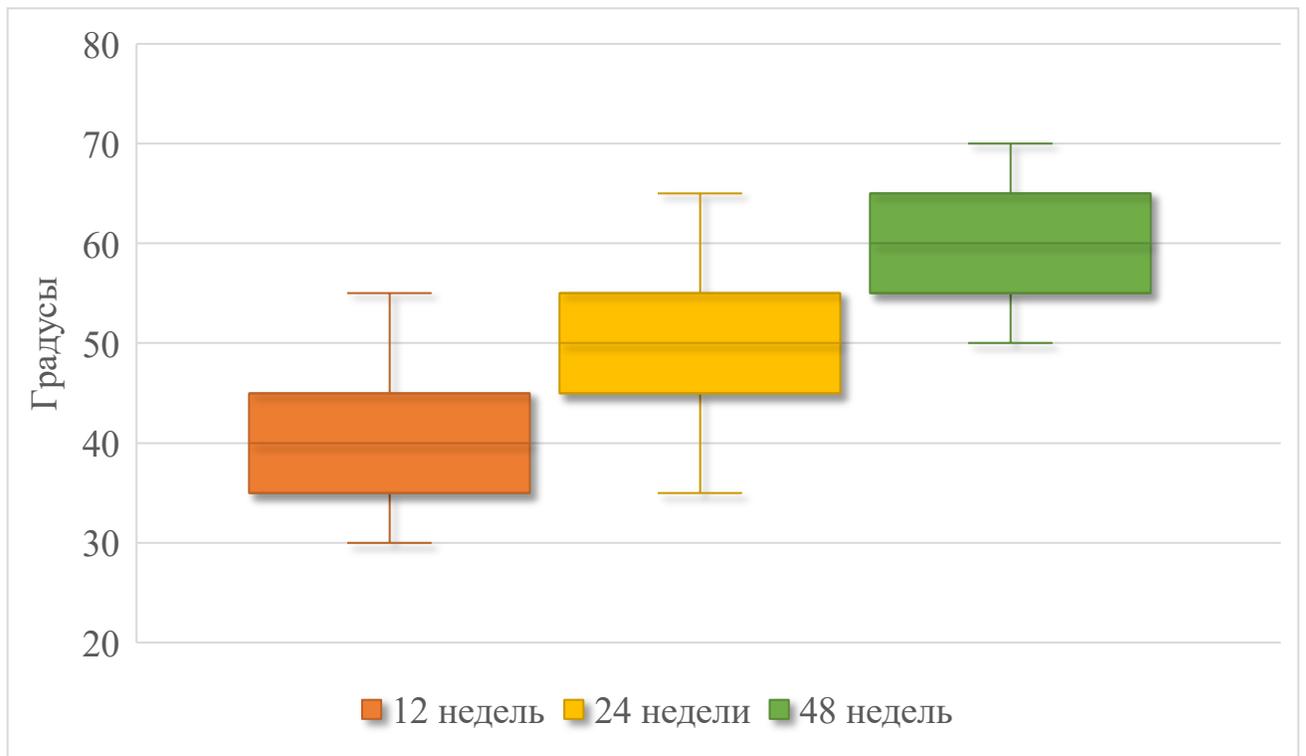


Рис. 4.2. Диаграммы размаха. Увеличение показателей объема движений в ГСС у пациентов первой группы с течением времени.

На рисунке 4.3. в виде диаграмм размаха представлена динамика изменения функциональных показателей пациентов первой группы согласно оценке по шкале AOFAS. Увеличение балльных значений с течением времени было статистически значимым ( $p < 0,001$ ). На сроке 48 недель удовлетворительные результаты согласно шкале AOFAS были отмечены у 2 (3%) пациентов, хорошие – у 68 (97%) пациентов.

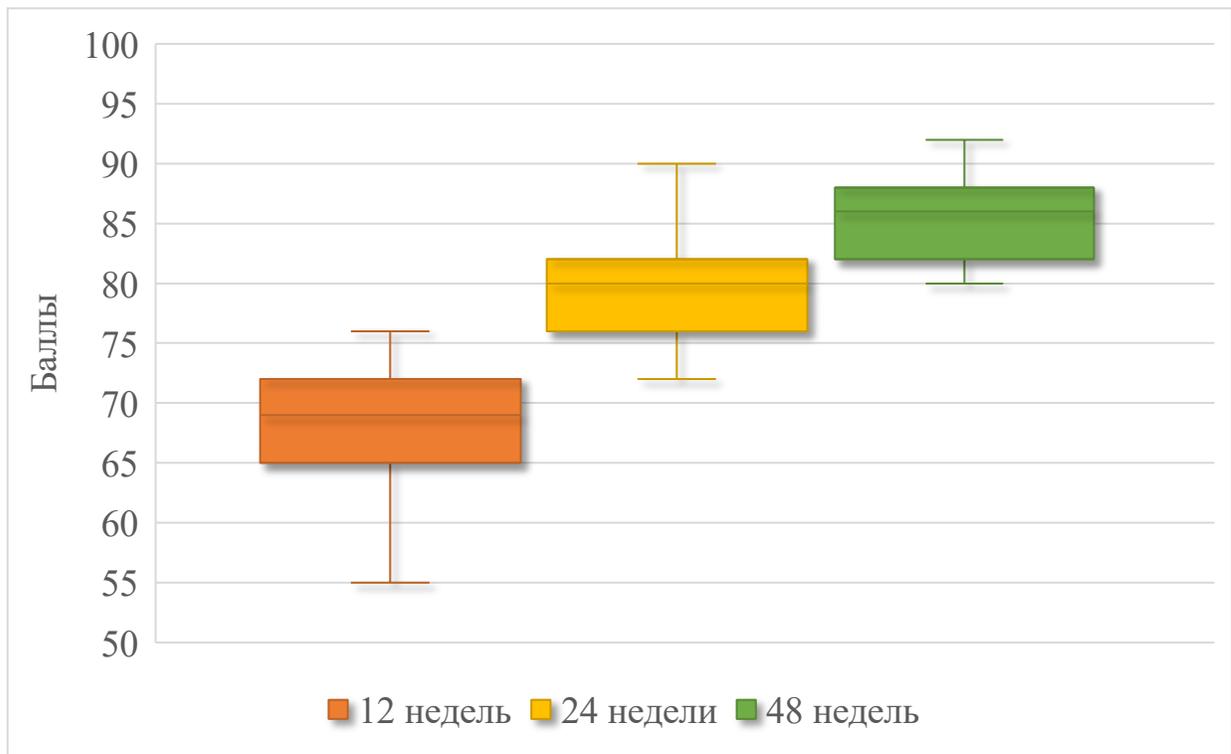


Рис. 4.3. Диаграммы размаха. Увеличение баллов по шкале AOFAS у пациентов первой группы с течением времени.

Результаты оперативного лечения пациентов первой группы свидетельствуют о том, что доля осложнений при данной технике остеосинтеза ЗКББК составляет 15%, при этом у достаточно большой доли пациентов (14%) не удалось добиться качественной репозиции отломка ЗКББК. Также обращает на себя внимание, что на конечном сроке наблюдения не было зафиксировано отличных функциональных результатов.

#### **4.2 Ближайшие и среднесрочные результаты лечения пациентов второй клинической группы**

Пациентам второй группы остеосинтез ЗКББК был выполнен из заднелатерального хирургического доступа. Описательные статистики для таких параметров как время от травмы операции, размер фрагмента ЗКББК, остаточное

смещение фрагмента заднего края после операции, длительность госпитализации и длительность операции приведены в таблице 4.3.

Таблица 4.3.

Параметры второй группы пациентов, характеризующие нахождение в стационаре и выполненное оперативное вмешательство

Параметр	Медиана	Q1-Q3	Минимальное значение	Максимальное значение
Время от травмы до операции, дни	9	5,5-12,5	2	42
Размер фрагмента ЗК, мм	11	9-16	3	20
Остаточное смещение фрагмента ЗК, мм	0,45	0-1,05	0,0	2,5
Длительность госпитализации, дни	14	12-20	6	31
Длительность операции	Среднее		Стандартное отклонение	
	83,9		21,7	

ЗК – задний край ББК, Q1-Q3 – межквартильный размах

Медианное время от травмы до операции составило 9 (5,5-12,5) дней. Размер фрагмента ЗКББК по медиане был равен 11 (9-16) мм. Средняя длительность операции составила  $83,9 \pm 21,7$  мин. Остаточное смещение фрагмента ЗКББК после остеосинтеза при оценке по контрольным рентгенограммам в боковой проекции по медиане составило 0,45 (0-2,5) мм. Медиана длительности госпитализации равнялась 14 (12-20) дней.

На круговой диаграмме, изображенной на рисунке 4.4., представлено соотношение пациентов второй группы с удовлетворительной и неудовлетворительной репозицией ЗКББК по данным послеоперационных контрольных рентгенограмм. У 31 пациента (94%) положение фрагмента ЗКББК было признано удовлетворительным и у 2 пациентов (6%) – неудовлетворительным.

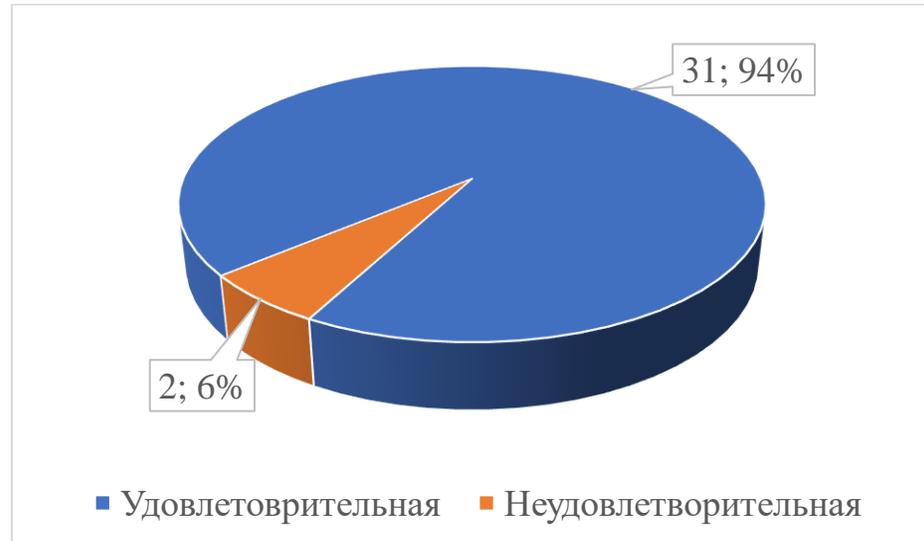


Рис. 4.4. Круговая диаграмма распределения пациентов второй группы в зависимости от качества репозиции ЗКББК.

Если говорить об осложнениях, то у одного пациента (3%) из второй группы было отмечено развитие на сроке 2 недели от операции глубокой инфекции послеоперационной раны, что отразилось на функциональном результате. Пациенту были выполнены несколько ревизионных вмешательств на фоне курса этиотропной антибиотикотерапии. Было принято решение не удалять имплантаты до сращения перелома. На сроке 18 недель от операции остеосинтеза металлоконструкции были удалены и инфекционный процесс купирован. На сроке 48 недель от операции пациент демонстрировал объем движений в голеностопном суставе равный 40 градусам, функциональный результат составил 52 балла по шкале AOFAS.

Еще у двух (6%) пациентов второй группы был выявлен подвывих таранной кости вследствие вторичного смещения фрагмента ЗКББК.

Медианные значения функциональных показателей пациентов второй группы на различных сроках наблюдения после оперативного лечения представлены в таблице 4.4.

Функциональные результаты пациентов второй группы в динамике

Срок	Параметр	Медиана	Q1-Q3	Минимальное значение	Максимальное значение
12 недель	Объем движений, град.	45	40-50	20	60
	АOFAS, баллы	70	65-76	46	85
24 недели	Объем движений, град.	60	50-65	20	70
	АOFAS, баллы	84	80-85	50	90
48 недель	Объем движений, град.	65	60-70	25	70
	АOFAS, баллы	86	85-91,5	55	100

Q1-Q3 – межквартильный размах

Среди пациентов второй группы было отмечено статистически значимое ( $p < 0,001$ ) увеличение объема движений в ГСС с течением времени. Диаграммы размаха, представленные на рисунке 4.5., иллюстрируют эти данные.

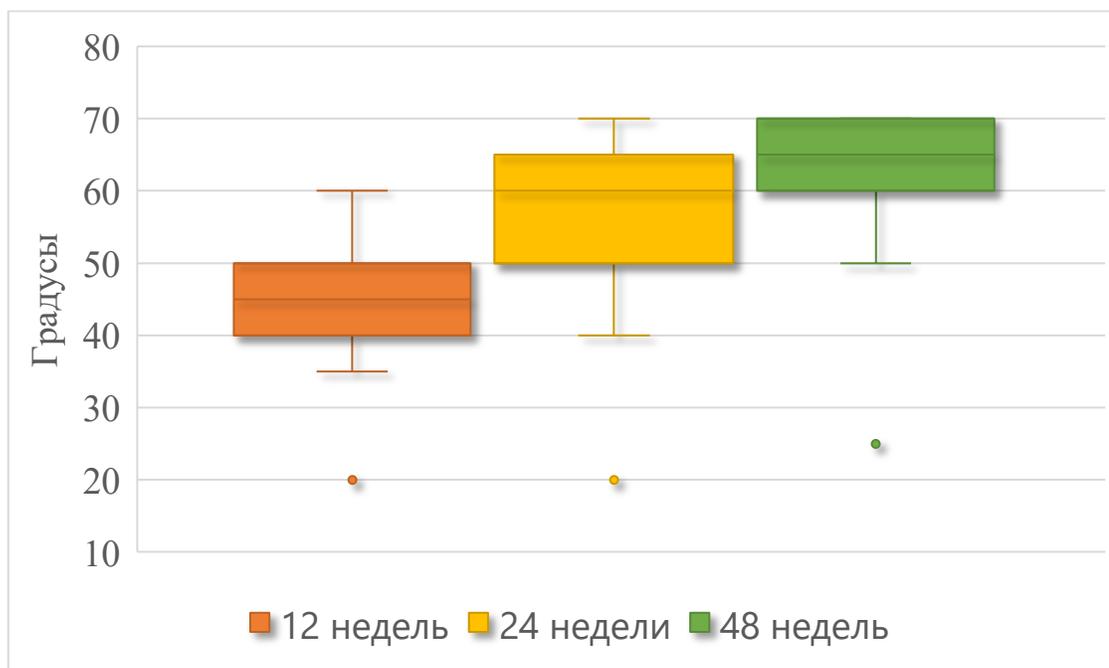


Рис. 4.5. Диаграммы размаха. Увеличение показателей объема движений в ГСС у пациентов второй группы с течением времени.

Также статистически значимо ( $p < 0,001$ ) увеличивались балльные показатели по шкале AOFAS, что свидетельствовало о улучшении функции ГСС у пациентов в динамике (рис. 4.6.). На сроке наблюдения 48 недель у 1 пациента (3%) функциональный результат соответствовал удовлетворительному, у 31 пациента (94%) – хорошему и у 1 пациента (3%) – отличному.

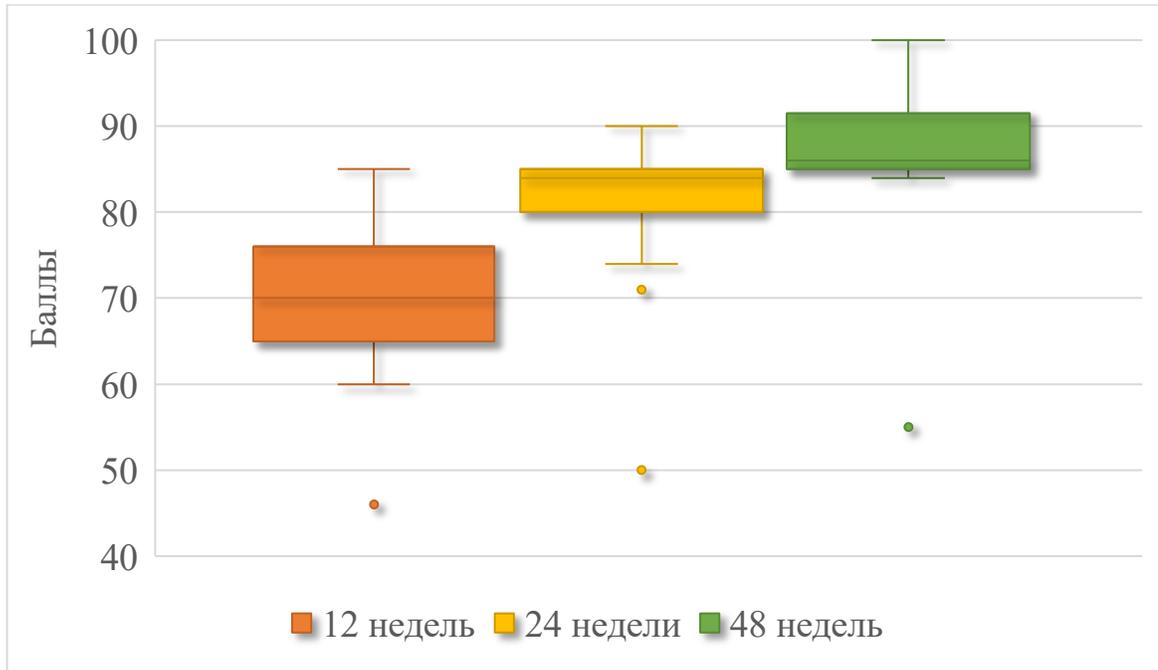


Рис. 4.6. Диаграммы размаха. Увеличение баллов по шкале AOFAS у пациентов второй группы с течением времени.

Во второй группе исследования доля пациентов осложнениями после остеосинтеза составила 9%. Однако, неудовлетворительная репозиция фрагмента ЗКББК была выявлена только у 2 пациентов (6%), а один пациент (3%) показал отличный функциональный результат на конечном сроке наблюдения.

### 4.3 Ближайшие и среднесрочные результаты лечения пациентов третьей клинической группы

В данном подразделе проанализированы показатели пациентов, которым операция остеосинтеза была выполнена с использованием заднемедиального

хирургического доступа. В таблице 4.5. приведены значения мер центральной тенденции, а также значения статистических показателей, характеризующих распределение в выборке, для следующих параметров: время от травмы операции, размер фрагмента ЗКББК, остаточное смещение фрагмента заднего края после операции, длительность госпитализации и длительность операции.

Таблица 4.5.

Параметры третьей группы пациентов, характеризующие нахождение в стационаре и выполненное оперативное вмешательство

Параметр	Медиана	Q1-Q3	Минимальное значение	Максимальное значение
Время от травмы до операции, дни	8	6,5-10	3	24
Размер фрагмента ЗК, мм	10	7-15	5	18
Остаточное смещение фрагмента ЗК, мм	0,5	0,2-0,85	0,0	2,0
Длительность госпитализации, дни	13	12-15	5	27
Длительность операции	Среднее		Стандартное отклонение	
	95,5		20,2	

ЗК – задний край ББК, Q1-Q3 – межквартильный размах

Время от травмы до операции по медиане составило 8 (6,5-10) дней. Размер фрагмента ЗКББК по медиане был равен 10 (7-15) мм. Средняя длительность операции составила  $95,5 \pm 20,2$  мин. Остаточное смещение фрагмента ЗКББК после остеосинтеза при оценке по контрольным рентгенограммам в боковой проекции по медиане равнялось 0,5 (0,2-0,85) мм. Медиана длительности госпитализации равнялась 13 (12-15) дней.

На круговой диаграмме, изображенной на рисунке 4.7., представлено соотношение пациентов третьей группы с удовлетворительной и неудовлетворительной репозицией ЗКББК по данным послеоперационных

контрольных рентгенограмм. У 28 пациентов (97%) положение фрагмента ЗКББК было признано удовлетворительным и только у одного пациента (3%) – неудовлетворительным.

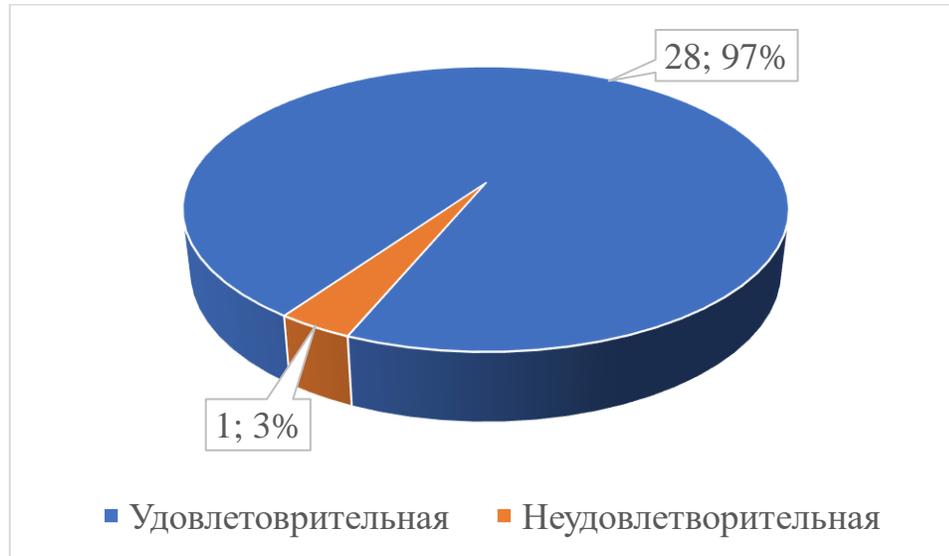


Рис. 4.7. Круговая диаграмма распределения пациентов третьей группы в зависимости от качества репозиции ЗКББК.

В третьей клинической группе у одного пациента (3%) на сроке 6 недель от оперативного вмешательства по данным контрольных рентгенограмм была обнаружена несостоятельность фиксации фрагмента медиальной лодыжки и вторичное смещение отломков. Однако от повторной операции пациент отказался. При осмотре на сроке 48 недель после остеосинтеза объем движений в голеностопном суставе составил 50 градусов, оценка по шкале AOFAS – 58 баллов, что соответствует удовлетворительному результату. У еще одного пациента (3%) было выявлено вторичное смещение фрагмента ЗКББК с развитием слабо выраженного подвывиха таранной кости.

Медианные значения показателей, позволяющих оценить функциональный результат лечения пациентов, представлены в таблице 4.6.

Функциональные результаты пациентов второй группы в динамике

Срок	Параметр	Медиана	Q1-Q3	Минимальное значение	Максимальное значение
12 недель	Объем движений, град.	40	35-45	30	60
	АOFAS, баллы	67	63,5-70	50	84
24 недели	Объем движений, град.	50	45-55	40	70
	АOFAS, баллы	86	81-90	56	95
48 недель	Объем движений, град.	60	60-70	55	70
	АOFAS, баллы	90	85,5-95	58	97

Q1-Q3 – межквартильный размах

Увеличение объема движений в ГСС с течением времени у пациентов третьей группы (рис. 4.8.) было статистически значимым ( $p < 0,001$ ).

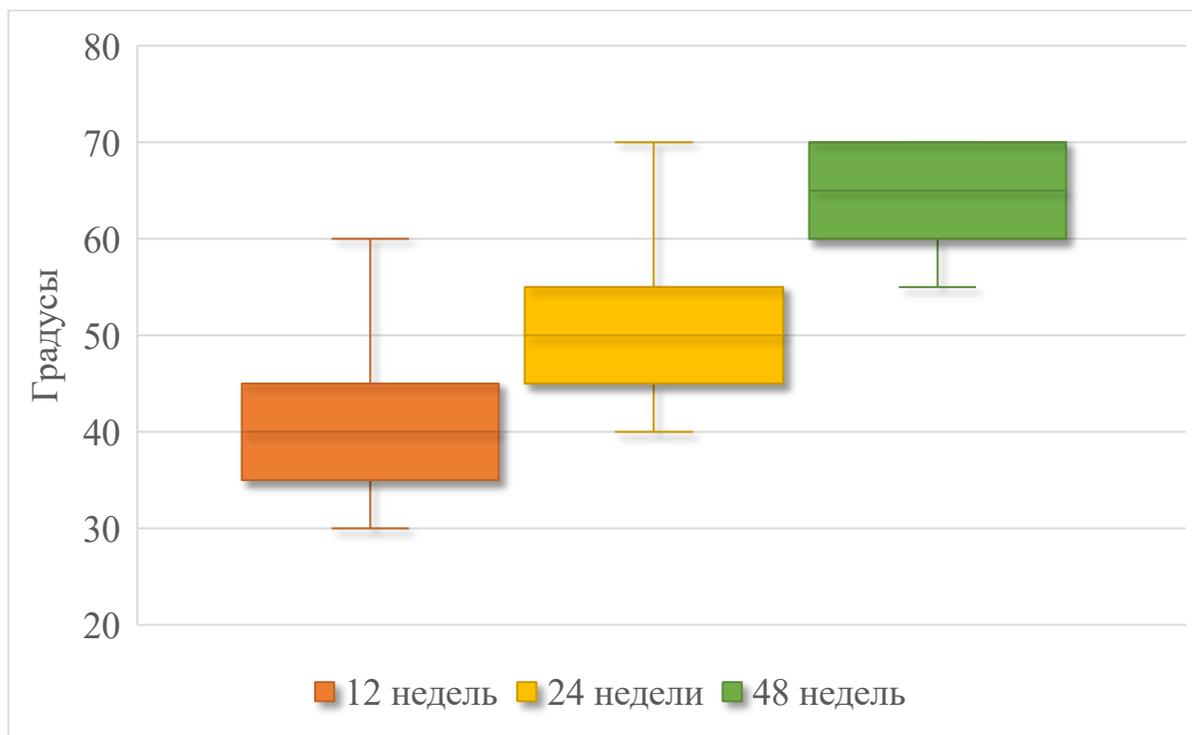


Рис. 4.8. Диаграммы размаха. Увеличение показателей объема движений в ГСС у пациентов третьей группы с течением времени.

Балльные показатели при оценке по шкале AOFAS также статистически значимо ( $p < 0,001$ ) увеличивались в динамике. Эти данные проиллюстрированы на рисунке 4.9. Необходимо отметить, что на сроке 48 недель отличный функциональный результат был отмечен у 10 пациентов (35%), хороший – у 18 пациентов (62%) и удовлетворительный – у 1 пациента (3%).

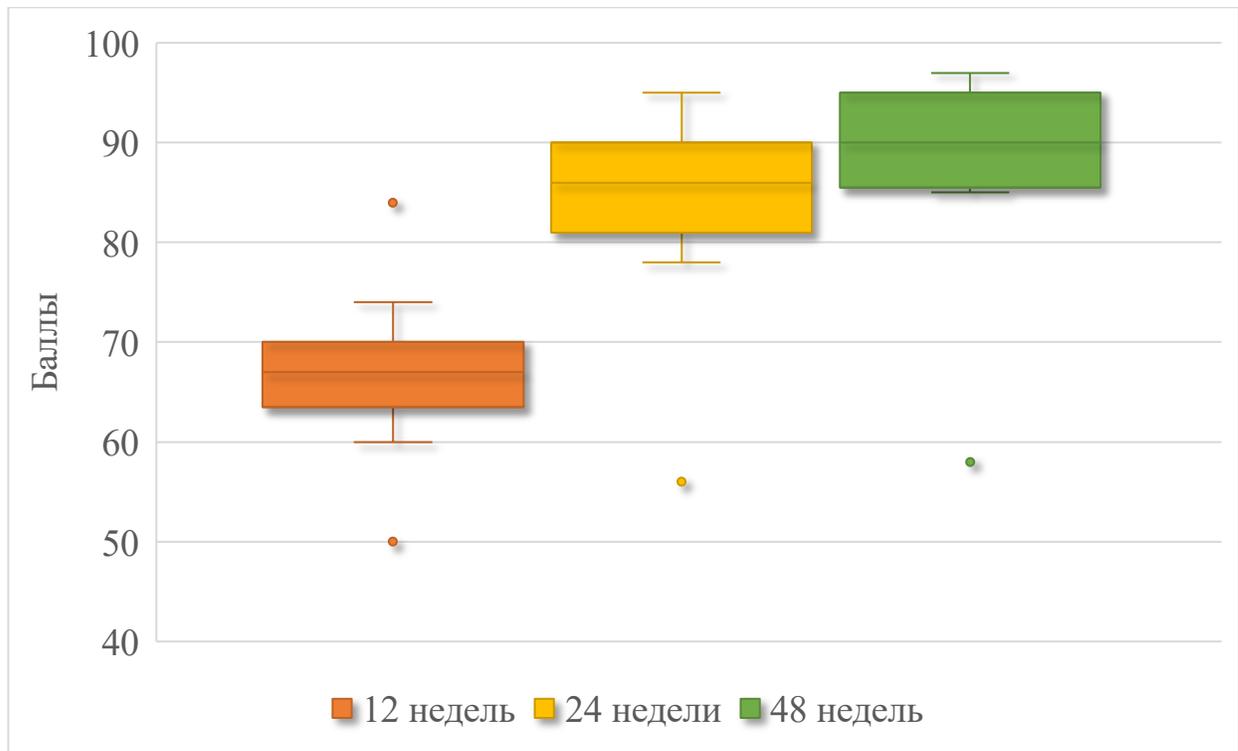


Рис. 4.9. Диаграммы размаха. Увеличение баллов по шкале AOFAS у пациентов третьей группы с течением времени.

Во третьей группе исследования у 2 пациента (7%) было отмечено развитие осложнений. Остаточное смещение фрагмента ЗКББК после операции было выявлено только у одного пациента (3%). Кроме этого, обращает на себя внимание большая доля пациентов с отличным функциональным результатом лечения.

Следующие разделы настоящей главы нашего диссертационного исследования посвящены сравнительному анализу полученных данных и обсуждению результатов.

#### 4.4 Сравнительный анализ результатов лечения пациентов изученных клинических групп

Для определения наличия статистически значимых различий между группами мы провели анализ полученных результатов. Значения всех изученных параметров первой группы сравнивались, согласно дизайну исследования, с соответствующими значениями второй и третьей групп. Числовые значения для каждого параметра, а также рассчитанные величины  $p$  представлены в таблице 4.7. и таблице 4.8.

Таблица 4.7.

Сравнение параметров, характеризующих пребывание пациентов в стационаре и анатомический результат оперативного лечения

Параметр	Группа				
	Первая	Вторая		Третья	
		Значение	$p^*$	Значение	$p^*$
Время от травмы до операции, дни	8 (5-13); 0, 26	9 (5,5-12,5); 2, 42	1,000	8 (6,5-10); 3, 24	1,000
Длительность госпитализации, дни	14 (10-17); 1, 95	14 (12-20); 6, 31	0,266	13 (12-15); 5, 27	1,000
Длительность операции, мин.	82,5±33,1	83,9±21,7	1,000	95,5±20,2	<b>0,040</b>
Размер фрагмента заднего края, мм	13,3 (11-17,3); 7, 29	11 (9-16); 3, 20	<b>0,038</b>	10 (7-15); 5, 18	<b>&lt;0,001</b>
Остаточное смещение фрагмента заднего края после операции, мм	0,91 (0,6-1,5); 0,1, 4,75	0,45 (0-1,05); 0, 2,5	<b>&lt;0,001</b>	0,5 (0,2-0,85); 0, 2,0	<b>&lt;0,001</b>

\* значения  $p$  указаны с учетом поправки Бонферрони на множественные сравнения, жирным шрифтом выделены значения  $p < 0,05$

Значения в ячейках таблицы представлены в виде Me (Q1-Q3); min, max для переменных с распределением отличным от нормального, и в виде  $M \pm SD$  для переменных с нормальным распределением.

Время ожидания операции, а также длительность госпитализации у пациентов всех трех групп статистически значимо не отличалась. Разницы в длительности оперативного вмешательства между первой и второй группами выявлено не было. Однако, мы обнаружили статистически значимые различия ( $p=0,04$ ) в длительности операции между первой и третьей группами. В среднем остеосинтез с применением заднемедиального доступа длился на 12,9 минут дольше хирургического вмешательства у пациентов первой группы.

По данным СКТ у пациентов первой группы были диагностированы статистически значимо более крупные фрагменты ЗКББК – 13,4 мм (11-17,3 мм), чем у пациентов второй и третьей групп ( $p=0,038$  и  $p<0,001$ , соответственно).

После выполнения операции остеосинтеза остаточное смещение фрагмента ЗКББК у пациентов первой группы статистически значимо превосходило аналогичные показатели у пациентов второй и третьей групп ( $p<0,001$  для обоих сравнений). Рентгенологически определяемое смещение фрагмента заднего края у пациентов второй и третьей групп в среднем не превышало 0,5 мм, в то время как при закрытой репозиции среднее смещение составило 0,91 мм. Необходимо отметить, что у 10 (14%) пациентов из первой группы размер остаточного смещения превышал 2 мм, в то время как во второй группе такое смещение наблюдалось у 2 (6%) пациентов, а в третьей – у одного (3%) пациента.

Консолидация переломов у пациентов первой группы происходила в среднем к сроку  $8,2\pm 0,6$  недель. Во второй группе сращение перелома наблюдалось к сроку  $8,4\pm 0,5$  недель, а в третьей – к сроку  $8,3\pm 0,6$  недель. Статистически значимой разницы по этому показателю выявлено не было.

Доля пациентов с осложнениями в первой группе была больше, чем во второй и третьей группах. Однако, эта разница не была статистически значима ( $p=1,000$  при сравнении первой группы со второй и  $p=0,670$  при сравнении первой группы с третьей). Значения ОР развития осложнений не были статистически значимы (ОР для

пары первая-вторая группы был равен 1,729; 95% ДИ 0,517-5,783; ОР для пары первая-третья группы был равен 2,279; 95% ДИ 0,538-9,647).

Таблица 4.8.

## Функциональные результаты пациентов трех групп в динамике

Срок	Параметр	Группа				
		Первая	Вторая		Третья	
			Значение	$p^*$	Значение	$p^*$
12 недель	Объем движений, град.	40 (35-45); 30, 55	45 (40-50); 20, 60	<b>&lt;0,001</b>	40 (35-45); 30, 60	0,302
	АOFAS, баллы	69 (65-72); 55, 76	70 (65-76); 46, 85	0,344	67 (63,5-70); 50, 84	0,192
24 недели	Объем движений, град.	50 (45-55); 35, 65	60 (20-70); 45, 90	<b>&lt;0,001</b>	50 (45-55); 40, 70	0,374
	АOFAS, баллы	80 (76-82); 65, 90	84 (80-85); 50, 90	<b>0,004</b>	86 (81-90); 56, 95	<b>&lt;0,001</b>
48 недель	Объем движений, град.	60 (55-65); 50, 70	65 (60-70); 25, 70	<b>0,002</b>	65 (60-70); 55, 70	<b>&lt;0,001</b>
	АOFAS, баллы	86 (82-88); 70, 92	86 (85-91,5); 55, 100	<b>0,016</b>	90 (85,5-95); 58, 97	<b>&lt;0,001</b>

\* значения  $p$  скорректированы с учетом поправки Бонферрони на множественные сравнения, жирным шрифтом выделено  $p < 0,05$ .

Значения в ячейках таблицы представлены в виде Me (Q1-Q3); min, max.

Функциональная оценка результатов лечения производилась на сроках 12, 24 и 48 недель. На сроке 12 недель после операции только пациенты второй группы продемонстрировали статистически значимо ( $p < 0,001$ ) больший объем движений в голеностопном суставе. Медиана была равна 45 (40-50) градусам. При оценке по шкале АOFAS значимых различий между группами на этом сроке наблюдения отмечено не было.

На сроке 24 недели после остеосинтеза объем движений в голеностопном суставе пациентов второй группы составил 60 (20-70) градусов и статистически значимо ( $p<0,001$ ) превосходил результаты пациентов первой группы. При анализе индивидуальных анкет на основе шкалы AOFAS мы установили, что баллы пациентов второй и третьей групп были статистически значимо ( $p=0,004$  и  $p<0,001$ , соответственно) выше, чем у пациентов первой группы.

Заключительный осмотр с оценкой функции оперированного голеностопного сустава мы выполняли через 48 недель после хирургического вмешательства. На этом сроке средний объем движений у пациентов второй группы был равен 65 (60-70) градусов, а у пациентов третьей группы - 60 (60; 70) градусов. Эти значения были статистически значимо выше, чем у пациентов первой группы ( $p=0,002$  и  $p<0,001$ , соответственно). При оценке по шкале AOFAS функция голеностопного сустава пациентов второй и третьей групп была статистически значимо лучше, чем у пациентов первой группы ( $p=0,016$  и  $p<0,001$ , соответственно). Описанные результаты представлены в виде графиков (рис. 4.10., рис. 4.11.).

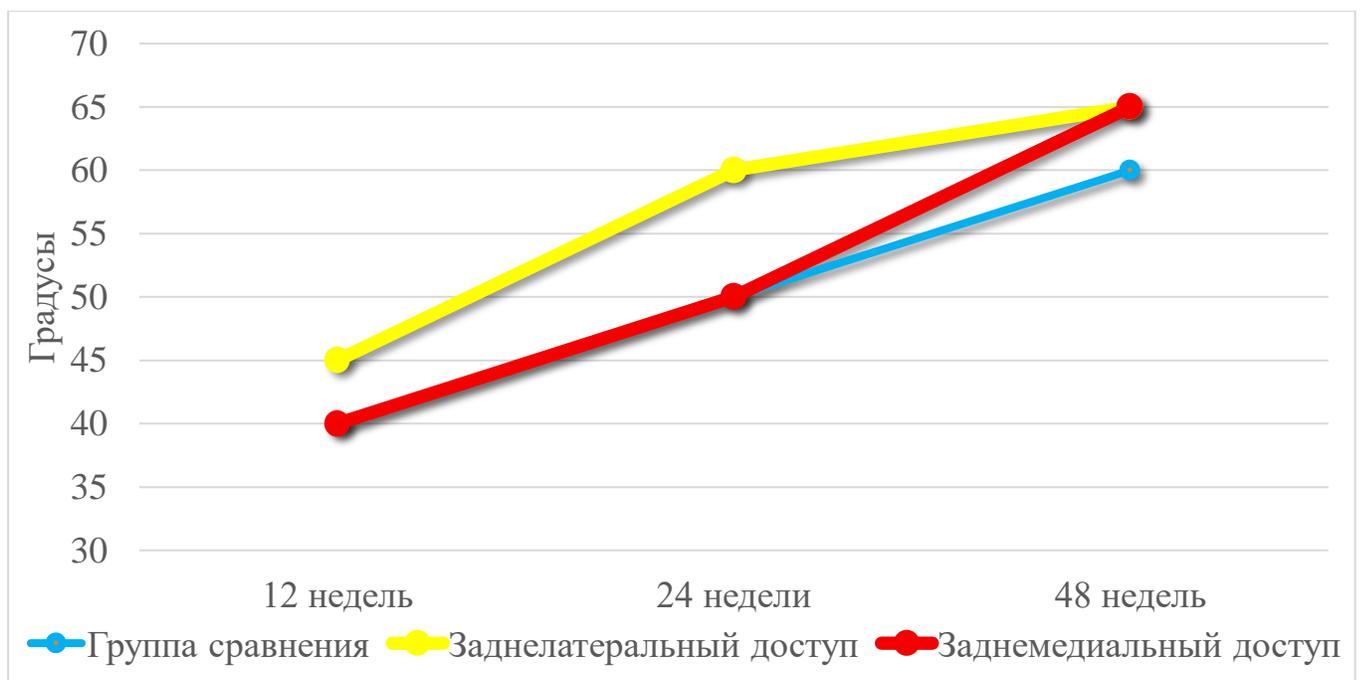


Рис. 4.10. Динамика изменения объема движений в голеностопном суставе у пациентов трех изученных групп.

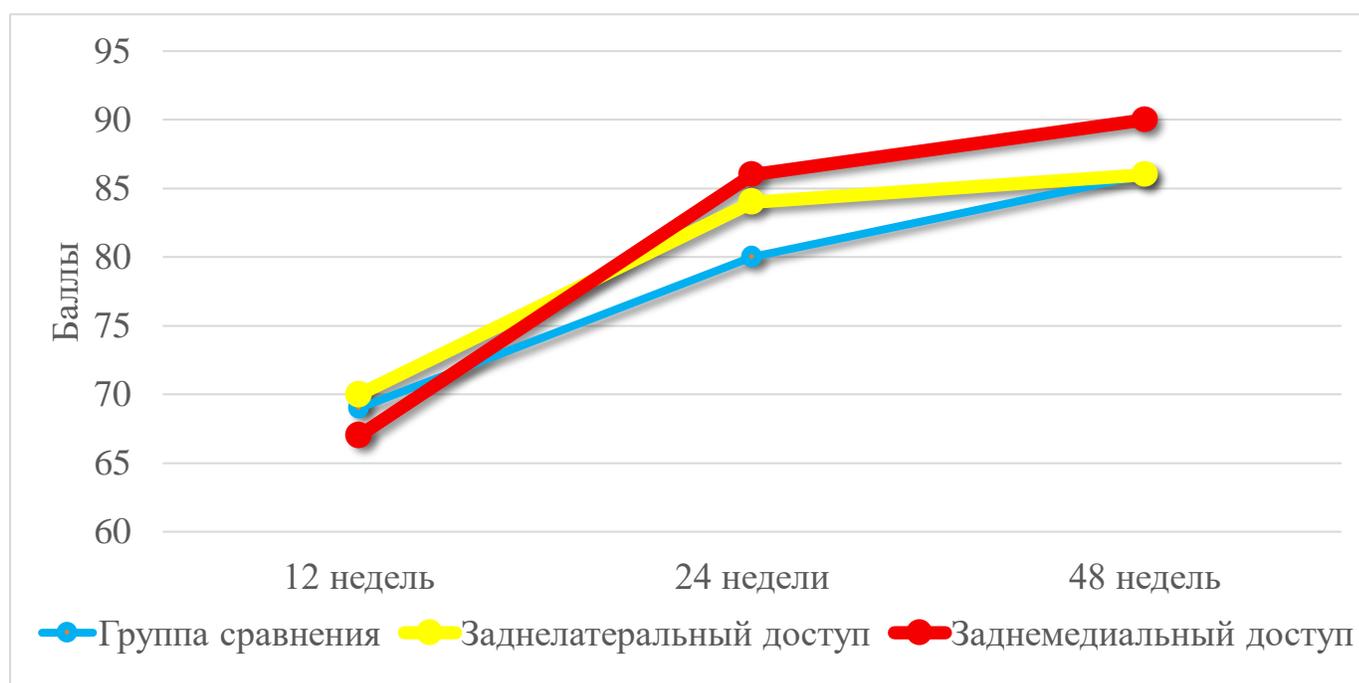


Рис. 4.11. Динамика изменения балльных показателей при оценке функции ГСС у пациентов трех изученных групп по шкале AOFAS.

Необходимо отметить, что на сроке 48 недель медианы для совокупности балльных показателей первой и второй групп оказались идентичными (AOFAS – 86 и 86 баллов, соответственно при  $p=0,016$ ). Однако, анализ значений нижнего и верхнего квартилей указывает на то, что во второй группе бóльшая относительная часть пациентов продемонстрировала более высокие функциональные результаты.

#### 4.5 Обсуждение полученных результатов

При хирургическом лечении переломов лодыжек, осложненных повреждением ЗКББК, традиционно считалось, что задний тибиаальный фрагмент размером 25-33% от суставной поверхности в фиксации не нуждается [66, 126, 138]. Этот подход подкреплялся проведенными биомеханическими исследованиями. Их результаты свидетельствовали о том, что задняя часть суставной поверхности ББК не играет роли при осевой нагрузке голеностопного сустава весом тела. В связи с этим ее

повреждение не приводит к биомеханическим нарушениям при движениях в суставе [123, 145].

Противоположная точка зрения обоснована в ряде других исследований. Их результаты систематизированы в работе S. Odak et al. (2016). На основе изученных публикаций авторы делают заключение, что несмотря на то, что ЗКББК и не несет выраженной функциональной нагрузки, его перелом приводит к абнормальному перераспределению этой нагрузки и развитию нестабильности в голеностопном суставе. Это может являться предрасполагающим фактором для развития посттравматического остеоартрита [121]. В связи с вышесказанным, хирурги стали стремиться к полноценному восстановлению структурной целостности голеностопного сустава при оперативном лечении переломов лодыжек с повреждением ЗКББК [9, 138]. Такой подход полностью соответствует принципам хирургического лечения внутрисуставных переломов [66].

Анатомичная репозиция фрагментов суставной поверхности в большинстве случаев подразумевает манипулирование отломками под контролем глаза. Заднемедиальный, модифицированный заднемедиальный и заднелатеральный доступы обеспечивают наилучшую визуализацию при наименьшем количестве осложнений [53, 127, 140, 147].

Вопрос о выборе доступа для остеосинтеза при переломе ЗКББК занимал многих исследователей [52, 80, 97, 108, 128, 129, 155]. Заднемедиальный доступ более удобен, так как выполняется в привычном положении пациента на спине и обеспечивает визуализацию 64% задней поверхности ББК [55]. Модифицированный вариант заднемедиального доступа позволяет увеличить этот процент до 91-99%. Также из этого доступа удобно выполнять репозицию и фиксацию перелома медиальной лодыжки. Заднелатеральный доступ выполняется из положения на животе или на боку, что менее удобно. Визуализация поверхности ЗКББК составляет 40-64%, что несколько меньше, чем при заднемедиальном доступе [55, 112]. В. Meulenkamp et al. (2019) по результатам своего кадаверного исследования отмечают, что площадь

визуализации задней поверхности ББК из заднемедиального и заднелатерального доступов отличается от площади, которая может быть достигнута хирургическим инструментом. Авторы приводят следующие значения: 77% задней поверхности дистального метаэпифиза ББК для модифицированного заднемедиального доступа и 46% - для заднелатерального доступа [112]. Эти данные согласуются с результатами собственного топографо-анатомического эксперимента, результаты которого освещены в главе 3 настоящей диссертационной работы.

Заднелатеральный хирургический доступ можно использовать также для остеосинтеза перелома латеральной лодыжки, если уровень ее перелома позволяет осуществить эту операцию. Таким образом, представляется логичным использование заднемедиального доступа при сочетании перелома заднего края ББК с переломом медиальной лодыжки, а заднелатерального – при сочетании перелома заднего края ББК с переломом латеральной лодыжки на том же уровне. Кроме того, заднемедиальный хирургический доступ предпочтителен при необходимости выполнения переднелатерального доступа (например, для ревизии передней порции дистального межберцового синдесмоза), а также при высоком переломе малоберцовой кости, когда выполнение ее фиксации из заднелатерального доступа не представляется возможным. Существует ряд переломов заднего края ББК, при которых для остеосинтеза можно использовать как заднелатеральный, так и заднемедиальный хирургические доступы. В этом случае, на наш взгляд, выбор должен зависеть от предпочтений хирурга. Главное, чтобы результатом операции являлась максимально точная репозиция фрагмента заднего края ББК и его стабильная фиксация.

В ходе исследования мы сравнивали радиографические и функциональные результаты хирургического лечения пациентов со сложными переломами лодыжек с применением задних доступов с результатами пациентов, которым остеосинтез заднего края был выполнен малоинвазивно, а переломы латеральной и медиальной лодыжек фиксировались из традиционных доступов. По нашему мнению, сравнительный анализ показателей второй и третьей групп между собой не имеет

научной ценности. Это подтверждается исследованием S. Zhong et al. (2017), в котором авторы продемонстрировали, что выбор доступа следует осуществлять на основании данных СКТ и клинического опыта хирурга. Схожие функциональные и радиографические результаты были получены как при применении заднемедиального, так и заднелатерального доступа [155].

В результате проведенного нами клинического исследования было обнаружено наличие статистически значимых различий между группами по ряду показателей. Так, например, большая длительность оперативного вмешательства у пациентов третьей группы по сравнению с первой, по нашему мнению, объясняется тем, что заднемедиальный хирургический доступ технически несколько более сложен для выполнения. В проекции доступа располагается крупный сосудисто-нервный пучок, который необходимо идентифицировать в ране в ходе операции, а также предпринять меры для его защиты при манипуляциях с костными отломками. Также, на наш взгляд, указанная в предыдущем разделе настоящей главы средняя разница в длительности операции в 12,9 минут объясняется тем, что хирург выполняет аккуратную диссекцию тканей для мобилизации структур (сухожилий, сосудов и нервов) медиального лодыжечного канала.

Оценка остаточного смещения фрагмента ЗКББК после операции остеосинтеза выполнялась по сагиттальным срезам СКТ. Общепринятым показателем неудовлетворительной репозиции является наличие по данным рентгенологического обследования «ступеньки» между фрагментами суставной поверхности размером более 2 мм [77]. Несмотря на статистически значимо больший размер фрагмента заднего края у пациентов первой группы, остаточное смещение после остеосинтеза статистически значимо меньше у пациентов второй и третьей групп. Первая группа пациентов также характеризуется большей долей пациентов, у которых смещение ЗКББК превышает порог в 2 мм. Этот показатель свидетельствует о том, что открытая репозиция обеспечивала лучшее восстановление суставной поверхности ГСС.

По данным зарубежных авторов, традиционная закрытая репозиция и фиксация фрагмента заднего края ББК стягивающими винтами спереди назад ассоциирована с большой долей пациентов с неудовлетворительной репозицией заднего края [72, 144]. Причем эти показатели выше, чем полученные в нашем исследовании у пациентов первой группы. С. Drijfhout Van Hooff et al. (2015) сообщают в своем исследовании, что у 42% пациентов, прооперированных по традиционной методике, репозиция фрагмента заднего края ББК была признана неудовлетворительной [72]. В работе D. Vidović et al. (2017) приведены результаты рандомизированного сравнительного исследования закрытой и открытой репозиций заднего края ББК. По их данным, дисконгруэнтность суставной поверхности наблюдалась в 23% случаев при малоинвазивной фиксации и лишь в 4% случаев при репозиции и остеосинтезе под контролем глаза [144]. Е. Fernández-Rojas et al. (2023), учитывая вышеописанные результаты, также делают вывод о предпочтительности заднемедиального и заднелатерального доступов при остеосинтезе заднего края ББК [77].

Конгруэнтность дистальной суставной поверхности ББК наряду с такими факторами, как первичное наличие переломовывиха и резидуальный подвывих таранной кости после остеосинтеза, связана с более высоким риском развития посттравматического остеоартрита. По данным систематического обзора литературы, общая частота появления дегенеративных изменений голеностопного сустава составляет 33,5%. При этом авторы отмечают, что размер фрагмента заднего края не влияет на развитие посттравматического остеоартрита [121].

В нашем исследовании статистически значимых различий по частоте осложнений в группах получено не было. Однако, необходимо отметить, что в первой группе доля пациентов с подвывихом была больше, чем в двух других. Эта разница, на наш взгляд, разница может достичь уровня статистической значимости при увеличении количества наблюдений.

Функциональные результаты пациентов всех трех групп оценивались нами в динамике. На сроке 12 недель после оперативного вмешательства обращает на себя

внимание отсутствие статистически значимых различий почти по всем показателям. Исключение составил только средний объем движений в оперированном суставе у пациентов второй группы, который превосходил аналогичный показатель пациентов первой группы.

Отсутствие различий по другим показателям, на наш взгляд, может объясняться тем, что на небольшом сроке с момента выполнения операции остеосинтеза лодыжек, недостатки репозиции фрагмента заднего края ББК, при их наличии, еще не успели сказаться на субъективной оценке функции сустава. При этом относительно больший объем операционной травмы, связанный с выполнением открытой прямой репозиции фрагмента ЗКББК, еще негативно влиял на восстановление амплитуды движений в голеностопном суставе.

При осмотре через 24 недели после хирургического вмешательства мы отметили наиболее выраженную разницу в функциональных показателях между группами. Медиана баллов пациентов второй и третьей групп была значительно больше, чем у пациентов первой группы. Это свидетельствует о более благоприятном течении реабилитационного процесса у пациентов, перенесших открытую репозицию фрагмента ЗКББК. Данное утверждение подкреплено функциональными результатами пациентов второй и третьей групп нашего исследования, отмеченными на сроке 48 недель от операции. По всем функциональным показателям было отмечено статистически значимое превосходство над соответствующими показателями первой группы. Помимо этого, значения верхних квартилей полученных совокупностей балльных оценок на сроке 48 недель от операции свидетельствуют о том, что бóльшие доли пациентов второй и третьей групп по сравнению с первой показали отличные функциональные результаты (их оценка по шкале AOFAS превышала 95 баллов).

Сходные с показателями нашего исследования значения при оценке по шкале AOFAS получили и зарубежные исследователи, изучая эффективность хирургического лечения пациентов с переломами лодыжек и заднего края ББК с применением задних доступов. Так, S. Zhong et al. (2017) сообщают, что на сроке

наблюдения 12 месяцев средние значения у пациентов, операция которым была выполнена через заднемедиальный доступ, составили 92,5 балла. В группе заднелатерального доступа на этом же сроке средний балл был равен 91,4 балла [155]. L. Yang et al. (2023) оценивали функциональный результат у пациентов со сложными переломами лодыжек после фиксации заднего каря ББК из заднелатерального доступа. Средний показатель по шкале AOFAS составил  $81.35 \pm 6.15$  на сроке 6 месяцев и  $90.56 \pm 4.98$  на заключительном осмотре. Авторы не указывают срок заключительного осмотра, однако, исходя из содержания публикации, он составил более 2 лет после операции [152].

Таким образом, применение заднелатерального или заднемедиального доступов для открытой репозиции и остеосинтеза при хирургическом лечении пациентов со сложными переломами лодыжек и ЗКББК позволило добиться более точного сопоставления отломков суставной поверхности по сравнению с закрытой репозицией. Кроме того, пациенты, операция которым была выполнена с применением задних доступов, продемонстрировали более высокие среднесрочные функциональные результаты.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Настоящее диссертационное исследование было проведено с целью обоснования на основании сравнительного анализа ближайших и среднесрочных результатов оказания специализированной травматологической помощи пациентам с нестабильными переломами лодыжек и заднего края большеберцовой кости протокола клинико-рентгенологического обследования и методики выбора тактики их хирургического лечения.

Диссертационное исследование включало три взаимосвязанные между собой части: топографо-анатомический эксперимент, разработку методики предоперационного планирования и клиническую апробацию предложенной методики. Анализ совокупных результатов всех этапов реализации диссертационной работы позволил достичь поставленной цели за счет последовательного решения четырех задачи.

Для решения первой из поставленных задач был произведен отбор и анализ научных публикаций, посвященных проблеме хирургического лечения нестабильных переломов лодыжек с вовлечением ЗКББК. Поиск статей осуществлялся в общедоступных онлайн интернет-базах научных знаний. Изучались работы, авторы которых приводили данные о функциональных результатах хирургического лечения пациентов с переломами лодыжек, описывали хирургические доступы, использовавшиеся при операциях, а также сравнивали методики остеосинтеза.

По результатам проведенного анализа был сделан вывод о том, что на сегодняшний день нет единого мнения в отношении показаний к хирургической фиксации фрагмента ЗКББК. Ряд авторов описывают биомеханические эксперименты, которые демонстрируют отсутствие связи между стабильностью в суставе и размером фрагмента Фолькмана [60, 138]. Тем не менее, большинство исследователей утверждает, что хирургическая стабилизация ЗКББК необходима, так как позволяет добиться лучших функциональных результатов на фоне снижения количества

осложнений, особенно частоты и выраженности посттравматического остеоартрита [76, 88, 120].

Кроме этого, на основании изученных научных публикаций мы отметили недостаточную изученность вопроса выбора оптимального хирургического доступа для выполнения остеосинтеза ЗКББК. Наиболее широко используемыми на данный момент являются заднелатеральный, заднемедиальный доступы и модификации последнего. Малое количество публикаций, посвященных определению показаний к каждому из вариантов хирургических доступов, а также описанные выше противоречия в отношении хирургической фиксации ЗКББК позволили обосновать актуальность и определить цели и задачи диссертационного исследования. Таким образом, была решена первая из поставленных задач настоящей работы.

Для решения второй задачи был проведен топографо-анатомический эксперимент. Он заключался в моделировании двух вариантов хирургических доступов (заднелатерального и заднемедиального) на нефиксированных анатомических препаратах. Это было выполнено с целью получения дополнительной информации о топографии важнейших анатомических образований, располагающихся в проекции указанных доступов, а также для отработки приемов защиты этих клинически значимых структур. Помимо этого, проведенный эксперимент был направлен на оценку возможностей визуализации задней поверхности ББК из каждого из двух доступов.

В результате проведенного топографо-анатомического исследования нам удалось установить, что заднемедиальный и заднелатеральный доступы в своей совокупности обеспечивают визуализацию всей задней поверхности дистального метаэпифиза ББК. При этом они достаточно просты в своем исполнении, а риск повреждения значимых анатомических образований может быть минимизирован путем выполнения приемов по защите мягких тканей во время оперативного вмешательства.

Решение третьей задачи настоящего диссертационного исследования заключалось в разработке методики предоперационного обследования и планирования. Данная методика призвана упростить процесс выбора оптимального хирургического доступа при подготовке к операции остеосинтеза у пациента с нестабильным переломом лодыжек и ЗКББК.

По результатам решения третьей задачи нами были сделаны следующие выводы. При подготовке к операциям ключевую роль играют методы лучевой диагностики. Применение методов лучевой диагностики, таких как рентгенография и СКТ, позволяет хирургу получить полное представление о характере перелома и качественно подготовиться к операции. Неполюценное предоперационное планирование может привести к увеличению длительности операции, отсутствию имплантатов нужных размеров и форм, а также к дополнительной травматизации мягких тканей в зоне вмешательства, что в итоге негативно сказывается на результатах лечения пациентов. Предложенная нами последовательность рентгенологического обследования особенно эффективна при одной из самых распространенных патологий в травматологии – нестабильных переломах обеих лодыжек и ЗКББК. Для эффективного планирования требуется проведение СКТ до операции, а оценку качества проведенного вмешательства следует оценивать по срезам контрольной СКТ. Такой подход помогает избежать серьезных ошибок при лечении переломов голеностопного сустава.

Решение заключительной задачи настоящего исследования было тесно связано с третьей задачей. Предложенная методика предоперационного обследования и планирования была апробирована в клинике. Это было осуществлено в ходе проспективного клинического исследования, в которое были включены 132 пациента с нестабильными переломами лодыжек с повреждением ЗКББК. Они были разделены на группы в зависимости от хирургической техники, применявшейся для фиксации фрагмента Фолькмана в ходе остеосинтеза лодыжек. Группы были сопоставимы между собой по демографическим показателям. Пациентам первой группы была

выполнена закрытая репозиция ЗКББК и чрескожный остеосинтез винтами, проведенными спереди назад. Во второй и третьей группе применялась открытая репозиция и внутренняя фиксация фрагмента Фолькмана из заднелатерального или заднемедиального доступа, соответственно.

В послеоперационном периоде мы производили оценку анатомических результатов хирургического лечения путем анализа контрольных рентгенограмм и срезов контрольной СКТ. При этом мы определяли наличие смещения фрагмента ЗКББК, а также измеряли величину этого смещения. Помимо этого, мы анализировали частоту и структуру осложнений, развившихся у пациентов после операции. Функциональные результаты оценивались с помощью шкалы AOFAS в баллах.

В результате мы обнаружили, что у пациентов второй и третьей групп наблюдалось статистически значимо меньшие значения смещения фрагмента ЗКББК по данным контрольных исследований. Кроме этого, функциональные результаты лечения также были статистически значимо выше у пациентов, операция которым была выполнена с применением открытой репозиции из задних доступов к ГСС. Доля пациентов с осложнениями, среди которых наиболее частым являлось вторичное смещение фрагмента ЗКББК с развитием подвывиха, была выше в первой группе. Однако, сравнительный анализ пропорций показал отсутствие статистически значимой разницы между группами, что, на наш взгляд, может быть обусловлено малочисленностью выборки.

Нами был сделан вывод о том, что использование заднелатерального или заднемедиального доступов при остеосинтезе у пациентов с нестабильными переломами лодыжек и ЗКББК позволило добиться более точного сопоставления отломков суставной поверхности по сравнению с закрытой репозицией. Также, пациенты, операция которым была выполнена с применением задних доступов, продемонстрировали более высокие среднесрочные функциональные результаты.

В целом, по нашему мнению, можно констатировать, что выполненное нами диссертационное исследование, включавшее несколько взаимосвязанных частей,

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 литературы показал, что нестабильные переломы лодыжек с вовлечением заднего края большеберцовой кости нуждаются в хирургическом лечении, которое может позволить сократить количество осложнений и улучшить функциональные результаты.

2. Проведенное топографо-анатомическое исследование позволило доказать, что заднелатеральный и заднемедиальный доступы к голеностопному суставу позволяют визуализировать, соответственно, 40% ( $40,4 \pm 4,4\%$ ) и 60% ( $58,8 \pm 5,1\%$ ) задней поверхности дистального отдела большеберцовой кости, а выполнение остеосинтеза из указанных хирургических доступов безопасно и дает возможность хирургу достичь анатомичной репозиции фрагмента Фолькмана на фоне минимального риска ятрогенного повреждения крупных сосудов и нервов.

3. Предложенная методика предоперационного планирования предполагает использование современных методов лучевой диагностики для визуализации перелома, включающих компьютерное трехмерное моделирование, что позволяет определить количество и размеры необходимых имплантатов, а также направление введения винтов для эффективной фиксации перелома. Обоснованный выбор рационального хирургического доступа должен выполняться с учетом данных предоперационного обследования и топографической анатомии области, что, в свою очередь, позволит снизить риск осложнений, связанных с неточной репозицией отломков или некорректным положением имплантатов.

4. Проспективное сравнительное клиническое исследование продемонстрировало, что у пациентов, перенесших открытую репозицию и внутреннюю фиксацию фрагмента заднего края большеберцовой кости, по данным контрольных рентгенологических исследований анатомический результат лучше (медианы смещения фрагмента Фолькмана: 0,45 мм (0-1,05 мм) и 0,5 мм (0,2-0,85 мм)), чем у пациентов, остеосинтез которым был выполнен закрыто (медиана

смещения фрагмента Фолькмана: 0,91 мм (0,6-1,5 мм),  $p < 0,001$  для обоих сравнений). Кроме этого, было доказано превосходство среднесрочных функциональных результатов пациентов, остеосинтез которым был выполнен с применением предложенной методики предоперационного планирования и с использованием задних хирургических доступов к голеностопному суставу (объем движений: первая группа –  $60^\circ$  (55-65°), вторая и третья –  $65^\circ$  (60-70°),  $p = 0,002$ , и  $65^\circ$  (60-70°),  $p < 0,001$ , соответственно; AOFAS, первая группа – 86 (82-88), вторая и третья – 86 (85-91,5),  $p = 0,016$  и 90 (85,5-95),  $p < 0,001$ , соответственно).

## ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

1. При нестабильных переломах лодыжек с вовлечением заднего края большеберцовой кости рекомендуется проводить хирургическое вмешательство для снижения риска осложнений и улучшения функциональных исходов.

2. Необходимо использовать современные методы лучевой диагностики, такие как рентгенография и спиральная компьютерная томография, для полноценной визуализации перелома и планирования хирургического доступа. Это снижает вероятность ошибок при репозиции отломков и установке имплантатов.

3. Для выполнения остеосинтеза заднего края большеберцовой кости предпочтительно использовать заднелатеральный или заднемедиальный доступ, так как они позволяют обеспечить анатомичную репозицию фрагмента Фолькмана при минимальном риске повреждения крупных сосудов и нервов.

4. С целью профилактики повреждения сосудисто-нервного пучка, лежащего в медиальном лодыжечном канале, при выполнении заднемедиального хирургического доступа рекомендуется производить аккуратную диссекцию мягких тканей и использовать приемы по их защите при манипуляциях хирургическими инструментами в ране.

5. Рекомендуется выполнять открытую репозицию и остеосинтез заднего края большеберцовой кости с применением задних хирургических доступов к голеностопному суставу, так как такой подход позволяет добиться анатомичной репозиции отломков, что улучшает анатомические и функциональные результаты хирургического лечения по сравнению с закрытой репозицией.

## СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

АВФ – аппарат внешней фиксации

ББК – большеберцовая кость

ГСС – голеностопный сустав

ДИ – доверительный интервал

ДМБС – дистальный межберцовый синдесмоз

ДТП – дорожно-транспортное происшествие

ЗКББК – задний край большеберцовой кости

МБК – малоберцовая кость

ОР – относительный риск

СКТ – спиральная компьютерная томография

ЭОП – электронно-оптический преобразователь

AAOS – англ. American Academy of Orthopaedic Surgeons – Американская академия хирургов-ортопедов

АО/ОТА – нем. Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen / англ. Orthopaedic Trauma Association – Ассоциация остеосинтеза / Ассоциация травматологии и ортопедии

АOFAS – англ. American Orthopedic Foot and Ankle Score – шкала оценки стопы и голеностопного сустава американских ортопедов

FAOS – англ. Foot and Ankle Outcome Score – шкала оценки исходов стопы и голеностопного сустава

IQR – англ. interquartile range – межквартильный размах

МИРО – англ. minimally invasive plate osteosynthesis – минимально инвазивный остеосинтез пластиной

МОХФQ – англ. Manchester-Oxford Foot Questionnaire – опросник для оценки стопы Манчестер-Оксфорд.

MPR – англ. Multi-Planar Reconstruction – мультипланарная реконструкция

OMS – англ. Olerud-Molander Score – шкала оценки Олеруд-Моландера

ORIF – англ. Open Reduction Internal Fixation – открытая репозиция и внутренняя фиксация

SF-36 – англ. Short Form-36 – краткий опросник-36

VAS – англ. Visual Analogue Scale – визуальная аналоговая шкала оценки боли

VR – англ. Volume Rendering – объемный рендеринг

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Артемьев, А.А. Внешний остеосинтез по Илизарову как метод окончательной фиксации сложных переломов голеностопного сустава / А.А. Артемьев, Н.В. Загородний, А.Н. Ивашкин [и др.] // Клиническая практика. – 2015. – Т. 21, № 1. – С. 10-16.
2. Барабаш, Ю. А. Выбор вида чрескостного остеофиксатора в условиях внешней фиксации при лечении нестабильных переломов лодыжек и их последствий / Ю. А. Барабаш, А. А. Хрисат, К. А. Гражданов [и др.] // Практическая медицина. – 2022. – Т. 20, № 4. – С. 13-18. – DOI: 10.32000/2072-1757-2022-4-13-18.
3. Барабаш, Ю. А. Комплексная сравнительная оценка результатов хирургического лечения нестабильных переломов дистального отдела голени / Ю. А. Барабаш, Д. В. Мандров, В. Д. Балаян // Саратовский научно-медицинский журнал. – 2019. – Т. 15, № 1. – С. 48-52.
4. Беленький, И.Г., Современные представления об остеосинтезе заднего края большеберцовой кости при сочетаниях его повреждений с переломами лодыжек (обзор литературы) / И.Г. Беленький, Б.А. Майоров, А.Ю. Кочиш [и др.] // Современные проблемы науки и образования. – 2021. – № 2. – URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=30751> (дата обращения: 29.09.2024).
5. Беленький И.Г., Мануковский В.А., Майоров Б.А., Сергеев Г.Д. Диагностика и лечение переломов лодыжек: учебно-методическое пособие / ГБУ СПб НИИ скорой помощи им. И.И. Джанелидзе / И.Г. Беленький, В.А. Мануковский, Б.А. Майоров, Г.Д. Сергеев. – СПб.: СПб НИИ скорой помощи им. И.И. Джанелидзе, 2023. – 84 с.
6. Брижань, Л.К. Хирургическая профилактика посттравматического крузартроза у пациентов с переломами лодыжек / Л.К. Брижань, Н.С. Юрмина, К.А. Сливков, А.А. Керимов // Вестник Национального медико-хирургического центра им. Н.И. Пирогова. – 2018. – Т. 13, № 1. – С. 79-84.

7. Ван, Ж. Артродез голеностопного сустава: реалии и перспективы на фоне новых технологий. Обзор литературы / Ж. Ван, И. Ф. Ахтямов, Б. Г. Зиатдинов, Г. М. Файзрахманова // Вестник восстановительной медицины. – 2022. – Т. 21, № 2. – С. 115-126. – DOI: 10.38025/2078-1962-2022-21-2-115-126.
8. Ван, Ж. Оценка эффективности вариантов артродезирования голеностопного сустава / Ж. Ван, И. Ф. Ахтямов, Ц. Цай [и др.] // Гений ортопедии. – 2024. – Т. 30, № 2. – С. 210-220. – DOI: 10.18019/1028-4427-2024-30-2-210-220.
9. Воронкевич, И.А. Эргономика остеосинтеза «трехлодыжечного» перелома / И.А. Воронкевич, В.И. Кулик, А.В. Лаврентьев // Травматология и ортопедия России. – 2002. – № 1. – С. 44-46.
10. Гафуров, Ф.А. Внутрикостный остеосинтез при переломах лодыжек с разрывом дистального синдесмоза / Ф.А. Гафуров, И.Ю. Ходжанов, Д.Ш. Мансуров, Ш.Н. Эранов // Гений ортопедии. – 2024. – Т. 30, № 1. – С. 142–152. – DOI: 10.18019/1028-4427-2024-30-1-142-152.
11. Горбатов, Р.О. Современное оперативное лечение переломов лодыжек и их последствий (обзор) / Р.О. Горбатов, Д.В. Павлов, Е.Е. Малышев // Современные технологии в медицине. – 2015. – Т. 7, № 2. – С. 153-167. – DOI: 10.17691/stm2015.7.2.20.
12. Гржибовский, А.М. Анализ номинальных данных (независимые наблюдения) / А.М. Гржибовский // Экология человека. – 2008. – № 6. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/analiz-nominalnyh-dannyh-nezavisimye-nablyudeniya> (дата обращения: 05.10.2024).
13. Гржибовский, А.М. Анализ номинальных и ранговых переменных данных с использованием программного обеспечения Statistica и SPSS / А.М. Гржибовский, С.В. Иванов, М.А. Горбатова // Наука и здравоохранение. – 2016. – № 6. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/analiz-nominalnyh-i-rangovyh-peremennyh-dannyh-s-ispolzovaniem-programmnogo-obespecheniya-statistica-i-spss> (дата обращения: 05.10.2024).

14. Джумабеков, С.А. Методы диагностики повреждений голеностопного сустава / С.А. Джумабеков, У.И. Насиров, У.А. Назиров // Бюллетень науки и практики. – 2021. – Т. 7, № 9. – С. 390-397. – DOI: 10.33619/2414-2948/70/35.

15. Дрейк, Р.Л. Анатомия Грея для студентов: Учебник для студентов медицинских вузов. 3-е изд. / Р.Л. Дрейк, А.У. Фогль, А.У.М. Митчелл – М.: ООО «Издательство «Медицинское информационное агентство», 2020. – 1162+XXII с.

16. Егиазарян, К.А. Травматология и ортопедия: учебник / К.А. Егиазарян, И.В. Сиротин, А.П. Ратьев [и др.] – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2019. – 576 с.

17. Иванов, П.А. Малотравматичные методы фиксации отломков костей у пострадавших с политравмой / П. А. Иванов, Н. Н. Заднепровский, В. О. Каленский, А. В. Неведров // Пироговский форум травматологов-ортопедов: Материалы, Москва, 24–25 октября 2019 года / Министерство здравоохранения Российской Федерации. – М.: Медфорум, 2019. – С. 135-136.

18. Кавалерский, Г.М. Анализ ближайших результатов различных методов лечения переломов лодыжек / Г.М. Кавалерский, Н.В. Петров, А.С. Карев [и др.] // Московский хирургический журнал. – 2015. – Т. 41, № 1. – С. 15–18.

19. Кауц, О.А. Хирургическая тактика при лечении пациентов с последствиями внутрисуставных повреждений дистального отдела костей голени (обзор литературы) / О.А. Кауц, Ю.А. Барабаш, С.И. Киреев [и др.] // Гений ортопедии. – 2022. – Т. 28, № 1. – С. 133-140.

20. Корзун, О. А. Современные подходы к определению механизма травмы и классификации переломов лодыжек / О.А. Корзун // Медицинский журнал. – 2005. – № 3(13). – С. 70-75.

21. 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.] – М.: РКНПК, 2012. – 42 с.

22. Крюков, Е.В. Хирургическая профилактика посттравматического круартроза I-II стадий у пациентов после переломов лодыжек / Е.В. Крюков, Л.К. Брижань, Д.В. Давыдов [и др.] // Военно-медицинский журнал. – 2017. – Т. 338, № 10. – С. 37-42.

23. Лазко, Ф.Л. Хирургическое лечение переломов лодыжек с повреждением дистального межберцового синдесмоза. Статическая и динамическая фиксация межберцового синдесмоза, сравнение результатов / Ф.Л. Лазко, Н.В. Загородний, А.Ю. Семенов [и др.] // Хирургическая практика. – 2018. – Т. 34, № 2. – С. 15-21. – DOI 10.17238/issn2223-2427.2018.2.15-21.

24. Ли, С. Обзор способов лечения переломов лодыжек / С. Ли, В. П. Москалев // Ученые записки СПбГМУ им. акад. И.П. Павлова. – 2015. – Т. 22, № 3. – С. 6-10.

25. Майоров, Б.А. К вопросу о фиксации малоберцовой кости при ее переломах, сочетающихся с переломами пилона / Б.А. Майоров, И.Г. Беленький, А.Ю. Кочиш, Ф.С. Григорян. // Современные проблемы науки и образования. – 2020. – № 6. URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=30311> (дата обращения: 20.08.2024).

26. МакКиннис, Л.Н. Лучевая диагностика в травматологии и ортопедии: Клиническое руководство / Л.Н. МакКиннис – М.: Издательство Панфилова, 2015. – 644 с.

27. Мирошниченко, В. Ф. К вопросу о лечении переломов лодыжек / В. Ф. Мирошниченко, Д. А. Огурцов // Саратовский научно-медицинский журнал. – 2008. – Т. 4, № 1. – С. 106-110.

28. Мыцыков, Р.Ю. Экспериментально-клиническое обоснование методики оперативного лечения надсиндесмозных переломов в области голеностопного сустава / Р.Ю. Мыцыков, И.И. Таранов, Е.Ю. Масленников // Кубанский научный медицинский вестник. – 2009. – Т. 110, № 5. – С. 86-91. – EDN KWCGZJ.

29. Наркевич, А.Н. Множественные сравнения в биомедицинских исследованиях: проблема и способы решения / А.Н. Наркевич, К.А. Виноградов, А.М. Гржибовский // Экология человека. – 2020. – № 10. – С. 55–64.

30. Наркевич, А.Н. Выбор метода для статистического анализа медицинских данных и способа графического представления результатов / А.Н. Наркевич, К.А. Виноградов // Социальные аспекты здоровья населения. – 2019. – Т. 65, № 4. – DOI: 10.21045/2071-5021-2019-65-4-9.
31. Никифоров, Д.А. Повреждение дистального межберцового синдесмоза, пути улучшения результатов лечения (обзор литературы) / Д. А. Никифоров, М. А. Панин, В. Г. Процко [и др.] // Гений ортопедии. – 2022. – Т. 28, № 1. – С. 141-149. – DOI 10.18019/1028-4427-2022-28-1-141-149.
32. Панков, И.О. Хирургическое лечение переломов заднего края дистального эпиметафиза большеберцовой кости / И.О. Панков, И.В. Рябчиков, В.Р. Нагматуллин // Практическая медицина. – 2012. – № 8-2(64). – С. 140-143.
33. Панков, И.О. Чрескостный остеосинтез при пронационно-эверсионных переломах дистального суставного отдела костей голени / И.О. Панков // Практическая медицина. – 2016. – № 4-1(96). – С. 136-138.
34. Рохлин, Г.Д. Рентгеноанатомия опорно-двигательного аппарата: Рекомендации для студентов лечебного, стоматологического и спортивного факультетов / Г.Д. Рохлин, Т.Д. Пожарисская, Л.И. Савинова, Ю.В. Малков; под ред. проф. Косоурова А.К., проф. Амосова В.И. – СПб: Издательство СПбГМУ, 1999. – 62 с.
35. Сабурова, Т. В. Роль артроскопии в лечении последствий хирургического лечения перелома лодыжек / Т. В. Сабурова, В. Э. Дубров // Диагностическая и интервенционная радиология. – 2024. – Т. 18, № S1.1. – С. 96.
36. Самодай, В.Г. Ошибки и осложнения при лечении переломов лодыжек / В.Г. Самодай, М.И. Рыльков, В.Л. Брехов [и др.] // Вестник экспериментальной и клинической хирургии. – 2009. – Т. 2, № 2. – С. 173–175.
37. Ситник, А.А. Остеосинтез переломов малоберцовой кости: от накостного к интрамедуллярному? / А. А. Ситник, А. В. Белецкий, А. В. Кочубинский, А. Н. Крук

// Медицинский журнал. – 2023. – Т. 84, № 2. – С. 37-42. – DOI 10.51922/1818-426X.2023.2.37.

38. Слободской, А.Б. Современное представление вопроса лечения больных с повреждением голеностопного сустава (обзор литературы) / А.Б. Слободской, В.Д. Балаян, Я.М. Хусейн, О.Н. Ямщиков // Вестник Тамбовского университета. Серия: Естественные и технические науки. – 2016. – Т. 21, № 1. – С. 176-181. – DOI: 10.20310/1810-0198-2016-21-1-176-181.

39. Солод, Э. И. Возможности реабилитации голеностопного сустава после остеосинтеза переломов лодыжек / Э. И. Солод, А. Ф. Лазарев, Е. Г. Ермолаев // Вестник восстановительной медицины. – 2015. – № 3(67). – С. 44-47.

40. Солод, Э.И. Сравнение метода предварительной аппаратной фиксации с классическими консервативными методами иммобилизации в раннем посттравматическом периоде переломов лодыжек / Э.И. Солод, Д.А. Ананьин // Весенние дни ортопедии: Тезисы Международного конгресса, Москва, 01–02 марта 2019 года / Под ред. Н.В. Загороднего. – М.: Российский университет дружбы народов (РУДН), 2019. – С. 179-181.

41. Солод, Э.И. Особенности оперативного лечения переломов области голеностопного сустава / Э.И. Солод, А.Ф. Лазарев, Е.Г. Ермолаев, М. Акра // Пироговский форум травматологов-ортопедов: Материалы, Москва, 24–25 октября 2019 года / Министерство здравоохранения Российской Федерации. – М.: Медфорум, 2019. – С. 257-259.

42. Соломин, Л.Н. Основы чрескостного остеосинтеза аппаратом Г.А. Илизарова: Монография / Л.Н. Соломин – СПб.: ООО «МОРСАР АВ», 2005. – 544 с.

43. 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.

44. Сутягин, И.В. Анализ среднесрочных результатов оперативного лечения пациентов с нестабильными переломами лодыжек аппаратом Илизарова / И.В.

Сутягин, А.В. Бурцев, Л.В. Мельникова // Гений ортопедии. – 2023. – Т. 29, № 1. – С. 27–34. – DOI: 10.18019/1028-4427-2023-29-1-27-34.

45. Телицын, П. Н. Тактика лечения переломов и переломовывихов костей голеностопного сустава / П. Н. Телицын, Н. Г. Жила // Дальневосточный медицинский журнал. – 2016. – № 3. – С. 31-35.

46. Толеуханов, Б.О. К вопросу о сложных переломах лодыжек / Б.О. Толеуханов, А.А. Долгов, М.Т. Абильмажинов [и др.] // Медицинский журнал Астана. – 2019. – № 3(101). – С. 259–264.

47. Травматология и ортопедия / Под ред. Н.В. Корнилова, А.К. Дулаева. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2020. – 655 с.

48. Фомичев, В.А. Кросс-культурная адаптация и валидация русскоязычной версии шкалы Американской ассоциации хирургов стопы и голеностопного сустава AOFAS-AHS / В.А. Фомичев, Е.П. Сорокин, Н.С. Коновальчук [и др.] // Травматология и ортопедия России. – 2023. – Т. 29, № 4. – С. 78-86. – DOI: 10.17816/2311-2905-16494.

49. Череватый, Н. И. Лечение пациентов с последствиями переломов лодыжек (обзор мировой литературы) / Н. И. Череватый, Л. Н. Соломин // Acta Biomedica Scientifica (East Siberian Biomedical Journal). – 2019. – Т. 4, № 6. – С. 77-88. – DOI 10.29413/ABS.2019-4.6.12.

50. Шарафутдинова, Н.Х. Статистические методы в медицине и здравоохранении: учеб. пособие. / Н.Х. Шарафутдинова, Э.Ф. Киреева, И.Е. Николаева [и др.] – Уфа: ФГБОУ ВО БГМУ Минздрава России, 2018. – 131 с.

51. Aiyer, A.A. Management of Isolated Lateral Malleolus Fractures / A.A. Aiyer, E.C. Zachwieja, C.M. Lawrie, J.R.M. Kaplan // J Am Acad Orthop Surg. – 2019. – Vol. 27, No. 2. – P. 50-59. – DOI: 10.5435/JAAOS-D-17-00417.

52. Andonov, Y. Direct Fixation of Posterior Malleolus Fractures-Posterolateral or Posteromedial Approach? / Y. Andonov // Acta Orthop Belg. – 2023. – Vol. 89, No. 3. – P. 499-506. – DOI: 10.52628/89.3.11914.

53. Arrondo, G.M. Complex Ankle Fractures: Practical Approach for Surgical Treatment / G.M. Arrondo, G. Joannas // *Foot Ankle Clin.* – 2020. – Vol. 25, No. 4. – P. 587-595. – DOI: 10.1016/j.fcl.2020.08.002.
54. Asloum, Y. Internal Fixation of the Fibula in Ankle Fractures: a Prospective, Randomized and Comparative Study: Plating Versus Nailing / Y. Asloum, B. Bedin, T. Roger, [et al.] // *Orthop. Traumatol. Surg. Res.* – 2014. – Vol. 100, No. 4 Suppl. – P. S255-S259. – DOI: 10.1016/j.otsr.2014.03.005.
55. Assal, M. How to Get to the Distal Posterior Tibial Malleolus? A Cadaveric Anatomic Study Defining the Access Corridors Through 3 Different Approaches / M. Assal, M. Dalmau-Pastor, A. Ray, R. Stern // *J. Orthop. Trauma.* – 2017. – Vol. 31, No. 4. – P. e127-e129. – DOI: 10.1097/BOT.0000000000000774.
56. Assal, M. A Modified Posteromedial Approach Combined with Extensile Anterior for the Treatment of Complex Tibial Pilon Fractures (AO/OTA 43-C) / M. Assal, A. Ray, J.H. Fasel, R. Stern // *J. Orthop. Trauma.* – 2014. – Vol. 28, No. 6. – P. e138-145. – DOI: 10.1097/01.bot.0000435628.79017.c5.
57. Bali, N. An Evolution in the Management of Fractures of the Ankle: Safety and Efficacy of Posteromedial Approach for Haraguchi Type 2 Posterior Malleolar Fractures / N. Bali, I. Aktselis, A. Ramasamy, [et al.] // *Bone Joint J.* – 2017. – Vol. 99-B, No. 11. – P. 1496-1501. – DOI: 10.1302/0301-620X.99B11.BJJ-2017-0558.R1.
58. Bartoníček, J. Anatomy and Classification of the Posterior Tibial Fragment in Ankle Fractures / J. Bartoníček, S. Rammelt, K. Kostlivý, [et al.] // *Arch. Orthop. Trauma Surg.* – 2015. – Vol. 135, No. 4. – P. 505-516. – DOI: 10.1007/s00402-015-2171-4.
59. Bartoníček, J. Posterior Malleolar Fractures of the Ankle / J. Bartoníček, S. Rammelt, M. Tuček, O. Naňka // *Eur. J. Trauma Emerg. Surg.* – 2015. – Vol. 41, No. 6. – P. 587-600. – DOI: 10.1007/s00068-015-0560-6.
60. Bartoníček, J. Posterior Malleolar Fractures: Changing Concepts and Recent Developments / J. Bartoníček, S. Rammelt, M. Tuček // *Foot Ankle Clin.* – 2017. – Vol. 22, No. 1. – P. 125-145. – DOI: 10.1016/j.fcl.2016.09.009.

61. Bergh, C. Fracture Incidence in Adults in Relation to Age and Gender: A Study of 27,169 Fractures in the Swedish Fracture Register in a Well-Defined Catchment Area / C. Bergh, D. Wennergren, M. Möller, H. Brisby // PLoS One. – 2020. – Vol. 15, No. 12. – P. e0244291. – DOI: 10.1371/journal.pone.0244291.
62. Bergman, C. Anatomy, Classification, and Management of Ankle Fractures Involving the Posterior Malleolar Fragment: A Literature Review / C. Bergman, M. Morin, K. Lawson // Foot Ankle Orthop. – 2019. – Vol. 4, No. 4. – P. 2473011419887724. – DOI: 10.1177/2473011419887724.
63. Bingol, O. Impact of Posterior Malleolus Fixation on Clinical and Functional Results / O. Bingol, G. Ozdemir, T. Karlidag, [et al.] // J. Am. Podiatr. Med. Assoc. – 2023. – Vol. 113, No. 1. – P. 21-008. – DOI: 10.7547/21-008.
64. Bois, A.J. Posterior Fracture Dislocation of the Ankle: Technique and Clinical Experience Using a Posteromedial Surgical Approach / A.J. Bois, W. Dust // J. Orthop. Trauma. – 2008. – Vol. 22, No. 9. – P. 629-636. – DOI: 10.1097/BOT.0b013e318184ba4e.
65. Buckley, R. Single-Screw Fixation Compared With Double Screw Fixation for Treatment of Medial Malleolar Fractures: A Prospective Randomized Trial / R. Buckley, E. Kwek, P. Duffy, [et al.] // J. Orthop. Trauma. – 2018. – Vol. 32, No. 11. – P. 548-553. – DOI: 10.1097/BOT.0000000000001311.
66. Buckley, R.E. AO principles of fracture management / R.E. Buckley, C.G. Moran, Th. Apivatthakakul. – 3rd ed. – Stuttgart: Thieme, 2018. – P. 1120.
67. Buyukkuscu, M.O. Splinting vs Temporary External Fixation in the Initial Treatment of Ankle Fracture-Dislocations / M.O. Buyukkuscu, S. Basilgan, A. Mollaomeroglu, [et al.] // Foot Ankle Surg. – 2022. – Vol. 28, No. 2. – P. 235-239. – DOI: 10.1016/j.fas.2021.03.018.
68. Carter, T.H. Medial Malleolar Fractures: Current Treatment Concepts / T.H. Carter, A.D. Duckworth, T.O. White // Bone Joint J. – 2019. – Vol. 101-B, No. 5. – P. 512-521. – DOI: 10.1302/0301-620X.101B5.BJJ-2019-0070.

69. Chen, H. Comparative Analysis of Intramedullary Nail versus Plate Fixation for Fibula Fracture in Supination External Rotation Type IV Ankle Injury / H. Chen, Z. Li, X. Li, [et al.] // *Med Sci Monit.* – 2024. – Vol. 30. – P. e941909. – DOI: 10.12659/MSM.941909.

70. Chiang, C.C. Arthroscopic Reduction and Minimally Invasive Surgery in Supination-External Rotation Ankle Fractures: A Comparative Study With Open Reduction / C.C. Chiang, Y.H. Tzeng, C.F. Jeff Lin, [et al.] // *Arthroscopy.* – 2019. – Vol. 35, No. 9. – P. 2671-2683. – DOI: 10.1016/j.arthro.2019.03.051.

71. Court-Brown, C.M. Adult Ankle Fractures—an Increasing Problem? / C.M. Court-Brown, J. McBirnie, G. Wilson // *Acta Orthop. Scand.* – 1998. – Vol. 69, No. 1. – P. 43–47. – DOI: 10.3109/17453679809002355.

72. Drijfhout van Hooff, C.C. Influence of Fragment Size and Postoperative Joint Congruency on Long-Term Outcome of Posterior Malleolar Fractures / C.C. Drijfhout van Hooff, S.M. Verhage, J. M. Hoogendoorn // *Foot Ankle Int.* – 2015. – Vol. 36, No. 6. – P. 673-678. – DOI: 10.1177/1071100715570895.

73. Duan, X. Operative Treatment of Posterior Malleolar fractures / X. Duan, A.R. Kadakia // *Open Orthop. J.* – 2017. – Vol. 11. – P. 732-742. – DOI: 10.2174/1874325001711010732.

74. Ebraheim, N.A. Comparison of Surgical Techniques of 111 Medial Malleolar Fractures Classified by Fracture Geometry / N.A. Ebraheim, T. Ludwig, J.T. Weston, [et al.] // *Foot Ankle Int.* – 2014. – Vol. 35, No. 5. – P. 471-477. – DOI: 10.1177/1071100714524553.

75. Elsoe, R. Population-based epidemiology of 9767 ankle fractures / R. Elsoe, S.E. Ostgaard, P. Larsen // *Foot Ankle Surg.* – 2018. – Vol. 24, No. 1. – P. 34-39. – DOI: 10.1016/j.fas.2016.11.002.

76. Erinç, S. Does it Matter the Fixation Method of the Posterior Malleolar Fragment in Trimalleolar Fractures? / S. Erinç, N. Cam // *Acta Chir. Orthop. Traumatol. Cech.* – 2021. – Vol. 88, No. 3. – P. 204–210.

77. Fernández-Rojas, E. Posterior Malleolar Fractures: Indications and Surgical Approaches / E. Fernández-Rojas, M. Herrera-Pérez, J. Vilá-Rico // *Rev. Esp. Cir. Ortop. Traumatol.* – 2023. – Vol. 67, No. 2. – P. 160–169. – DOI: 10.1016/j.recot.2022.10.019.
78. Fidan, F. Fixation of Posterior Malleolar Fractures with Posterior Plating through a Posterolateral Approach / F. Fidan, A. Polat, M.Ü. Çetin, [et al.] // *J. Am. Podiatr. Med. Assoc.* – 2021. – Vol. 111, No. 2. – Article\_9. – DOI: 10.7547/20-100.
79. Forberger, J. Posterolateral Approach to the Displaced Posterior Malleolus: Functional Outcome and Local Morbidity / J. Forberger, P.V. Sabandal, M. Dietrich, [et al.] // *Foot Ankle Int.* – 2009. – Vol. 30, No. 4. – P. 309–314. – DOI: 10.3113/FAI.2009.0309.
80. Gandham, S. Posterior malleolar fractures: A CT guided incision analysis / S. Gandham, G. Millward, A.P. Molloy, L.W. Mason // *Foot (Edinb).* – 2020. – Vol. 43. – P. 101662. – DOI: 10.1016/j.foot.2019.101662.
81. Gardner, M.J. Surgeon Practices Regarding Operative Treatment of Posterior Malleolus Fractures / M.J. Gardner, P.N. Streubel, J.J. McCormick, [et al.] // *Foot Ankle Int.* – 2011. – Vol. 32, No. 4. – P. 385–393. – DOI: 10.3113/FAI.2011.0385.
82. Georgiadis, G.M. Modified Tension Band Wiring of Medial Malleolar Ankle Fractures / G.M. Georgiadis, D.B. White // *Foot Ankle Int.* – 1995. – Vol. 16, No. 2. – P. 64–68. – DOI: 10.1177/107110079501600202
83. Gonzalez, T. Minimally Invasive Surgical Approach to Distal Fibula Fractures: a Technique Tip / T. Gonzalez, B. Chien, M. Ghorbanhoseini, J.Y. Kwon // *Arch. Bone Jt. Surg.* – 2017. – Vol. 5, No. 1. – P. 39–45.
84. 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, No. 9. – P. 678–685. – DOI: 10.1097/00005131-200210000-00012.
85. Hanhisuanto, S. The Functional Outcome and Quality of Life after Treatment of Isolated Medial Malleolar Fractures / S. Hanhisuanto, T. Kortekangas, H. Pakarinen, [et

al.] // *Foot Ankle Surg.* – 2017. – Vol. 23, No. 4. – P. 225–229. – DOI: 10.1016/j.fas.2016.06.004

86. Haraguchi, N. Pathoanatomy of Posterior Malleolar Fractures of the Ankle / N. Haraguchi, H. Haruyama, H. Toga, F. Kato // *J. Bone Joint Surg. Am.* – 2006. – Vol. 88, No. 5. – P. 1085–1092. – DOI: 10.2106/JBJS.E.00856.

87. Herscovici, D. Jr Conservative Treatment of Isolated Fractures of the Medial Malleolus / D. Herscovici Jr, J.M. Scaduto, A. Infante // *J. Bone Joint Surg. Br.* – 2007. – Vol. 89, No. 1. – P. 89–93. – DOI: 10.1302/0301-620X.89B1.18349.

88. Hunt, A.A. Historic Indications for Fixation of Posterior Malleolus Fractures: Where Did They Come from and Where Are We Now? / A.A. Hunt, C. Maschhoff, N. Van Rysselberghe, [et al.] // *Injury.* – 2024. – Vol. 55, No. 6. – P. 111537. – DOI: 10.1016/j.injury.2024.111537.

89. Hunter, T.B. Radiologic History Exhibit / T.B. Hunter, L.F. Peltier, P.J. Lund // *Radiographics.* – 2000. – Vol. 20, No. 3. – P. 819–836. – DOI: 10.1148/radiographics.20.3.g00ma20819.

90. Jain, S. Intramedullary Fixation of Distal Fibular Fractures: a Systematic Review of Clinical and Functional Outcomes / S. Jain, B.A. Haughton, C. Brew // *J. Orthopaedics Traumatol.* – 2014. – Vol. 15, No. 4. – P. 245–254. – DOI: 10.1007/s10195-014-0320-0.

91. Jeyaseelan, L. Outcomes of Posterior Malleolar Fixation in Ankle Fractures in a Major Trauma Centre / L. Jeyaseelan, N. Bua, L. Parker, [et al.] // *Injury.* – 2021. – Vol. 52, No. 4. – P. 1023–1027. – DOI: 10.1016/j.injury.2020.12.006.

92. Johnson, B.A. Comparison of Tension Band Wire and Cancellous Bone Screw Fixation for Medial Malleolar Fractures / B.A. Johnson, L.M. Fallat // *J. Foot Ankle Surg.* – 1997. – Vol. 36, No. 4. – P. 284–289. – DOI: 10.1016/s1067-2516(97)80074-9.

93. Kang, C. Screw Fixation of the Posterior Malleolus Fragment in Ankle Fracture / C. Kang, D.S. Hwang, J.K. Lee, [et al.] // *Foot Ankle Int.* – 2019. – Vol. 40, No. 11. – P. 1288–1294. – DOI: 10.1177/1071100719865895.

94. Kang, H.J. Epidemiology of Ankle Fractures in Korea: a Nationwide Population-Based Study / H.J. Kang, J.W. Lee, Y.M. Kwon, S.J. Kim // *J. Korean Med. Sci.* – 2022. – Vol. 37, No. 38. – P. e288. – DOI: 10.3346/jkms.2022.37.e288.
95. Kara, A.N. A Different Approach to the Treatment of Lateral Malleolar Fractures with Syndesmosis Injury: the ANK nail / A.N. Kara, C.Z. Esenyel, B.T. Sener, E. Merih // *J. Foot Ankle Surg.* – 1999. – Vol. 38, No. 6. – P. 394–402. – DOI: 10.1016/s1067-2516(99)80039-8
96. Karaismailoglu, B. Middle-Sized Posterior Malleolus Fractures: Fixed versus Non-Fixed— a Prospective Randomized Study / B. Karaismailoglu, O. Yildirim, L. Aslan, [et al.] // *Foot Ankle Surg.* – 2023. – Vol. 29, No. 4. – P. 329–333. – DOI: 10.1016/j.fas.2023.04.005.
97. Khandge, A. Posterolateral Versus Posteromedial Approach for Posterior Malleolus Fixation in Trimalleolar Fractures of the Ankle / A. Khandge, R. Salunkhe, A. Kale, [et al.] // *Cureus.* – 2024. – Vol. 16, No. 9. – P. e69402. – DOI: 10.7759/cureus.69402.
98. Kitaoka, H.B. Clinical Rating Systems for the Ankle-Hindfoot, Midfoot, Hallux, and Lesser Toes / H.B. Kitaoka, I.J. Alexander, R.S. Adelaar, [et al.] // *Foot Ankle Int.* – 1994. – Vol. 15, No. 7. – P. 349–353. – DOI: 0.1177/107110079401500701.
99. Klammer, G. Posterior Pilon Fractures: a Retrospective Case Series and Proposed Classification System / G. Klammer, A.R. Kadakia, D.A. Joos, [et al.] // *Foot Ankle Int.* – 2013. – Vol. 34, No. 2. – P. 189–199. – DOI: 10.1177/1071100712469334.
100. Labronici, P.J. CT Mapping for Complex Tibial Pilon Fractures: Understanding the Injury Pattern and Its Relation to the Approach Choice / P.J. Labronici, A.F.M. Junior, A.A.M. Da Silva, [et al.] // *Injury.* – 2021. – Vol. 52, Suppl. 3. – P. s70–s76. – DOI: 10.1016/j.injury.2021.04.064. Erratum in: *Injury.* – 2022. – Vol. 53, No. 2. – P. 817..
101. Lauge-Hansen, N. Fractures of the Ankle. II. Combined Experimental-Surgical and Experimental-Roentgenologic Investigations / N. Lauge-Hansen // *Arch Surg.* – 1950. – Vol. 60, No. 5. – P. 957–985.

102. Little, M.T. Complications Following Treatment of Supination External Rotation Ankle Fractures through the Posterolateral Approach / M.T. Little, M.B. Berkes, L.E. Lazaro, [et al.] // *Foot Ankle Int.* – 2013. – Vol. 34, No. 4. – P. 523–529. – DOI: 10.1177/1071100713477626.

103. Maluta, T. Can Treatment of Posterior Malleolus Fractures with Tibio-Fibular Instability be Usefully Addressed by Bartonicek Classification? / T. Maluta, E.M. Samaila, A. Amarossi, [et al.] // *Foot Ankle Surg.* – 2022. – Vol. 28, No. 1. – P. 126–133. – DOI: 10.1016/j.fas.2021.02.009.

104. Mangnus, L. Posterior Malleolar Fracture Patterns / L. Mangnus, D.T. Meijer, S.A. Stufkens, [et al.] // *Journal of Orthopaedic Trauma.* – 2015. – Vol. 29, No. 9. – P. 428–435. – DOI: 10.1097/bot.0000000000000330.

105. Marazzi, C. Minimally Invasive Plate Osteosynthesis (MIPO) versus Open Reduction and Internal Fixation (ORIF) in the Treatment of Distal Fibula Danis-Weber Types B and C Fractures / C. Marazzi, M. Wittauer, M.T. Hirschmann, E.A. Testa // *J Orthop Surg Res.* – 2020. – Vol. 15, No. 1. – P. 491. – DOI: 10.1186/s13018-020-02018-5.

106. Martijn, H.A. High Incidence of (Osteo)chondral Lesions in Ankle Fractures / H.A. Martijn, K.T.A. Lambers, J. Dahmen, [et al.] // *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* – 2021. – Vol. 29, No. 5. – P. 1523–1534. – DOI: 10.1007/s00167-020-06187-y.

107. Martin, K.D. Outcomes of Posterior Arthroscopic Reduction and Internal Fixation (PARIF) for the Posterior Malleolar Fragment in Trimalleolar Ankle Fractures / K.D. Martin, C.T. Tripp, J. Huh // *Foot Ankle Int.* – 2021. – Vol. 42, No. 2. – P. 157–165. – DOI: 10.1177/1071100720955149.

108. Mason, L.W. Posterior Malleolar Ankle Fractures: An Effort at Improving Outcomes / L.W. Mason, A. Kaye, J. Widnall, [et al.] // *JB JS Open Access.* – 2019. – Vol. 4, No. 2. – P. e0058. – DOI: 10.2106/JBJS.OA.18.00058.

109. Mason, L.W. Pathoanatomy and Associated Injuries of Posterior Malleolus Fracture of the Ankle / L.W. Mason, W.J. Marlow, J. Widnall, A.P. Molloy // *Foot Ankle Int.* – 2017. – P. 1071100717719533

110. McDaniel, W.J. Trimalleolar Fractures of the Ankle. An End Result Study / W.J. McDaniel, F.C. Wilson // *Clin Orthop Relat Res.* – 1977. – No. 122. – P. 37–45.
111. 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, No. 1. – P. 1–170.
112. Meulenkamp, B. Posterior Malleolus Exposure / B. Meulenkamp, H. Louati, J. Morellato, [et al.] // *OTA Int.* – 2019. – Vol. 2, No. 2. – P. e021. – DOI: 10.1097/OI9.0000000000000021.
113. Michelson, J.D. Syndesmotic Ankle Fractures / J.D. Michelson, M. Wright, M. Blankstein // *J. Orthop. Trauma.* – 2018. – Vol. 32, No. 1. – P. 10–14. – DOI: 10.1097/BOT.00000000000000937.
114. Mingo-Robinet, J. Ankle Fractures with Posterior Malleolar Fragment: Management and Results / J. Mingo-Robinet, L. López-Durán, J.E. Galeote, C. Martinez-Cervell // *J. Foot Ankle Surg.* – 2011. – Vol. 50, No. 2. – P. 141–145. – DOI: 10.1053/j.jfas.2010.12.013.
115. Mitsuzawa, S. Comparison of Four Posterior Approaches of the Ankle: A Cadaveric Study / S. Mitsuzawa, H. Takeuchi, M. Ando, [et al.] // *OTA Int.* – 2020. – Vol. 3, No. 3. – P. e085. – DOI: 10.1097/OI9.0000000000000085.
116. Moore, K.L. Clinically Oriented Anatomy / K.L. Moore, A.F. Dalley, A.M.R. Agur. – 8th ed. – Philadelphia : Wolters Kluwert, 2018. – 1153 p.
117. Murphy, S.C. Syndesmotic Injury with Ankle Fracture: A Systematic Review of Screw vs Dynamic Fixation / S.C. Murphy, B. Murphy, P. O'Loughlin // *Ir. J. Med. Sci.* – 2024. – Vol. 193, No. 3. – P. 1323–1330. – DOI: 10.1007/s11845-024-03619-3.
118. Nasrallah, K. Trimalleolar fracture: The Endless Posterior Malleolus Fracture Debate, to Repair or Not to Repair? / K. Nasrallah, B. Einal, H. Shtarker // *Orthop. Rev. (Pavia).* – 2021. – Vol. 13, No. 1. – P. 8784. – DOI: 10.4081/or.2021.8784.
119. Neumann, A.P. Ankle Fractures Involving the Posterior Malleolus: Patient Characteristics and 7-Year Results in 100 Cases / A.P. Neumann, S. Rammelt // *Arch. Orthop.*

Trauma Surg. – 2022. – Vol. 142, No. 8. – P. 1823–1834. – DOI: 10.1007/s00402-021-03875-3.

120. O'Connor, T.J. "A to P" Screw versus Posterolateral Plate for Posterior Malleolus Fixation in Trimalleolar Ankle Fractures / T.J. O'Connor, B. Mueller, T.V. Ly, [et al.] // J. Orthop. Trauma. – 2015. – Vol. 29, No. 4. – P. e151–e156. – DOI: 10.1097/BOT.0000000000000230.

121. Odak, S. Management of Posterior Malleolar Fractures: A Systematic Review / S. Odak, R. Ahluwalia, P. Unnikrishnan, [et al.] // J. Foot Ankle Surg. – 2016. – Vol. 55, No. 1. – P. 140–145. – DOI: 10.1053/j.jfas.2015.04.001.

122. Ostrum, R.F. Tension Band Fixation of Medial Malleolus Fractures / R.F. Ostrum, A.S. Litsky // J. Orthop. Trauma. – 1992. – Vol. 6, No. 4. – P. 464–468. – DOI: 10.1097/00005131-199212000-00013.

123. Papachristou, G. Early Weight Bearing after Posterior Malleolar Fractures: an Experimental and Prospective Clinical Study / G. Papachristou, N. Efstathopoulos, C. Levidiotis, E. Chronopoulos // J. Foot Ankle Surg. – 2003. – Vol. 42, No. 2. – P. 99–104. – DOI: 10.1016/s1067-2516(03)70009-x.

124. Pflüger, P. Evaluation of Ankle Fracture Classification Systems in 193 Trimalleolar Ankle Fractures / P. Pflüger, F. Harder, K. Müller, [et al.] // Eur. J. Trauma Emerg. Surg. – 2022. – Vol. 48, No. 5. – P. 4181–4188. – DOI: 10.1007/s00068-022-01959-2.

125. Philpott, M.D.G. Posterior Approaches to the Ankle - an Analysis of 3 Approaches for Access to the Posterior Malleolar Fracture / M.D.G. Philpott, M.L.T. Jayatilaka, G. Millward, [et al.] // Foot (Edinb). – 2020. – Vol. 45. – P. 101725. – DOI: 10.1016/j.foot.2020.101725.

126. Pilskog, K. Traditional Approach vs Posterior Approach for Ankle Fractures Involving the Posterior Malleolus / K. Pilskog, T.B. Gote, H.E.J. Odland, [et al.] // Foot Ankle Int. – 2021. – Vol. 42, No. 4. – P. 389–399. – DOI: 10.1177/1071100720969431.

127. Pino, F. Reduction Quality in Posterior Malleolar Fractures Using a Modified Posteromedial Ankle Approach / F. Pino, L. Lagos, C. Urbina, [et al.] // *Foot Ankle Orthop.* – 2024. – Vol. 9, No. 4. – P. 24730114241290201. – DOI: 10.1177/24730114241290201.

128. Pollard, J.D. Considerations with Fractures of the Posterior Malleolus in Ankle Fractures / J.D. Pollard, C.E. Krcal Jr. // *Clin Podiatr Med Surg.* – 2024. – Vol. 41, No. 1. – P. 103–117. – DOI: 10.1016/j.cpm.2023.07.010.

129. Porta, J. Safety of the Modified Posteromedial Approach in Complex Ankle Fractures: Comparative Analysis versus Posterolateral Access / J. Porta, I. Toledo, M. Mangupli, [et al.] // *Injury.* – 2023. – Vol. 54, Suppl. 6. – P. 110858. – DOI: 10.1016/j.injury.2023.110858.

130. Sanders, D.W. Operative versus Nonoperative Treatment of Unstable Lateral Malleolar Fractures: A Randomized Multicenter Trial / D.W. Sanders, C. Tieszer, B. Corbett, Canadian Orthopedic Trauma Society // *J. Orthop. Trauma.* – 2012. – Vol. 26, No. 3. – P. 129–134. – DOI: 10.1097/BOT.0b013e3182460837.

131. Sarter, M. In Which Cases Do We Operate? Posterior Malleolar Fractures—Intraobserver and Interobserver Reliability of the Bartoníček/Rammelt Classification and Corresponding Surgery Rates / M. Sarter, F. Krane, T. Leschinger, [et al.] // *Foot Ankle Spec.* – Published online 2024. – DOI: 10.1177/19386400241250154.

132. Shah, K.N. External Fixation in the Emergency Department for Pilon and Unstable Ankle Fractures / K.N. Shah, J.P. Johnson, S.W. O'Donnell, [et al.] // *J. Am. Acad. Orthop. Surg.* – 2019. – Vol. 27, No. 12. – P. e577–e584. – DOI: 10.5435/JAAOS-D-18-00080.

133. Shah, Y.R.S. Comparison of Outcome Following either One or Two Screws for Medial Malleolar Fracture Fixation / Y.R.S. Shah, R.F. Faroug, T.M. Myszewski, [et al.] // *Injury Extra.* – 2009. – Vol. 40, No. 10. – P. 223–224. – DOI: 10.1016/j.injury.2009.06.272.

134. Shariff, S.S. Lauge-Hansen Classification—A Literature Review / S.S. Shariff, D.K. Nathwani // *Injury.* – 2006. – Vol. 37, No. 9. – P. 888–890. – DOI: 10.1016/j.injury.2006.05.0133.

135. Smith, G. Biomechanical Comparison of Intramedullary Fibular Nail Versus Plate and Screw Fixation / G. Smith, S.P. Mackenzie, R.J. Wallace, [et al.] // *Foot Ankle Int.* – 2017. – Vol. 38, No. 12. – P. 1394–1399. – DOI: 10.1177/1071100717731757.

136. Su, Y.C. Insights into Optimal Surgical Fixation for Posterior Malleolar Fractures / Y.C. Su, Y.Y. Wang, C.J. Fang, [et al.] // *Bone Jt Open.* – 2024. – Vol. 5, No. 3. – P. 227–235. – DOI: 10.1302/2633-1462.53.BJO-2023-0133.R1.

137. Teimouri, M. Operative Treatment Results of Posterior Malleolar Fractures in Trimalleolar Fractures with Screw Fixation and Plate Fixation: Short-Term Results / M. Teimouri, H. Akbari Aghdam, R. Alipoor, S.S. Lalehzar // *Int. J. Burns Trauma.* – 2024. – Vol. 14, No. 1. – P. 14–24. – DOI: 10.62347/YWLY8048.

138. Tenenbaum, S. Posterior Malleolus Fractures / S. Tenenbaum, N. Shazar, N. Bruck, J. Bariteau // *Orthopedic Clinics of North America.* – 2017. – Vol. 48, No. 1. – P. 81–89. – DOI: 10.1016/j.ocl.2016.08.004.

139. Tosun, B. Posterior Malleolus Fractures in Trimalleolar Ankle Fractures: Malleolus versus Transyndesmal Fixation / B. Tosun, O. Selek, U. Gok, H. Ceylan // *Indian J Orthop.* – 2018. – Vol. 52, No. 3. – P. 309–314. – DOI: 10.4103/ortho.IJOrtho\_308\_16.

140. Urrutia, T. Safety and exposure area in three different posteromedial surgical approaches for the treatment of ankle fractures. A cadaveric study / T. Urrutia, S. Morales, M. Mendez, [et al.] // *Foot Ankle Surg.* – 2024. – Vol. 30, No. 7. – P. 557–561. – DOI: 10.1016/j.fas.2024.04.009.

141. Vacas-Sánchez, E. How to Address the Posterior Malleolus in Ankle Fractures? A Decision-Making Model Based on the Computerised Tomography Findings / E. Vacas-Sánchez, C. Olaya-González, A. Abarquero-Diezhandino, [et al.] // *Int Orthop.* – 2020. – Vol. 44, No. 6. – P. 1177–1185. – DOI: 10.1007/s00264-020-04481-5.

142. Verhage, S.M. Open Reduction and Internal Fixation of Posterior Malleolar Fractures Using the Posterolateral Approach / S.M. Verhage, F. Boot, I.B. Schipper, J.M. Hoogendoorn // *Bone Joint J.* – 2016. – Vol. 98-B, No. 6. – P. 812–817. – DOI: 10.1302/0301-620X.98B6.36497.

143. Verhage, S.M. Persistent Postoperative Step-Off of the Posterior Malleolus Leads to Higher Incidence of Post-Traumatic Osteoarthritis in Trimalleolar Fractures / S.M. Verhage, P. Krijnen, I.B. Schipper, J.M. Hoogendoorn // *Arch Orthop Trauma Surg.* – 2019. – Vol. 139, No. 3. – P. 323–329. – DOI: 10.1007/s00402-018-3056-0.

144. Vidović, D. Posterior Fragment in Ankle Fractures: Anteroposterior vs Posteroanterior Fixation / D. Vidović, E. Elabjer, I.V.A. Muškardin, M. Milosevic, M. Bekic, B. Bakota // *Injury.* – 2017. – Vol. 48, No. 5. – P. 65–69. – DOI: 10.1016/S0020-1383(17)30743-X.

145. Vrahas, M. Intraarticular Contact Stresses with Simulated Ankle Malunions / M. Vrahas, F. Fu, B. Veenis // *J Orthop Trauma.* – 1994. – Vol. 8, No. 2. – P. 159–166. – DOI: 10.1097/00005131-199404000-000144.

146. Wang, R. A network meta-analysis of the efficacy of arthrodesis with various fixation methods in the treatment of advanced ankle osteoarthritis / R. Wang, J. Wu, I. Akhtyamov [et al.] // *Injury.* – 2023. – Vol. 54, No. 7. – P. 110794. - DOI: 10.1016/j.injury.2023.05.025.

147. Wang, Y. Modified Posteromedial Approach for Treatment of Posterior Pilon Variant Fracture / Y. Wang, J. Wang, C.F. Luo // *BMC Musculoskelet Disord.* – 2016. – Vol. 17, No. 1. – P. 328. – DOI: 10.1186/s12891-016-1182-9.

148. Wawrose, R.A. Temporizing External Fixation vs Splinting Following Ankle Fracture Dislocation / R.A. Wawrose, L.S. Grossman, M. Tagliaferro, [et al.] // *Foot Ankle Int.* – 2020. – Vol. 41, No. 2. – P. 177–182. – DOI: 10.1177/1071100719879431.

149. White, T.O. A Prospective Randomised Controlled Trial of the Fibular Nail versus Standard Open Reduction and Internal Fixation for Fixation of Ankle Fractures in Elderly Patients / T.O. White, K.E. Bugler, P. Appleton, [et al.] // *The Bone & Joint Journal.* – 2016. – Vol. 98-B, No. 9. – P. 1248–1252. – DOI: 10.1302/0301-620x.98b9.35837

150. Chen, X.-Z. Prevalence and Associated Factors of Intra-Articular Lesions in Acute Ankle Fractures Evaluated by Arthroscopy and Clinical Outcomes with Minimum 24-

Month Follow-Up / X.-Z. Chen, Y. Chen, Q.-Z. Zhu, [et al.] // *Chin Med J (Engl)*. – 2019. – Vol. 132, No. 15. – P. 1802–1806. – DOI: 10.1097/CM9.0000000000000342.

151. Xu, Y. The Clinical Efficacy of Suture-Button Fixation and Trans-Syndesmotic Screw Fixation in the Treatment of Ankle Fracture Combined With Distal Tibiofibular Syndesmosis Injury: A Retrospective Study / Y. Xu, R. Kang, M. Li, [et al.] // *J Foot Ankle Surg*. – 2022. – Vol. 61, No. 1. – P. 143–148. – DOI: 10.1053/j.jfas.2021.07.009.

152. Yang, L. Posterolateral Approach for Posterior Malleolus Fixation in Ankle Fractures: Functional and Radiological Outcome Based on Bartonicek Classification / L. Yang, G. Yin, J. Zhu, [et al.] // *Arch Orthop Trauma Surg*. – 2023. – Vol. 143, No. 7. – P. 4099–4109. – DOI: 10.1007/s00402-022-04620-0.

153. Zengerink, M. Complications in Ankle Arthroscopy / M. Zengerink, C.N. van Dijk // *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. – 2012. – Vol. 20, No. 8. – P. 1420–1431. – DOI: 10.1007/s00167-012-2063-x.

154. Zhang, J. Characteristics and proposed classification system of posterior pilon fractures / J. Zhang, H. Wang, C. Pen, [et al.] // *Medicine (Baltimore)*. – 2019. – Vol. 98, No. 3. – P. e14133. – DOI: 10.1097/MD.00000000000014133.

155. Zhong, S. Comparison of Posteromedial Versus Posterolateral Approach for Posterior Malleolus Fixation in Trimalleolar Ankle Fractures / S. Zhong, L. Shen, J.G. Zhao, [et al.] // *Orthop Surg*. – 2017. – Vol. 9, No. 1. – P. 69–76. – DOI: 10.1111/os.12308.

156. Zhou, Q. Posterolateral Approach with Buttress Plates and Cannulated Screw Fixation for Large Posterior Malleolus Fractures / Q. Zhou, H. Lu, Z. Wang, [et al.] // *J Foot Ankle Surg*. – 2017. – Vol. 56, No. 6. – P. 1173–1179. – DOI: 10.1053/j.jfas.2017.05.028.