

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ МЕДИЦИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
МИНИСТЕРСТВА ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

*На правах рукописи*

**Ван Жоши**

**Применение метода электромиостимуляции при стабилизирующих  
операциях на голеностопном суставе**

3.1.8 – травматология и ортопедия

**ДИССЕРТАЦИЯ**

на соискание ученой степени  
кандидата медицинских наук

Научный руководитель:  
доктор медицинских наук, профессор,  
Ахтямов Ильдар Фуатович

Казань - 2024

## ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ .....	4
ГЛАВА 1 СОВРЕМЕННЫЕ ПОДХОДЫ К ХИРУРГИЧЕСКОМУ ЛЕЧЕНИЮ ПАЦИЕНТОВ С ОСТЕОАРТРОЗОМ ГОЛЕНОСТОПНОГО СУСТАВА [ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ].....	11
1.1 Остеоартроз: эпидемиология, этиопатогенез, клиническая картина.....	11
1.2 Проблемные вопросы лечения дегенеративно-дистрофического поражения голеностопного сустава .....	14
1.3 Обзор хирургических вмешательств на голеностопном суставе у пациентов с остеоартрозом .....	16
1.3.1 Надлодыжечная остеотомия .....	17
1.3.2 Стабилизирующие операции на голеностопном суставе.....	19
1.4 Авторский метаанализ перспективного расширения применения артроскопической техники в сравнении с традиционным открытым артродезом голеностопного сустава при лечении пациентов на поздней стадии остеоартроза.....	24
1.5 Основные виды осложнений после хирургического лечения остеоартроза голеностопного сустава и методы их профилактики .....	34
ГЛАВА 2 МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ .....	42
2.1 Характеристика групп исследования .....	42
2.2 Хирургические технологии.....	50
2.3 Методы исследования .....	52
2.4 Статистические методы обработки результатов исследования .....	59
2.5 Дизайн исследования.....	60
ГЛАВА 3 РЕЗУЛЬТАТЫ СОБСТВЕННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ.....	63
3.1 Общий анализ результатов артродеза голеностопного сустава .....	63
3.2 Результаты сравнительного анализа исходов хирургического лечения остеоартроза различной этиологии .....	65
3.2.1 Анализ результатов в группе нетравматического остеоартроза .....	65
3.2.2 Анализ результатов в группе посттравматического остеоартроза .....	70
3.2.3 Сравнительный анализ исходов хирургического лечения остеоартроза различной этиологии .....	75

3.3 Результаты анализа исходов хирургического лечения остеоартроза при различных методах хирургической фиксации .....	78
ГЛАВА 4 АНАЛИЗ ИСХОДОВ И ПРОФИЛАКТИКА ПОСЛЕОПЕРАЦИОННЫХ ОСЛОЖНЕНИЙ ПРИ АРТРОДЕЗЕ ГОЛЕНОСТОПНОГО СУСТАВА .....	94
4.1 Общий анализ послеоперационных осложнений при артродезе голеностопного сустава.....	94
4.2 Результаты оценки эффективности различных подходов к профилактике тромбоэмболических осложнений при артродезе голеностопного сустава	96
4.2.1 Результаты оценки эффективности традиционного подхода к профилактике тромбоэмболических осложнений при артродезе голеностопного сустава.....	97
4.2.2 Результаты оценки эффективности авторского подхода к профилактике тромбоэмболических осложнений при артродезе голеностопного сустава.....	105
4.2.3 Сравнительная оценка различных подходов к профилактике тромбоэмболических осложнений при артродезе голеностопного сустава .....	112
ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....	121
ВЫВОДЫ.....	128
ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ .....	129
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ СОКРАЩЕНИЙ .....	130
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ .....	131
Приложение .....	144

## ВВЕДЕНИЕ

### Актуальность проблемы

Остеоартроз (ОА) на протяжении десятилетий остается актуальной междисциплинарной проблемой. В значительной степени это обусловлено тем, что в мире наблюдается тенденция к росту этого заболевания. В августе 2018 г. Управление качеством пищевых продуктов и лекарственных препаратов Food and Drug Administration (FDA) ОА признало серьезным заболеванием. По оценкам Глобального исследования бремени болезней за 2019 г., ОА страдает 7% населения земного шара, что составляет более 500 млн человек (Филимонова О.Г., 2022). Значимость проблемы для современной медицины связана с тяжелыми последствиями заболевания. По данным официальной статистики, в 2019 г. ОА занимал 15-е место среди всех нозологий, вызывающих инвалидность и реально ассоциируется с увеличением риска летальности (Лиля А.М. и др., 2021). В связи с этим возникает необходимость изучения патогенеза, факторов риска развития, методов ранней диагностики и лечения ОА, чтобы предотвратить его прогрессирование и инвалидизацию пациента (de Campos C.G. et al., 2020).

Как известно, одним из наиболее уязвимых суставов является голеностопный. Среди значительного числа патологий связанных с голеностопным суставом, кроме травмы, несомненно, лидирующее место занимает группа артрозов различной этиологии (Котельников Г.П. и др., 2021). Травмы сустава составляют 12–24% всех костных повреждений, в структуре переломов костей голени достигают 40–60%. Повреждениям этой области чаще подвержены лица трудоспособного возраста (60–70%), причём посттравматический артроз голеностопного сустава развивается в 60% случаях, а инвалидизация составляет 8,8 – 46,0% (Горбатов Р.О. и др., 2016).

Несмотря на разнообразие методов лечения ОА голеностопного сустава, количество неудовлетворительных результатов составляет 7–38% (Горбатов Р.О. и др., 2016). На ранних стадиях патологии предпочтительно консервативное лечение (Suo H. et al., 2020). Хирургия голеностопного сустава во II и III стадии артроза состоит из надлодыжечной остеотомии, артроскопической обработки голеностопного сустава и др. (Harada S. et al., 2021). Корректирующие остеотомии восстанавливают биомеханическую ось

конечности, обеспечивают разгрузку альтерированного суставного хряща. Однако, несмотря на усилия специалистов, применение корригирующих остеотомий является эффективным только в 75–92,5% случаев (Кауц О.А. et al., 2022).

Одним из часто применяемых, а в ряде случаев единственно возможным методом лечения пациентов с ОА голеностопного сустава III–IV стадии является артродезирование (далее артродез). Метод сохраняет опороспособность, купирует болевой синдром и сохраняет привычный образ жизни многим пациентам. Однако, по данным исследований, при артродезе процент осложнений достигает 60, из них инфекционные - от 5 до 20%, частота ложного сустава - около 20% (Сливков К.А. и др., 2013). Фатальны тромбоэмболические осложнения, что требует профилактических мероприятий при плановой операции (Хоминец В.В., 2022). По данным ряда исследований частота ВТЭ после операций на голеностопном суставе достигает 5,09% (в том числе эмболии легочной артерии - 0,9%) (Saragas N.P. et al., 2014).

**Степень разработанности проблемы.** Эффективность ряда подходов к хирургическому лечению пациентов с артрозом голеностопного сустава изучена в работе В.В. Хоминаца (2022). Однако автор не затрагивал проблему профилактики тромбоэмболических осложнений (ТЭО) после операций. И. Ф. Ахтямов (2017) в исследовании, в котором участвовали пациенты, которые перенесли эндопротезирование тазобедренного сустава по поводу остеоартроза, предложил метод электронейромиостимуляции (в дальнейшем электромиостимуляции - ЭМС) мышц голени на фоне эластической компрессии в сочетании с прямыми антикоагулянтами.

В исследовании В.Н. Оболенского (2015) показана высокая эффективность непрямой электроимпульсной миостимуляции в качестве профилактики ТЭО у пациентов с переломами костей голени. Однако пациенты с ОА в данное исследование включены не были. Не учтено в работе и влияние ЭМС на профилактику атрофии мышц голени, как и влияние на сохранение функции в пораженном суставе. Следует подчеркнуть, что сегодня метод вошёл в проект российских рекомендаций по профилактике ТЭО в

качестве альтернативного (Божкова С.А. и др., 2022; Селиверстов С.И. и др., 2023).

Хотя венозная тромбоэмболия после основных ортопедических процедур на бедре и колене хорошо документирована и пациентам регулярно проводится соответствующая профилактика, хирургия стопы и голеностопного сустава ошибочно рассматривается большинством врачей как хирургия с низким риском подобных осложнений. В результате, комплексная профилактика тромбоза глубоких вен назначается нерегулярно, что подтверждается научными публикациями (Wukich D.K., Waters D.H., 2008).

В связи с этим, возникает необходимость совершенствования методов лечения пациентов с поздними стадиями остеоартроза голеностопного сустава и профилактики возможных осложнений, основанной на мультимодальном подходе.

На основании сказанного, была сформулирована цель работы.

### **Цель исследования**

Улучшить клиничко-функциональные результаты хирургического лечения пациентов с остеоартрозом голеностопного сустава путем совершенствования мультимодальной системы профилактики развития послеоперационных осложнений.

### **Задачи исследования**

1. Провести анализ научной литературы, касающейся применения вариантов артрорезирования голеностопного сустава у пациентов с поздней стадией остеоартроза.
2. Оценить эффективность проведения артрореза голеностопного сустава у пациентов с остеоартрозом травматической и нетравматической этиологии.
3. Изучить и сравнить результаты лечения пациентов с остеоартрозом на поздних стадиях патологического процесса при применении различных вариантов фиксации костных фрагментов в ходе артрорезирования голеностопного сустава.

4. Усовершенствовать метод мультимодальной профилактики тромбоэмболических осложнений при хирургических вмешательствах области голеностопного сустава на основе электромиостимуляции.

### **Научная новизна**

Впервые дана оценка результатов артрореза голеностопного сустава у пациентов с остеоартрозом различной этиологии. Установлено, что исходы стабилизирующих операций не зависят от этиологии остеоартроза голеностопного сустава в поздних стадиях.

Получены новые сведения об эффективности различных методов хирургической фиксации после операции артрореза голеностопного сустава. Различия в количестве осложнений при долгосрочном наблюдении незначительны, а эффективность методов практически одинаковая.

Впервые в профилактике тромбоэмболических осложнений после хирургического лечения остеоартроза голеностопного сустава был использован метод электромиостимуляции. За основу совершенствования мультимодального подхода профилактики взят «Способ предотвращения тромбоза вен нижних конечностей при операциях на голеностопном суставе» (Патент РФ на изобретение RU 2786799 от 26.12.2022 г.). Метод позволил минимизировать развитие тромбов вен нижних конечностей. Положительное влияние подтверждают результаты лечения и общая реакция организма в послеоперационный период у пациентов.

Впервые проведен метаанализ литературных источников по возможному применению артроскопической техники и традиционному открытому артрорезу голеностопного сустава. Полученные результаты свидетельствуют о том, что артроскопическая техника является перспективным методом при стабилизирующих операциях на голеностопном суставе.

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

1. Эффективность стабилизирующих операций не зависит от этиологии остеоартроза голеностопного сустава в поздних стадиях, а применение различных методов хирургической фиксации костных

фрагментов после артрореза голеностопного сустава достоверно не различается.

2. Оптимальным средством предотвращения тромбоэмболических осложнений и восстановления функциональных возможностей после артрорезирования голеностопного сустава у пациентов с поздними стадиями ОА является мультимодальный подход, включающий электромиостимуляцию мышц нижних конечностей.

### **Практическая значимость**

Установлено, что для лечения пациентов на поздних стадиях остеоартроза голеностопного сустава эффективно использовать открытые техники артрореза. Перспективным методом по литературным данным, является артроскопический вариант вмешательства. Важно наличие должной практики медицинского персонала и соответствующего оборудования.

Выявлено, что выбор хирургического метода в меньшей степени зависит от этиологии остеоартроза голеностопного сустава в поздних стадиях патологического процесса, поскольку исходы, как и количество осложнений, хотя и незначимо, но связаны с выбором варианта фиксации костных фрагментов при артрорезе.

Показано, что предлагаемый мультимодальный подход к профилактике тромбоэмболических осложнений с использованием электромиостимуляции после хирургического лечения остеоартроза голеностопного сустава более эффективен, чем традиционный.

### **Степень достоверности полученных результатов**

Число клинических наблюдений, проведение исследования на базе нескольких лечебных учреждений и обработка данных методами доказательной медицины подтверждают результаты и выводы квалификационного исследования.

### **Апробация и реализация работы**

Результаты работы были представлены на Ежегодных Всероссийских конференциях молодых ученых «Белые цветы – 2022, 2023», г. Казань, VI Евразийском ортопедическом форуме – 2023, г. Казань; на VII и VIII



Пироговском форумах травматологов-ортопедов – 2022, 2023, г. Махачкала, г. Москва; Межрегиональной научно-практической конференции «Актуальные вопросы травматологии и ортопедии Дальнего Востока»; VII съезде травматологов-ортопедов Дальневосточного федерального округа – 2023, г. Улан-Удэ.

### **Интеграция результатов работы в клиническую практику**

В учебный курс кафедры травматологии, ортопедии и хирургии экстремальных состояний ФГБОУ ВО Казанский ГМУ Минздрава России включены теоретические и практические рекомендации диссертации.

Результаты исследования были использованы в практике ГАУЗ «Городская клиническая больница №7 имени М. Н. Садыкова» г. Казани.

### **Публикации**

Результаты исследований были опубликованы в шести научных изданиях. 4 статьи - в ведущих рецензируемых научных журналах из Перечня ВАК Минобрнауки РФ, одна из них была включена в рецензируемый научный журнал, входящий в Международную научную базу цитирования Scopus. Автором получен патент РФ на изобретение.

Исследование соответствует содержанию специальности 3.1.8 «Травматология и ортопедия» и её одному из направлений «Экспериментальная и клиническая разработка, совершенствование методов лечения заболеваний и повреждений опорно-двигательной системы, их последствий, а также предупреждение, диагностика и лечение возможных осложнений».

### **Связь диссертационной темы с планом основных научно-исследовательских работ**

Квалификационное исследование было включено в научно-исследовательскую программу кафедры Травматологии, ортопедии и хирургии экстремальных состояний ФГБОУ ВО Казанский государственный медицинский университет Минздрава России.

### **Участие диссертанта в получении научных результатов, изложенных в работе**

Сбор анамнеза, осмотр пациентов, участие в операциях на голеностопных суставах, анализ и обработка данных осуществлялись диссертантом. Диссертант индивидуально разработал метод профилактики тромбоэмболических осложнений и был первым автором всех научных работ, которые опубликовал.

### **Объем и структура работы**

Диссертация состоит из 145 страниц, включающих введение, обзор литературы, собственные исследования, результаты, заключение, практические рекомендации и список литературы, состоящий из 54 отечественных и 76 зарубежных публикаций. Работа содержит 64 рисунка и 14 таблиц. Написана на русском языке.

# ГЛАВА 1 СОВРЕМЕННЫЕ ПОДХОДЫ К ХИРУРГИЧЕСКОМУ ЛЕЧЕНИЮ ПАЦИЕНТОВ С ОСТЕОАРТРОЗОМ ГОЛЕНОСТОПНОГО СУСТАВА [ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ]

## 1.1 Остеоартроз: эпидемиология, этиопатогенез, клиническая картина

Хроническое заболевание суставов, называемое остеоартритом, приводит к инвалидизации и вызывает значительные страдания больного (Алексеева Л. И. и др., 2015; Wang R. et al., 2023).

Остеоартроз (остеоартрит) — это состояние, при котором микро- или макроповреждения вызывают клеточный стресс и приводят к деградации экстрацеллюлярного матрикса. Они создают провоспалительные пути в иммунной системе, что приводит к другим необычным восстановительным реакциям. Деградация хряща, ремоделирование кости, образование остеофитов, воспаление и развитие заболеваний могут быть вызваны изменениями на молекулярном уровне. В результате остеоартроз представляет собой органное поражение всего сустава, состоящего из субхондральной кости, хряща, синовиальной оболочки, капсулы, мышц и связок (Алексеева Л. И. и др., 2019).

Интерес к ОА связан с распространением этой патологии, риском снижения трудоспособности и инвалидизацией пациентов (Loeser R.F. et al., 2012). Патология является распространенным заболеванием суставов, которое диагностируется у 10% населения планеты (Branco J.C. et al., 2016). 81 миллион больных ОА зарегистрирован в 5 европейских странах и более 380 миллионов – в странах объединения БРИКС (Wallace I.J. et al., 2017). По оценкам Глобального исследования бремени болезней за 2019 г., ОА страдает более 500 млн человек (Филимонова О. Г., 2022).

Результаты, представленные ВОЗ, свидетельствуют о том, что ОА свойственен более 40% пожилых людей, 80% из них испытывают затруднения в движении суставов, а 25% утратили способность к повседневной деятельности (Canizares M. et al., 2008).

В 2020 г. были опубликованы выводы Комиссии Lancet, свидетельствующие о том, что за последние 30 лет число больных ОА в мире выросло на 48%, при этом наблюдается постоянный прирост показателя -

количество лет, прожитых в нетрудоспособном состоянии (Ли́ла А.М. и др., 2021).

В России частота ОА среди населения старше 18 лет составляет 13% (Насонов Е. Л., 2020). Результаты эпидемиологических исследований свидетельствуют о росте распространенности ОА в популяции (Алексеева Л.И. и др., 2019; Wallace I.J. et al., 2017). Так, по данным работы Р.М. Балабановой и Т.В. Дубининой (2019), изучавших заболеваемость костно-мышечной системы и распространенность её среди взрослых россиян за 2013—2017 гг. Этот показатель остается на высоком уровне и продолжает расти. Согласно отчетам Минздрава России, за этот период число пациентов с ОА в стране увеличилось на 3,7% и составило 4 302 821. Однако эти данные отражают только зарегистрированные случаи заболевания.

В настоящее время ОА признан гетерогенным заболеванием, на которое влияют многие факторы (Bijlsma J. et al., 2011): пол, раса, гормональный статус, генетические факторы, минеральная плотность костей, локальные травмы, слабость мышц, нарушение оси сустава, аномалии развития костно-мышечной системы, гипермобильность, дисплазия суставов, ожирение и определенная спортивная нагрузка.

Большое количество предикторов развития патологии, а также неоднозначные сведения о них, указывают на то, что необходимо продолжить исследования в этой области. Все метаанализы показали высокую гетерогенность среди пациентов, что объясняет противоречивые данные.

Выделяют два основных патогенетических варианта ОА: первичный и вторичный. Первичный ОА - идиопатический, развивается в суставах, ранее не поврежденных, при отсутствии очевидного причинного механизма (Лучихина Л.В. и др., 2017).

### *Первичные и вторичные остеоартрозы*

Существует теория, согласно которой изменения, происходящие в субхондральной кости, возможно, являются первичными и инициируют деградацию хряща. Это указывает на то, что субхондральная кость способна производить значительное количество провоспалительных цитокинов и ревматоидного фактора. Эти вещества проникают в вышележащий хрящ и разрушают хрящевую ткань в результате образования микротрещин в хряще и

сосудистой инвазии в области кальцифицированного хряща. Ремоделирование матрикса усиливается при ОА в субхондральной кости (Yamada K. et al., 2003).

При первичном артрозе страдают чаще тазобедренный и коленный суставы, суставы кистей и позвоночника, а реже голеностопный и плечевой, локтевой и лучезапястный суставы. Причины в различных биомеханических, биологических, анатомических факторах (Kraus V.V. et al., 2015). По научным данным, первичный остеоартроз голеностопного сустава (ГСС) встречается в 10% от всех случаев.

Травма - основная причина вторичного остеоартроза (Grunfeld R. et al., 2013). На голеностопный сустав приходится 20–30% всех травм опорно-двигательной системы. Ежегодно происходит до 6 миллионов переломов лодыжки из-за травмы, у 5–10% из них наблюдается неполноценное сращение (Шостак Н. А., 2018). Посттравматический артроз ГСС формируется у 78% пациентов (Thomas A.C. et al., 2017).

У вторичного ОА явные признаки:

- Эндокринные и метаболические заболевания включают болезнь Вильсона, болезнь Гоше, заболевания, связанные с кристаллами, такие как подагра, пирофосфатная и гидроксиапатитная артропатии, сахарный диабет, болезнь Шарко, акромегалию, гиперпаратиреоз, охроноз и гемахроматоз.

- Врожденные и приобретенные болезни: болезнь Блаунта, болезнь Педжета, болезнь Легга-Калве-Пертеса, гемофилия, синдром гипермобильности суставов (синдром Марфана, Элерса-Данло и др.), эпифизарная дисплазия и другие дисплазии опорно-двигательного аппарата, нарушение механики суставов: неодинаковая длина ног, варусные или вальгусные деформации, сколиоз, соскальзывающий эпифиз головки бедренной кости, врожденный вывих бедра, врожденное утолщение вертлужной впадины.

- Посттравматические ОА: хирургические вмешательства на суставе (например, менискэктомия), профессиональные заболевания суставов, травмы, переломы или остеонекрозы,

- Заболевания костей и суставов: ревматоидный артрит, инфекционные артриты, спондилоартриты и другие (Алексеева Л.И. и др., 2019).

Заболевания опорно-двигательного аппарата, в том числе деструктивно-атрофические, приводят к дисбалансу и вызывают боль и дисфункцию в пораженных суставах (Якупов Р.Р. и др., 2020).

## **1.2 Проблемные вопросы лечения дегенеративно-дистрофического поражения голеностопного сустава**

Когда речь идет о посттравматическом артрозе голеностопного сустава, следует отметить, что причины его развития включают неустранный подвывих стопы или застарелый переломовывих, неудовлетворительную репозицию отломков после переломов лодыжек и длительную нестабильность, вызванную повреждением связочного аппарата (Хоминец В.В. и др., 2021; Bitterman A. et al., 2017). Врожденные аномалии строения, избыточная нагрузка, влияние профессиональных факторов, ожирение и хроническое воспаление также влияют на развитие патологии (Ван Ж. и др., 2023).

Большеберцовые, малоберцовые и таранные кости составляют блоковидный сустав. Его конструкция позволяет сохранить конгруэнтность суставных поверхностей при высоких нагрузках. При ходьбе нагрузка на него оказывается в пять раз больше, чем на коленные суставы (на которые, причём, приходится в четыре раза больше, чем на тазобедренные суставы).

Метаболические процессы хряща коленного и голеностопного суставов отличаются (Bitterman A. et al., 2017). Первый, более толстый (1–2 мм), лучше амортизирует. Он менее восприимчив к матричным металлопротеиназам и катаболическим цитокинам, таким как интерлейкин 1-бетта. Морфологические данные показывают, что плотность рецепторов к интерлейкину-1 на хондроцитах в хряще ГСС ниже (Шостак Н. А., 2018).

До сих пор остается спорным вопросом, как отличить ОА от травм, полученных в спорте или в быту, которые вызывают боль и повреждение мягкотканых структур сустава. Появление артралгии и ее сохранение спустя месяцы и годы после травмы может привести к мысли о диагнозе остеоартроз (Каратеев А.Е., Лиля А.М., 2018).

Суставы часто болят независимо от стадии заболевания. Стойкие артралгии свидетельствуют о продолжающемся воспалительном процессе, недостаточной репарации структур сустава, снижении устойчивости к механическому стрессу и развитию нарушений биомеханики (Favero M. et al.,

2015). При этом во время диагностики должны отсутствовать признаки других заболеваний, вызывающих артралгии, будь то ревматические или неревматические.

Многие факторы могут вызывать суставную боль в связи с изменениями в субхондральной кости, включающие остеосклероз, образование остеофитов, микропереломы, очаги отека костного мозга и повышение интрамедуллярного давления; воспаление синовиальной оболочки; повреждение связок; бурсит; растяжение капсулы сустава; и околоуставные ткани, а не с поражением самого хряща.

Кроме того, существует ряд факторов, влияющих на степень тяжести боли. К ним относятся пол, возраст, семейное положение, социально-экономический статус, этнос, психологические особенности и сопутствующие факторы пациента (Алексеева Л. И. и др., 2019).

Последние исследования показывают, что боль, вызванная ОА, может быть невропатической или дисфункциональной в различных формах. Ранее патология рассматривалась как стандартная модель ноцицептивной боли. При назначении лечения следует учитывать, что 24% пациентов проявляют симптомы невропатической боли, согласно метаанализу (French H.P. et al., 2017).

Боль при ОА может быть «механической». Она растёт в покое и уменьшается при физической активности. Внезапное усиление боли, появление её в ночное время, скованность в суставах утром и припухлость сустава — эти признаки указывают на наличие воспалительного компонента. Кроме того, «стартовая» боль, которая возникает после сна и стихает при движении, является распространённым симптомом ОА (Алексеева Л. И. и др., 2019).

Остеофиты и синовиты вызывают отек. Воспаление проявляется диффузной поперечной припухлостью по передней поверхности сустава, иногда распространяясь на область ямочек перед лодыжками. Ротация всей ноги происходит из-за уменьшения подвижности ГСС.

При подозрении на повреждение связок ГСС выполняются тесты на их стабильность, которые информативны в течение 24 часов после травмы либо спустя несколько дней, так как через сутки отек приобретает разлитой характер и усиливает боли, а на 4–7 сутки после травмы боль, отёк

минимальны, снижается мышечное напряжение, повышается чувствительность теста (Шостак Н.А., 2018).

Пациенты с ОА при активном движении часто слышат хруст, треск или скрип в суставах. Эти симптомы могут быть вследствие нарушения конгруэнтности суставных поверхностей, ограничения подвижности или блокады «суставной мышцы».

Артроз медленно прогрессирует и ухудшает функциональность суставов. При быстро прогрессирующем заболевании наблюдаются ранняя генерализация процесса, выраженная отрицательная динамика рентгенологической картины суставов и снижение или полная утрата трудоспособности (Алексеева Л. И. и др., 2019).

Следовательно, ОА является широко распространенным гетерогенным заболеванием. Тревога должна возникнуть при любых неприятных ощущениях в области сустава в виде боли, чувстве скованности, нарушении подвижности или нестабильности.

### **1.3 Обзор хирургических вмешательств на голеностопном суставе у пациентов с остеоартрозом**

На сегодняшний день существует много различных подходов к лечению ОА голеностопного сустава, но выбор плана лечения требует тщательной оценки. Классификация Takakura широко используется в мире и имеет большое значение для лечения (Suo H. et al., 2020). Она разделяет течение ОА голеностопного сустава на 4, а практически на пять стадий: от легкой до тяжелой по следующим признакам (Watanabe K. et al., 2019).

Стадия I: Ранний склероз и образование остеофитов, отсутствие сужения суставного пространства.

Стадия II: Сужение медиальной суставной щели (отсутствие субхондрального контакта с костью).

Стадия IIIa: Облитерация суставного пространства в области медиальной лодыжки с контактом субхондральной кости.

Стадия IIIb: Облитерация суставного пространства в области купола таранной кости, с контактом субхондральной кости.

Стадия IV: Облитерация суставного пространства с полным большеберцово-таранным контактом.



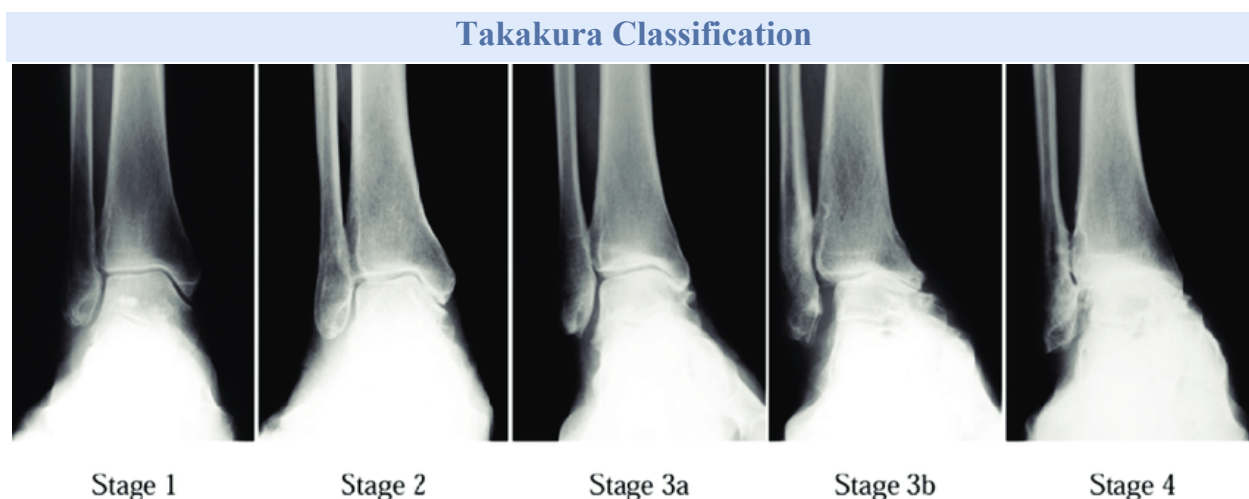


Рисунок 1 - Иллюстрации рентгенограмм стадий остеоартроза голеностопного сустава, классифицированного по Takakura.

В исследовании M.F. Ibrahim с соавт. (2022) продемонстрирована визуализация указанных стадий (Рисунок 1).

На ранних (I – II) стадиях ОА голеностопного сустава предпочтительно консервативное лечение (Suo H. et al., 2020). Однако к средней стадии (II – III) консервативное лечение направлено на уменьшение дегенеративных изменений в хряще и субхондральной кости (Фомичев В.А. и др., 2019). Такое лечение может лишь временно облегчить болевые симптомы и субъективно улучшить состояние пациента, а не устранить причину проблемы (Ewalefo S.O. et al., 2018). Хирургическое лечение ОА II и IIIa стадии предполагает выбор из надлодыжечной остеотомии, артроскопического вмешательства и т.п. (Tanaka Y., 2019; Watanabe K. et al., 2019; Harada S. et al., 2021).

### **1.3.1 Надлодыжечная остеотомия**

Надлодыжечная остеотомия (НЛО) применяется для восстановления анатомии за счет коррекции деформации в области голеностопного сустава (Ван Ж. и др., 2023; Кауц О.А. et al., 2022). Существует несколько видов НЛО, включая открывающую или закрывающую клиновидную остеотомию, купольную, косую, а также остеотомию малоберцовой кости, реконструкцию боковых связок, микрофрактура и удлинение ахиллова сухожилия (Butler J.J. et al., 2023). Основными методами фиксации при остеотомии являются

пластины (Ahn J. et al., 2022) и АВФ (Скворцов А.П. и др., 2020; Оснач С.А. и др., 2023).

Коррекция деформации при НЛО может проводиться одномоментно, постепенно или поэтапно, когда для фиксации фрагментов применяются внешние фиксаторы. Путем изменения положения элементов системы аппарат-кость достигается коррекция деформации. Методика позволяет корригировать все компоненты деформации и потому обладает высокой гибкостью (Скворцов А.П. и др., 2020). При таких вариантах, в установке внутренних фиксирующих конструкций нет необходимости, что очень важно при наличии у пациента в анамнезе очага инфекции в зоне вмешательства (Оснач С.А. и др., 2023).

Как указывалось ранее, надлодыжечная остеотомия является показанием для пациентов с ОА II и IIIb стадии по классификации Takakura, однако вопрос о том, показана ли она для пациентов в IIIb стадии, остается спорным (Lai L. et al., 2022; Yang X.Q. et al., 2022; Butler J.J. et al., 2023).

Известный ученый Y. Tanaka отметили, что на стадии IIIb поражение голеностопного сустава тяжелое и прогноз после НЛО неблагоприятный (Herrera-Pérez M. et al., 2022). В исследовании N. Krahenbühl и соавт. (2019) проведен анализ результатов с конверсией в тотальное эндопротезирование или артродезирование ГСС в качестве конечной точки, где пятилетняя послеоперационная эффективность для пациентов со стадией IIIb составила менее 50%.

Напротив, в исследовании по изучению ОА IIIb с вальгусной деформацией авторы обнаружили, что НЛО привела к улучшению функционального состояния (Xu Y., Xu X.Y., 2019). В исследовании L. Lai и соавт. (2022) послеоперационные показатели AOFAS и VAS значительно улучшились как при II, так IIIa и IIIb стадиях. Эффективно корригировалась предоперационная варусная деформация у пациентов с благоприятными краткосрочными и среднесрочными клиническими результатами.

Не менее спорным фактором является и возраст пациента. В отсутствие четких доказательств, было высказано предположение, что пациенты старше 70 лет не подходят для этой процедуры (Butler J.J. et al., 2023). Процесс старения снижает количество мезенхимальных стволовых клеток и их способность дифференцироваться в остеобласты может predispose

пожилых пациентов к не- или отсроченному сращению (Andrzejewska A. et al., 2019). Однако в исследовании J.Y. Choi и соавт. (2021) эффективность операций по НЛО была аналогичной как до, так и после 65-летнего возраста пациентов.

### **1.3.2 Стабилизирующие операции на голеностопном суставе**

Совершенствование оперативных методов лечения пациентов с поздними стадиями ОА является одним из приоритетных направлений в современной травматологии (Тихилов Р.М. и др., 2009; Tanaka Y., 2019; Herrera-Pérez M. et al., 2022). Сегодня артродез голеностопного сустава, как указывалось выше, считается «золотым стандартом» лечения этой стадии ОА. С другой стороны, количество пациентов, которым проведено эндопротезирование суставов, ежегодно увеличивается (Котельников Г.П. и др., 2021). Научные исследования показывают, что оба метода имеют свои преимущества и недостатки, но их результаты различаются. Пока выбор за артродезом (Хоминец В.В. и др., 2022; Wang R. и др., 2023). При этом используются различные подходы к стабилизации ГСС.

Успешность артродеза ГСС лежит в соблюдении нескольких ключевых принципов, включая адекватный костный контакт, межкостную компрессию и стабильность в области костного контакта (Котельников Г.П. и др., 2021; van den Heuvel S.B.M. et al., 2022). Не менее важным является выбор метода фиксации для осуществления сращения элементов большеберцовой и таранной костей в рамках артродезирования. К распространенным методам фиксации относятся погружной остеосинтез (винты, пластины, интрамедуллярные штифты) и аппараты внешней фиксации (Фомичев В.А. и др., 2019; Кауц О.А. et al., 2022; Wang R. et al., 2023; Yadkikar S.V. et al., 2023).

#### *Использование технологии внешней фиксации*

Артродез ГСС с использованием аппарата Илизарова - совершенный метод применения внешней фиксации. Он показан, в первую очередь, при ортопедических осложнениях ревматоидного артрита, коррекции большого угла деформации, несращения, гнойных инфекций укорочения конечностей и т.п. (Фомичев В.А. и др., 2019). В. El-Alfy (2010) проанализировал

клинические данные из группы пациентов с артродезом ГСС, которые лечились инфекцией или костными дефектами с помощью аппарата внешней фиксации Илизарова. Он обнаружил, что в 91,7 % случаев происходило послеоперационное сращение, а в 8% формировался фиброзный анкилоз. При этом у 75% пациентов развилась местная инфекция в области входа спиц, а у 8% - была зафиксирована варусная деформация стопы.

Другое исследование, в котором использовался аппарат Илизарова для лечения 37 пациентов с хронической инфекцией ГСС, показало, что сращение достигло 94,6% после операции. В 7 случаях задний отдел стопы имел остаточную деформацию по типу косолапости в пределах  $10^\circ$ ; в одном случае (2,7%) наблюдалась варусная деформация стопы в  $10^\circ$ , а в двух других случаях (5,4%) стопа имела вальгусную деформацию в  $10^\circ$  (Gessmann J. et al., 2011).

В исследовании, проведенном Ю.А. Плаксейчуком и соавт. (2011), артродез был проведен с использованием костной пластики, остеотомированной малоберцовой костью, а также компрессией аппаратом Илизарова у 23 пациентов, страдающих артрозом ГСС. Сращение наступило у 95,6% пациентов. Клинические результаты были отличными у 26,1%, хорошими в 12 случаях - 52,2%; удовлетворительными в трёх - 13,7% и плохими в двух - 8,7%. В последующем, при лечении артроза с помощью комбинации костной пластики и компрессии исследователи достигли 100% сращения. Однако в восьми случаях возникала инфекция (Плаксейчук Ю.А. и др., 2012).

Заметим, что, применение аппарата Илизарова при лечении последствий огнестрельных переломов дало абсолютный результат сращения костей, но были инфекционные осложнения разной степени тяжести в половине случаев (Bek D. et al., 2008).

Н. Кагарина и соавт. (2009) наблюдали за 11 пациентами, у которых была выявлена нейропатия области ГСС, вызванная диабетом. Ученые констатировали, что у 91% пациентов произошло сращение сустава через 16,1 недели после операции, а серьезные осложнения отсутствовали.

92% случаев с использованием треугольного внешнего фиксатора имели удовлетворительный клинический результат, согласно исследованиям R.F. Malarkey и J.C. Binski (1991). По данным J. Kiene с соавт. (2009) это произошло в 95,8% случаях.

W.A. Thiryayi с соавт. (2010) получили удовлетворительный клинический результат во всех случаях ОА после перелома лодыжек, когда в качестве фиксации использовали пространственную раму Тейлора.

По данным J.E. Kenzora с соавт. (1986), использование внешнего фиксатора Хофманна привело к удовлетворительным клиническим результатам в 89% случаев.

#### *Артродезирование с использованием погружных конструкций*

Винты и пластины наиболее часто применяются в артродезе голеностопного сустава, так как они обеспечивают стабильность и оптимальную компрессию между большеберцовой и таранной костями (Хоминец В.В. и др., 2022; van den Heuvel S.B.M. et al., 2021). Y. Torudom (2010) представил 20 случаев артродеза ГСС с двумя компрессирующими винтами. У 95% пациентов развился анкилоз в течение четырех лет после операции.

Кроме того, Н. Zwipp с соавт. (2010) использовали внутреннюю фиксацию с помощью четырех винтов. В 99% случаев все срослось в течение 5,9 лет после операции. Из осложнений были выявлены долгое заживление ран в 5%, а в 3,2% случаях - послеоперационная гематома. 17% и 11% составила частота вторичного артроза подтаранного и таранно-ладьевидного суставов с учетом того, что 30% и 19% пациентов уже имели патологию до операции.

В исследовании В.В. Хоминца с соавт. (2018) артродез голеностопного сустава, фиксированный тремя спонгиозными винтами, состоялся у 23 пациентов с посттравматическим ОА. Причем у 20 пациентов (88%) кости были успешно сращены в течение 2,5 месяцев, а у двух (8%) в течение 4 месяцев. В единичном случае (4%) произошло неправильное сращение из-за миграции винтов. Таким образом, использование погружной фиксации при артродезе ГСС обеспечивает высокий коэффициент сращения при низком уровне осложнений. Среди них есть винтовая, которую многие специалисты считают эффективной (Heuvel S.B.M. et al., 2021; Suo H. et al., 2020). Однако сложно установить, влияет ли количество винтов на коэффициент сращения после артродеза.

Согласно исследованию S. Klouche с соавт. (2011), при лечении инфекций области ГСС артродезирование с использованием винтов и

компрессионных гвоздей привело к 89,5% случаев замыкания сустава через 4,8 месяца после операции, а купирование инфекции достигло 85%.

Для лечения косолапости и ортопедических последствий ревматоидного артрита может быть использован ретроградный интрамедуллярный гвоздь (Бакир Р.А. и др., 2012). В случае артропатии Шарко частота сращения составляла 77,8%, и после операции не было обнаружено никаких серьезных осложнений (Paola L.D. et al., 2007).

Т. Mückley и соавт. (2011) зафиксировали высокие показатели в своих исследованиях. В 55 случаях для артродезирования ГСС использовали интрамедуллярные штифты вальгусно-изогнутой формы. Сращение было 96,3%, а краткосрочные осложнения были 25%. Технология интрамедуллярного гвоздя может обеспечить положительный результат при ревматоидном артрите. Однако, треть пациентов показали медленное заживление послеоперационной раны (Саакян С.В. и др., 2011).

В 1970 году G. Lord и J.H. Marrott предложили метод эндопротезирования ГСС (Cody E.A. et al., 2020). Тяжелые заболевания суставов, которые сопровождаются сильным болевым синдромом и ограничивают двигательную и опорную функцию суставов, являются показаниями к эндопротезированию. В наши дни результаты метода не всегда удовлетворяют как пациентов, так и оперирующих травматологов-ортопедов. Ревизионные, повторные операции по имплантации суставов увеличились за последние годы в связи с ростом болевого синдрома и нестабильности компонентов протезов. Согласно некоторым исследованиям, частота ревизий составляет 4–28% (Steele J.R. et al., 2020). После первичного эндопротезирования коленного сустава частота умеренно выраженной боли и неудовлетворительных результатов составляет примерно 13% через год и до 20,5% к семи годам после операции (Волокитина Е.А. и др., 2020).

Таким образом, в клинической практике к эндопротезированию ГСС подходят очень осторожно. По данным немецкого реестра ERPD, в год в Германии устанавливают лишь 1300 эндопротезов, а операции артродезирования проводятся в три раза чаще (Kostuj T. et al., 2014).

Есть данные о том, что основными показаниями к замене голеностопного сустава (Bibbo C., 2013) являются опухолевые поражения

большеберцовой или таранной костей, дефекты таранной кости, варусные или вальгусные деформации свыше 20° (Reddy S.C. et al., 2011).

Эндопротезирование ГСС на сегодня, несомненно, является перспективной сохраняющей функцию альтернативой операции артродезирования. Ежегодно увеличивается число операций по замене ГСС, и много зарубежных исследований посвящено их результатам. Подтверждением служат национальные регистры эндопротезирования в странах Европы и Америки (D'Ambrosi R. et al., 2019).

В Российской Федерации подобные регистры отсутствуют, что затрудняет анализ. Коллеги из Краснодара проанализировали результаты 26 операций. За два года наблюдения у двух пациентов (7,7%) были неудовлетворительные результаты (Мирошников Д.Л. и др., 2017). Результаты эндопротезирования ГСС у 71 пациента описаны К.С. Михайловым с соавт. (2018). Признаки нестабильности были обнаружены у 6 пациентов (19,4%) в течение первого года. При анализе результатов лечения у 16 пациентов (40%) наблюдалось расшатывание компонентов имплантата. В этом исследовании среднегодовая выживаемость составила 85,7 процента.

В итоге, эндопротезирование ГСС признано эффективным в лечении болевого синдрома и восстановления функции, но недостаточно долговечным. Замена сустава позволяет сохранить и увеличить объём движений в ГСС (Котельников Г.П. и др., 2021). Авторы советуют тщательно выбирать пациентов для операции, чтобы добиться наилучших результатов. Стоит учитывать стоимость операций, поскольку и артродезирование является эффективным методом лечения болевого синдрома, значительно дешевле, но ведет к ограничению амплитуды движений и нарушениям кинематики походки.

#### *Артроскопический малоинвазивный артродез голеностопного сустава*

В 1991 году Морган впервые рассказал о клиническом использовании артродеза голеностопного сустава с помощью артроскопии и назвал его методом артроскопического артродезирования (Ван Ж. и др., 2022). В том же году G. Quill и M.S. Myerson провели сравнительный анализ результатов аналогичной операции.

В исследовании принимали участие 33 человека, которых разделили на группы. В первой группе было 17 пациентов, которые перенесли артроскопические операции, во второй группе были те, кто перенес открытое вмешательство. В каждой группе для внутренней фиксации использовались полые 6,5- миллиметровые или 7-ми миллиметровые винты. Результаты показали, что время анкилозирования сустава в группе артроскопии составило в среднем 8,7 недель, а в группе открытого вмешательства — 14,5 недель.

Благодаря использованию артроскопической технологии вместо традиционного артродеза ГСС сократилось количество осложнений, вызванных хирургическим вмешательством: сером - на 18,5%, раневых гематом - на 23,3%, некрозов окружающих тканей - на 17,5% и частоты флеботромбозов - на 21,8%. Кроме того, удалось предотвратить развитие послеоперационной инфекции. Артроскопия сократила сроки стационарного лечения на 39% и сроки нетрудоспособности на 17% (Сливков К.А. и др., 2013).

Таким образом, в лечении ОА голеностопного сустава на поздней стадии артродез с внутренней фиксацией считается лучшим вариантом. Внешняя фиксация по-прежнему является эффективным и безопасным методом лечения при серьезных дефектах костей и обширных повреждениях мягких тканей. При выборе хирургического лечения артроза ГСС следует учитывать стадию заболевания и результаты обследования пациента.

#### **1.4 Авторский метаанализ перспективного расширения применения артроскопической техники в сравнении с традиционным открытым артродезом голеностопного сустава при лечении пациентов на поздней стадии остеоартроза**

С целью объективного сравнения артроскопических техник и артродеза при лечении поздней стадии остеоартроза представлен анализ тематических публикаций. Для отбора и анализа соответствующих научных статей был применен метаанализ согласно требованиям международных баз научного цитирования.

В системном отборе использовались следующие ресурсы: Национальная инфраструктура знаний (China National Knowledge Infrastructure), четыре англоязычные базы данных (PubMed, Embase, Web of



Science и Cochrane), Научная электронная библиотека (КиберЛенинка) и eLIBRARY.

Систематический отбор включал набор клинических исследований, посвященных артроскопической технике артрореза голеностопного сустава для лечения поздней стадии остеоартроза. Ключевые слова поиска: артроскопия, артрорез, голеностопный сустав, контрольное исследование, клинические исследования.

Критерии включения:

1. Объекты исследования: пациенты, имеющие позднюю стадию остеоартроза голеностопного сустава (посттравматический остеоартроз, ревматоидный остеоартрит, подагрический остеоартрит, аваскулярный остеоартрит таранной кости и другие);

2. Исследование включало сравнительный анализ открытого артрореза (ОАА) и артроскопической артрорезы (ААА);

3. Количество послеоперационных сращений, время сращения, общая частота осложнений, длительность операции, интраоперационная кровопотеря и время пребывания в больнице, оценки визуальной аналоговой шкалы боли (VAS), оценки Американского ортопедического общества стопы и голеностопного сустава (AOFAS) и последствия лечения — все это результаты исследования.

Критерии исключения:

1. Неоригинальная статья или

2. Доклинические исследования;

3. Нерандомизированные контролируемые исследования или некогортные исследования;

4. Неоднократно опубликованные статьи;

5. Неполные или противоречивые данные;

6. Статьи с ненадлежащими статистическими методами или недоступные для статистического анализа;

7. Данные, в которых отсутствуют соответствующие индикаторы результатов.

Извлечение данных:

Провели отбор литературы в соответствии с критериями включения и исключения, извлекли данные.

Извлеченный материал включает:

1. Исходные демографические и клинические характеристики участников исследования, включая возраст, соотношение полов, размер выборки и типы поражений.
2. Название статьи, первый автор, время публикации;
3. Продолжительность операции, количество сращений и частота осложнений после операции, интраоперационная кровопотеря, продолжительность пребывания, оценка AOFAS, послеоперационный лечебный эффект. В этом исследовании мы обнаружили клиническое сращение костного соединения голеностопного сустава при визуализации (Quayle J. et al., 2018).

Статистический анализ, который проводился в программе RevMan 5.4, предоставленная Cochrane Collaboration, по модели фиксированных или случайных эффектов, для выбора оптимальной модели выполнения метаанализа проводилась оценка статистической гетерогенности исследований по показателю  $I^2$  и Q-тесту. Значение  $I^2$  представлено в процентах — от 0 до 100%. Когда  $P > 0,05$  или  $I^2 < 50\%$ , это доказывает однородность результатов каждого исследования, и для объединения данных используется модель фиксированных эффектов Fixed effect (FE).

Согласно формуле поиска статей, была обнаружена 1041 статья. 13 статей, содержащих результаты когортных исследований, были отобраны на основе критериев включения и исключения. Результаты 822 артрорезов голеностопного сустава, включая 435 артроскопических операций и 387 традиционных операций, были проанализированы.

#### *Частота послеоперационного сращения*

Было проведено двенадцать исследований, целью которых было сравнить частоту послеоперационных сращений в результате артроскопических и традиционных открытых методов артрореза у пациентов с ОА голеностопного сустава на поздней стадии (Брижань Л.К. и др., 2017; Столбиков С.А. и др., 2018; Myerson M.S., Quill G., 1991; O'Brien T.S. et al., 1999; Panikkar K.V. et al., 2003; Nielsen K.K. et al., 2008; Peterson K.S. et al., 2010; Meng Q. et al., 2013; Townshend D. et al., 2013; Schmid T. et al., 2017; Quayle J. et al., 2018; Woo B.J. et al., 2019).

Было рассмотрено 714 случаев. Артроскопической техникой был выполнен 381 артродез, традиционные открытые вмешательства были произведены в 333 случаях.

12 исследований показали однородные результаты ( $P = 0,62$ ;  $I^2 = 0\%$ ), и фиксированные эффекты можно использовать для метаанализа. Дополнительный анализ чувствительности был проведен для подтверждения точности и стабильности исследования.

Для статистического анализа двенадцати исследований была использована модель фиксированного эффекта. Результаты метаанализа показали, что значение  $OR = 2,17$ , 95% доверительный интервал составил -  $1,23 \sim 3,84$ , и значение  $OR$  было статистически значимым с  $P = 0,007$  и  $Z = 2,68$ . Это дает право полагать, что частота сращений после операции артроскопии голеностопного сустава выше, чем при традиционном открытом артродезе (Рисунок 2).

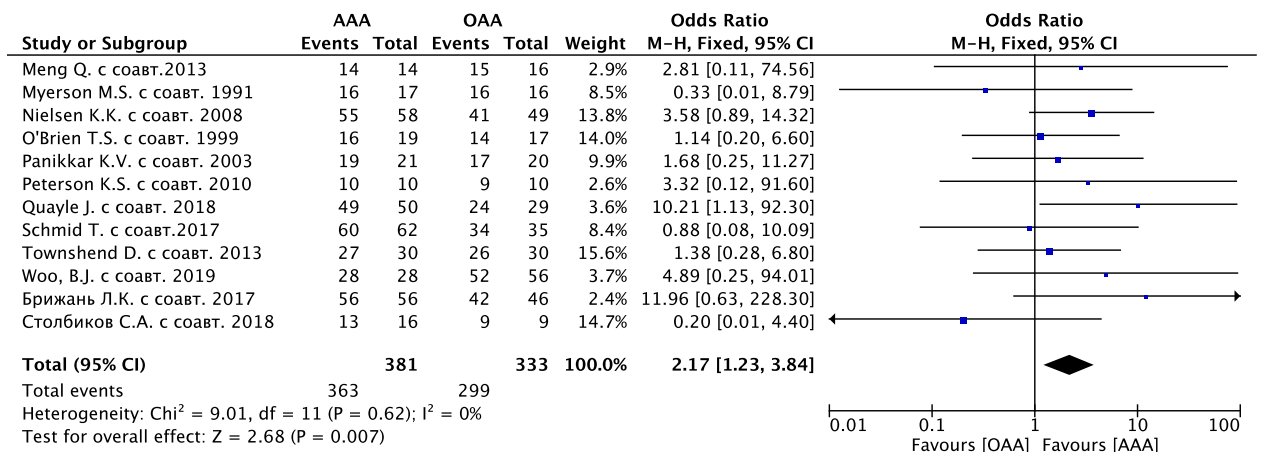


Рисунок 2 - Сравнение частоты послеоперационного сращения при артроскопической технике и традиционным открытым артродезом сустава.

### Время сращения

В четырех исследованиях сравнивалось время сращения между двумя хирургическими техниками. (Myerson M.S., Quill G., 1991; Peterson K.S. et al., 2010; Li G. et al., 2017; Quayle J. et al., 2018). После теста на неоднородность  $I^2 = 81\% > 50\%$ ,  $P = 0.001 < 0.1$ . Это указывает на неоднородность выбранных статей для исследования.

Причины неоднородности были обнаружены в одном исследовании, после удаления которого выяснилось, что однородности нет ( $I^2 = 0\% < 50\%$ ,  $P$

= 0.38 > 0.1). Три исследования включали 220 операций, из них 121 артроскопическая операция и 99 случаев открытого артродеза.

Для статистического анализа использовалась модель фиксированных эффектов. Результаты метаанализа показали, что разница была статистически значимой (MD = -4.41, 95% CI: -5.19 ~ -3.64, P < 0.00001, Z = 11.18). После артроскопической операции время сращения голеностопного сустава было короче, чем при традиционном открытом артродезе (Рисунок 3).

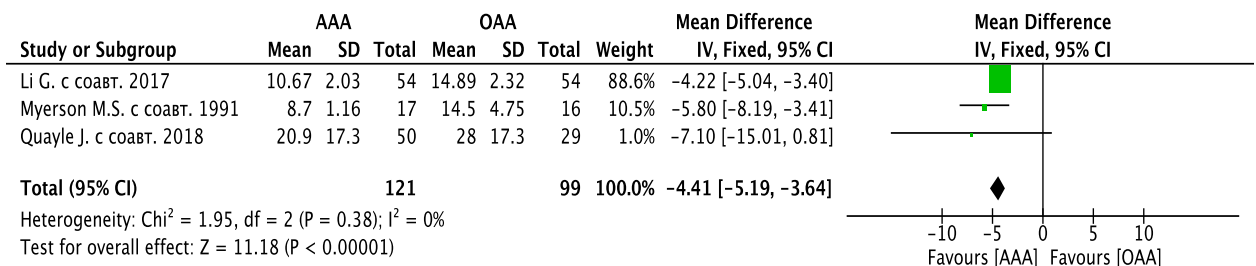


Рисунок 3 - Сравнение времени сращения между артроскопической техникой и традиционным открытым артродезом сустава.

#### *Частота послеоперационных осложнений*

Было включено 12 исследований (Брижань Л.К. и др., 2017; Столбиков С.А. и др., 2018; Myerson M.S., Quill G., 1991; O'Brien T.S. et al., 1999; Nielsen K.K. et al., 2008; Peterson K.S. et al., 2010; Meng Q. et al., 2013; Townshend D. et al., 2013; Li G. et al., 2017; Schmid T. et al., 2017; Quayle J. et al., 2018; Woo B.J. et al., 2019), в которых сравнивалась частота послеоперационных осложнений (инфекция области разреза, отсроченное сращение, несращение, неправильное сращение, повреждение нерва, расшатывание винта, послеоперационная гематома и т.д.) при артроскопической технике и традиционном открытом артродезе. После проверки на неоднородность P = 0,06 > 0,05, I<sup>2</sup> = 42% < 50% было установлено, что неоднородность отсутствует и для объединения данных можно выбрать фиксированные эффекты.

Анализ показал статистически значимую разницу (OR = 0,35, 95% CI: 0,24 ~ 0,51, P < 0,00001, Z = 5,48). Это позволяет предположить, что при лечении поздней стадии остеоартроза голеностопного сустава артродез голеностопного сустава с помощью артроскопической техники может эффективно снизить частоту послеоперационных осложнений (Рисунок 4).

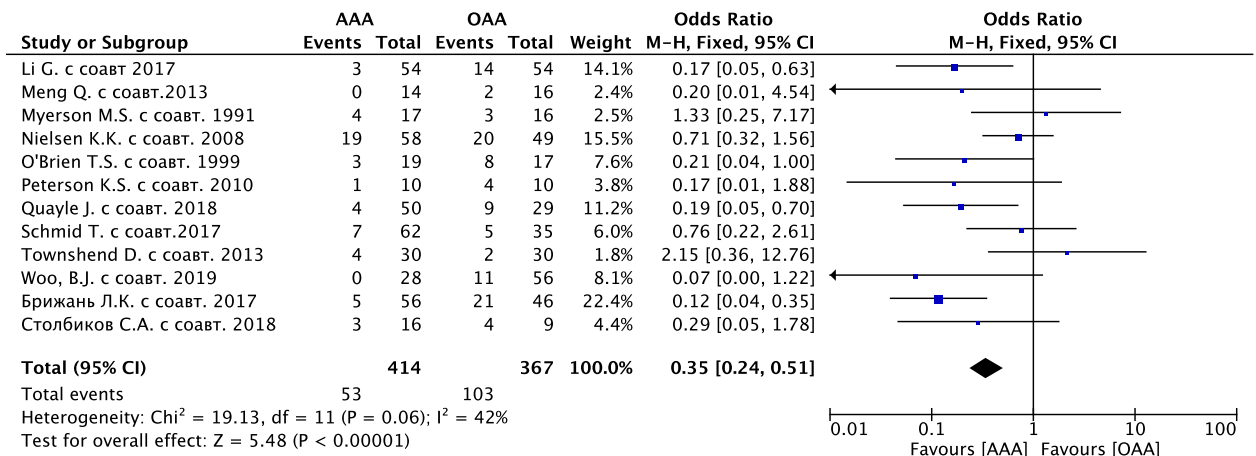


Рисунок 4 - Сравнение частоты послеоперационных осложнений между артроскопической техникой и традиционным открытым артродезом сустава.

### *Продолжительность операции*

Анализ продолжительности двух хирургических процедур выявил очевидную неоднородность ( $I^2 = 99\%$ ,  $P < 0,00001$ ) (Myerson M.S., Quill G., 1991; O'Brien T. et al., 1999; Nielsen K.K. et al., 2008; Peterson K.S. et al., 2010; Meng Q. et al., 2013; Townshend D. et al., 2013; Li G. et al., 2017; Woo B.J. et al., 2019).

Анализ чувствительности в 7 исследованиях показал, что два из них (Meng Q. et al., 2013; Li G. et al., 2017) сказались на неоднородности. Тест на неоднородность был проведен после их удаления. Результаты показали, что остальные 5 исследований включали 307 операций: 145 артроскопических и 162 операции артродеза суставов. Не была выявлена неоднородность ( $I^2 = 31 < 50\%$ ;  $P = 0,21 > 0,1$ ).

После исключения для статистического анализа использовалась модель фиксированных эффектов. Метаанализ показал отсутствие статистически значимой разницы между артроскопической техникой и открытой хирургией по продолжительности операции (MD = -3.00, 95% CI: -8.65 ~ 2.65,  $P = 0.30$ ,  $Z = 1.04$ ) (Рисунок 5).

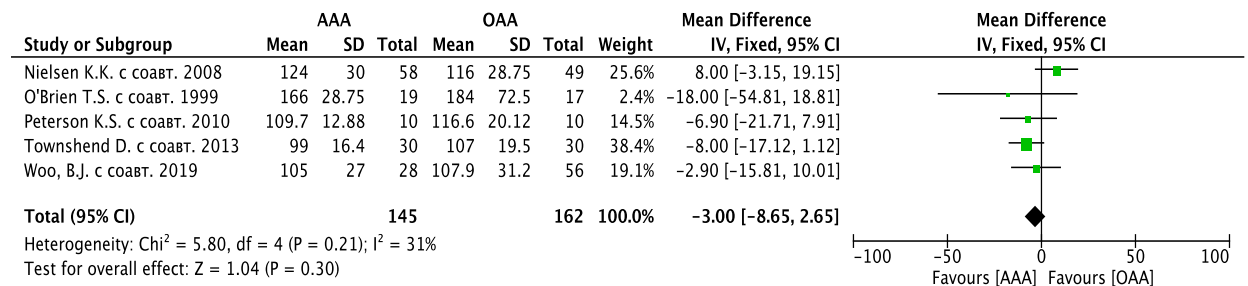


Рисунок 5 - Сравнение продолжительности операции между артроскопической техникой и традиционным открытым артродезом сустава.

### Интраоперационная кровопотеря

Для анализа интраоперационной кровопотери были включены две статьи (Meng Q. et al., 2013; Li G. et al., 2017), тест показал наличие неоднородности:  $I^2 = 94 > 50\%$ ;  $P = < 0,0001$ . Метаанализ с использованием модели случайных эффектов показал, что из 138 операций 68 артроскопических, а 70 – традиционных с артродезом. Разница между двумя группами была статистически значимой (MD = -40,41; 95% CI: -48,51~-32,31;  $P < 0,00001$ ;  $Z = 9,78$ ) (Рисунок 6).

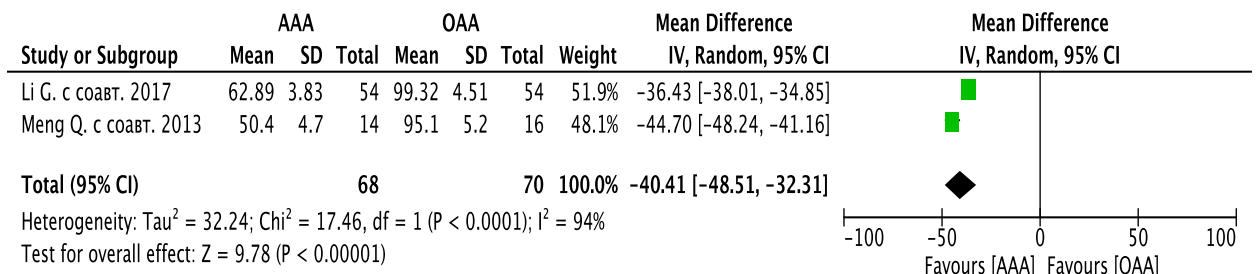


Рисунок 6 - Сравнение интраоперационной кровопотери между артроскопической техникой и традиционным открытым артродезом сустава.

Доказано, что интраоперационная кровопотеря при артроскопической операции была меньше, чем в группе с традиционным артродезом.

### Продолжительность пребывания в стационаре

Сравнивалась продолжительность пребывания после двух типах хирургических вмешательств (O'Brien T.S. et al., 1999; Nielsen K.K. et al., 2008; Meng Q. et al., 2013; Townshend D. et al., 2013; Li G. et al., 2017; Woo B.J. et al., 2019). Из 425 операций 203 были выполнены артроскопической техникой, а 222 были выполнены традиционным артродезом. Результаты свидетельствуют

о том, что исследование было однородным ( $P = 0,33$ ;  $I^2 = 13\%$ ). Согласно анализу чувствительности, это исследование имеет высокую стабильность.

При артроскопии время пребывания в стационаре было меньше, чем при открытом артродезе, и эта разница была статистически значимой ( $MD = -1,68$ ;  $95\% CI: -1,99 \sim -1,38$ ;  $P < 0,0001$ ;  $Z = 10,80$ ) (Рисунок 7).

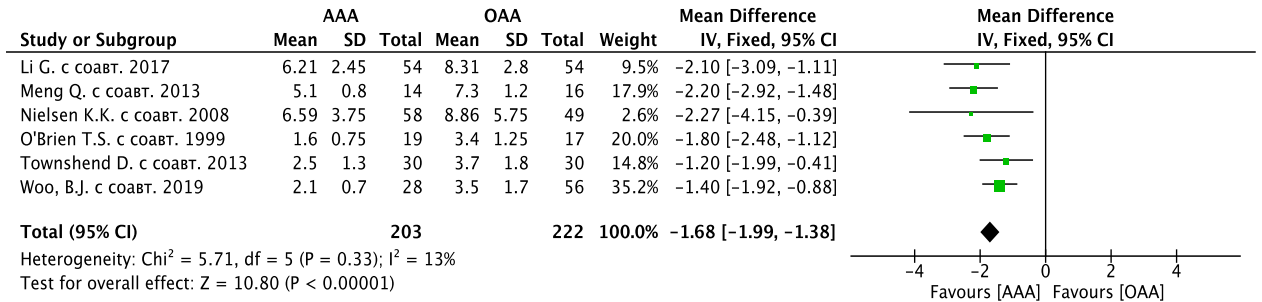


Рисунок 7 - Сравнение продолжительности пребывания в стационаре между артроскопической техникой и традиционным открытым артродезом сустава.

*План оценки, разработанный Американским ортопедическим обществом стопы и голеностопного сустава (AOFAS)*

Шкала AOFAS использовалась в двух исследованиях, чтобы оценить облегчение симптомов при ОА у пациентов через полгода после операции (Meng Q. et al., 2013; Woo B.J. et al., 2019). В результате значительной неоднородности между двумя исследованиями была использована модель случайных эффектов ( $Chi^2 = 2,31$ ;  $df = 1$ ;  $p = 0,13$ ;  $I^2 = 57\%$ ). Согласно мета-анализу, нет значительной разницы в облегчении симптомов при остеоартрозе между пациентами, перенесшими с помощью артроскопической техники и перенесшими открытую операцию ( $MD = 0,29$ ;  $95\% CI -6,39 \sim 6,97$ ;  $p = 0,93$ ) (Рисунок 8).

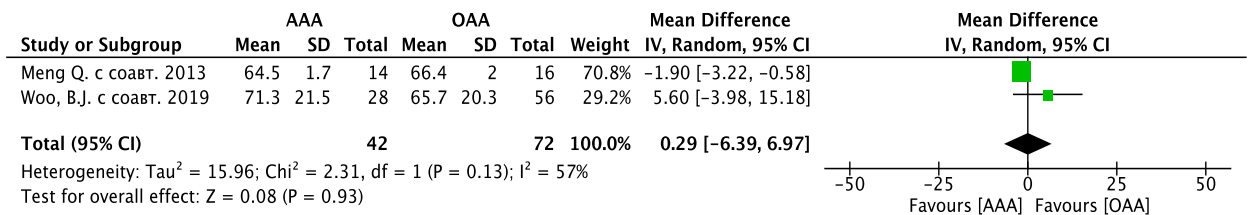


Рисунок 8 - Сравнение оценки по шкале AOFAS через 6 месяцев после операции между артроскопической техникой и традиционным открытым артродезом сустава.

### Послеоперационный лечебный эффект

Два оценки эффективности операции использовали шкалу AOFAS и классифицировали удовлетворенность пациентов после операции как «отличный», «хороший», «удовлетворительный» или «неудовлетворительный» (Брижань Л.К. и др., 2017; Li G. et al., 2017). С помощью модели фиксированных эффектов было выявлено, что между двумя исследованиями не было неоднородности ( $p = 0,53$ ;  $I^2 = 0\%$ ).

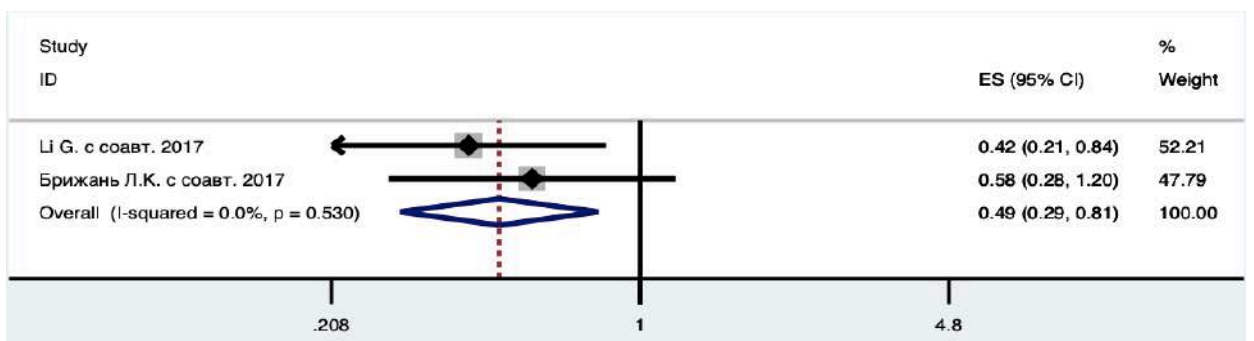


Рисунок 9 - Сравнение послеоперационного лечебного эффекта между артроскопической техникой и традиционным открытым артродезом сустава.

Анализ показал, что результаты пациентов, перенесших операцию артроскопической техникой, были значительно лучше, чем при традиционном артродезе (ES = 0,49; 95% CI 0,29~0,81;  $p = 0,005$ ) (Рисунок 9).



*Резюме по метаанализу сравнения эффективности выполнения артродеза голеностопного сустава с применением артроскопической техники и открытым традиционным методом*

Существует различие между артродезом голеностопного сустава с использованием артроскопии и традиционной открытой хирургией в категориях частоты послеоперационного сращения и времени наступления сращения. Результаты в пользу первого, так как артроскопическая операция в значительной степени сохраняет параартикулярные ткани, их функцию вблизи операционного поля, поэтому процесс регенерации кости полноценнее и скорость сращения кости увеличивается (Townshend D. et al., 2013).

Согласно результатам нашего анализа, артроскопическая техника эффективно снижает частоту послеоперационных осложнений. Это связано с ограниченным воздействием на надкостницу и сохранностью микроциркуляции в области хирургического вмешательства (Myerson M.S, Quill G., 1991).

Не было обнаружено статистически значимой разницы между открытым и артроскопическим вмешательством при оценке продолжительности операции. Возможно, артроскопическая техника голеностопного сустава требует большего оборудования и квалификации хирургов, что увеличивает время операции и влияет на производительность хирургов. Тем не менее артроскопическая техника имеет преимущества в отношении интраоперационной кровопотери. При лечении поздних стадий остеоартроза голеностопного сустава потребность пациентов в больнице после артроскопии уменьшается, что значительно снижает психологическую и финансовую нагрузку.

По данным метаанализа научной литературы, артроскопическая техника лечения остеоартроза на поздней стадии голеностопного сустава дает лучшие результаты по большинству критериев. Преимущества первого заключаются в высокой частоте послеоперационного сращения, малом количестве осложнений и быстром восстановлении после операции. При должной подготовке хирургов и оборудовании клиник артроскопическая техника также может быть использована для проведения артродеза голеностопного сустава (Ван Ж. и др., 2022).

## **1.5 Основные виды осложнений после хирургического лечения остеоартроза голеностопного сустава и методы их профилактики**

В настоящее время артродез остается предпочтительным методом лечения поздней стадии артроза голеностопного сустава (Хоминец В.В. и др., 2018). Тем не менее, исследования показывают, что послеоперационные осложнения при артродезе составляют до 60%. Из них инфекционные осложнения от 5 до 20%, а частота ложного сустава достигает 20%. После артродеза ГСС с использованием традиционной методики у 28% пациентов в течение трех недель после операции начались осложнения, такие как образование сером в  $19,2 \pm 0,4\%$ , раневые гематомы в  $24,7 \pm 0,4\%$ , некрозы окружающих тканей в  $17,1 \pm 0,6\%$  и раневая инфекция в  $12,9 \pm 0,4\%$ . 22% пациентов имели тромбоз вен ног, при этом 9,2% случаев сопровождались флотацией тромба. Первые признаки флеботромбозов отмечались на 3-6-й день после операции. Боли в конечностях, отек и субфебрильная температура (Сливков К.А. и др., 2013).

После артродеза функция ГСС у пациента ограничена, что приводит к компенсаторному увеличению диапазона движений смежных суставов стопы. Подтаранный, таранно-ладьевидный и пяточно-кубовидный суставы могут измениться в результате перегрузки (Coester L.M. et al., 2001). Кроме того, у пациентов с обеих сторон формируется симметричная измененная походка. После операции высока вероятность стрессовых переломов больше- и малоберцовой костей; может потребоваться повторный артродез (Henricson A. et al., 2018).

Исследователи обнаружили, что при аваскулярном некрозе таранной кости, как одной из проблем, наблюдается недостаточное кровоснабжение. Кроме того, у пациентов с ревматоидным артритом существуют системные нарушения, им требуется длительная базовая терапия (Оболенский В. Н., Процко В. Г., 2019).

Сахарный диабет, ревматоидный полиартрит, поражение сосудов и множество неврогенных расстройств препятствуют положительному результату лечения (Плаксейчук Ю.А. и др., 2012). При этом курение и сахарный диабет считаются факторами высокого риска возникновения неудачного артродеза, который в последствие приведет к ампутации конечностей пациента (Yadkikar S.V. et al., 2023).

Следует обратить внимание, что в двух крупных зарубежных исследованиях было установлено: пациенты с ревматоидным артритом и сахарным диабетом благополучно переносили операции по артродезу ГСС без роста осложнений (Henricson A. et al., 2018; Anastasio A.T. et al., 2021). В связи с неоднозначными выводами необходимо подробно изучить результаты хирургического лечения пациентов различной этиологии.

В отличие от замены тазобедренного или коленного суставов, осложнения эндопротезирования ГСС связаны с риском повреждения системы локального кровоснабжения. В результате вывих не может быть использован для хирургических манипуляций на этом суставе, так как у 12% пациентов развивается повреждение ветви передней большеберцовой артерии и облитерация дорсальной артерии, что является критическим для выживания мягких тканей дорсальной педи (Пахомов И. А., 2011).

Осложнения могут быть вторичным результатом бактериальной инфекции в области перелома и операционной раны, или они могут быть результатом первичной бактериальной инфекции. Воспалительный процесс, вызванный патогенной флорой в присутствии имплантатов, отличается высокой биоплёнкообразующей активностью последних, что приводит к быстрому развитию подострого и хронического очага воспаления. В таких случаях реакция организма часто оказывается неэффективной из-за замедления регенерации костей и начала процессов отторжения протезов (Черкасов М. Ф. и др., 2020).

В ведущих клиниках сегодня частотность развития инфекций вследствие эндопротезирования составляет 5–6%. Это связано с распространенностью гнойных осложнений после операций по замене тазобедренного и коленного суставов (Тихилов Р.М. и др., 2009).

При эндопротезировании ГСС выделяются группы осложнений (Пахомов И. А., 2011):

1. осложнения после хирургического вмешательства:
  - а. некроз краев хирургического доступа и инфекция области хирургического вмешательства;
  - б. осложнения в области контакта кости с эндопротезом;
2. интраоперационные повреждения костей и мягкотканых образований;

3. осложнения, специфичные для определенных поколений эндопротезов

Рассмотрим группы осложнений.

*Осложнения в области контакта кости с эндопротезом*

В настоящее время не используются эндопротезы с цементной фиксацией ГСС первого поколения из-за наличия зарегистрированных случаев асептической нестабильности. По данным наблюдений, при использовании протеза «Мауо» с интервалом 2, 5 и 10 лет она составила 27%, 60% и 90% (Buechel F.F., Pappas M.J., 2003).

Проблема асептической нестабильности несмотря на применяемые сегодня эндопротезы III поколения с бесцементной фиксацией не устранена. В этом причины послеоперационных болей и ревизионных операций при замене суставов (Buechel F.F., Pappas M.J., 2004).

Цель совершенствования состоит в том, чтобы обеспечить начальную стабильную фиксацию эндопротеза. Это было показано рентгено-стереометрическим исследованием микроподвижности элементов сразу после имплантации (Carlsson A. et al., 2005). Остеолиз причиняет боль, вызванной начальной подвижностью.

Качество полиэтиленового вкладыша, его обработка и «родство» вкладыша с компонентами эндопротеза имеют решающее значение. Вкладыши из сверхвысокомолекулярного полиэтилена с хром-никелевыми сплавами считаются высококачественными эндопротезами, которые обеспечивают превосходное скольжение и удержание смазки (Buechel F.F., Pappas M.J., 2003). Аналогичные отечественные биомеханические исследования показали, что пары трения "оксиниум-полиэтилен" и "алюминиевая керамика-полиэтилен" обладают наименьшим коэффициентом трения, наименьшей адгезионной прочностью и наименьшей подверженностью влиянию внешней нагрузки (Минасов Б.Ш. и др., 2013). Остеолиз может произойти из-за изменений в составе материалов и неправильной установки эндопротеза.

*Интраоперационные повреждения костей и мягкотканых образований*

Ятрогенное повреждение анатомически важных структур стопы, таких как нервы, сухожилия и переломы лодыжек, в 20–26% является распространенным осложнением после эндопротезирования ГСС (DiDomenico L.A. et al., 2010). Из-за высокого риска гнойно-некротических осложнений хирурги вынуждены работать с инструментами в узком пространстве, часто полностью закрытом резекционными блоками (Kofoed H., 2004).

При переломе лодыжки сначала необходимо прекратить эндопротезирование, произвести стабильный остеосинтез сломанной лодыжки, затем продолжить этапы эндопротезирования.

Второе по частоте послеоперационное осложнение - тромбозы. Они в ряде случаев приводят к летальному исходу или увеличивают сроки нахождения в стационаре (Божкова С. А., 2011).

При венозных тромбоэмболических осложнениях, которые возникают после хирургического лечения ОА голеностопного сустава возможен фатальный исход. По данным эпидемиологических исследований, отмечается 50–160 случаев на 100 тыс. человек, а тромбоэмболия легочных артерий насчитывает 40–120 случаев (Напалков, Д.А. и др., 2023). Они возникают у 1–2% пациентов в специализированном стационаре, что составляет более 10% всех смертей. Их количество увеличилось в последние десятилетия. Этот показатель вырос в 2,5 раза для тромбоза глубоких вен и в три раза для тромбоэмболии легочной артерии (Anderson D.R. et al., 2018).

По данным крупного национального ретроспективного анализа аутопсий, проведенного в 2017 году, была выявлена сильная отрицательная корреляция между сроками проведения операции и частотой возникновения ВТЭО, то есть риск развития данного вида осложнения прогрессивно снижается с увеличением продолжительности послеоперационного периода. В 76,9% случаев ВТЭО возникала в первые пять послеоперационных дней по сравнению с остальным последующим периодом (Кириенко А.И. и др., 2017).

Учитывая вышесказанное, становится очевидным: профилактика осложнений, возникающих после хирургического лечения ОА голеностопного сустава, должна быть многоаспектной. И особое внимание следует уделять профилактике в периоперационном периоде.

Триада Вирхова - основная причина венозного тромбоза. Она связана с гиперкоагуляцией крови, повреждением эндотелия сосудов и замедлением тока крови. Методы предотвращения ВТЭО могут быть физическими или механическими, медикаментозными или комбинированными. В профилактике ВТЭ преобладают неспецифические меры, цель которых - активизация кровообращения, устранение стаза (Шуваев Д. Б. и др., 2021).

Существуют немедикаментозные способы профилактики:

- ранняя активизация пациента после перенесенной операции,
- применение градуированного компрессионного лечебного трикотажа или эластичного бинтования,
- проведение перемежающейся пневматической компрессии манжетами,
- электромиостимуляция икроножных мышц (Danish S. F. et al., 2004).

Сегодня применение компрессионного лечебного трикотажа и ограничение использования эластичного бинта вне стационара активно совершенствуется. Однако электромиостимуляция мышц голени применяется ограниченно в травматологии и ортопедии (Ташкинов Н.В. и др., 2009).

Существует широкий ассортимент профилактического и лечебного трикотажа. В случае отсутствия варикозной болезни можно использовать чулки или гольфы второй степени компрессии, которые создают давление на уровне лодыжки до 18 мм ртутного столба; при хронической венозной недостаточности, осложненной трофическими расстройствами или острым поверхностным тромбофлебитом, можно использовать чулки или гольфы 4 класса компрессии при флебодисплазиях. Специфическая антикоагулянтная профилактика ТЭЛА работает лучше, когда используется компрессионный трикотаж в три-четыре раза.

В последние десятилетия в клинической практике чаще используется периодическая пневмокомпрессия с помощью специальных устройств. Локальное повышение и понижение давления укрепляет сосуды мышечного типа и увеличивает проницаемость капилляров (Conti C. R., 2002). Таким образом, кровоснабжение скелетных мышц, эндотелия вен и артерий улучшается, скорость транскапиллярного транспорта веществ и обменного потока жидкости увеличивается.

Еще один эффективный метод профилактики ВТЭО - электромиостимуляция. ЭМС — это влияние импульсных токов на нервы и мышцы с целью активизации деятельности определенных органов и систем (Бурская С. и др., 2018).

В рекомендациях Американской коллегии торакальных хирургов (АССР, 2012) и Российских клинических рекомендациях 2015 года по диагностике, лечению и профилактике ВТЭО рекомендуется применение механического метода профилактики - использование систем ЭМС для обеспечения сгибательно-разгибательных движений голеностопного сустава у иммобилизованных пациентов (Сиразитдинов С.Д. и др., 2019).

В области сосудистой хирургии, согласно отечественным клиническим рекомендациям 2018 года, электростимуляция мышц активизирует функцию мышечно-венозной помпы голени, значительно увеличивает линейную и объемную скорости венозного оттока. Применяется она в комплексном лечении венозных трофических язв (Стойко Ю.М. и др., 2018).

В травматологии и ортопедии используется этот метод для профилактики атрофии, устранения спазма и восстановления функции мышц. Используется для уменьшения болевого синдрома, увеличения объема движений, стимуляции мышц после операции для ускорения заживления ран и выведения лекарственных препаратов (Broderick V.J. et al., 2013).

ЭМС повышает уровень оксигенации тканей и стимулирует артериальный приток. Операционные исследования показали, что прибор «Veinoplus» для ЭМС увеличивает пиковую линейную скорость кровотока в десять-двенадцать раз, что делает его необходимым средством для профилактики тромбоза глубоких вен и предотвращения венозного застоя (Оболенский В. Н. и др., 2015).

Эндопротезирование тазобедренного сустава на стационарном этапе лечения эффективно как в профилактике, так и лечении флебопатий (Оболенский В. Н. и др., 2015). Исследование, проведенное И. Ф. Ахтямовым и соавт. (2017), показало, что электростимуляция мышц эффективна у пациентов, которые имеют высокий риск развития гемостатических осложнений. Пациенты с перипротезной инфекцией имеют 1,64-кратную эффективность, а пациенты с первичным эндопротезированием имеют 3,64-кратную эффективность.

Этот факт объясняет, почему травматологи-ортопеды используют метод профилактики тромбоэмболических осложнений в своей работе (Божкова С. А. и др., 2022). Тем не менее, в литературе, опубликованной в настоящее время, недостаточно сведений об эффективности ЭМС для предотвращения тромбоэмболических осложнений после хирургических вмешательств на ГСС.

Механические методы профилактики продемонстрировали себя эффективными. Ученые считают, что применение лекарств в сочетании с дезагрегантами достаточно для предотвращения венозных ТЭО при эндопротезировании тазобедренного сустава. Пациенты с высоким риском тромбоэмболии должны получать как прямые, так и непрямые антикоагулянты (Зиатдинов, Б. Г. и др., 2015).

Использование антикоагулянтов с недостатками, такими как узкая терапевтическая широта (кумарины), зависимость от активности антитромбина III (гепарины), тромбоцитопения и остеопороза, являются медицинскими методами профилактики ВТЭО. Следовательно, необходимо разрабатывать лекарства нового поколения (Вавилова Т. В., 2004). Что мы и наблюдаем.

Сегодня для предотвращения тромбоэмболии после больших ортопедических операций используются нефракционированный гепарин (НФГ), низкомолекулярные гепарины (НМГ), такие как дальтепарин, надропарин, эноксапарин и другие, а также новые оральные антикоагулянты (НОАК), такие как фондапаринукс, дабигатрана этексилат и ривароксабан. Кроме того, антикоагулянт витамина К, варфарин, используется для предотвращения тромбозов (Божкова С. А., 2011). В профилактических целях также можно использовать ацетилсалициловую кислоту.

По данным исследования Т.Б. Миасов и соавт. (2011), была доказана эффективность дабигатрана этексилата и удовлетворительный профиль безопасности, а более важным преимуществом является то, что пероральный прием улучшает комплаентность пациентов и обеспечивает длительную приверженность к приему препарата в течение всего периода рекомендованной профилактики.

Кроме того, существуют методы определения вероятности развития ВТЭО у пациента. В нормальных физиологических условиях



фибринолитическая система организма и процесс свертывания крови находятся в равновесии. Кровь может быть гиперкоагулянтна в результате нарушений, таких как операция, что повышает риск тромбоза глубоких вен, а может привести к тромбозам и смерти пациента (Зуховицкая Е.В. и др., 2018).

В результате можно эффективно оценить риск развития ВТЭО нижних конечностей с помощью коагуляционного анализа. В результате операции в организме возникают стрессовые реакции, включая активацию тромбинов, аномальную концентрацию фибриногена и преобразование его в нерастворимый фибрин, что увеличивает вязкость крови.

Свертывающая система внутреннего пути изображается с помощью АЧТВ, а коагуляционная активность внешнего пути изображается с помощью ПВ и МНО (Шлык И. Ф., 2019). Продукты ПВ включают ПТИ и МНО. Было также показано, что специфический продукт деградации фибрина Д-димер имеет решающее значение для диагностики ВТЭО (Егорова М. О. и др., 2018). Многие ученые считают Д-димер «золотым стандартом» для контроля венозного тромбоза (Favresse J. et al., 2018).

Следовательно, измерения АЧТВ, ПВ, ПТИ, МНО, фибриногена и Д-димера позволяют оценить состояние свертывания крови после операции и риск развития ВТЭО нижних конечностей. Таким образом, после хирургического лечения артроза ГСС развиваются нередко осложнения, связанные с техникой вмешательства, а также ТЭО. Их профилактика должна быть многоаспектной и начинаться на этапе планирования операции. Однако, несмотря на предпринимаемые специалистами меры, частота развития осложнений после вмешательств на ГСС снижается крайне медленно. В связи с чем возникает необходимость совершенствования подходов к профилактике осложнений после хирургического лечения поздних стадий ОА, в том числе и голеностопного сустава.

## ГЛАВА 2 МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

### 2.1 Характеристика групп исследования

Квалификационная работа проводилась с использованием метода комбинации открытых проспективных сравнительных и когортных исследований на клинических базах кафедры Травматологии, ортопедии и хирургии экстремальных состояний ФГБОУ ВО Казанский ГМУ Минздрава России, отделениях травматологии ГАУЗ «ГКБ №7 имени М.Н. Садыкова» г. Казани; ГАУЗ «Республиканская клиническая больница» МЗ РТ, а также в отделении ортопедии «Центральной больницы города Ухань», КНР в период 2019-2023 гг.

Пациенты, поступившие в отделение для планового хирургического лечения с посттравматическим и инволютивным деформирующим остеоартрозом голеностопного сустава, были включены в исследование.

Международная классификация болезней 10-го пересмотра (МКБ-10) классифицирует такие заболевания, как посттравматический остеоартроз голеностопного сустава (M19.1) и инверсионный деформирующий остеоартроз голеностопного сустава, включая первичный остеоартроз голеностопного сустава (M19.0) и некоторые вторичные ОА голеностопного сустава (M19.2), например, ревматоидный, подагрический и постинфекционный.

Все исследования проводились при относительном клиническом благополучии пациентов, у которых не было острых или обострившихся хронических соматических заболеваний, согласно локальному этическому комитету ФГБОУ ВО Казанский ГМУ Минздрава России и «Центральной больнице города Ухань». Каждому пациенту была объяснена суть проводимого исследования, планы лечения, возможные нежелательные явления и осложнения. Каждый из них подписал добровольное соглашение о том, что он хочет участвовать в исследовании.

Критерии включения пациентов в исследование:

1. Возраст – старше 18 лет
2. Отсутствие противопоказаний к хирургическому вмешательству.
3. Болевым синдромом не менее 50 мм по шкале ВАШ.

4. Отсутствие эффекта от консервативного лечения, в том числе приема нестероидных противовоспалительных средств, хондропротективных препаратов; физиотерапии; использования ортопедической обуви в течение минимум 6 месяцев.

5. Рентгенологические данные, позволяющие предположить остеоартроз III, IV стадии, по системе Takakura.

6. Наличие информированного согласия на участие в исследовании.

Критерии невключения пациентов в исследование:

1. Сопутствующие заболевания пациента: анемия; декомпенсированная патология сердечно-сосудистой и дыхательной систем; печеночная и почечная недостаточность II степени и выше; лабораторно подтвержденные нарушения системы гемостаза; острый или хронический гепатит В или С; и анамнез сосудистых и тромботических заболеваний нижних конечностей. Пациенты с нарушением психики, плохо контролируемые состояниями и повышенным хирургическим риском.

2. Пациенты с инфекционным процессом в области голеностопного сустава или с неудовлетворительным состоянием кожи и мягких тканей.

3. Беременные и кормящие женщины.

В исследовании приняли участие 82 пациента с остеоартрозом голеностопного сустава в возрасте от 33 до 82 лет, в том числе 48 (58,54%) женщин и 34 (41,46%) мужчины. Средний возраст пациентов составил  $55,57 \pm 11,85$  лет.

Возрастная и гендерная характеристика выборки представлена на рисунке 10. Из данного рисунка следует, что женщины были представлены в выборке чаще на 17%. Что касается возрастного аспекта, то преобладали пациенты среднего возраста (46,34%).

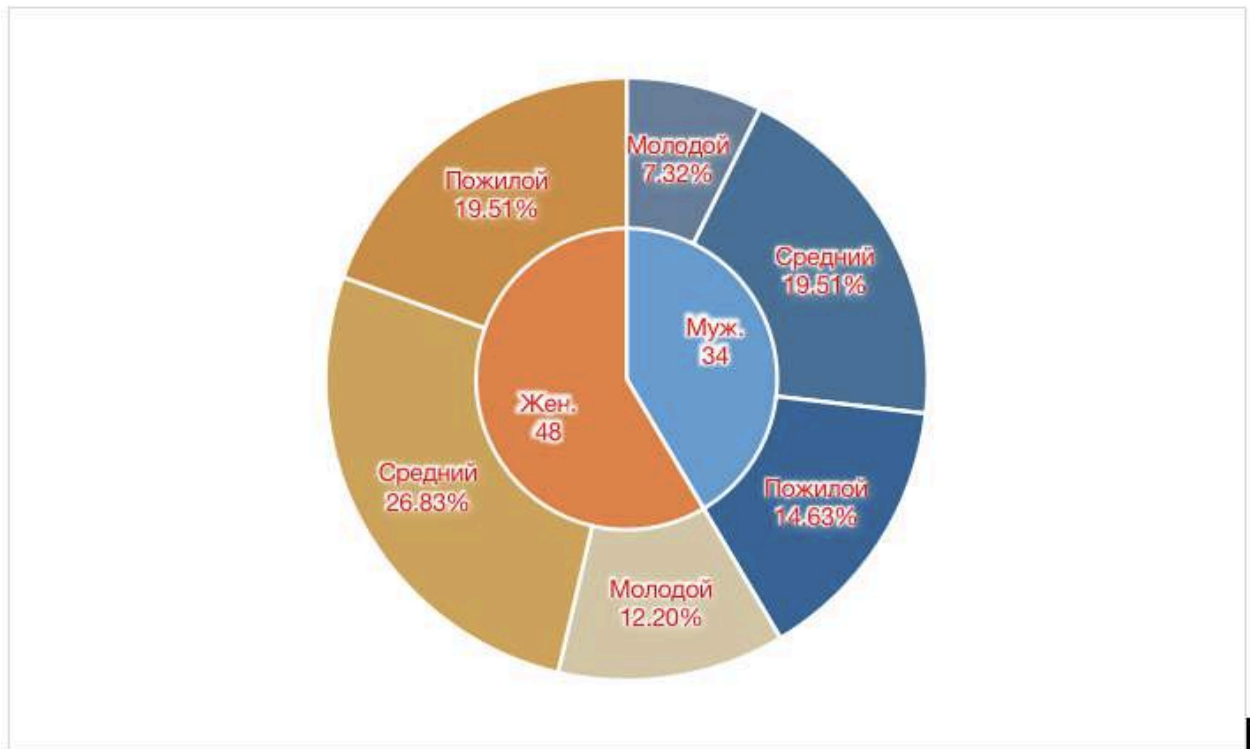
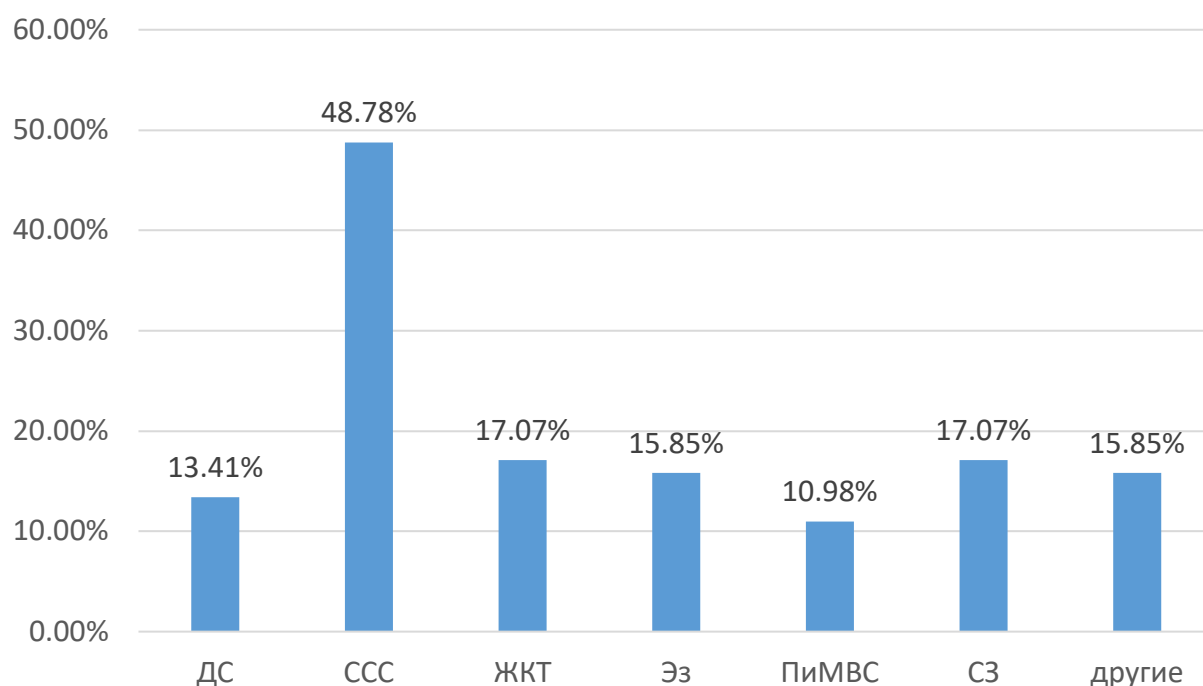


Рисунок 10 – Диаграмма распределения пациентов по возрасту и полу.

Как представлено на рисунке 11, 64 (78,05%) пациента, включенные в данное исследование, помимо основного заболевания имели сопутствующие заболевания. К числу наиболее распространенных заболеваний, которыми страдают пациенты, относятся болезни сердечно-сосудистой системы. К ним относятся гипертоническая болезнь или хроническая сердечная недостаточность на ранних стадиях. На втором месте - болезни пищеварительной системы и системные заболевания, включающие хронический гастрит, хронический холецистит, ревматоидный и подагрический артриты. Относительно меньшие показатели распространенности имели заболевания почек или мочевыводящей системы.

Полученные данные показывают, что у части пациентов отмечалась мультиморбидность – суммарное значение частоты выявления сопутствующих заболеваний в выборке превышает 100%.



Примечание: ДС – заболевания дыхательной системы; ССС – заболевания сердечно-сосудистой системы; ЖКТ – заболевания желудочно-кишечного тракта; ЭЗ – эндокринные заболевания; ПиМВС – заболевания почек и мочевыводящей системы; СЗ – системные заболевания.

Рисунок 11 - Наличие сопутствующей патологии у пациентов в выборке.

Доля пациентов с мультиморбидностью в выборке достигала 34,15% (28 из 82 пациентов), причем в старших возрастных группах (пациенты > 50 лет) этот показатель был гораздо выше – 39,22% (20 из 51). Наличие сопутствующих заболеваний определяло особенности предоперационной подготовки таких пациентов. Она включала дополнительные этапы лабораторного и инструментального обследования с целью объективного подтверждения достижения стадии ремиссии сопутствующего заболевания и выявления возможных противопоказаний к операции, а также прогнозирования вероятных осложнений. Кроме того, осуществлялись консультации профильных специалистов с коррекцией (при необходимости) поддерживающей терапии.

В соответствии с целью и задачами исследования пациенты были разделены на две группы:

- группа А – включала 25 пациентов с остеоартрозом голеностопного сустава нетравматического характера;
- группа Б – состояла из 57 пациентов с посттравматическим остеоартрозом голеностопного сустава.

В таблице 1 показано, что 56% пациентов страдали остеоартрозом ГСС на фоне системных заболеваний (Таблица 1).

Таблица 1 - Характеристика группы пациентов с нетравматическим остеоартрозом голеностопного сустава в зависимости от этиологии

Этиология	Количество пациентов	
	абс.	%
Ревматоидный артрит	11	44,00
Первичный дегенеративный артрит	10	40,00
Подагрический артрит	3	12,00
Постинфекционный артрит	1	4,00
Иные	25	100,00

При анализе типа перенесенной травмы у пациентов группы Б было установлено, что чаще предшествовал (согласно анамнезу) перелом медиальной лодыжки и/или разрыв дельтовидной связки, передней порции межберцового синдесмоза и оскольчатый перелом диафиза малоберцовой кости (Таблица 2). В 12,46% случаев причиной развития вторичного артроза была в повреждении таранной кости. Первичное нарушение целостности связочного аппарата было зафиксировано в 10,53% наблюдений.

Таблица 2 - Характеристика пациентов с посттравматическим остеоартрозом голеностопного сустава в зависимости от типа перенесенной травмы

Тип травмы дистального эпиметафиза костей голени по классификации АО/ASIF	Количество пациентов	
	абс.	%
B2	20	35,09
C2	15	26,31
B3	6	10,53
C3	3	5,26

Продолжение таблицы 2

Повреждение связочного аппарата голеностопного сустава	6	10,53
Перелом лодыжек, тип В + перелом таранной кости	2	3,51
Перелом лодыжек, тип В + переломовывих таранной кости	2	3,51
Перелом таранной кости	3	5,26
Всего	57	100,0

С целью исключения влияния неоднородности групп на результаты исследования было проведено сравнение возраста пациентов и гендерного их состава.

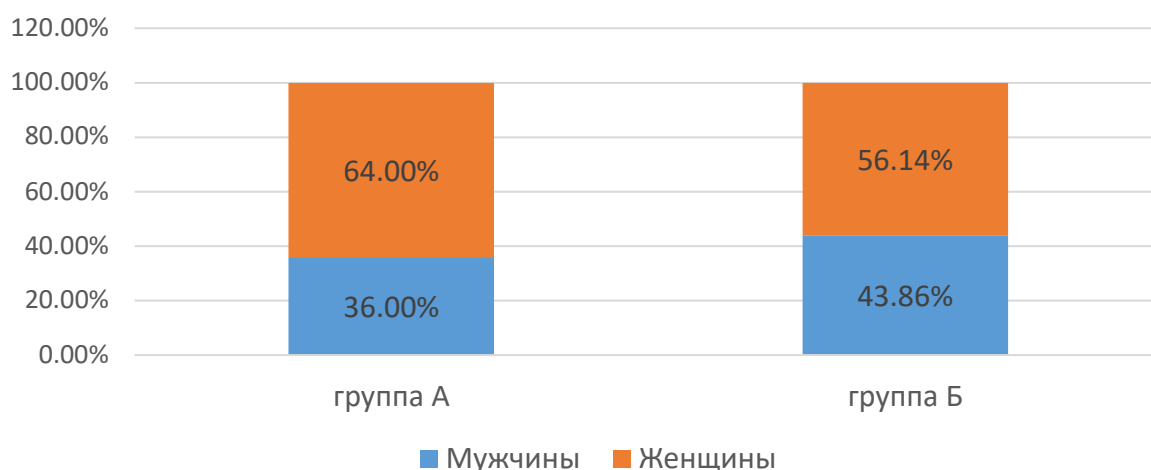


Рисунок 12 - Сопоставление гендерного состава групп исследования.

При сопоставлении среднего возраста пациентов в группах исследования было установлено, что в группе А он составил  $57,00 \pm 13,05$  г., а в группе Б –  $54,95 \pm 11,34$  г., т.е. они по данному признаку были сопоставимы друг с другом ( $p > 0,05$ ) без значимых различий в данной категории сравнения.

Результаты сравнительного анализа гендерного состава групп исследования наглядно представлены на рисунке 12. Из данных диаграммы видно, что количество мужчин в группе А было меньше, чем в группе Б, а количество пациентов в группе Б было больше. Тем не менее, различия, обнаруженные в каждой группе, находились в пределах статистических колебаний ( $p > 0,05$ ).

Таблица 3 - Сопоставление характеристик пациентов в группах А и Б

Характеристики	Группа А n=25	Группа Б n=57	Критерий	<i>P</i>
ИМТ	26,24±2,82	25,99±2,59	$t = 0,208$	0,84
Таргетная конечность (левая: правая)	11:14	27:30	$\chi^2 = 0,08$	0,78
Стадии остеоартроза Шь:IV	14:11	34:23	$\chi^2 = 0,10$	0,76

Таблица 3 представляет результаты сопоставления групп исследования по другим критериям. Из данных таблицы видно, что основные характеристики были сопоставимы, и не было достоверных различий.

Исходя из метода фиксации костных элементов при артродезировании голеностопного сустава, общая выборка делилась на четыре группы: внешняя фиксация аппаратом Илизарова (21 чел. – 25,61%), внутрикостные винты (23 чел. – 28,05%), на костные пластины и винты (20 чел. – 24,39%) и интрамедуллярные штифты (18 чел. – 21,95%). Результаты сравнительного анализа основных характеристик указанных групп представлены в таблице 4.

Таблица 4 - Сопоставление основных характеристик пациентов с артродезом голеностопного сустава в зависимости от метода хирургической фиксации

Характеристики	Аппарат Илизарова n=21	Винт n=23	Пластина n=20	Штифт n=18	<i>P</i>
Возраст	59,05±5,93	54,22±10,30	55,10±15,76	53,78±13,83	0,47
ИМТ	26,73±3,05	24,77±3,61	25,68±3,10	26,09±4,76	0,35
Пол мужчины: женщины	9:12	8:15	9:11	8:10	0,89
Таргетная конечность левая: правая	8:13	11:12	11:9	8:10	0,75



Продолжение таблицы 4

Стадии остеоартроза IIIb:IV	9:12	14:9	14:6	11:7	0,35
-----------------------------------	------	------	------	------	------

Данные свидетельствуют об отсутствии значимых различий между группами по основным клиническим характеристикам.

С целью оценки эффективности профилактики тромбоэмболических осложнений при различных вариантах остеосинтеза вся выборка была разделена на три когорты:

- 30 пациентов, перенесших артродез голеностопного сустава с использованием погружного остеосинтеза, составили основную когорту ЭМС (с электромиостимуляцией). Им была проведена авторская методика профилактики ВТЭО с использованием мультимодального подхода, включавшего: применение прямого антикоагулянта, эластичного трикотажа и электромиостимуляции мышц голени. Эти пациенты получили медицинскую помощь в клинике г. Уханя.

- Когорта АВФ (с аппаратом внешней фиксации) – состояла из 21 пациента, которым был выполнен артродез голеностопного сустава с использованием аппарата Илизарова. У этих пациентов в послеоперационном периоде профилактика ВТЭО ограничивалась стандартным назначением прямого антикоагулянта и эластического трикотажа.

- Когорта ПО (погружной остеосинтез) – включала 31 пациента, которым выполнили артродез голеностопного сустава с погружным вариантом остеосинтеза, где была использована также традиционная периоперационная профилактика ВТЭО. Пациенты когорты АВФ и ПО прошли лечение в клиниках г. Казани.

Таблица 5 - Сопоставление основных характеристик пациентов, получавших разные схемы профилактики ВТЭО

Характеристики	Когорта ЭМС n=30	Когорта АВФ n=21	Когорта ПО n=31	Критерий	<i>P</i>
Возраст	53,80±13,62	59,05±5,93	54,94±12,81	$f = 1,29$	0,28
ИМТ	26,06±4,02	26,73±3,05	24,88±3,57	$f = 1,77$	0,18
Пол мужчины: женщины	9:21	9:12	16:15	$\chi^2 = 2,96$	0,23
Таргетная конечность левая: правая	18:12	8:13	12:19	$\chi^2 = 3,55$	0,17
Стадии остеоартроза IIIb:IV	21:9	9:12	18:13	$\chi^2 = 3,75$	0,15

Первичное сопоставление основных характеристик пациентов, получавших профилактику ВТЭО по авторской методике (ЭМС + прямой антикоагулянт + эластичный трикотаж) и традиционной схеме (прямой антикоагулянт + эластичный трикотаж), представлены в таблице 5.

Как следует из данных таблицы, ни по одной из изученных характеристик достоверные различия между группами выявлены не были.

## 2.2 Хирургические технологии

Выбор хирургического подхода и метода фиксации зависит от стадии ОА голеностопного сустава пациента и степени деформации сустава, а также от личных предпочтений хирурга.

В случае, когда поражение было сосредоточено в большеберцово-таранном суставе, медиальная лодыжка не была поражена или поражение было легким, а состояние кожи на латеральной лодыжке и общая соосность голеностопного сустава были удовлетворительными, применялся латеральный доступ. Производился продольный разрез 10-15 см по проекции

латеральной лодыжки до её вершины, от которой производился разрез 2 см вниз.

Передний доступ использовался в случаях, когда хирургическое лечение требовало как медиальной, так и латеральной лодыжки. Передний доступ проходил между сухожилием передней большеберцовой мышцы и разгибателем большого пальца.

При неблагоприятном состоянии кожи передней поверхности голеностопного сустава был выбран латеральный доступ и небольшой медиальный разрез. Первый разрез происходит между длинным разгибателем первого пальца и сухожилием передней большеберцовой мышцы. И второй разрез между сухожилиями третьей малоберцовой мышцы или длинным разгибателем пальцев.

Вопрос о том, проводить или нет остеотомию малоберцовой кости, до сих пор остается спорным в научном сообществе: некоторые ученые считают, что сохранение малоберцовой кости повышает стабильность голеностопного сустава при артродезе, а другие считают, что при остеотомии малоберцовой кости увеличивается компрессионное давление на голеностопный сустав, что способствует сращению кости.

В данном исследовании остеотомия малоберцовой кости применяется при латеральном подходе, и в случаях, когда репозиция таранной кости затруднена, малоберцовую кость перехватывают на 6-7 см выше голеностопного сустава, чтобы обнажить латеральный голеностопный сустав и подготовить его к проведению костной пластики.

В ходе операции удалялись периартикулярные рубцы, оссификаты, остатки хряща с суставных поверхностей, а также проведены корригирующие остеотомии на суставных поверхностях дистального отдела большеберцовой кости и верхней части таранной кости. Выравнивание двух поверхностей остеотомии и заполнение между ними костным пластиком. После этого голеностопный сустав фиксировали с помощью соответствующего устройства, включая: аппараты внешней фиксации Илизарова, 2–3 канюлированных винта диаметром 3,5 мм, передней или латеральной фиксирующей пластины или ретроградно введенным интрамедуллярным штифтом HAN.

В послеоперационном периоде у пациентов, перенесших операцию артродеза голеностопного сустава с погружной фиксацией, для

иммобилизации голеностопного сустава использовалась укороченная трубчатая повязка на ногу.

Всех пациентов просили держать костыли и избегать нагрузки в течение 5 недель после операции, ограниченную нагрузку начинали с 6-й недели и постепенно переходили к полной нагрузке через 3~6 месяцев. В течение этого периода гипс регулярно менялся и снимался через три месяца.

### **2.3 Методы исследования**

При оценивании состояния пациентов и эффективности методов профилактики тромбоэмболии использовались следующие методы.

#### *Клинические методы исследования*

На этом этапе проводили сбор анамнеза, объективный осмотр, оценивали функциональные возможности пациента, его соматический статус, по показаниям консультировались с профильными специалистами.

#### *Анамнез*

При опросе пациентов особое внимание уделялось типичным жалобам, связанным с поражением голеностопного сустава, таким как боль и ограничение подвижности, а также потенциальным осложнениям, которые могут возникнуть после операции. Существуют факторы риска развития тромбоэмболических осложнений, особенно если у пациента есть в анамнезе тромбоэмболия.

Объективное исследование пациентов включало осмотр и оценку амплитуды движений в пораженных суставах.

Пациентов исследовали в положении стоя, сидя, лежа, с разгруженными и нагруженными стопами сзади и внутри. Учитывались следующие характеристики: выраженность поперечных и продольных сводов стопы и способ распределения нагрузки в положении стоя на нижнюю часть стопы пациента.



Рисунок 13 - Оценка движений в подтаранном суставе.

При этом оценивали:

- взаимоотношения между задним, средним и передним отделом стопы;
- наличие отека и деформаций в области головки таранной и бугристости ладьевидной костей, переднего отдела и пальцев стопы;
- характер и локализацию кожных трофических изменений, огрубение кожи, потертостей, натоптышей, омолозности;
- соотношение длины внутренней и наружной колонн стопы;
- состояние мышц голени и стопы (наличие гипо- или атрофии).

Особое внимание уделяли задней части стопы и вилке голеностопного сустава, а также степени деформации этих анатомических элементов. Мы проверяли активные и пассивные движения ГСС, измеряли амплитуду качательных движений в подтаранном суставе. Врач выполнял соответствующие движения в горизонтальной плоскости. Он обхватывал пятку правой рукой, а левой держал вилку голеностопного сустава, чтобы проследить за движениями подтаранного сустава. В норме амплитуда движений составляла 10 градусов (Рисунок 13).

При осмотре пациент лежал спиной к врачу на кушетке, свесив обе стопы, чтобы врач мог измерить угол отклонения пятки и определить наличие натоптышей по наружному краю стопы.

Клинический осмотр также включал несколько специальных тестов для оценки состояния голеностопного сустава.

Для определения структурной целостности передней таранно-малоберцовой связки, передней капсулы голеностопного сустава и пяточно-малоберцового тракта использовался *тест переднего выдвижного ящика*. При выполнении теста пациент сидел, его коленные суставы были согнуты, голень свешивалась с края стола. Одной рукой стабилизируйте нижний отдел голени, а ладонью другой руки исследователь захватывал пяточную кость. Затем он придавал голеностопному суставу положение  $20^\circ$  подошвенного сгибания, при котором передняя таранно-малоберцовая связка будет расположена перпендикулярно к продольной оси голени. Затем исследователь пытался выдвинуть вперед пяточную и таранную кости. Чрезмерное движение стопы вперед, которое часто сопровождается щелчком, считалось положительным признаком переднего выдвижного ящика.

Тест на наклон таранной кости использовался для оценки голеностопного сустава на предмет повреждения передней таранно-малоберцовой связки и пяточно-малоберцовой связки. Тест проводился в положении сидя, без опоры на стопу. Стопа располагалась в  $10-20^\circ$  подошвенного сгибания. Дистальная часть голени фиксировалась исследователем одной рукой проксимальнее голеностопного сустава, а другая рука ротировала стопу внутрь, т.е. осуществляла ее инверсию. При этом исследователь пальпировал боковую поверхность таранной кости, чтобы определить, происходит ли ее наклон. Тест проводился с двух сторон. Функцию голеностопного сустава оценивали по шкале Американской ортопедической ассоциация стопы и голеностопного сустава (AOFAS) (Приложение 1).

Полученные результаты оценивали с помощью следующей градации:

- отличный – 90–100 баллов
- хороший – 75–89 баллов
- удовлетворительный – 50–74 баллов
- неудовлетворительный – менее 50 баллов.

С целью проведения субъективной оценки боли использовали визуально-аналоговую шкалу (ВАШ) (Рисунок 14).

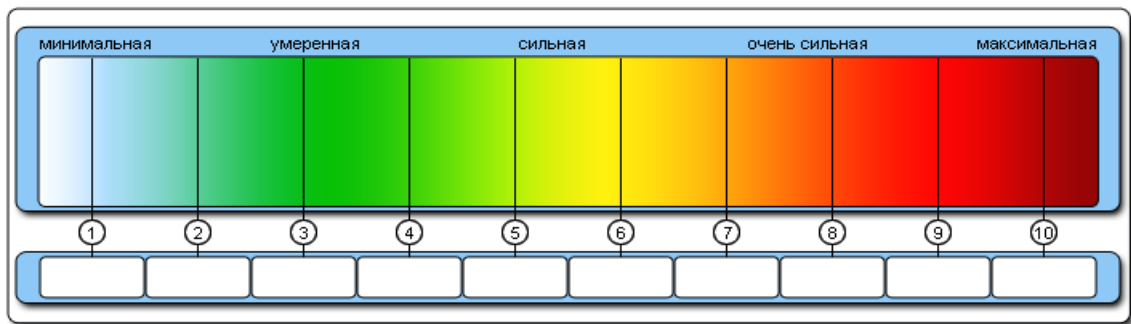


Рисунок 14 - Визуально-аналоговая шкала (ВАШ).

ВАШ представляет собой линейку длиной 100 мм, с отметками на ней от 0 баллов: «боли нет» до 10 баллов: «максимальная боль». При оценке 1-3 балла - слабая боль, 4-7 баллов - умеренная боль, 8-9 баллов - сильная боль и 10 баллов - нестерпимая боль. Пациент делал на этой линейке отметку, соответствующую интенсивности испытываемых им данный момент болевых ощущений. С обратной стороны линейки нанесены деления для отметки полученных значений. В сантиметрах измеряли расстояние между сделанной пациентом отметкой и началом линии «нет болей» (с округлением до целого). На визуальной аналоговой шкале каждый сантиметр давал один балл.

Каждому пациенту провели антропометрическое исследование – определили индекс их массы тела по формуле:

$$I = \frac{m}{h^2},$$

где  $m$  — масса тела в килограммах;  $h$  — рост в метрах.

Во время осмотра в послеоперационном периоде внимание обращалось на форму стопы и голеностопного сустава, послеоперационное заживление ран, антиротационную способность голеностопного сустава, оценку стабильности голеностопного сустава, чувствительность дистального отдела конечности и его кровоснабжение, наличие признаков тромбоза вен нижней конечности.

#### *Лабораторные методы исследования*

Оценка лабораторных показателей не отличалась от стандартного набора исследований крови (общий анализ крови с лейкоформулой и мочи, биохимический анализ крови), однако большое внимание было обращено на расширенную коагулограмму.

Гемостатический профиль. Параметры коагуляционного гемостаза были измерены в клинической лаборатории. Коагулометр Amelung KC 10A был использован для проведения исследований. В ходе исследования оценивались различные показатели коагуляционного гемостаза, такие как уровень фибриногена, протромбиновое время (ПВ), протромбиновый индекс (ПТИ), активированное частичное тромбопластиновое время (АЧТВ), международное нормализованное отношение (МНО) и определение Д-димеров (Таблица 6).

Таблица 6 - Референтные значения показателей коагулограммы

Показатель	Значения
Протромбиновое время, сек	9,4-12,5
Протромбиновый индекс, %	70,0-140,0
МНО	0,85-1,15
Фибриноген расчетный, г/л	2,4-5,0
АЧТВ, сек	25,10-36,50
Д-димер, мкг/мл	0,000-255,000

Для количественного анализа фибриногена в крови использовались лиофильно высушенный тромбин, концентрат буфера и лиофильно высушенная контрольная плазма (НПО «Ренам», Россия). Для определения Д-димеров использовался латексный реагент.

Как уже отмечалось в разделе "Введение", периоперационный период является периодом высокого риска ВТЭО, а также периодом резких изменений свертывающей системы крови, поэтому в настоящем исследовании особое внимание уделялось анализу изменения показателей коагулограмм в диапазоне от предоперационного до 7 дней послеоперационного периода.

Инструментальные методы исследования включали рентгенографию суставов, которая проводилась с помощью рентгеновской цифровой системы ELECTRON.

Устройство фирмы Philips было использовано для проведения ультразвукового дуплексного сканирования с цветовым доплеровским



кодированием вен нижних конечностей и оценки проходимости просвета сосуда. Использовались датчики 3,5 и 5 МГц.

Стратегии профилактики тромбоэмболических осложнений. В когортах АВФ и ПО (всего 52 пациента) профилактика проводилась по традиционной схеме и включала:

- в предоперационном периоде и во время операции на здоровой ноге используется градуированный компрессионный трикотаж (ГКТ). Согласно рекомендациям NICE, пациентам с риском ТГВ рекомендуется носить компрессионный трикотаж первого класса во время пребывания в стационаре и в течение месяца после операции.

- применение антикоагулянтов – в исследовании использовался препарат дабигатрана этексилат. Согласно "Российским клиническим рекомендациям по диагностике, лечению и профилактике венозных тромбоэмболических осложнений" 2015 года, доза составляла 110 мг внутрь через 1-4 часа после становления полного гемостаза. Для обеспечения непрерывного применения препарата до полной активизации пациента в течение 35 дней после операции назначается 220 мг внутрь один раз в сутки.

В основной когорте ЭМС (всего 45 пациентов) в рамках мультимодального подхода при профилактике ТЭО дополнительно к традиционным методам, описанным выше, использовалась электронейростимуляция мышц голени на аппарате Veinoplus-DVT, разработанного французской компанией Ad Rem Technology. Устройство генерирует прямоугольный импульс с частотой 10 Гц длительностью 0,5 мс.

Согласно разработанному нами (патент на изобретение RU 2786 799 C1) «Способу профилактики тромбоза вен нижних конечностей при операциях на голеностопном суставе», за 12 часов перед проведением операции на голеностопном суставе к головке малоберцовой кости обеих ног в области общего малоберцового нерва прикреплялись два электрода размером 50 мм × 50 мм.



Рисунок 15 – Методика наложения электродов для последующей электромиостимуляции аппаратом «Veinoplus-DVT» на ротированной кнутри нижней конечности (вид сверху).

Это оптимальное место крепления с точки зрения стимуляции сокращения мышц голени. Также не мешает, когда в послеоперационном периоде на ноге пациента присутствовали аппарат внешней фиксации или укороченная трубчатая гипсовая повязка. Интенсивность стимуляции устанавливали так, чтобы можно было наблюдать слабые сокращения мышц голени и минимизировать неприятные ощущения для пациента. Для аппарата Veinoplus-DVT такая интенсивность соответствует уровню в 15 единиц. Процесс ЭМС наглядно представлен на рисунке 15.

Аналогичным образом на здоровую ногу во время операции и в периоперационном периоде накладывался трикотаж с градуированной компрессией. Электроды накладываются на кожу ног, а провода продеваются под трикотаж.

Как представлено в I главе, в периоперационном периоде высок риск ВТЭО, поэтому в данном исследовании применение ЭМС было ограничено 7

сутками после операции для достижения наиболее значимой эффективности. Она проводилась каждые 2–4 часа по 20-40 минут в течение 7 дней.

Интервал и длительность проведения процедур выбраны исходя из эффективности профилактики. При интервалах больше четырёх часов и длительности менее 20 минут существует риск образования застоя венозной крови, а интервалы менее двух часов и длительность более 40 минут нецелесообразны, поскольку они не повышают эффективность профилактики и могут лишь привести к ухудшению состояния пациента.

Врачи наблюдали ритмичное сокращение мышц голени, а пациент мог безболезненно переносить максимальный тремор после проведения ЭМС. Для аппарата Veinoplus-DVT такая интенсивность, в большинстве случаев, соответствовала уровню в 25 единиц, обеспечивает интенсивный кровоток в венах.

Следует подчеркнуть эффективность и возможность применения ЭМС на амбулаторном этапе лечения, поскольку метод позволяет сохранять тонус и способствует профилактике атрофии мышц голени. Улучшаются функциональные возможности пациента, эффективность послеоперационной реабилитации. Совокупность прямой (прием антикоагулянтов) и непрямой (ношение эластического трикотажа + ЭМС) профилактики мы использовали в качестве авторской методики для когорты пациентов с погружными вариантами остеосинтеза после артрорезирования у пациентов в г. Ухань (КНР).

#### **2.4 Статистические методы обработки результатов исследования**

Полученные в ходе исследования результаты подвергали статистической обработке с помощью методов вариационной статистики.

Созданная в Microsoft Office Excel-2021 для проведения статистического анализа база данных состоит из нескольких десятков параметров. Она содержит сведения о пациентах, их паспортные и анамнестические данные, принадлежность к группе исследования, основные и сопутствующие диагнозы, тип оперативного вмешательства, методы профилактики ВТЭО и результаты клинических, лабораторных и инструментальных исследований.

Обрабатывали следующие параметры:

1. Качественные признаки включают частоту выявления признака в выборке (в процентном выражении), долю ( $p$ ), среднюю ошибку доли, выраженную в процентах ( $Sp\%$ ) и достоверность разницы между выборочными долями ( $Sd$ ).

2. Для количественных признаков значение показателя ( $M$ ) и ошибка среднего ( $m$ ).

3. Оценка достоверности различий внутри группы и между ними на разных этапах. Учитывались для оценки достоверности два критерия: Стьюдента и хи-квадрат Пирсона. Различие было признано статистически достоверным при  $p < 0,05$ . Для сравнения частот, не зависящих от распределения, были выбраны данные статистических показателей.

При подсчете этих признаков использовались программы Microsoft Office Excel-2021 и SPSS (Statistica 26.0).

Таким образом, для обследования пациентов, использовались клинические, лабораторные и инструментальные методы и методы статистической обработки данных. Рассматривались четыре варианта остеосинтеза после артрорезирования голеностопного сустава, сравнительно оценивалась эффективность профилактики ТГВ при погружном и внеочаговом остеосинтезе после «замыкания» голеностопного сустава.

## 2.5 Дизайн исследования

В этой работе было объединены открытые проспективные сравнительные и когортные исследования в трех медицинских центрах.

Все пациенты проходили катамнез после операции, который продолжался до двенадцати месяцев с момента операции.

Этот срок наблюдения достаточен для оценки реабилитационного эффекта после артрорезирования голеностопного сустава и профилактических мероприятий венозных тромбоэмболических осложнений.

Таблица 7 – Типовая индивидуальная карта обследования пациента

ФИО:		Группа:			
Номер визита	Визит №1	Визит №2	Визит №3	Визит №4	Визит №5
Дата наблюдения					
Информированное согласие	X				
Медицинский осмотр	X	X	X	X	X
Оценка по Шкале Каприни	X				
Анкеты по шкале ВАШ	X	X	X	X	X
Анкеты по шкале AOFAS	X		X	X	X
Коагулограмма	X	X			
Рентгенологические исследование	X	X	X		
УЗДС вен нижних конечностей	X	X			

В период наблюдения пациенты сделали 5 визитов к исследователю:

Визит №1 – перед хирургическим лечением (скрининг). Все пациенты проходили медицинский осмотр и заполняли опросники шкал AOFAS и ВАШ для предоперационной оценки их состояния. С согласия пациентов проводился сбор данных стандартного предоперационного обследования, включая анализы крови (в т.ч. коагулограмма), предоперационные рентгенограммы. Ультразвуковое дуплексное сканирование (УЗДС) вен нижних конечностей проводилось при поступлении в клинику пациента.

Визит №2 – 7-й день после операции. Во время этого визита был проведен послеоперационный медицинский осмотр всех пациентов. Кроме того, данный визит включал сбор данных из истории болезни с согласия пациента, анализ крови (+коагулограмма) и рентгенологическое исследование после операции в рамках стандарта оказания медицинской помощи. Пациенты

заполняли опросник по шкале ВАШ для оценки послеоперационного болевого состояния.

УЗДС вен нижних конечностей вновь проводилось каждому пациенту на 7 день после операции, а далее при наличии симптомов ВТЭО.

Визит №3 – через три месяца после операции. Пациенты посетили поликлинику по месту жительства для планового послеоперационного осмотра травматологом-ортопедом. Этот визит включал, помимо клинического обследования, рентгенологическое исследование. Пациенты также провели самооценку своего состояния после операции, заполнив опросник AOFAS и VASH.

Визит №4 – через шесть месяцев после операции. Пациенты посетили поликлинику по месту жительства для планового послеоперационного осмотра травматологом-ортопедом. После операции пациенты регулярно проходили осмотр травматолога-ортопеда в поликлинике по месту жительства. Помимо клинического осмотра, на этой встрече пациенты заполнили опросник AOFAS и использовали VASH для самооценки своего состояния после операции.

Визит №5 – через год после операции. Этот визит предусматривал послеоперационный медицинский осмотр для всех исследуемых пациентов, а также повторное заполнение опросника AOFAS и применение ВАШ для завершения послеоперационной самооценки (Таблица 7).

Все данные, полученные во время визитов пациентов, вносились в индивидуальные регистрационные карты.

## ГЛАВА 3 РЕЗУЛЬТАТЫ СОБСТВЕННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

### 3.1 Общий анализ результатов артродеза голеностопного сустава

При изучении исходного состояния пациентов, которым в дальнейшем выполнен артродез голеностопного сустава, был оценен средний балл по шкале AOFAS. Он составил  $31,22 \pm 3,86$ . Следовательно, у большинства пациентов функция пораженного сустава была неудовлетворительной. Подчеркнем, что оценка по шкале, превышающая 50 баллов (удовлетворительная функция), не была выявлена.

Что касается болевых ощущений, то до операции средний балл по ВАШ среди исследуемых составил  $7,30 \pm 0,68$ , т.е. у большинства пациентов боль была выше средней интенсивности. Следует отметить, что индивидуальные показатели чаще варьировали в районе 6 - 8 баллов, а в подавляющей части наблюдений (87,80%) боль была даже интенсивной.

Средняя продолжительность операции артродеза составила  $149,09 \pm 11,97$  мин при индивидуальных вариациях от 111 до 175 мин.

Объем интраоперационной кровопотери варьировал от 89 до 146 мл и составил в среднем  $122,87 \pm 10,48$  мл.

Осложнения раннего послеоперационного периода зафиксированы в 17,07% случаев.

Из показателей диаграммы (Рисунок 16) следует, что по шкале AOFAS за период наблюдения средний балл постепенно возрастал, что свидетельствует об улучшении функции прооперированного сустава. В итоге, через год после операции он соответствовал хорошей функции. В целом было отмечено достоверное увеличение среднего балла за период наблюдения с  $31,22 \pm 3,86$  до  $79,62 \pm 5,02$  ( $p < 0,01$ ).

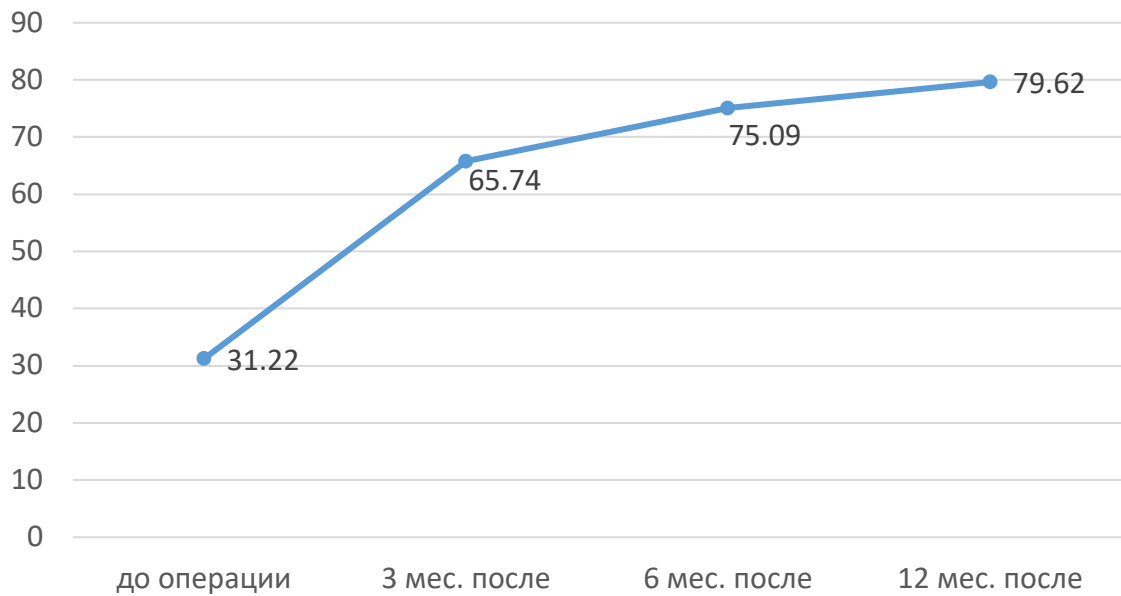


Рисунок 16 - Динамика среднего балла по шкале AOFAS в период наблюдения.

При этапной оценке интенсивности боли после операции (визит №2 – 5) было отмечено постепенное её снижение, о чем свидетельствуют данные, представленные на рисунке 17.

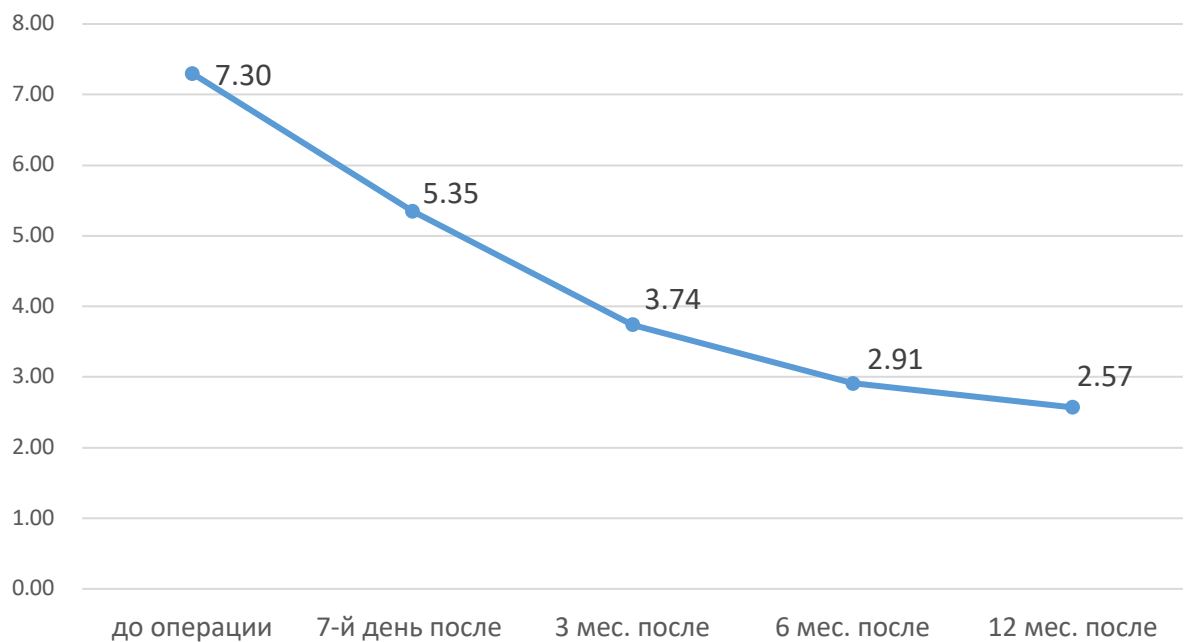


Рисунок 17 - Динамика среднего балла по ВАШ на периодах наблюдения.



Из диаграммы видно, что уже на 7-й день после операции интенсивность боли снизилась, и в дальнейшем этот процесс приобрел устойчивый характер. В итоге, средний балл по ВАШ снизился с исходного уровня  $7,30 \pm 0,70$  до  $2,57 \pm 0,85$  через 12 мес. после операции ( $p < 0,05$ ). Иными словами, если до операции большинство пациентов оценивали свои болевые ощущения как среднеинтенсивные, то через 12 мес. – только как слабые.

Послеоперационное сращение было констатировано у 91,46%, т.е. у подавляющего большинства пациентов. Срок костного сращения составлял от 12 до 25 недель, в среднем  $15,15 \pm 3,12$  недели.

Следовательно, артродез голеностопного сустава был эффективен в лечении большинства пациентов с остеоартрозом.

### **3.2 Результаты сравнительного анализа исходов хирургического лечения остеоартроза различной этиологии**

#### **3.2.1 Анализ результатов в группе нетравматического остеоартроза**

Анализ исходного состояния пациентов с нетравматическим артрозом выявил, что средний балл оставил  $31,36 \pm 3,99$  по шкале AOFAS в данной группе, что соответствует неудовлетворительной оценке функции голеностопного сустава. При анализе данных пациентов было установлено, что предоперационные оценки по шкале варьировали от 25 до 38 баллов.

Интенсивность болевых ощущений до операции колебалась в пределах от 6 до 8 баллов по ВАШ (т.е. от умеренной до сильной). Средний показатель в группе составил  $7,40 \pm 0,65$  баллов, что соответствует болевым ощущениям средней интенсивности.

Продолжительность операции была 130–175 минут, в среднем составила  $149,00 \pm 12,91$  мин. Средний объем интраоперационной кровопотери составил  $121,60 \pm 9,87$  мл (при индивидуальных вариациях от 105 до 150 мл).

Анализ состояния пациентов после операции позволил установить, что функция голеностопного сустава постепенно восстанавливалась, о чем свидетельствует положительная динамика среднего балла по шкале AOFAS.

Согласно показателям, представленным на диаграмме (Рисунок 18), через три месяца после операции функция голеностопного сустава у большинства пациентов этой группы улучшилась до удовлетворительной, а к

концу срока наблюдения её оценка соответствовала хорошей. В целом, за год наблюдений по шкале AOFAS средний балл у пациентов с нетравматическим артрозом достоверно возрос с  $31,36 \pm 3,99$  до  $79,24 \pm 4,83$  ( $p < 0,05$ ).

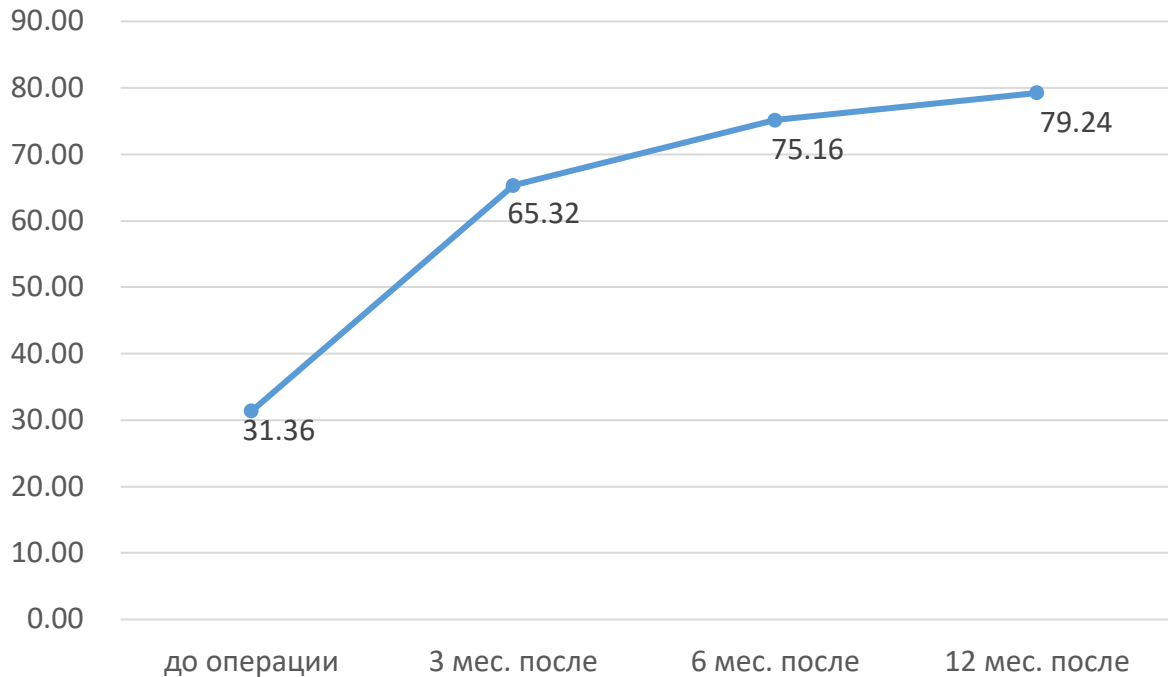


Рисунок 18 - Динамика среднего балла по шкале AOFAS в группе пациентов Б с нетравматическим остеоартрозом за период наблюдения.

Динамика среднего балла по ВАШ в послеоперационном периоде была противоположной – отмечалось его неуклонное снижение (Рисунок 19). На диаграмме видно, что средний балл по ВАШ существенно снизился уже к 7-му дню после операции, а к моменту завершения наблюдения он соответствовал только слабому уровню интенсивности боли. В целом, данный показатель сократился с исходной величины  $7,40 \pm 0,65$  баллов до  $2,68 \pm 1,03$  через год после операции ( $p < 0,01$ ).

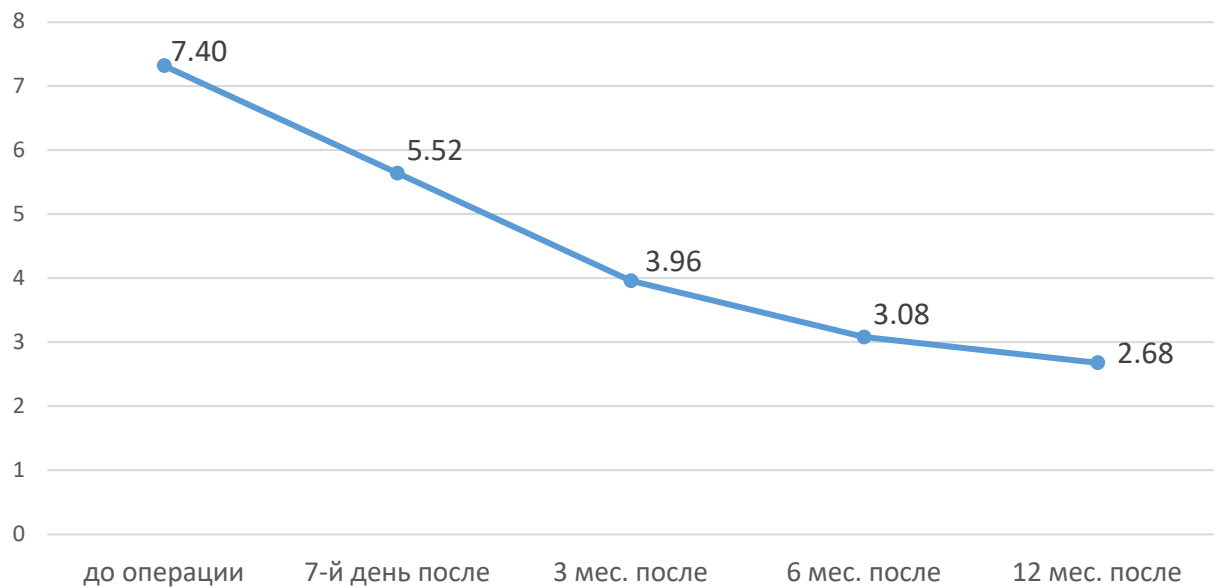


Рисунок 19 - Динамика среднего балла по ВАШ в группе пациентов Б с нетравматическим остеоартрозом за период наблюдения.

Осложнения послеоперационного периода были отмечены у 24,00% пациентов с нетравматическим остеоартрозом.

Послеоперационное сращение произошло у 22 (88,00%) пациентов, т.е. у подавляющего большинства. В качестве иллюстрации эффективности данного подхода к хирургическому лечению ОА голеностопного сустава приведем описание клинического случая.

#### *Клинический случай*

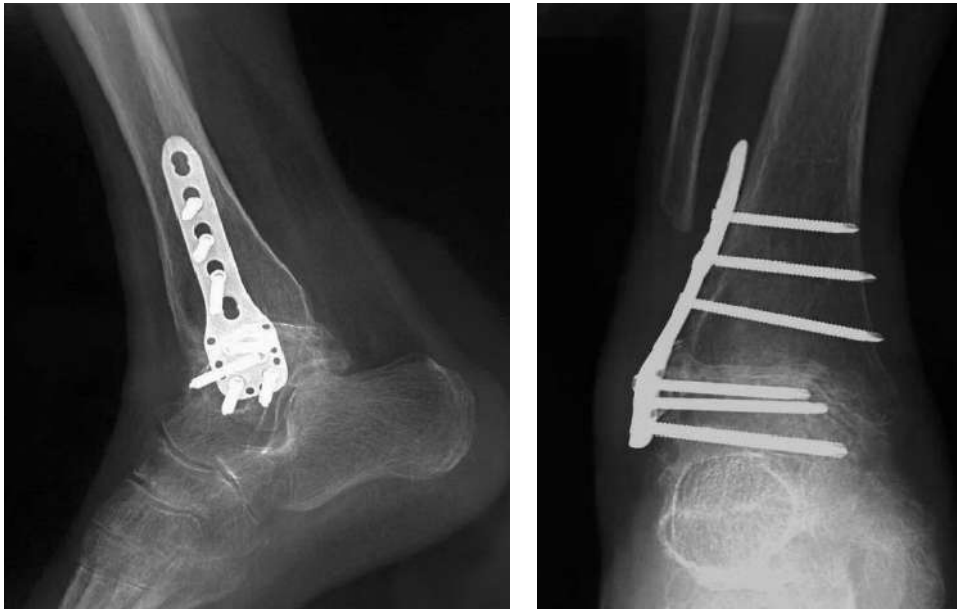
Пациентка 48 лет поступил в клинику ГАУЗ "ГКБ № 7 имени М.Н. Садыкова" 03.11.2021 с диагнозом: Деформирующий артроз правого голеностопного сустава на фоне ревматоидного артрита. МКСБ № 6039258.



До операции



Во время операции



Шесть месяцев после операции

Рисунок 20 - Рентгенограммы и интраоперационные фото дистального отдела правой голени пациентки 48 лет.

Жалобы пациенты на боль в правом голеностопном суставе, которые появилась 5 лет назад. Лечилась консервативно. 6 месяцев назад боль усилилась и был диагностирован остеоартроз ГСС третьей стадии.

Пациентке проведена операция: артродез правого голеностопного сустава с предварительной остеотомией малоберцовой кости, фиксацией накостной пластиной и винтами в ноябре 2021 года.

Дооперационная оценка по AOFAS составляла 28 баллов, а оценка по VAS - 7 баллов. Через три месяца после операции оценка по AOFAS составила 66 баллов, а оценка по VAS - 4. К 6 месяцу оценка по AOFAS выросла до 78 баллов, а оценка по VAS снизилась до трёх.

Через год после операции функция голеностопного сустава и боль значительно улучшились: оценка по AOFAS составила 83 балла, а оценка по VAS - 2 балла (Рисунок 20). Таким образом, проведенное хирургическое лечение пациентов с нетравматическим артрозом было в большинстве случаев эффективным, характеризовалось неосложненным течением послеоперационного периода с постепенной нормализацией функции голеностопного сустава, уменьшением болевых ощущений и сращением.

### 3.2.2 Анализ результатов в группе посттравматического остеоартроза

Изучение состояния пациентов с посттравматическим ОА до хирургического вмешательства позволило установить, что функционирование пораженного голеностопного сустава у большинства из них оценивалось как неудовлетворительное – средний балл составил  $31,16 \pm 3,84$  по шкале AOFAS. Индивидуальные значения данного показателя варьировали от 22 до 40 и лишь в одном случае были расценены как удовлетворительные.

Интенсивность болевых ощущений варьировала у пациентов данной группы от средней до высокой, т.е. от 6 до 8 баллов по ВАШ. Средний балл составил  $7,26 \pm 0,70$ , что свидетельствует о выраженной интенсивности болевых ощущений.

Длительность хирургического вмешательства составила в среднем  $149,12 \pm 11,65$  мин при индивидуальных колебаниях показателя от 125 до 175 мин. Объем кровопотери во время операции в среднем составил  $123,42 \pm 10,78$  мл (индивидуальные данные варьировали от 100 до 150 мл).

Анализ состояния пациентов с посттравматическим остеоартрозом после операции выявил постепенно улучшение функции пораженного сустава, которое было зафиксировано уже через три месяца после вмешательства (Рисунок 21). Из диаграммы следует, что через три месяца после операции средний балл увеличился практически в два раза по шкале AOFAS. В дальнейшем тенденция к возрастанию данного показателя и, соответственно, улучшению функции сустава, сохранялась.

В итоге, к моменту завершения наблюдения средний балл составил  $79,79 \pm 5,13$ , что было достоверно выше исходного значения ( $p < 0,05$ ) и соответствовало хорошему функционированию сустава.

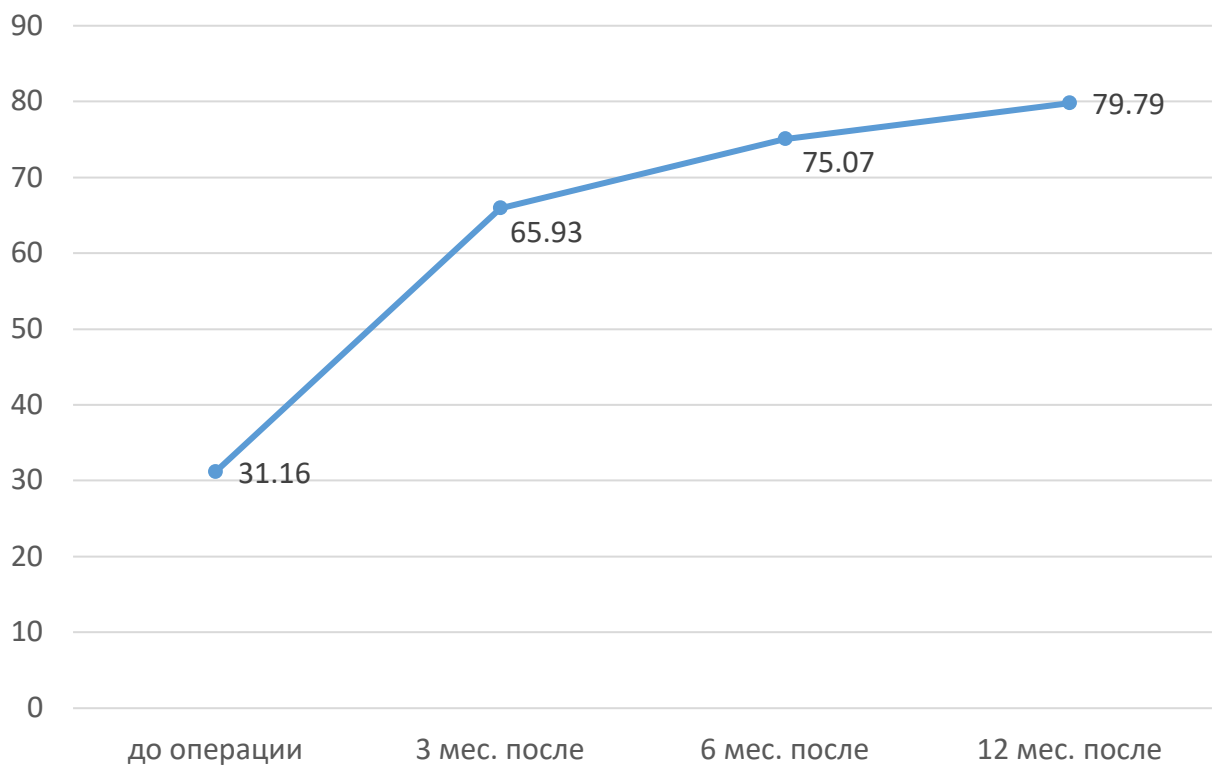


Рисунок 21 - Динамика среднего балла по шкале AOFAS в группе А посттравматического остеоартроза за период наблюдения.

Одновременно с улучшением функции сустава происходило снижение интенсивности болевых ощущений, о чем свидетельствуют данные, представленные на рисунке 22.

На диаграмме видно, что уже через 7 дней после операции средний балл по ВАШ снизился в 1,4 раза, что свидетельствует о купировании болевых ощущений у большинства пациентов данной группы. Тенденция к снижению боли сохранялась на всем протяжении периода наблюдения. В итоге, к моменту его завершения средний балл по ВАШ составил всего  $2,53 \pm 0,76$ , что соответствует низкой интенсивности боли и достоверно ниже исходных значений ( $p < 0,01$ ).

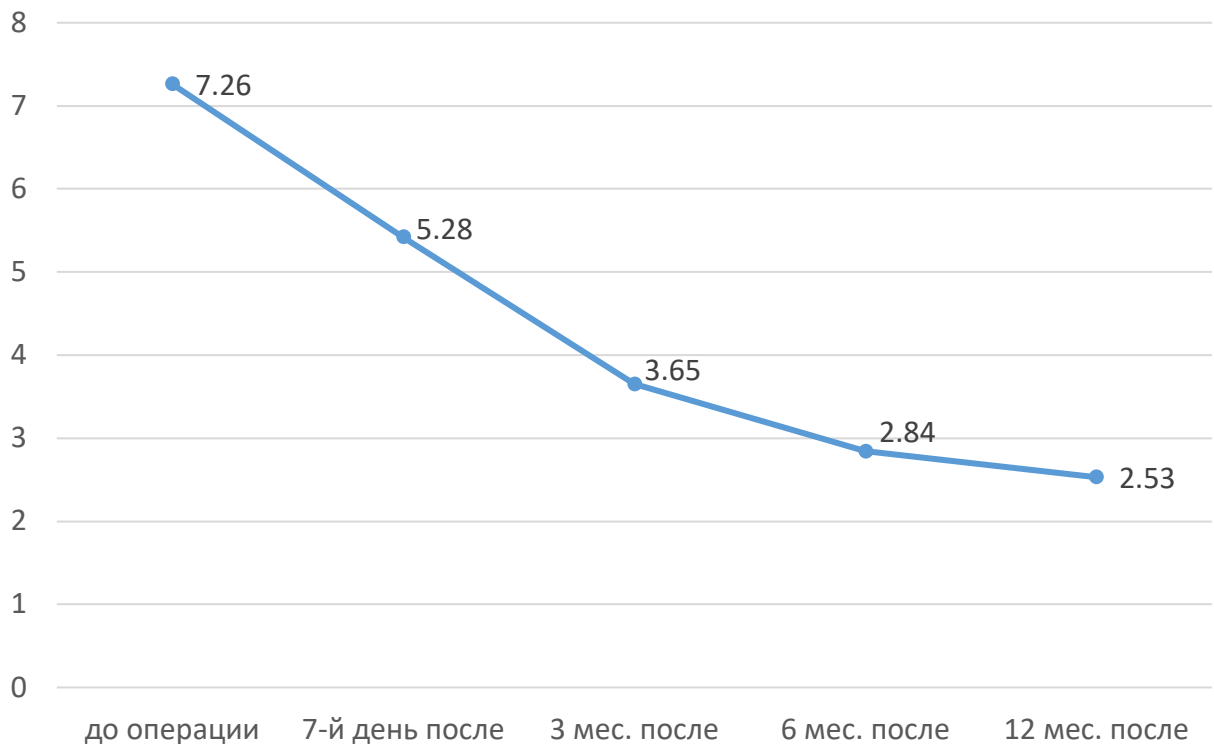


Рисунок 22 - Динамика среднего балла по ВАШ в группе А посттравматического остеоартроза за период наблюдения.

Послеоперационный период протекал с осложнениями у 14,04% пациентов данной группы. Соответственно, в большинстве случаев (85,96%) он был неосложненным.

Послеоперационное сращение было зафиксировано в 92,98% случаев.

Проиллюстрируем эффективность лечения посттравматического ОА клиническим примером.

#### *Клинический случай*

Пациентка 45 лет поступила в отделение травматологии ГАУЗ "ГКБ № 7 имени М.Н. Садыкова" 8 октября 2020 г. с диагнозом: Посттравматический остеоартроз правого голеностопного сустава 3 стадии. В анамнезе травма правого голеностопного сустава в результате ДТП 4 года назад. Консервативное лечение было безуспешным. МКСБ № 3945524.

Пациентке проведен артродез правого голеностопного сустава с фиксацией канюлированными винтами 9 октября 2020 г.



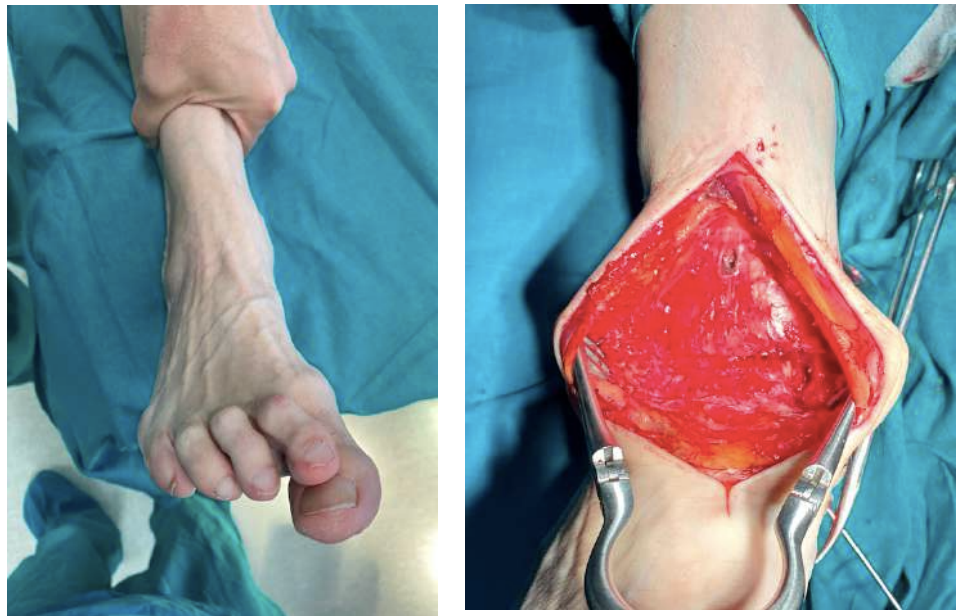
Дооперационный оценка AOFAS составляла 32 балла, а оценка VAS - 7; через 3 месяца после операции оценка AOFAS составляла 70 баллов, а оценка VAS - 3.

К 6 месяцу оценка AOFAS выросла до 78 баллов, а оценка VAS снизилась до 3. Наконец, через год после операции функция голеностопного сустава и боль значительно улучшились, при этом оценка по AOFAS составила 83 балла, а оценка по VAS - 3 балла (Рисунок 23).

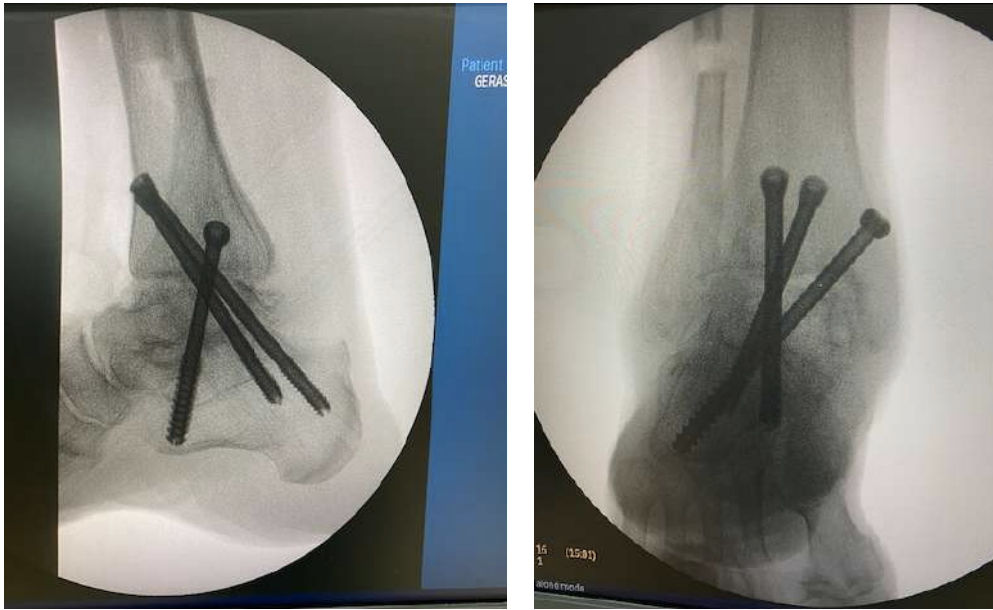
Таким образом, хирургическое лечение посттравматического остеоартроза у большинства пациентов было эффективным, протекало без осложнений и завершилось сращением.



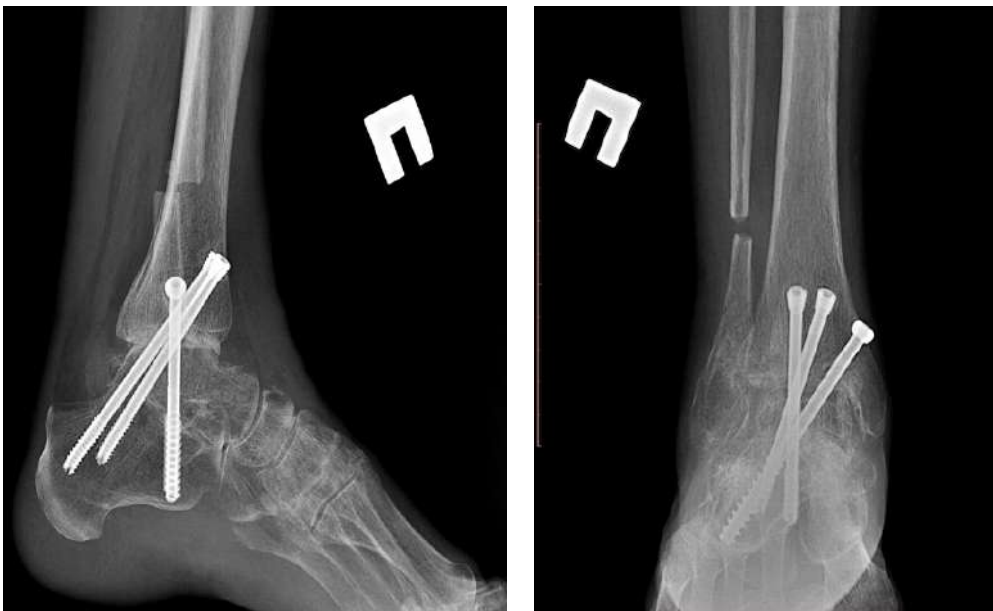
До операции



В ходе операции



В ходе операции



Шесть месяцев после операции

Рисунок 23 – Рентгенограммы и фото дистального отдела правой голени пациентки 45 лет на этапах лечения.

### 3.2.3 Сравнительный анализ исходов хирургического лечения остеоартроза различной этиологии

С целью выяснения особенностей исходов хирургического лечения остеоартроза голеностопного сустава в зависимости от этиологии был

проведен сравнительный анализ данных, полученных в группах пациентов с посттравматическим (А) и нетравматическим (Б) остеоартрозом.

В результате, было установлено, что интраоперационные характеристики были сопоставимыми (Таблица 8).

Таблица 8 - Сопоставление интраоперационных характеристик в группах исследования

Характеристика	Нетравматический остеоартроз (n=25)	Посттравматический остеоартроз (n=57)	p
Длительность операции, мин	149,00±12,91	149,12±11,65	>0,05
Интраоперационная кровопотеря, мл	121,60±9,87	123,42±10,78	>0,05

Сопоставление динамики восстановления функции пораженного сустава в послеоперационном периоде также не выявило различий между группами (Рисунок 24). Как следует из данных диаграммы, на всем протяжении наблюдения, средний балл в изучаемых группах был практически одинаковым по шкале AOFAS.

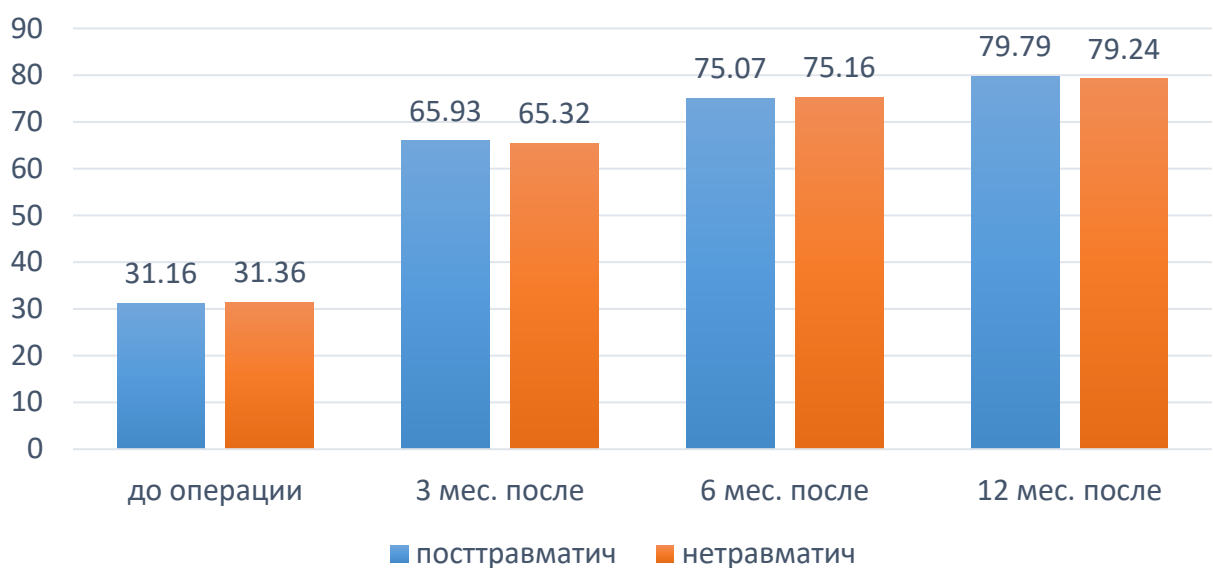


Рисунок 24 - Сопоставление динамики среднего балла по шкале AOFAS в группах исследования за период наблюдения.

Сходный результат был получен при сравнительном анализе динамики интенсивности боли в группах исследования (Рисунок 25).

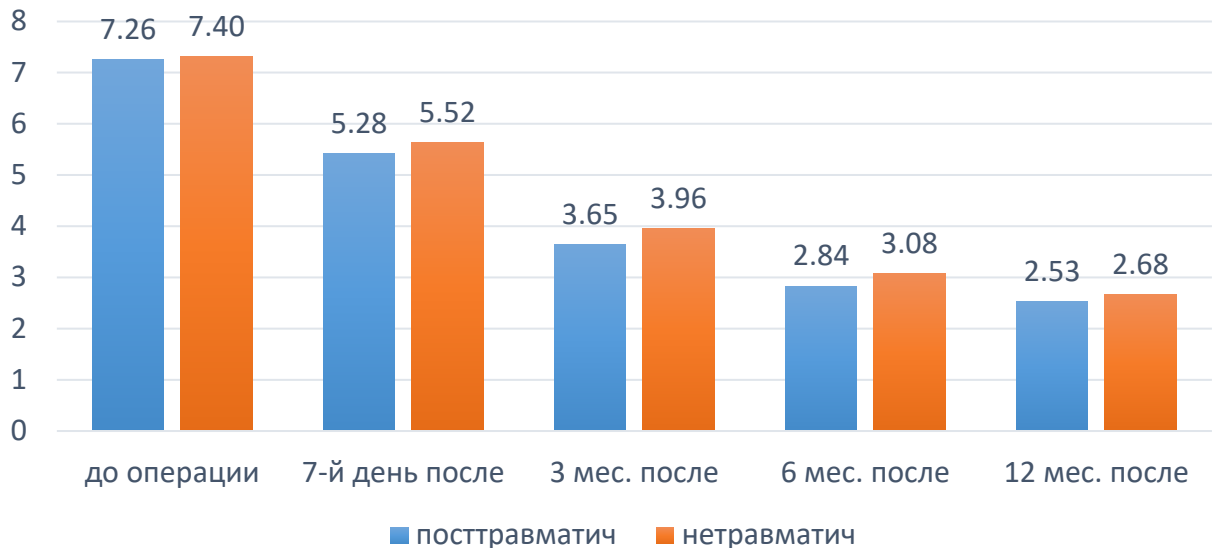


Рисунок 25 - Сопоставление динамики среднего балла по ВАШ в группах исследования за период наблюдения.

Данные, представленные на диаграмме, свидетельствуют о том, что в обеих группах в течение всего периода наблюдения отмечалась однонаправленная тенденция к снижению интенсивности боли. В итоге, к моменту завершения наблюдения средний балл по ВАШ в группах исследования был практически одинаковым ( $p > 0,05$ ).

Не было выявлено достоверных различий и при сопоставлении частоты развития послеоперационных осложнений в группах исследования: 24,00% у пациентов с нетравматическим остеоартрозом и 14,04% - с посттравматическим ( $p > 0,05$ ).

При сопоставлении частоты послеоперационного сращения у пациентов с различной этиологией остеоартроза также не было выявлено достоверных различий: 88,00% в нетравматической группе и 92,98% - в посттравматической ( $p > 0,05$ ).

Проведенный анализ позволил выявить отсутствие различий в исходах хирургического лечения пациентов с остеоартрозом различной этиологии.

### 3.3 Результаты анализа исходов хирургического лечения остеоартроза при различных методах хирургической фиксации

С целью определения наиболее эффективного метода хирургической фиксации при проведении артродеза голеностопного сустава был проведен сравнительный анализ основных интра- и послеоперационных характеристик пациентов в четырёх вариантах: внешняя фиксация аппаратом Илизарова (21 чел. – 25,61%), винты (23 чел. – 28,05%), пластины (20 чел. – 24,39%) и интрамедуллярные штифты (18 чел. – 21,95%).

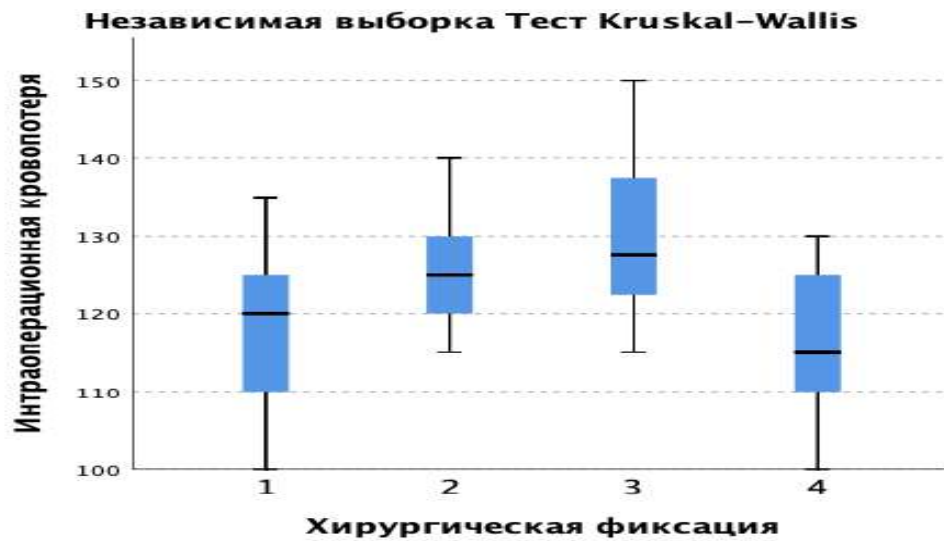
В результате было установлено, что достоверной разницы в объеме интраоперационной кровопотери между группами внешней фиксации аппаратом Илизарова и интрамедуллярным штифтом не было.

Таблица 9 - Оценка различий объема интраоперационной кровопотери в группах пациентов с вариантами фиксации костных фрагментов при артродезе

Метод хирургической фиксации	Объем кровопотери (мл)	
Аппарат Илизарова (n=21)	118,81±10,36	
Винт (n=23)		125,65±5,90
Пластина (n=20)		130,50±10,38
Штифт (n=18)	115,56±8,73	
P	P=0,25	P=0,09

Примечание: достоверность различий между группами оценивалась с помощью теста Стьюдента-Иьюмена-Кейлса

Аналогично, не было значительной разницы по данному показателю между группами винтовой и пластинчатой фиксации. Однако интраоперационная кровопотеря при первых двух методах фиксации была достоверно меньше, чем при двух последних (Рисунок 26; Таблица 9).



Примечание: 1 – аппарат Илизарова, 2 – винт, 3 – пластина, 4 - штифт

Рисунок 26 - Различия в объеме интраоперационной кровопотери в группах пациентов с вариантами фиксации костных фрагментов при артродезе.

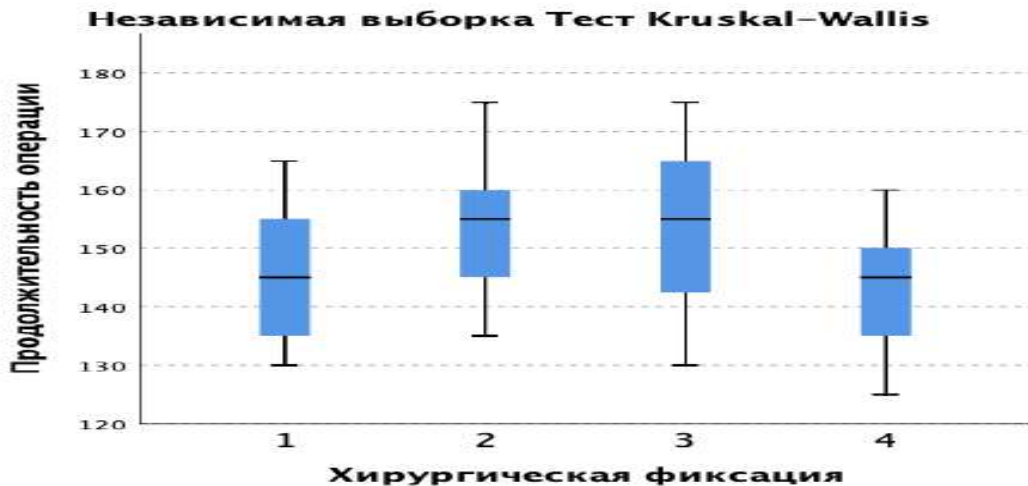
Наглядно полученные данные представлены на рисунке 26.

При сравнительном анализе продолжительности операции в группах не было выявлено различий между группами внешней фиксации аппаратом Илизарова и интрамедуллярным штифтом. Аналогично, не было значительной разницы в продолжительности операции между группами винтовой фиксации и фиксации пластиной. Однако, при применении первых двух типов фиксации продолжительность операции была значительно меньше, чем при двух последних (Рисунок 27; Таблица 10).

Таблица 10 - Оценка различий длительности операции в группах пациентов с вариантами фиксации костных фрагментов при артродезе

Метод хирургической фиксации	Длительность операции (мин)	
Аппарат Илизарова (n=21)	145,24±9,15	
Винт (n=23)		153,26±11,04
Пластина (n=20)		154,25±13,89
Штифт (n=18)	142,50±9,59	
P	P=0,43	P=0,78

Примечание: достоверность различий между группами оценивалась с помощью теста Стьюдента-Иьюмена-Кейлса



Примечание: 1 – аппарат Илизарова, 2 – винт, 3 – пластина, 4 – штифт

Рисунок 27 - Различия в длительности операции в группах пациентов с вариантами фиксации костных фрагментов при артродезе.

Сравнительный анализ динамики функции голеностопного сустава в группах пациентов после артродеза выявил, что через 3 месяца после операции наблюдалась значительная разница между оценками по шкале AOFAS в группах. При этом максимальный балл был зафиксирован в группе фиксации пластиной, минимальный – при внешней фиксации с помощью аппарата Илизарова (Таблица 11).



Таблица 11 - Сопоставление среднего балла по шкале AOFAS в группах пациентов с артродезом через 3 месяца после операции

Метод хирургической фиксации	Средний балл по шкале AOFAS			
	Аппарат Илизарова (n=21)	62,67±1,32		
Винт (n=23)		66,57±2,43		
Пластина (n=20)			68,95±3,44	
Штифт (n=18)				64,72±1,32
P	p=1,00	p=1,00	p=1,00	p=1,00

Примечание: достоверность различий между группами оценивалась с помощью теста Стьюдента-Иьюмена-Кейлса.

Через 6 месяцев после операции не было выявлено значительной разницы между средним баллом по шкале AOFAS в группах с внешней фиксацией с помощью аппарата Илизарова и интрамедуллярного штифта ( $p=0,67$ ). Аналогично, оценки по шкале AOFAS между группами фиксации винтами и пластинами значимо не различались ( $p=0,45$ ). Однако, средний балл по шкале AOFAS в группах с фиксацией винтом и пластиной был значительно выше, чем в группах с внешней фиксацией аппаратом Илизарова и интрамедуллярным штифтом ( $p<0,05$ ) (Таблица 12).

Таблица 12 - Сопоставление среднего балла по шкале AOFAS в группах пациентов с артродезом через шесть месяцев после операции

Метод хирургической фиксации	Средний балл по шкале AOFAS	
	Аппарат Илизарова (n=21)	73,48±5,48
Винт (n=23)		76,35±3,42
Пластина (n=20)		77,30±3,51
Штифт (n=18)	72,94±3,08	
P	p=0,67	p=0,45

Примечание: достоверность различий между группами оценивалась с помощью теста Стьюдента-Иьюмена-Кейлса.

Анализ среднего балла по шкале AOFAS к завершению наблюдения не выявил различий между группами. Динамика данного показателя во всех группах была однонаправленной – в сторону увеличения среднего балла и улучшения функции сустава (Рисунок 28).

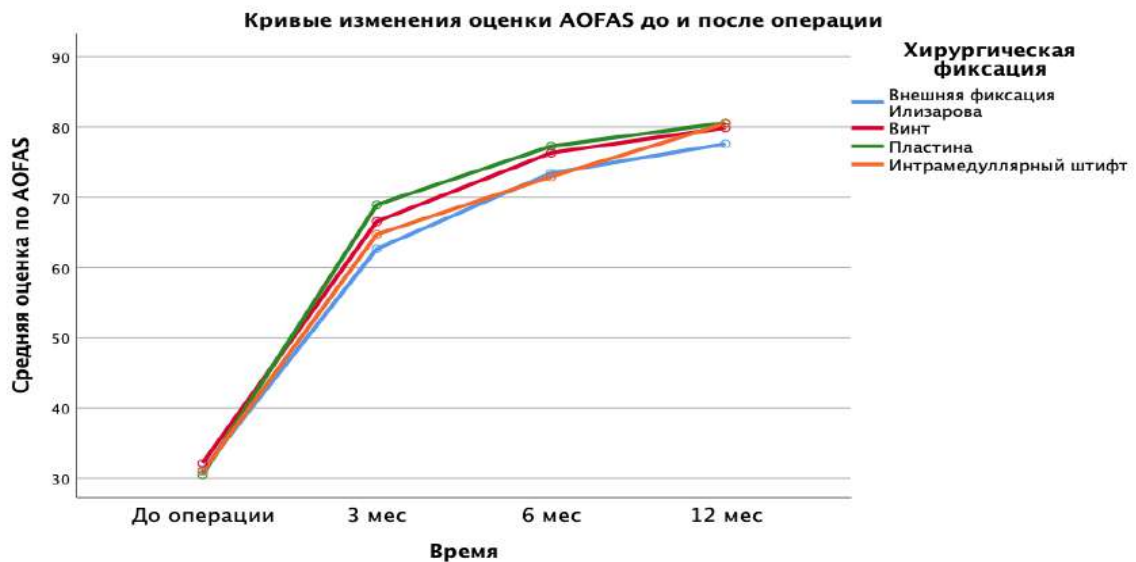


Рисунок 28 - Сопоставление динамики среднего балла по шкале AOFAS в группах пациентов с вариантом фиксации после артродеза.

Сопоставление интенсивности болевых ощущений в прооперированном суставе через три месяца после вмешательства выявило отсутствие достоверных различий между средними баллами по ВАШ в группах с фиксацией винтом, пластиной и интрамедуллярным штифтом. Однако в группе с внешней фиксацией аппаратом Илизарова средний балл был значительно выше, чем при трех других методах фиксации (Таблица 13).

Таблица 13 - Сопоставление среднего балла по ВАШ в группах пациентов с артродезом через три месяца после операции

Метод хирургической фиксации	Средний балл по ВАШ	
Аппарат Илизарова (n=21)	4,24±0,83	
Винт (n=23)		3,57±0,66
Пластина (n=20)		3,50±0,76
Штифт (n=18)		3,67±0,91
P	p=1,00	p=0,78

Примечание: достоверность различий между группами оценивалась с помощью теста Стьюдента-Иьюмена-Кейлса.

Таблица 14 - Сопоставление среднего балла по ВАШ в группах пациентов с артродезом через шесть месяцев после операции

Метод хирургической фиксации	Средний балл по ВАШ	
Аппарат Илизарова (n=21)	3,43±0,93	
Винт (n=23)		2,78±0,85
Пластина (n=20)		2,65±0,59
Штифт (n=18)		2,78±0,88
P	p=1,00	p=0,87

Примечание: достоверность различий между группами оценивалась с помощью теста Стьюдента-Иьюмена-Кейлса.

При повторной оценке интенсивности болевых ощущений через 6 мес. после операции были получены аналогичные результаты (Таблица 14).

Однако при сравнительном анализе итоговой оценки болевых ощущений по ВАШ через год после операции не было выявлено различий между группами (Рисунок 29).

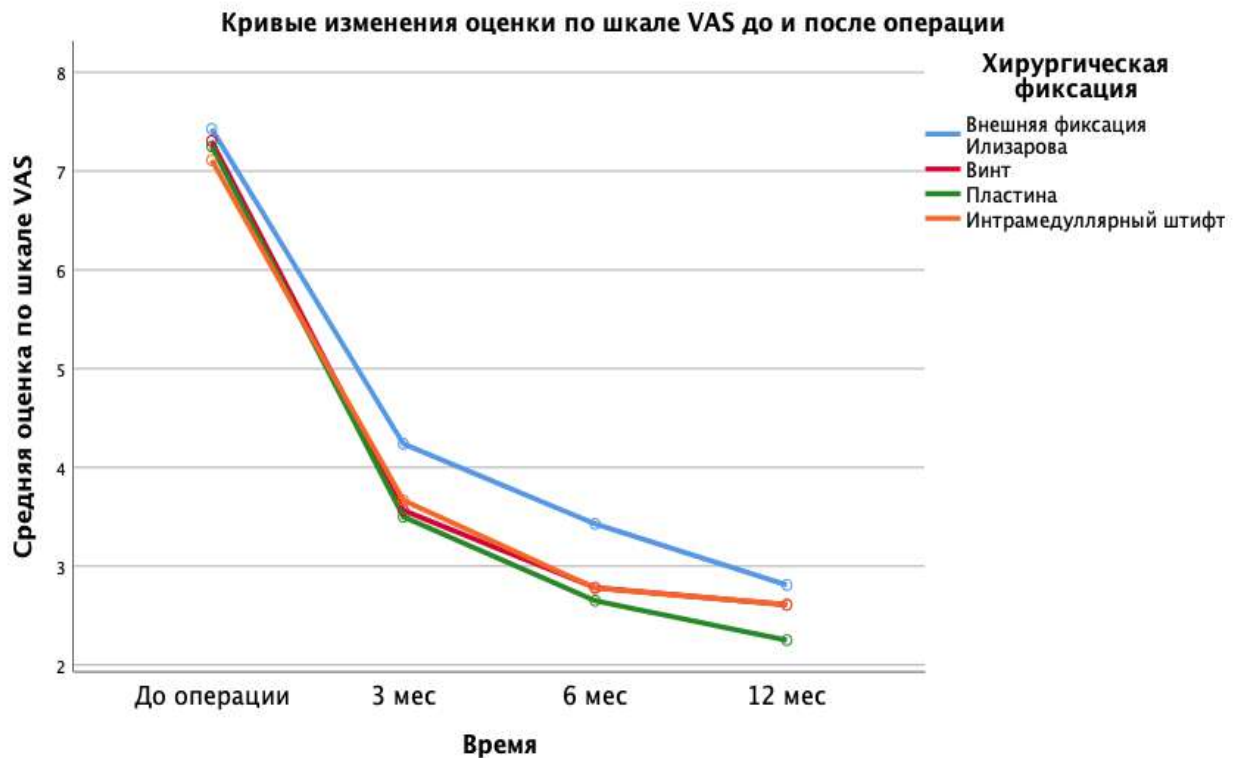


Рисунок 29 - Сопоставление динамики среднего балла по ВАШ в группах в зависимости от вариантов фиксации.

Послеоперационный период в большинстве случаев протекал без осложнений при фиксации штифтом, пластиной и винтом, но в группе фиксации с помощью аппарата Илизарова частота осложнений достигала 33,30% (Рисунок 30). На диаграмме видно, что максимальная частота осложнений в послеоперационном периоде фиксировалась в группе фиксации с помощью аппарата Илизарова, а минимальная – при фиксации с помощью пластины. Однако, достоверного уровня эти различия достигали лишь при сопоставлении групп с фиксацией с помощью аппарата Илизарова и с фиксацией пластиной ( $p < 0,05$ ).

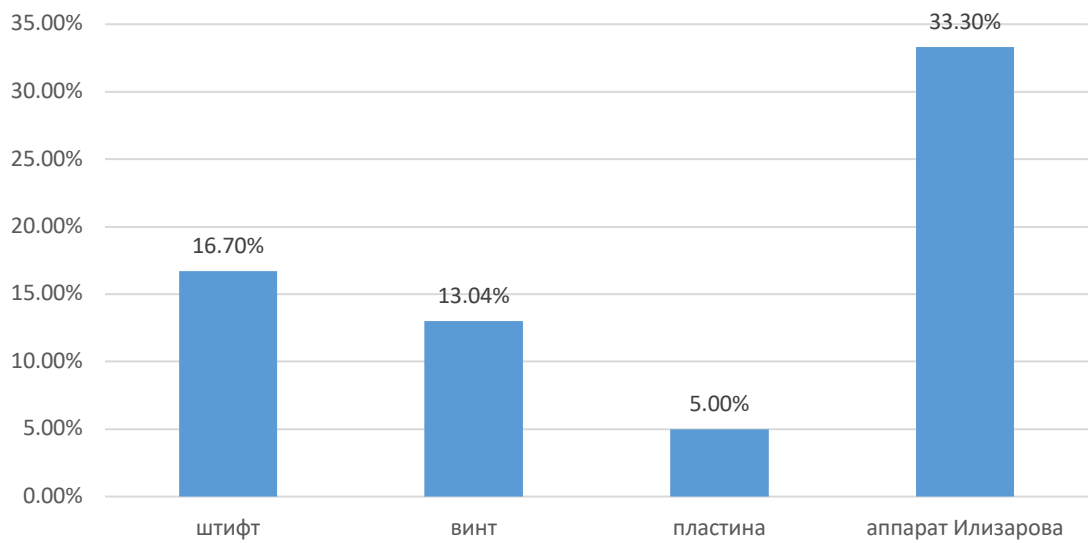


Рисунок 30 - Сопоставление частоты развития осложнений в зависимости от способа фиксации.

Послеоперационное сращение было достигнуто у большинства пациентов, вне зависимости от способа фиксации (Рисунок 31).

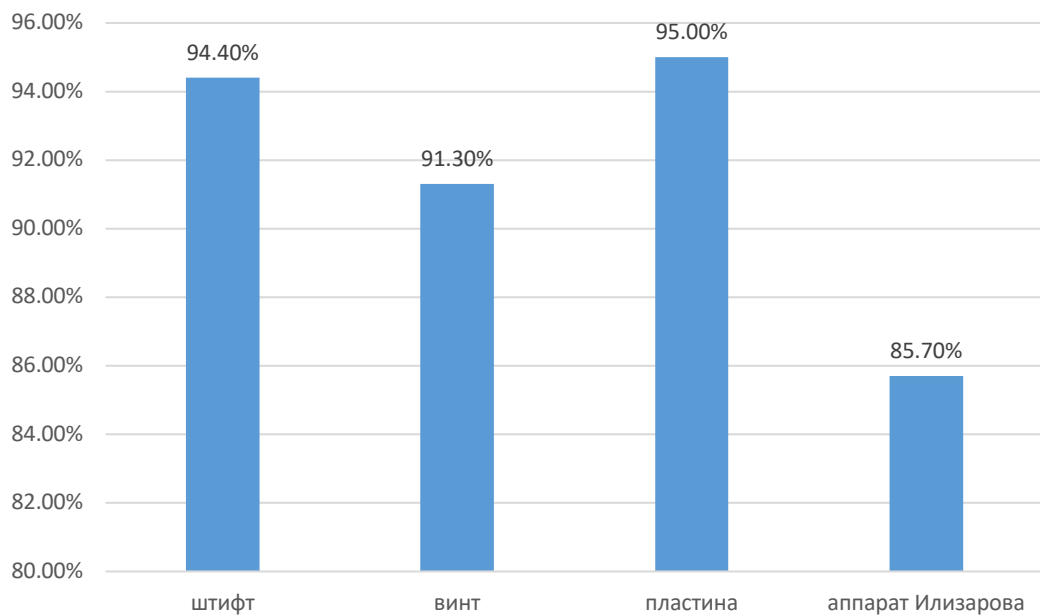


Рисунок 31 - Сопоставление частоты послеоперационного сращения в зависимости от способа фиксации.

Как следует из данных диаграммы, чаще всего послеоперационное сращение регистрировалось в группе пациентов с фиксацией пластиной, а

реже всего – при фиксации с помощью аппарата Илизарова. Однако, различия между группами не достигали уровня статистической достоверности.

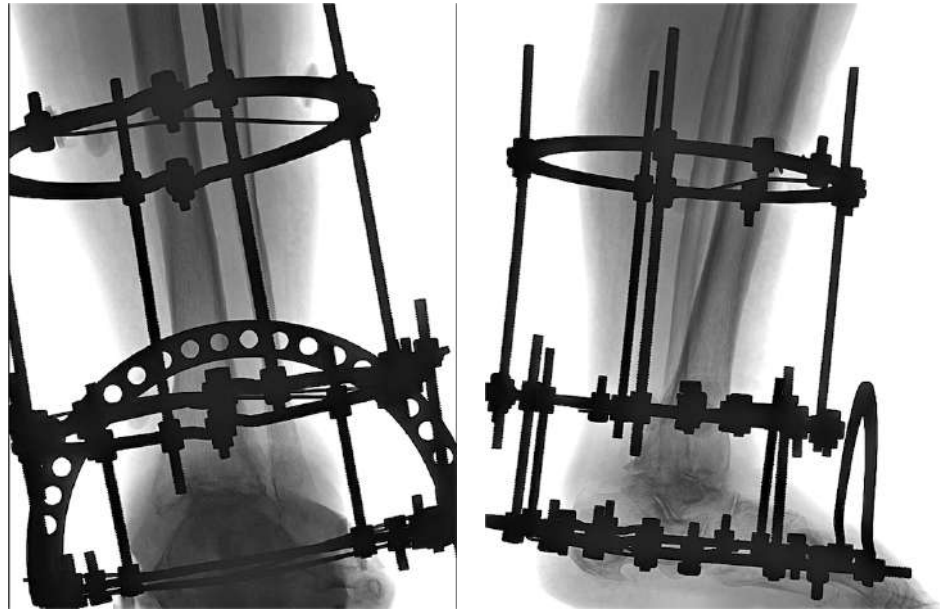
Проиллюстрируем эффективность различных подходов к фиксации сустава с помощью клинических примеров.

#### *Клинический случай*

Пациент 60 лет поступил в отделение травматологии ГАУЗ "ГКБ № 7 имени М.Н. Садыкова" 07.02.2022. МКСБ № 40482. Со слов пациента, боль в наружной поверхности левого голеностопного сустава появилась три года назад. Консервативное лечение не помогло, диагностирован остеоартроз голеностопного сустава 3 стадии. В анамнезе пациента: Ревматоидный артрит. Базовая терапия включала ряд курсов глюкокортикостероидов.



До операции



1-й день после операции



3-й месяц после операции

Рисунок 32 – Рентгенограммы левого голеностопного сустава пациента 60 лет. Динамика процесса артродезирования с внешней фиксацией аппаратом Илизарова.

Был проведен артродез левого голеностопного сустава с фиксацией аппаратом Илизарова 8 февраля 2022 г.

Дооперационная оценка по AOFAS составляла 30 баллов, а оценка по VAS - 8 баллов. Через 3 месяца после операции оценка AOFAS составила 63 балла, а оценка VAS - 3 балла, и сохранялась до 12 месяцев после операции. К

6-му месяцу оценка по AOFAS возросла до 80 баллов. В 12 месяцев оценка AOFAS достигла 82 балла (Рисунок 32).

#### *Клинический случай*

Пациентка 58 лет с жалобами на хроническую боль в левом голеностопном суставе, постепенно развивавшуюся после травмы 10 лет назад, поступила в отделение ортопедии «Центральная больница города Ухань» КНР, 5 декабря 2021 г. с диагнозом "Остеоартроз голеностопного сустава 4 стадии". МКСБ № 202112153.

При осмотре пациентка отметила, что периодические приступы боли в последние три-четыре года усилились, интенсивность увеличивалась при физической нагрузке и облегчение наступало после отдыха. Два года назад боль стала постоянной и не снималась в покое. Было проведено консервативное лечение, но оно оказалось неэффективным.

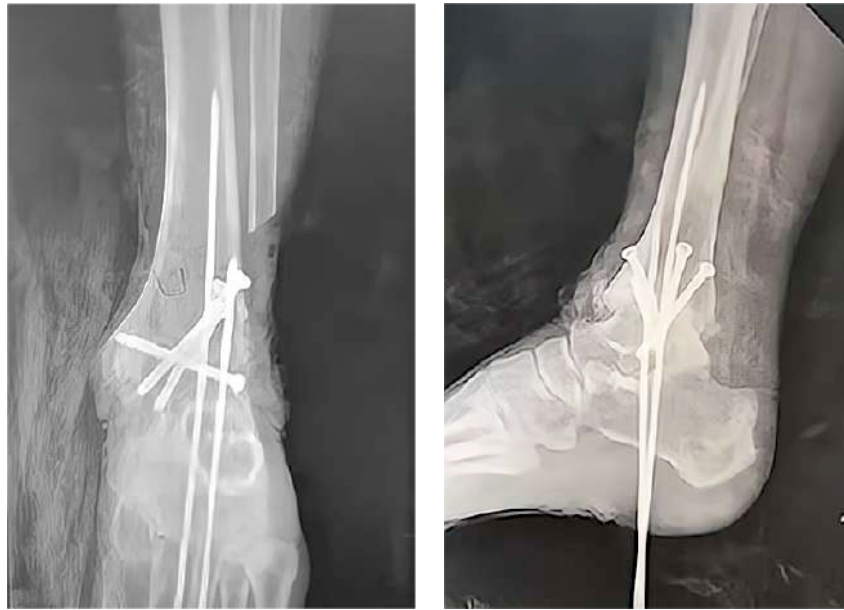
6 декабря 2021 г. пациентке проведен артродез левого голеностопного сустава с фиксацией винтами.

Дооперационная оценка по AOFAS составляла 35 баллов, а оценка по VAS - 8 баллов. Через 3 месяца после операции оценка AOFAS составила 68 баллов, а оценка VAS - 3. К 6 месяцу оценка AOFAS выросла до 75 баллов, а оценка VAS - 2 и сохранялась до конца наблюдения. На 12-м месяцев после операции оценка AOFAS достигла 77 баллов (Рисунок 33).

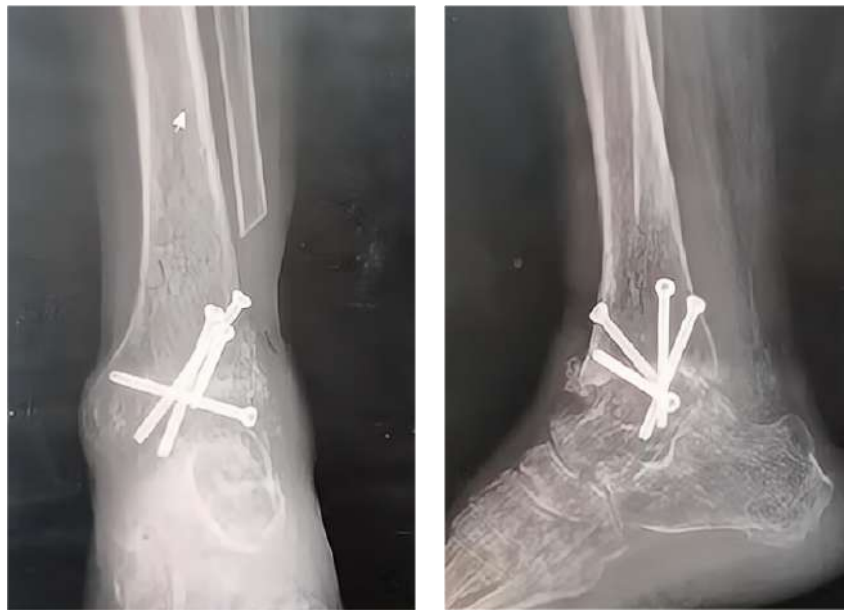


До операции





1-й день после операции



3-й месяц после операции

Рисунок 33 - Рентгенограммы левого голеностопного сустава пациентки 58 лет. Динамика процесса артродезирования с фиксацией внутрикостно канюлированными винтами.

#### *Клинический случай*

Пациент 45 лет поступил в отделение травматологии ГАУЗ "ГКБ № 7 имени М.Н. Садыкова" 11.11.2021. МКСБ № 6084127. Со слов пациента, хроническая боль в правом голеностопном суставе связана с полученной два года назад травмой в ДТП. Боли усилились полгода назад. Консервативное

лечение – неэффективно. Диагностирован остеоартроз голеностопного сустава третьей стадии. После проведения всестороннего обследования пациенту в плановом порядке был проведен артродез правого голеностопного сустава с фиксацией пластиной и удалением дистального отдела малоберцовой кости 12 ноября 2021 г (Рисунок 34).



До операции



6-й месяц после операции



12-й месяц после операции

Рисунок 34 - Рентгенограммы правого голеностопного сустава пациента 45 лет. Динамика процесса артродезирования с фиксацией накостной пластиной и винтами.

#### *Клинический случай*

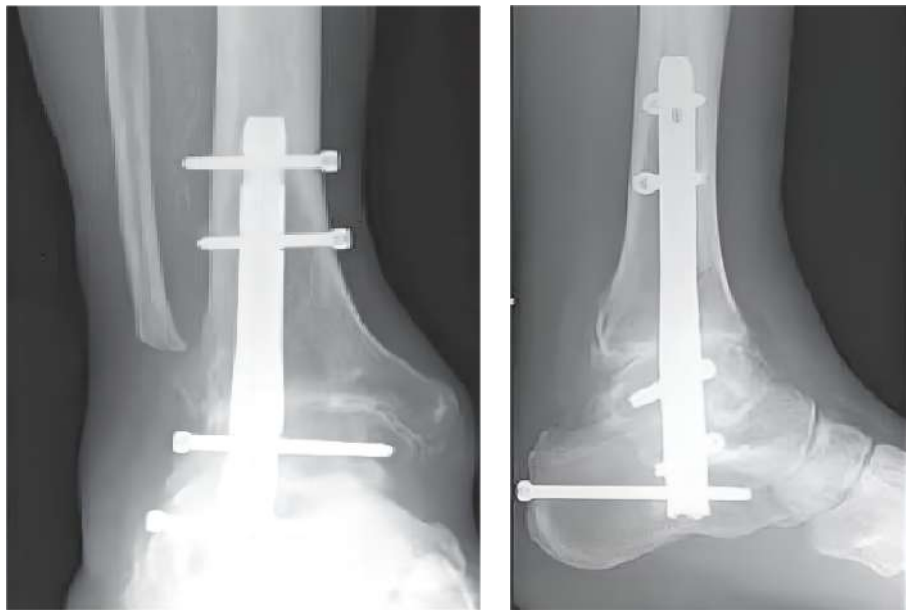
Пациент 58 лет поступил в отделение ортопедии «Центральная больница города Ухань» КНР, 16 мая 2021 г. с диагнозом "Остеоартроз голеностопного сустава 4 стадии". МКСБ № 202105452. Предъявлял жалобы на боль в правом голеностопном суставе, постепенно появившейся после перенесенной травмы, полученной 4 года назад. Боль усилилась год назад и не купировалась консервативным лечением.

Пациенту был проведен артродез голеностопного сустава с фиксацией блокируемым интрамедуллярным штифтом в 17 мая 2021 г.

Дооперационная оценка по AOFAS составляла 30 баллов, а оценка по VAS - 8 баллов. Через 3 месяца после операции оценка по AOFAS составила 65 баллов, а оценка по VAS - 3. К 6 месяцу оценка по AOFAS выросла до 75 баллов, а оценка по VAS осталась на уровне 2. Через год после операции функция ГСС и боль значительно улучшились: оценка по AOFAS составила 82 балла, а оценка по VAS - 3 балла. Явлений ТГВ не отмечено (Рисунок 35).



До операции



3-й день после операции



3-й месяц после операции

Рисунок 35 - Рентгенограммы правого голеностопного сустава пациента 58 лет. Динамика процесса артродезирования с внутренней фиксацией ретроградным блокируемым штифтом.

Таким образом, у подавляющего большинства пациентов, исходно отмечалось неудовлетворительная функция в ГСС и хронические болевые ощущения средней и высокой интенсивности. После операции артродеза у большинства отмечалось достоверное улучшение функции, снижение интенсивности боли, что свидетельствует об эффективности этого подхода к лечению остеоартроза ГСС.

При сопоставлении эффективности различных методов хирургической фиксации установлено, что имеются как преимущества, так и недостатки. Фиксации с помощью АВФ и штифта характеризуются меньшими объемами кровопотери, относительно короткой продолжительностью операции. При использовании пластин и винтов быстрее происходит функциональное восстановление, эффективнее снижается интенсивность боли. В целом, разница в послеоперационных результатах при долгосрочном наблюдении была незначительной, и эффективность различных методов была схожей.

## **ГЛАВА 4 АНАЛИЗ ИСХОДОВ И ПРОФИЛАКТИКА ПОСЛЕОПЕРАЦИОННЫХ ОСЛОЖНЕНИЙ ПРИ АРТРОДЕЗЕ ГОЛЕНОСТОПНОГО СУСТАВА**

### **4.1 Общий анализ послеоперационных осложнений при артродезе голеностопного сустава**

Для изучения осложнений после артродеза голеностопного сустава в нашем исследовании применялись группировки, описанные выше. Во-первых, это группировка, учитывающая варианты фиксации костных фрагментов после проведения артродеза с целью оценки всех видов случившихся осложнений:

- аппаратом внешней фиксации;
- погружными канюлированными винтами;
- наkostной пластиной + винты и
- блокируемым реверсивным интрамедуллярным штифтом.

Во-вторых, мы провели группировку для сравнения эффективности профилактических тромбозэмболических осложнений после артродезирования голеностопного сустава:

- основная когорта ЭМС (электромиостимуляции),
- когорта АВФ (аппаратов внешней фиксации) и
- когорта ПО (погружной остеосинтез).

В ходе исследования послеоперационные осложнения возникли у 14 (17.07%) из 82 наблюдавшихся пациентов.

Среди них преобладали послеоперационные инфекции области послеоперационной раны или мест выхода спиц - 8 (9.76%) случаев. Этот вид осложнений характерен для когорты пациентов, где стабилизация костных элементов проводилась аппаратом внешней фиксации. Именно в этой когорте констатировано 6 случаев послеоперационной инфекции. Смена антисептика, обкалывание мест выхода спиц антибиотиком, ультрафиолетовое облучение позволили купировать осложнения без последствий для конечного результата лечения у трёх пациентов. Однако у других трёх пациентов с послеоперационными инфекциями когорты с остеосинтезом аппаратами внешней фиксации в результате артродез не состоялся.

Два случая (2,4%) инфицирования произошли при погружном остеосинтезе. В случае фиксации блокируемым ретроградным интрамедуллярным штифтом после глубокого инфицирования возникало расшатывание внутреннего имплантата с последующим развитием послеоперационного несращения. Пациент с фиксацией канюлированными винтами перенёс многократные дебридментные операции с антибиотикотерапией. Попытки ревизий не привели к купированию инфекционного процесса и артродез не состоялся. Таким образом, послеоперационная инфекция стала одной из основных причин несращения костей.

Основной причиной двух оставшихся случаев несращения костных элементов был излом имплантата, что отмечено в когортах с фиксацией винтами (одно наблюдение) и наkostной платиной + винты (один случай). В итоге было констатировано в общей сложности 7 (8.54%) случаев несращения костных фрагментов (несостоятельности артродеза), которые заняли второе место по частоте неудовлетворительных результатов лечения.

Два относительно редких случая (2,4%) послеоперационного повторного перелома (рефрактуры), возникшие после фиксации интрамедуллярным штифтом, были расценены как возможная связь с концентрацией напряжения.

К наиболее серьезным осложнениям мы отнесли венозные тромбозы, поскольку они могли закончиться фатально для пациента. В данном исследовании это осложнение наблюдалось в двух случаях (2,4%) - у пациентов в когортах сравнения АВФ и ПО. Нам удалось избежать тромбозных осложнений в основной когорте ЭМС, что является результатом применения авторской методики тромбопрофилактики.

В итоге мы констатировали 5 (6,1%) случаев осложнений, которые не повлияли на итоговый результат артродеза голеностопного сустава и 9 (10,97%) наблюдений с неудачным исходом лечения. Следует подчеркнуть, что в половине (8,54%) из них наблюдались сочетания различных видов осложнений с развитием неблагоприятного результата лечения.

Конкретные показатели осложнений представлены на рисунке 36.

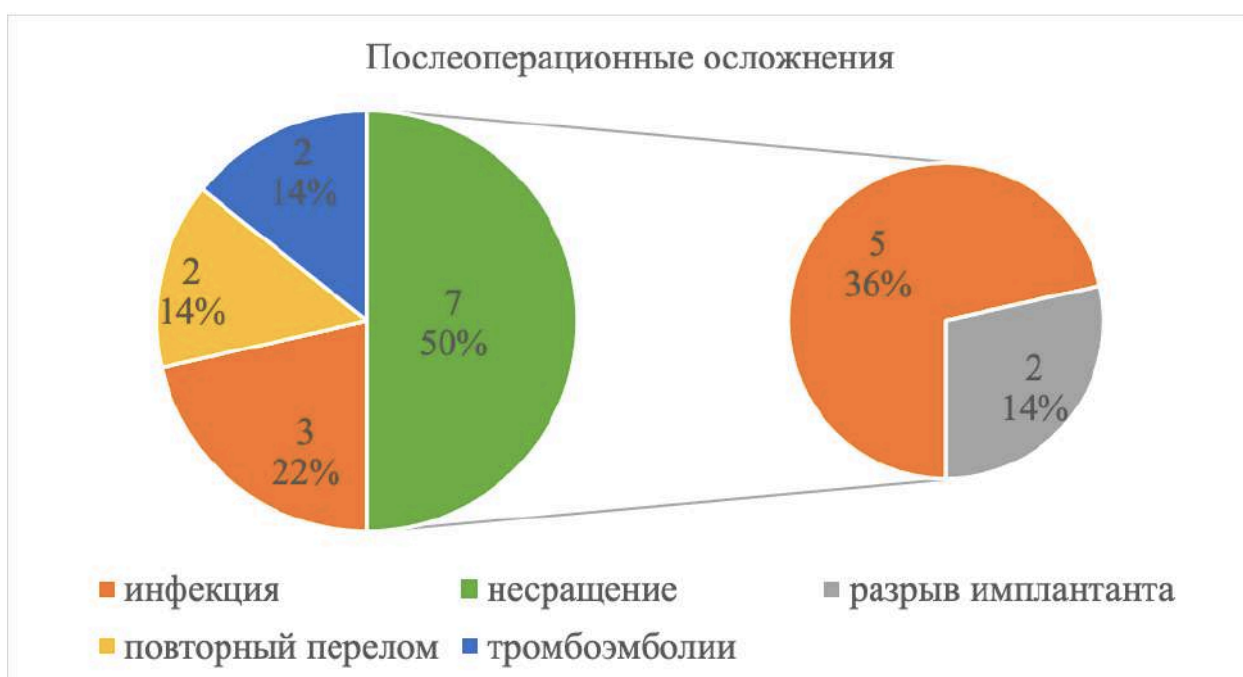


Рисунок 36 - Структурный состав возникших послеоперационных осложнений.

#### **4.2 Результаты оценки эффективности различных подходов к профилактике тромбоземболических осложнений при артрорезе голеностопного сустава**

Напомним, что тромбозепрофилактика пациентов в ходе послеоперационного стационарного и амбулаторного этапов лечения исследуемого контингента пациентов проводилась двумя вариантами. Один из них предусматривал применение традиционного подхода, включавшего использование прямого антикоагулянта в сочетании с эластичным трикотажем, а другой (авторский) включал кроме сочетания антикоагулянта и эластичного трикотажа ещё и применение электромиостимуляции мышц голени на стационарном этапе лечения. Для полноценности сравнения эффекта профилактики мы сгруппировали всех пациентов в три когорты, причем в основной когорте ЭМС профилактика проведена мультимодальным методом, включающим использование прямых антикоагулянтов, эластичного трикотажа с дополнением метода электронейростимуляции мышц голени. Подчеркнём, что авторская методика применена лишь у пациентов с погружными вариантами фиксации костных фрагментов после артрорезирования голеностопного сустава. Это было обусловлено условиями



центра (клиника г. Ухань, КНР), где проведен фрагмент исследования. В двух других центрах (г. Казань, РФ) использована традиционная методика профилактики ВТЭО, поскольку ЭМС в качестве альтернативного метода вошла в рекомендации по тромбопрофилактики лишь в 2022 году (Божкова С.А. и др., 2022). Таким образом, в когортах АВФ и ПО использована традиционная профилактика тромбоэмболических осложнений сочетанием прямых антикоагулянтов и эластического трикотажа. Длительность применения непосредственно ЭМС ограничивалась стационарным этапом лечения, а комбинация антикоагулянтов с эластическим трикотажем до 30 дней после артрорезирования.

#### **4.2.1 Результаты оценки эффективности традиционного подхода к профилактике тромбоэмболических осложнений при артрорезе голеностопного сустава**

При анализе показателей коагулограммы у пациентов в когортах АВФ и ПО было установлено, что средние показатели АЧТВ до операции составили  $30,07 \pm 1,17$  и  $30,44 \pm 2,72$  сек., что соответствовало норме. Через 24 ч после операции показатель снизился до  $27,69 \pm 1,04$  и  $28,30 \pm 1,39$  сек. соответственно, с дальнейшим падением до  $26,73 \pm 0,59$  и  $26,86 \pm 0,90$  сек. на третий день после операции и небольшим возрастанием (до  $27,99 \pm 1,12$  и  $28,04 \pm 1,43$  сек.) на 7-й день (Рисунок 37).

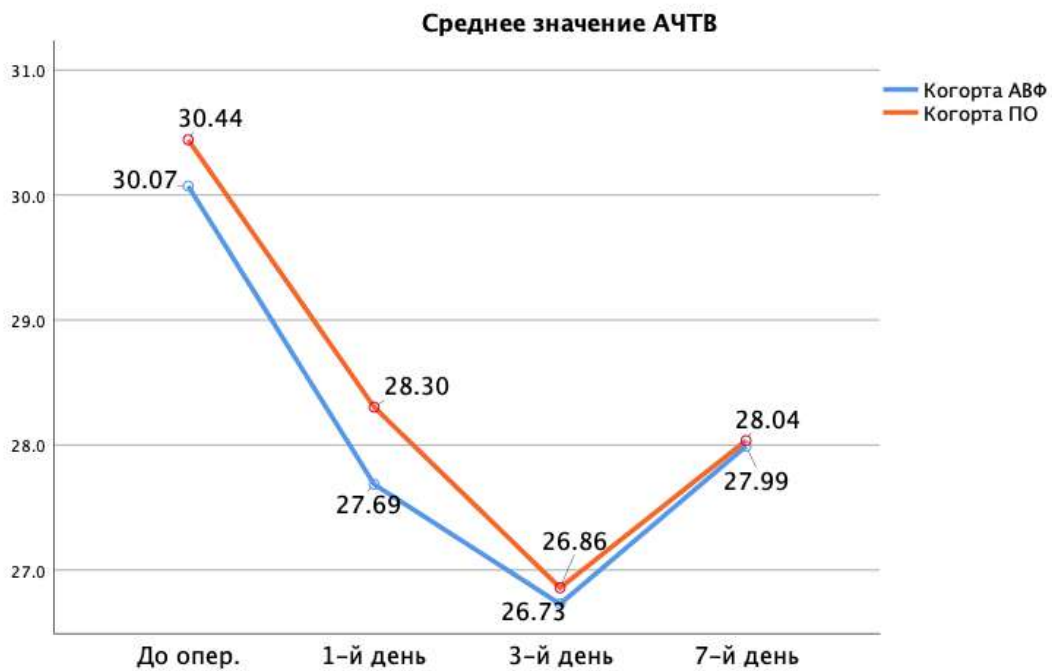


Рисунок 37 - Динамика показателя АЧТВ в когортах АВФ и ПО.

При анализе данных следует отметить, что показатель АЧТВ оставался в пределах референтных значений в течение первой недели после операции, а изменения не выходили за рамки колебаний достоверности. Разница в показателях АЧТВ между двумя когортами была незначительной ( $p > 0,05$ ).

Анализ исходного среднего показателя протромбинового времени выявил, что он составил  $11,31 \pm 0,76$  и  $10,97 \pm 0,78$  сек., что соответствовало норме. Затем этот показатель снизился до  $9,73 \pm 0,68$  и  $9,84 \pm 0,74$  сек. через 24 ч после операции с последующим повышением до  $10,11 \pm 0,58$  и  $10,03 \pm 0,62$  сек. на 7-й день (Рисунок 38). Из диаграммы следует: в течение всего периода наблюдения показатель ПВ оставался в норме, а его изменения были недостоверными. И разница в показателях ПВ между двумя когортами на протяжении всего периода наблюдений была незначительной ( $p > 0,05$ ).

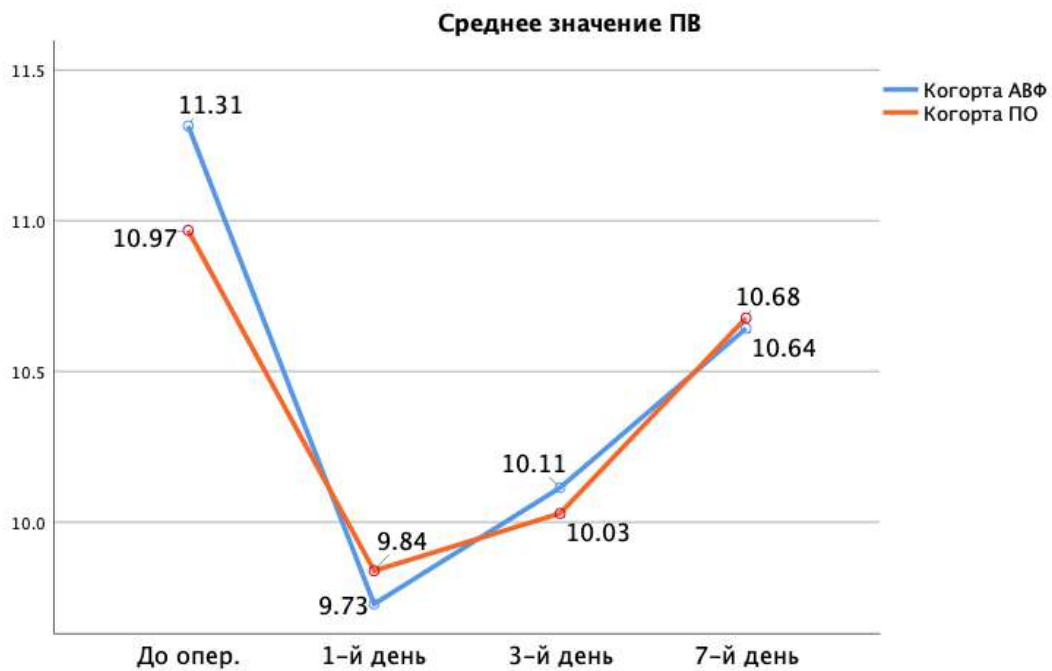


Рисунок 38 - Динамика показателя протромбинового времени в когортах АВФ и ПО.

Изучение динамики протромбинового индекса выявило, что до операции средние показатели составили  $93,33 \pm 6,95$  и  $92,10 \pm 6,82$ , т.е. были в пределах референтных значений. Через 24 ч после операции было отмечено небольшое возрастание (до  $109,00 \pm 7,77$  и  $108,23 \pm 6,0$ ) с последующим возвращением практически к исходному уровню на 7-й день послеоперационного периода (Рисунок 39).

На диаграмме видно, что в течение недели после операции ПТИ оставался в пределах нормы. Все изменения данного показателя были недостоверными. И разница в показателях ПТИ между двумя когортами сравнения в разные периоды наблюдения была незначительной ( $p > 0,05$ ).

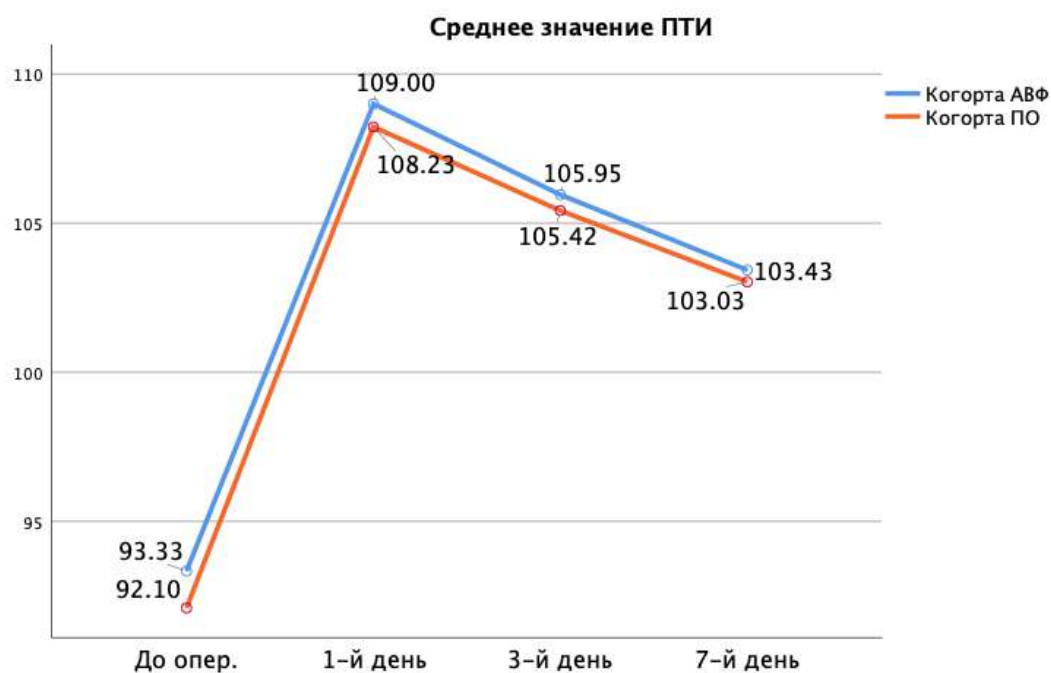


Рисунок 39 - Динамика протромбинового индекса в когортах АВФ и ПО.

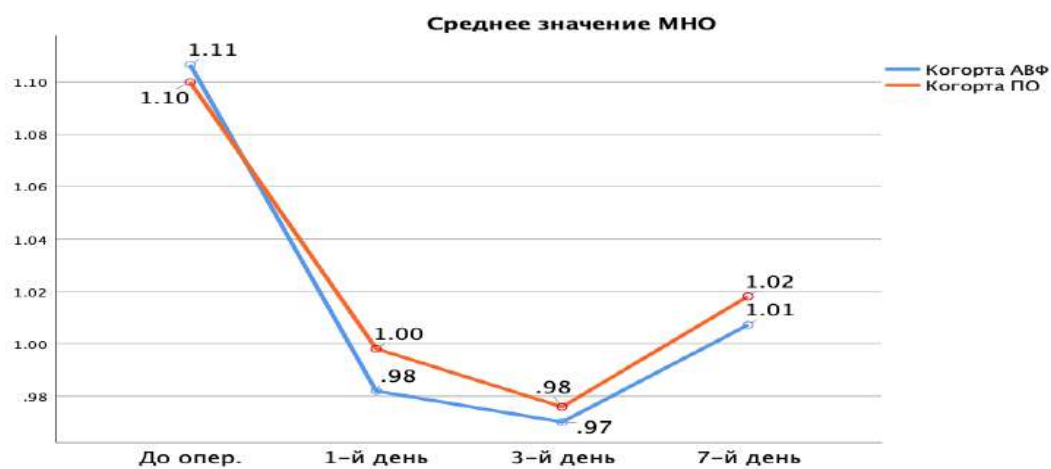


Рисунок 40 - Динамика показателя МНО в когортах АВФ и ПО.

Анализ динамики МНО в когортах АВФ и ПО выявил, что исходно он был в норме у всех пациентов и составлял в среднем  $1,11 \pm 0,08$  и  $1,10 \pm 0,07$ . В дальнейшем отмечались незначительные колебания данного показателя с возвращением к исходным значениям к 7-му дню. Кроме того, разница в показателях МНО на протяжении всего процесса была незначительна ( $p > 0,05$ ) (Рисунок 40).

На диаграмме видно, что в течение первой недели после операции показатель МНО не превышал нормы.

Исходный уровень фибриногена в когортах АВФ и ПО составили в среднем  $2,94 \pm 0,38$  и  $2,96 \pm 0,32$  г/л, т.е. были в пределах нормы.

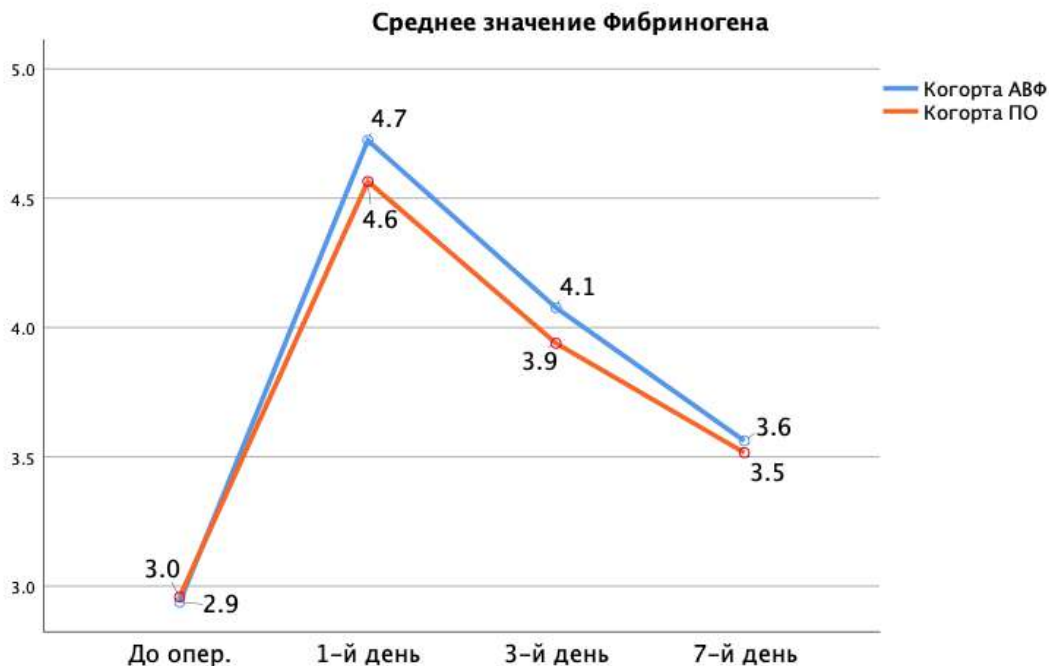


Рисунок 41 - Динамика уровня фибриногена в когортах АВФ и ПО.

В первые сутки после операции он существенно возрос, однако в дальнейшем неуклонно снижался и к 7-му дню вновь соответствовал норме (Рисунок 41). Причем разница в уровне фибриногена между двумя указанными когортами сравнения всегда была незначительна ( $p > 0,05$ ). Изучение динамики уровня Д-димера у пациентов в когортах АВФ и ПО выявило, что до операции этого показателя составили в среднем  $215,00 \pm 20,80$  и  $213,06 \pm 11,78$  нг/мл, что не превышало референтный уровень (Рисунок 42). В первый день после операции данный показатель быстро увеличился, но после небольшого снижения на третий день продолжал расти до седьмого дня. Данные, представленные на диаграмме, свидетельствуют о том, что с первого послеоперационного дня данный показатель был выше нормы.

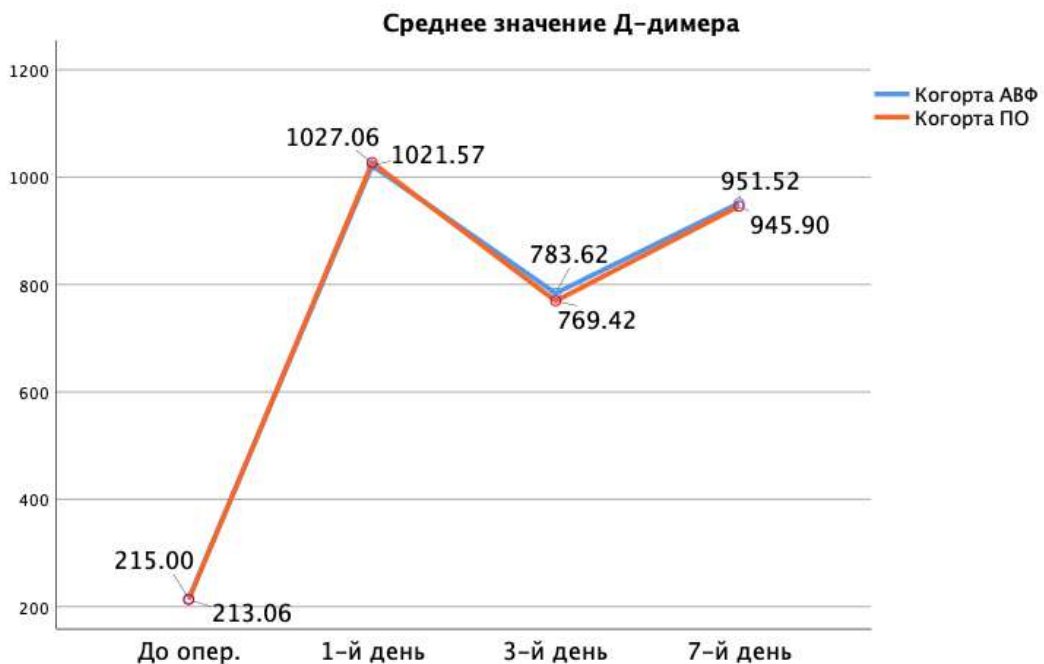


Рисунок 42 - Динамика уровня Д-димера в когортах АВФ и ПО.

На протяжении всего процесса не наблюдалось значительной разницы в уровне Д-димера между двумя указанными когортами сравнения ( $p > 0,05$ ).

Частота общих послеоперационных осложнений составила 33,33% в когорте АВФ и 9,68% в когорте ПО, однако в каждой из них произошло лишь по одному случаю ТГВ нижних конечностей, т.е. 4,76% и 3,23% соответственно. Таким образом, разница в частоте именно ТЭО между двумя рассматриваемыми когортами была незначительной. Особенно следует подчеркнуть, что оба случая развития ТГВ нижних конечностей относятся к традиционному методу тромбопрофилактики. Авторский метод позволил в данном исследовании полностью исключить развитие ТЭО на стационарном лечении пациентов методом артрорезирования при поздних стадиях ОА голеностопного сустава как не-, так и посттравматической этиологии.

Следующий клинический случай демонстрирует традиционный подход к профилактике ВТЭО.

#### *Клинический случай*

Пациент 44 года поступил в отделение ортопедии ГАУЗ “Республиканская клиническая больница” МЗ РТ 14.10.2019. МКСБ № 40685.



Рисунок 43 – Внешний вид нижних конечностей пациента непосредственно после вмешательства (вид сверху).

В анамнезе пациента – ревматоидный артрит и базовая терапия стероидами. Со слов пациента, в течение длительного времени безуспешно проводилось консервативное лечение. Боль и деформация со временем усиливались. 15 октября 2019 г. был сделан артродез голеностопного сустава с фиксацией винтами.

В периоперационном периоде применялись традиционные методы профилактики ВТЭО. Послеоперационный внешний вид нижних конечностей пациента представлен на рисунке 43. Динамика изменения значений коагулограммы в периоперационном периоде представлена на рисунке 44.

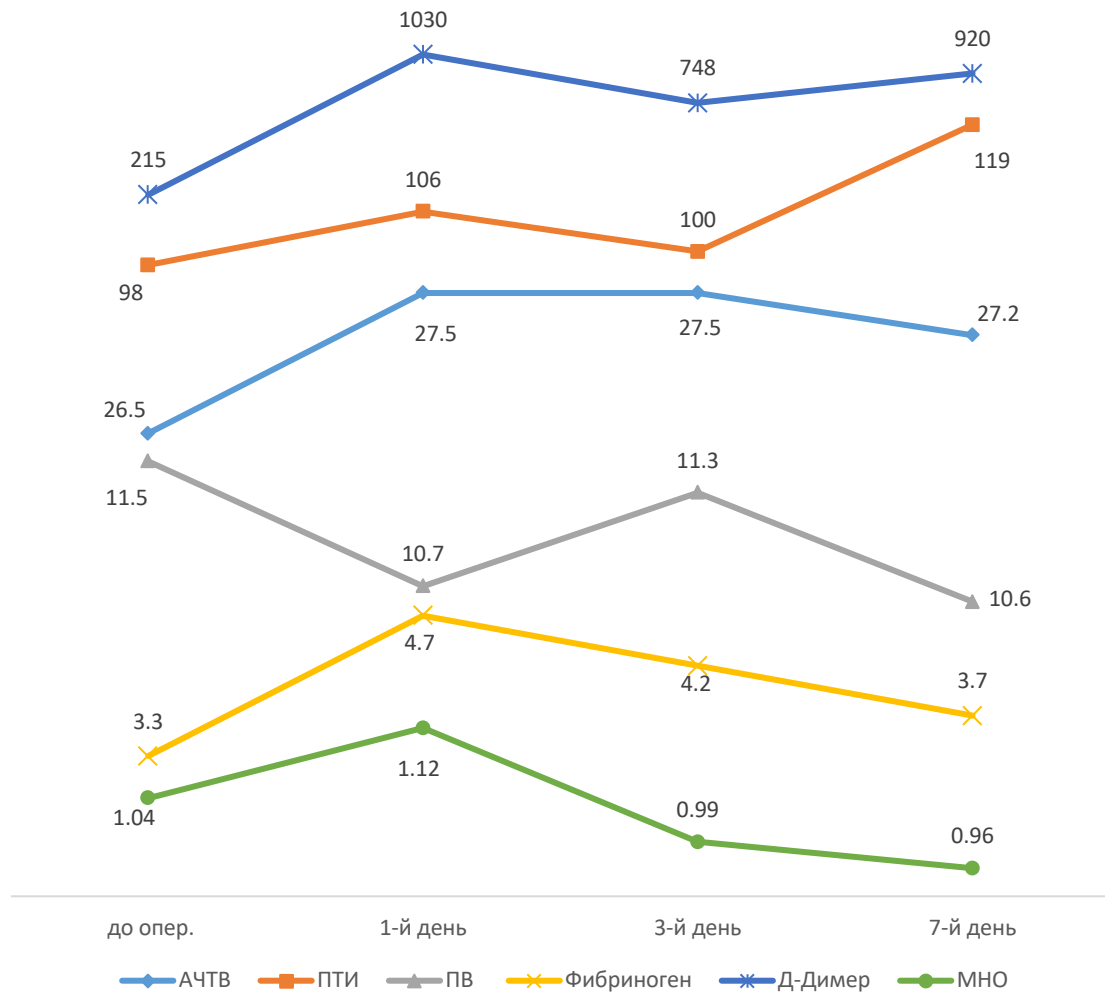


Рисунок 44 - Динамика изменения значений коагулограммы в периоперационном периоде данной пациентки.

Таким образом, все показатели коагулограммы до операции находились в пределах нормы, как в когорте АВФ, так и в когорте ПО. Более того, различия между параметрами коагулограммы не были значимыми. Частота послеоперационных осложнений и тромбозов также достоверно не различалась между двумя когортами.



#### 4.2.2 Результаты оценки эффективности авторского подхода к профилактике тромбэмболических осложнений при артродезе голеностопного сустава

Изучение показателей коагулограммы у пациентов основной когорты ЭМС позволило установить, что у всех пациентов показатель АЧТВ до операции был нормальным и составил в среднем  $30,45 \pm 2,55$  сек.



Рисунок 45 - Динамика показателя АЧТВ у пациентов в когорте ЭМС.

В течение первых трёх дней послеоперационного периода он постепенно снижался с дальнейшим небольшим повышением к 7-му дню. Однако, все изменения данного показателя были недостоверными и находились в пределах нормы (Рисунок 45).

При анализе динамики протромбинового времени в данной когорте было установлено, что исходно оно составляло в среднем  $11,24 \pm 0,69$  сек, т.е. было в пределах референтных значений. Через 24 ч после операции оно снизилось до минимума, хотя и оставалось в пределах нормы, с последующим возрастанием к 7-му дню (Рисунок 46).

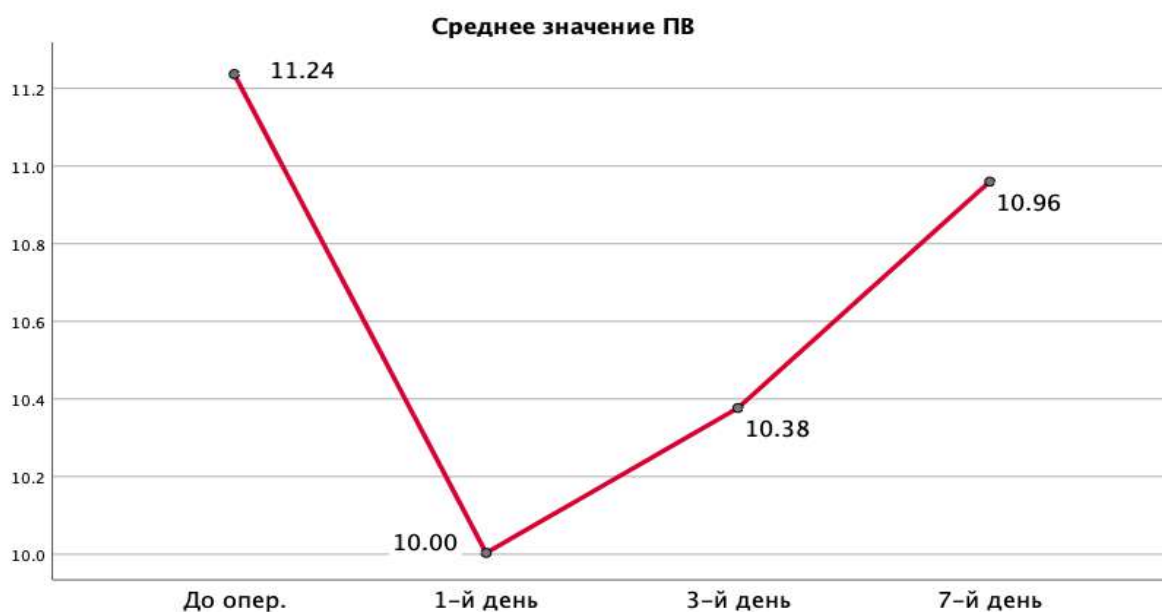


Рисунок 46 - Динамика показателя протромбинового времени в основной когорте ЭМС.

На диаграмме видно, что к моменту завершения периода послеоперационного наблюдения показатель протромбинового времени был в пределах нормы.

Анализ значений протромбинового индекса в рассматриваемой когорте показал, что исходно он в среднем был в пределах нормы ( $91,00 \pm 6,92\%$ ). Через 24 ч после операции было отмечено его небольшое возрастание с последующим снижением к третьему дню (Рисунок 47).

При анализе показателей, представленных на диаграмме, следует отметить, что в течение всего периода наблюдения ПТИ оставался в пределах нормы. При этом возрастание уровня ПТИ в первые 24 ч после операции было достоверным, так же, как и его снижение к третьему дню послеоперационного периода ( $p < 0,05$ ).

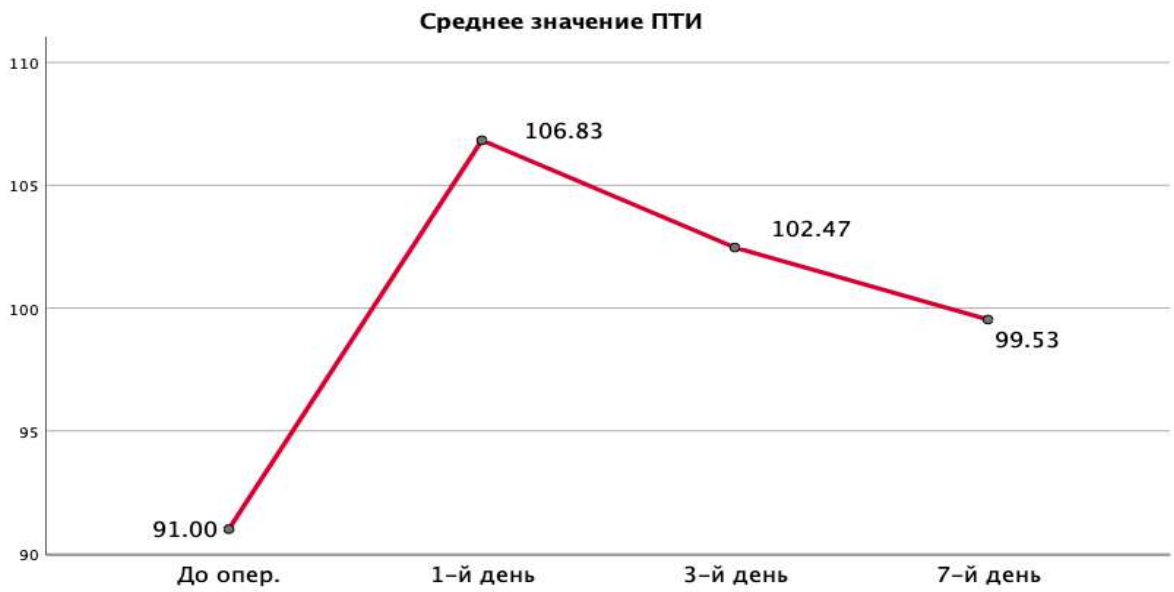


Рисунок 47 - Динамика протромбинового индекса в основной когорте ЭМС.



Рисунок 48 - Динамика показателя МНО в основной когорте ЭМС.

Динамика ПТИ в период с третьего по 7 день послеоперационного периода находилась в пределах статистических колебаний.

Исходный средний показатель у пациентов когорты ЭМС составил  $1,11 + 0,06$ , что означает, что он был в пределах нормы. Этот показатель немного снизился в первые два дня после операции, а затем немного вырос в следующие два дня (Рисунок 48). Из показателей диаграммы следует, что в течение всего периода наблюдения показатель МНО в рассматриваемой когорте оставался в пределах референтных значений.

Средний уровень фибриногена в когорте до операции составил  $3,02 \pm 0,27$  г/л, т.е. был в норме. В первые 24 ч после операции он достоверно возрос, однако к 7-му дню послеоперационного периода было отмечено его снижение (Рисунок 49). Однако, несмотря на колебания указанного показателя, он в течение всего периода наблюдения оставался в пределах референтных значений.



Рисунок 49 - Динамика уровня фибриногена в основной когорте ЭМС.

До операции уровень D-димера в этой когорте составлял в среднем  $213,67 \pm 9,24$  нг/мл, что в пределах нормы. Через 24 часа после операции уровень D-димера был значительно повышен и превышал нормальные значения. К третьему дню он снизился. Однако после этого он вновь повысился до 7-го дня (Рисунок 50).



Рисунок 50 - Динамика уровня Д-димера в основной когорте ЭМС.

При анализе данных диаграммы следует, что существенные колебания в послеоперационном периоде не повлияли на выход Д-димера за пределы референтных значений.

Приведем в качестве иллюстрации эффективности предложенного подхода клинический случай.

#### *Клинический случай*

Пациентка 43 лет обратилась с жалобами на хроническую боль в левом голеностопном суставе. В анамнезе травма, полученная 6 лет назад. Консервативное лечение проводилось планомерно. Однако год назад боль усилилась, и консервативное лечение оказалось неэффективным.

19 сентября 2021г. пациентка была госпитализирована в отделение ортопедии «Центральная больница города Ухань» КНР для проведения операции. МКСБ №202109754.



Рисунок 51 – Внешний вид пациентки до начала операции с установленными электродами аппарата «Veinoplus-DVT» на ротированной кнутри нижней конечности (вид сбоку).

Пациентке был проведен артродез голеностопного сустава с фиксацией накостной пластиной + винты. В периоперационном периоде применялся авторский метод профилактики ВТЭО. Внешний вид пациентки в процессе начала лечения аппаратом для ЭМС до операции представлен на рисунке 51.

Динамика изменений коагулограммы в периоперационном периоде представлена на рисунке 52.

Таким образом, до операции средний уровень всех проанализированных показателей коагулограммы в основной когорте ЭМС было в норме. В первый день после операции каждое значение коагулограммы имело соответствующие изменения, демонстрируя гиперкоагуляционное состояние, по сравнению с дооперационным периодом.

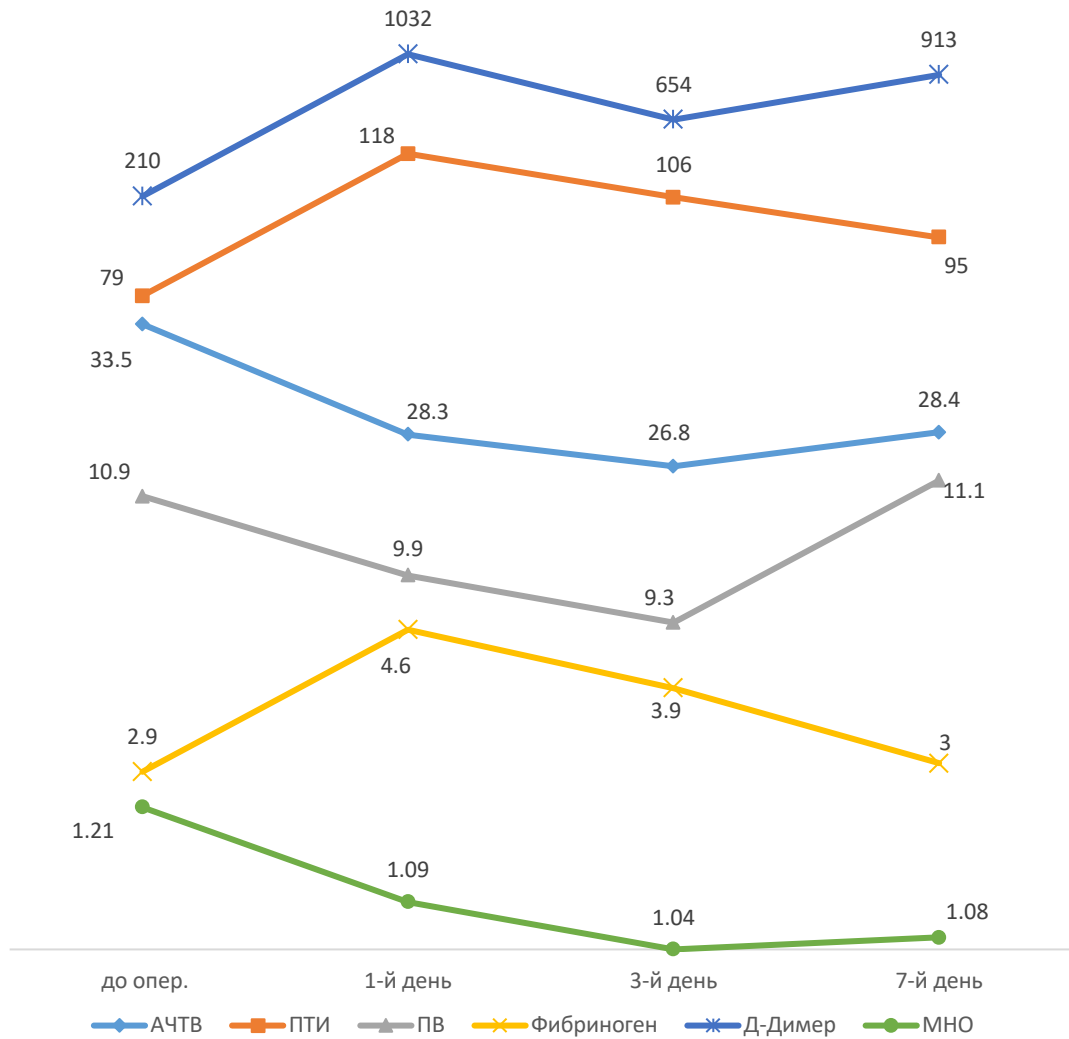


Рисунок 52 - Динамика изменения значений коагулограммы в периоперационном периоде данной пациентки.

Однако к 7-му послеоперационному дню гиперкоагуляция снижалась. И частота послеоперационных осложнений в данной когорте составила 9,68%. Однако среди них не отмечено ни одного случая ВТЭО.

### 4.2.3 Сравнительная оценка различных подходов к профилактике тромбоэмболических осложнений при артродезе голеностопного сустава

С целью выявления наиболее эффективного подхода к профилактике тромбоэмболических осложнений у пациентов, перенесших артродез голеностопного сустава, был проведен сравнительный анализ пациентов.

При сопоставлении показателя АЧТВ до операции достоверных различий между когортами выявлено не было ( $p > 0,05$ ). Через 24 ч после операции различия также отсутствовали ( $p > 0,05$ ). Однако, на третьи сутки среднее значение АЧТВ в когортах АВФ и ПО были достоверно ниже, чем в основной (Рисунок 53, 54), причем эти различия сохранялись до 7-х сут. послеоперационного периода ( $p < 0,05$ ).

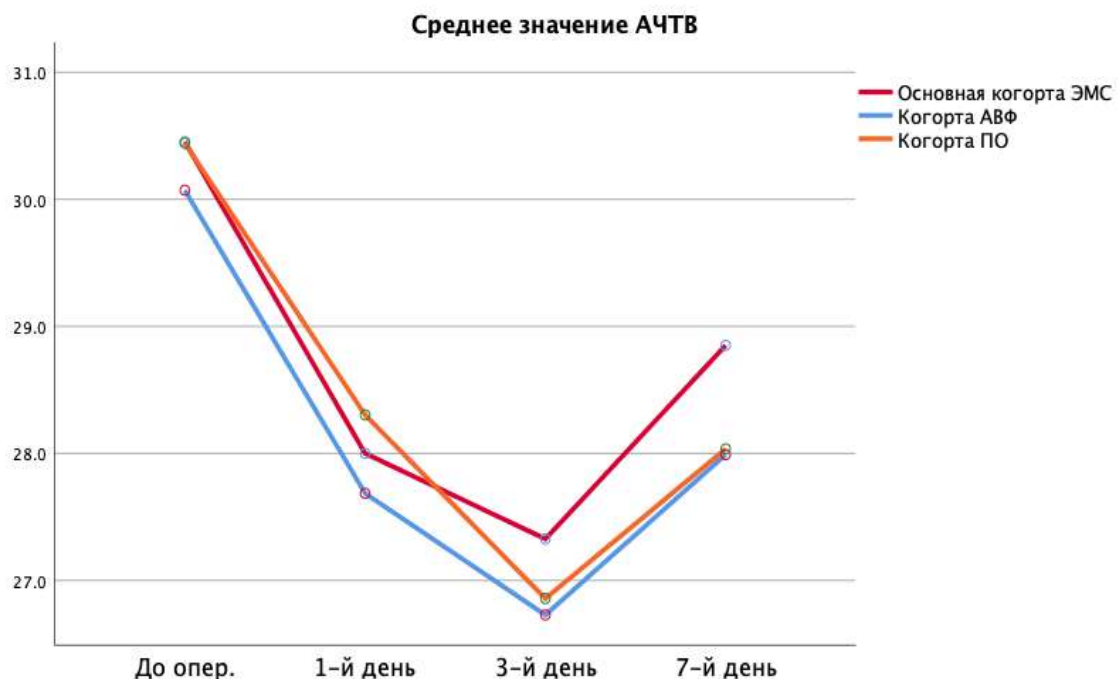


Рисунок 53 - Сопоставление динамики показателя АЧТВ в когортах исследования.

При сопоставлении динамики протромбинового времени в когортах исследования было установлено, что как исходно, так и через 24 ч после операции достоверные различия этого показателя отсутствовали ( $p > 0,05$ ).



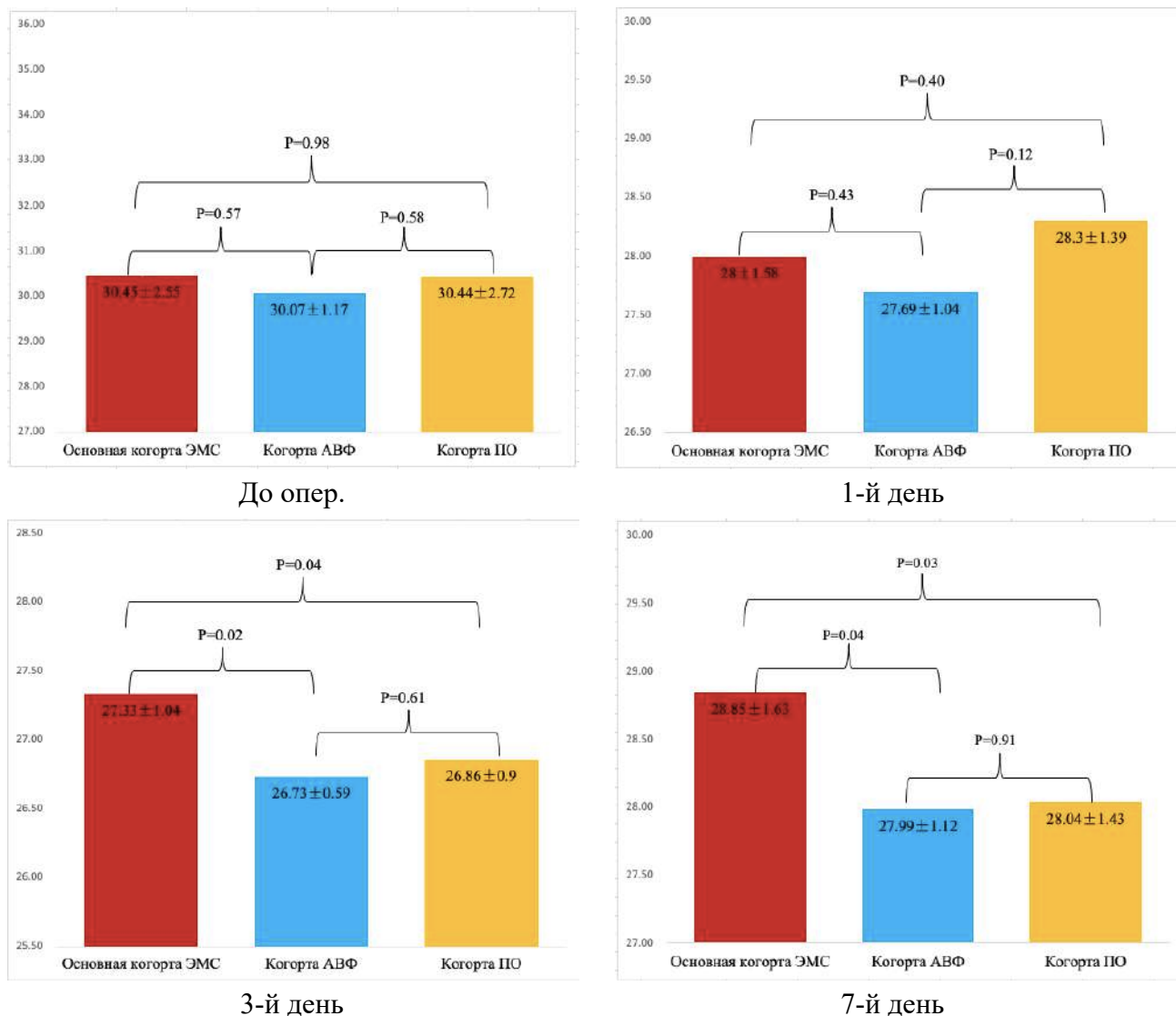


Рисунок 54 - Сравнение показателей АЧТВ между группами по периодам исследования.

На третьи сутки после операции показатель ПВ в основной когорте ЭМС был достоверно выше, чем в когорте ПО, но разница с когортой АВФ не была значимой. А на 7-е сутки в основной когорте ЭМС этот показатель был достоверно выше, чем в двух других когортах ( $p < 0,05$ ) ((Рисунок 55, 56).

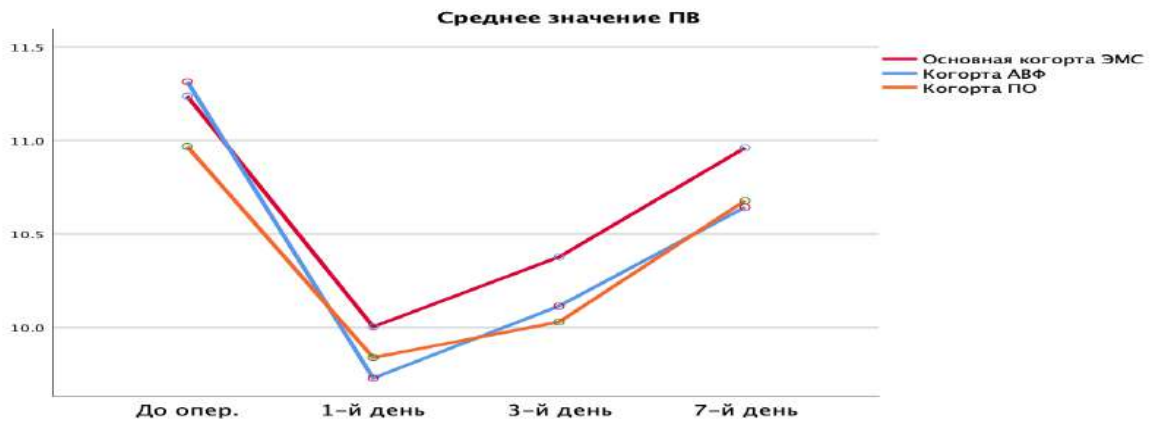


Рисунок 55 - Сопоставление динамики показателя протромбинового времени в когортах исследования.

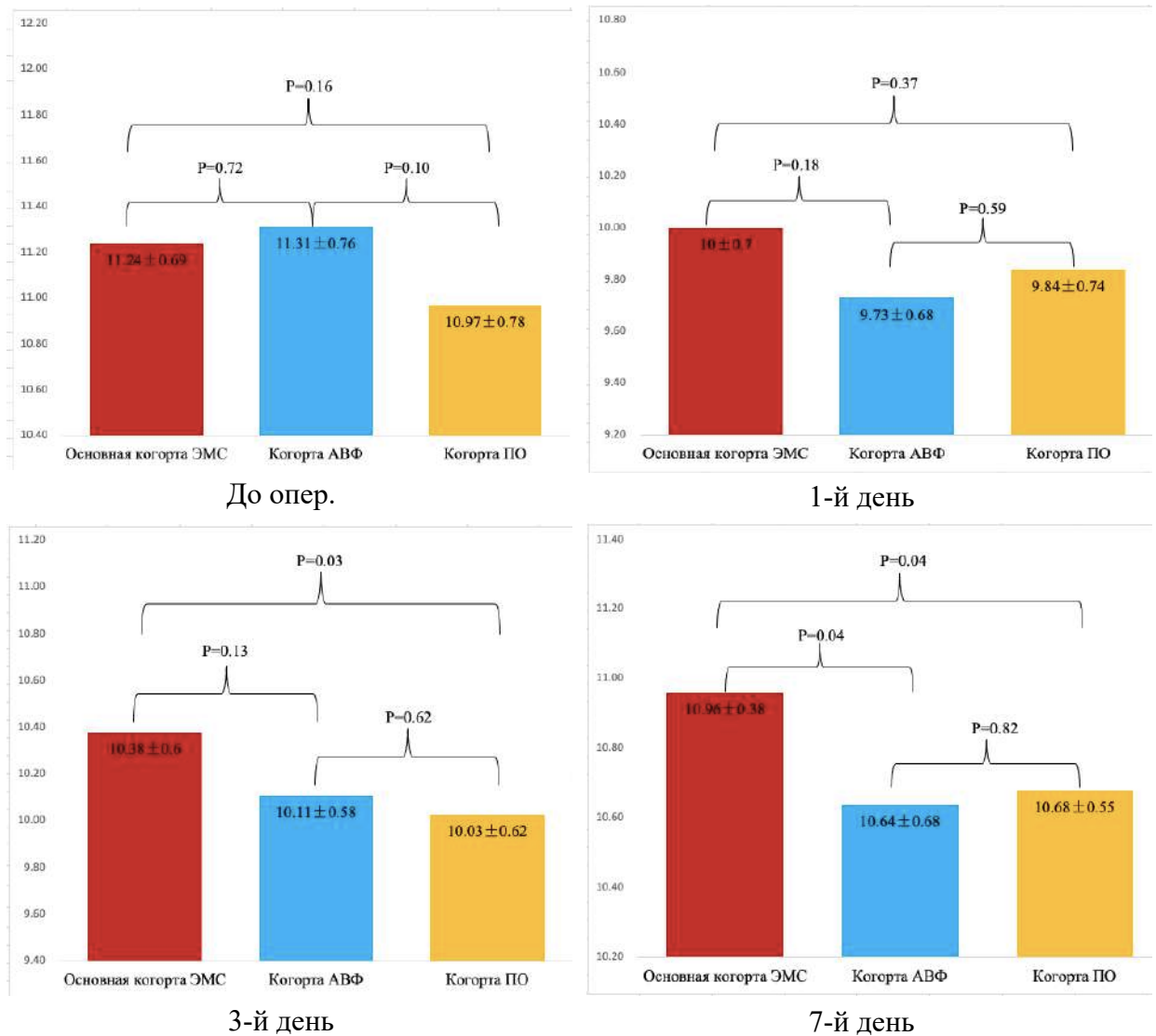


Рисунок 56 - Сравнение показателей протромбинового времени между группами по периодам исследования.

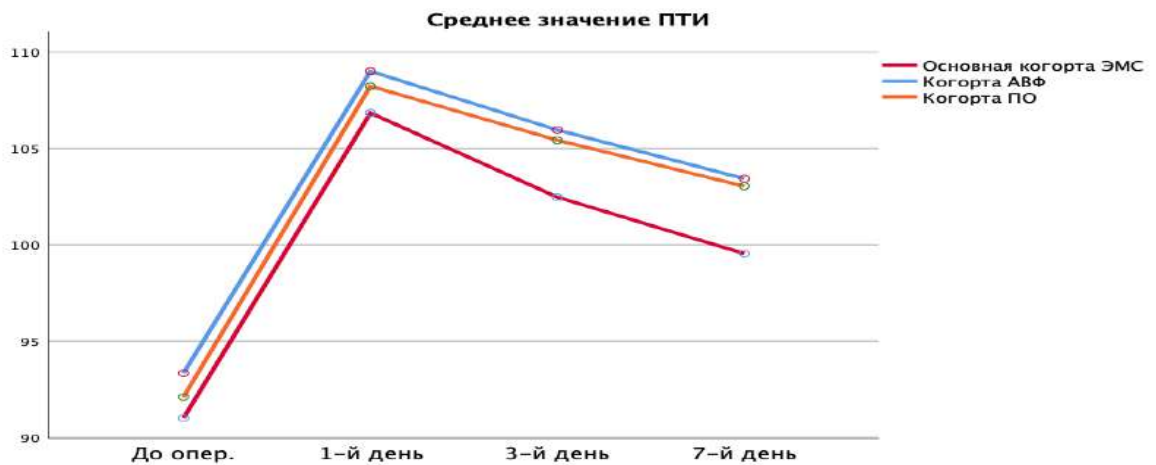


Рисунок 57 - Сопоставление динамики протромбинового индекса в когортах исследования.

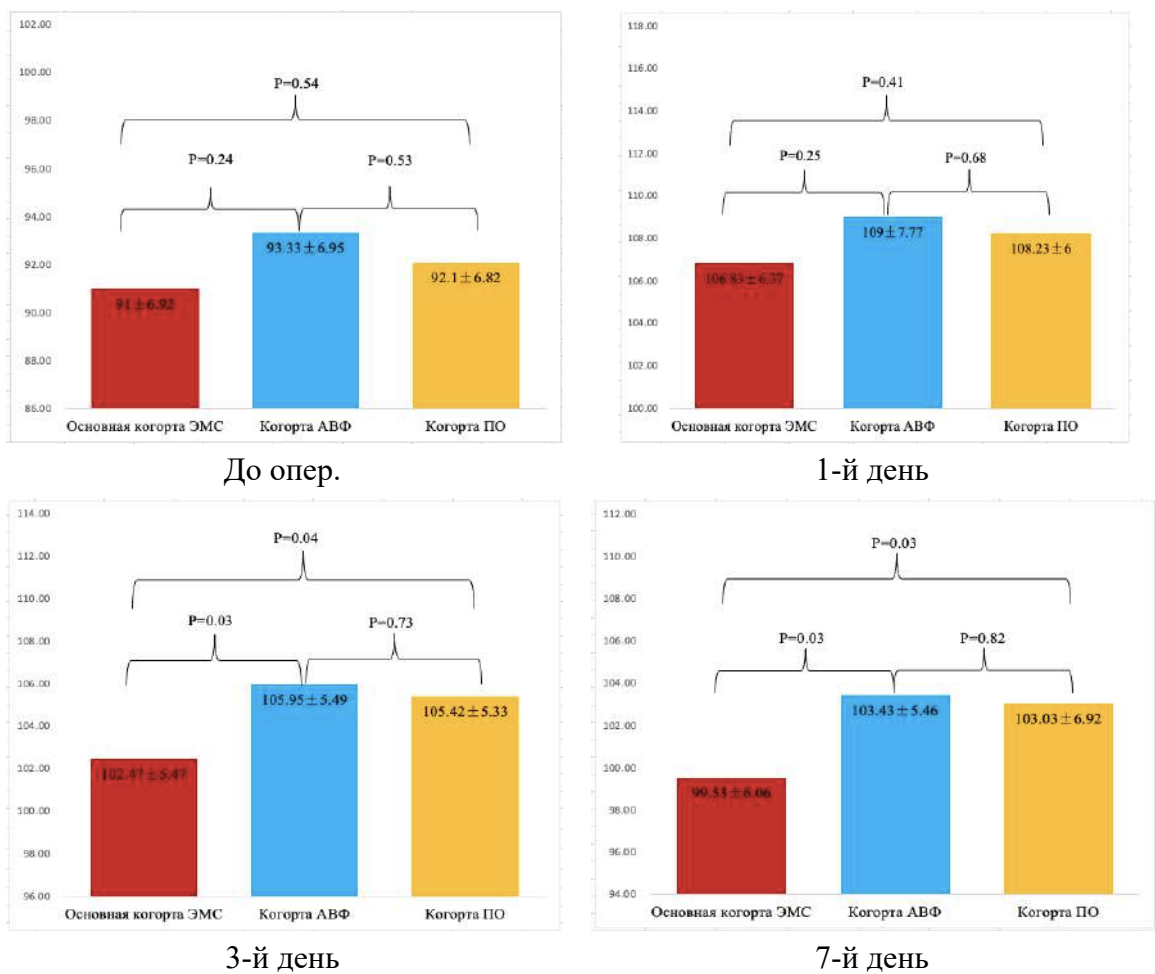


Рисунок 58 - Сравнение показателей протромбинового индекса между группами по периодам исследования.

Сравнительный анализ динамики протромбинового индекса в когортах исследований также показал отсутствие достоверных различий между когортами до операции ( $p>0,05$ ). Через 24 ч после вмешательства ПТИ в основной когорте был несколько ниже, чем в двух других когортах, однако выявленные различия не достигали статистически достоверного уровня ( $p>0,05$ ).

К третьему дню после операции ПТИ в основной когорте ЭМС был достоверно ниже, чем в двух других. Причем эти различия сохранялись до 7 суток после операции ( $p<0,05$ ). Рисунки 57 и 58 демонстрируют полученные данные.

Сопоставляя динамики МНО у пациентов в когортах исследования, было установлено, что до и через 24 ч после операции различия в уровне данного показателя отсутствовали ( $p>0,05$ ). Динамика показателя МНО в когортах также была одинаковой – снижение, начиная с первых суток послеоперационного периода. Однако в когортах АВФ и ПО снижение было более выраженным, вследствие чего на третьи сутки этот показатель был значимо ниже, чем в основной когорте ( $p <0,05$ ). Выявленные различия сохранялись до 7-х сут. (Рисунок 59, 60).

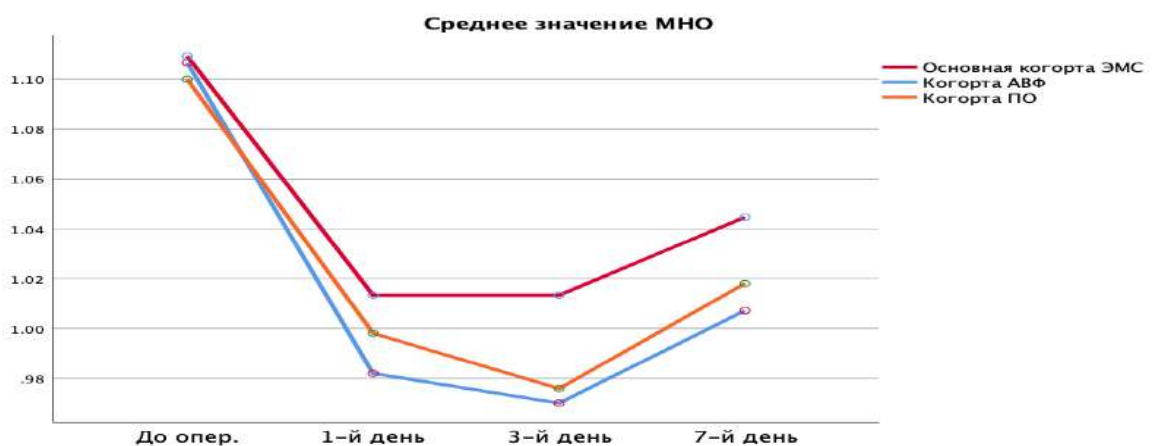


Рисунок 59 - Сопоставление динамики показателя МНО в когортах исследования.

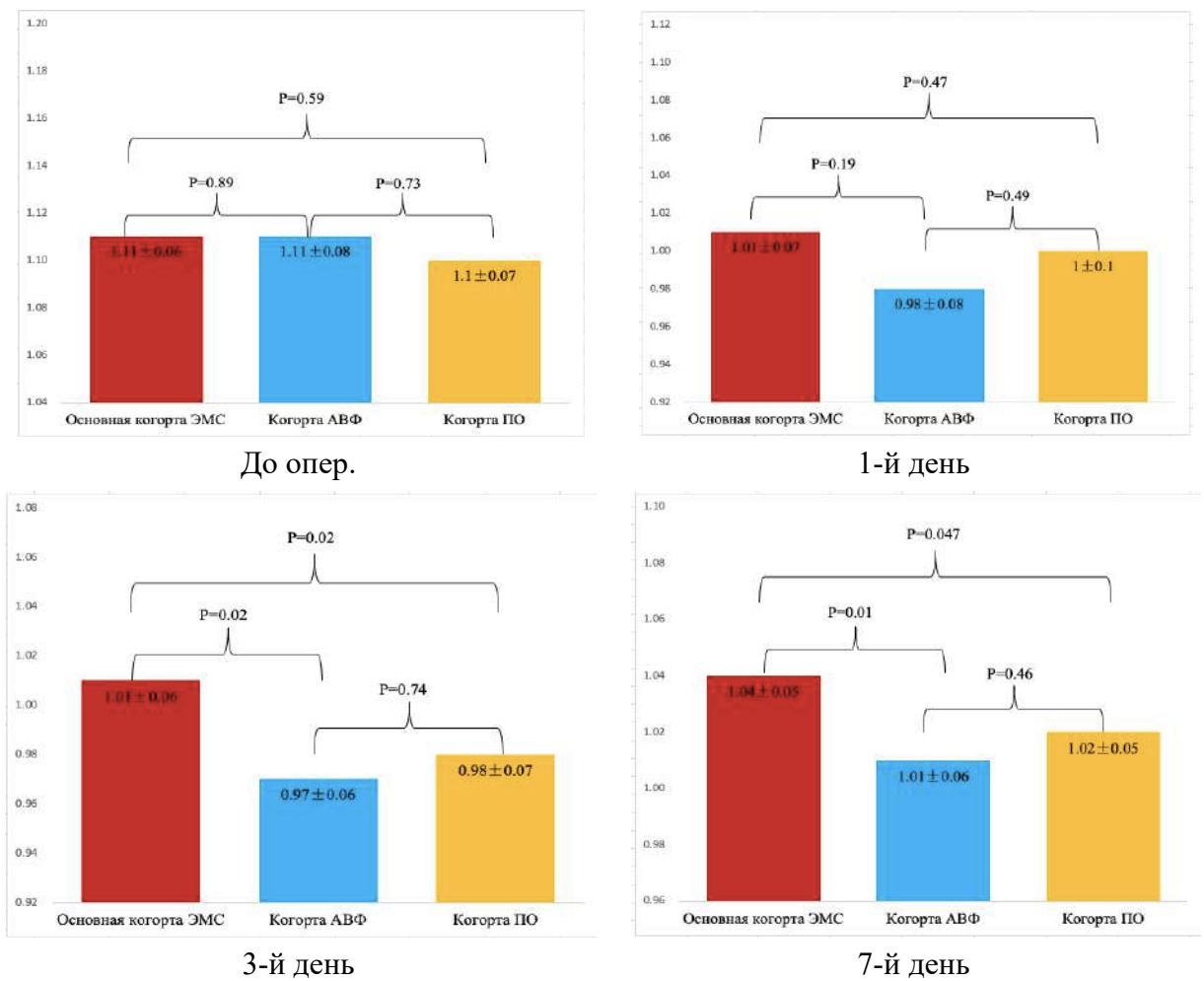


Рисунок 60 - Сравнение показателей МНО между группами по периодам исследования.

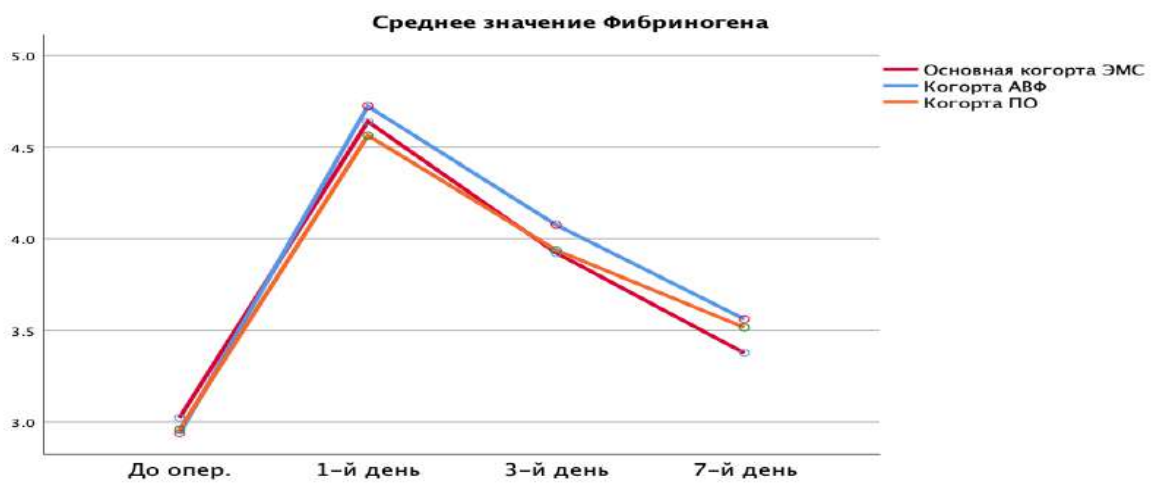


Рисунок 61 - Сопоставление динамики уровня фибриногена в когортах исследования.

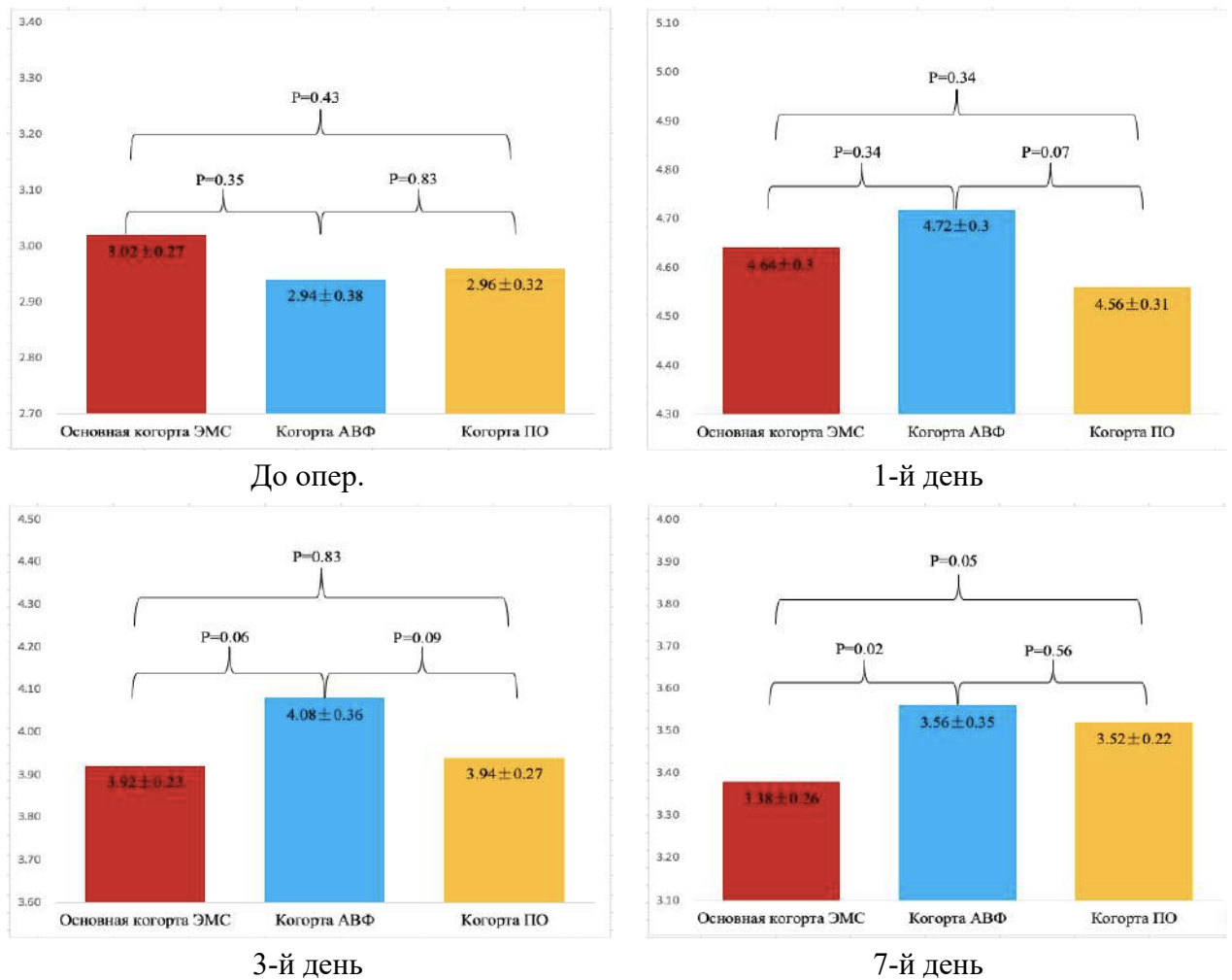


Рисунок 62 - Сравнение показателей фибриногена между группами по периодам исследования.

Средние уровни фибриногена в когортах исследования достоверно не различались как до операции, так и на третий день после операции ( $p > 0,05$ ). Однако этот показатель был значимо ( $p < 0,05$ ) выше в когортах АВФ и ПО, чем в основной ЭМС - до 7-и суток (Рисунок 61,62).

Не выявились достоверные различия между когортами при сопоставлении динамики среднего уровня Д-димера до операции и в первый день после операции ( $p > 0,05$ ). Лишь с 3-го по 7-й послеоперационный день этот показатель в когортах АВФ и ПО был значимо ( $p < 0,05$ ) выше, чем в основной когорте ЭМС (Рисунок 63, 64).

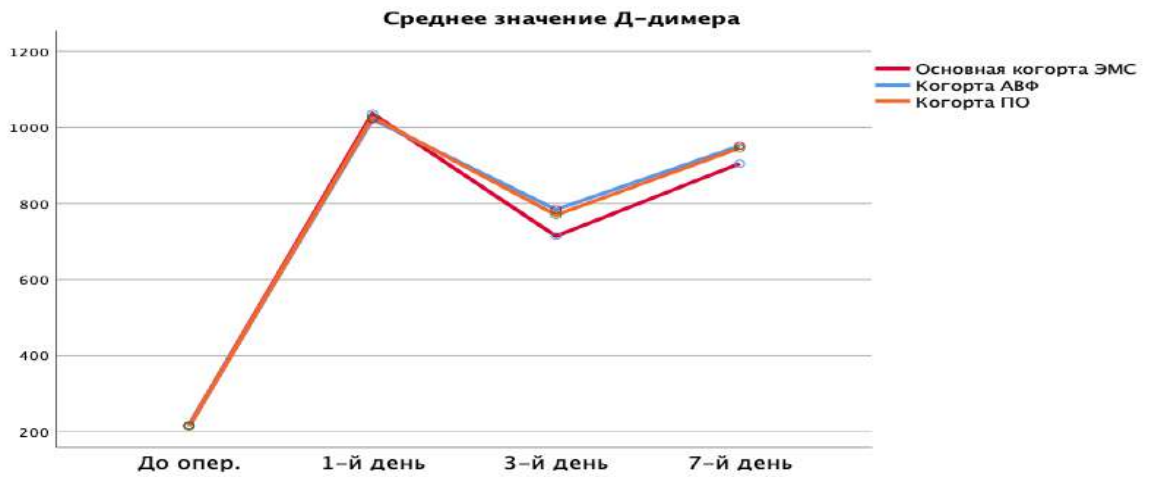


Рисунок 63 - Сопоставление динамики уровня Д-димера в когортах исследования.

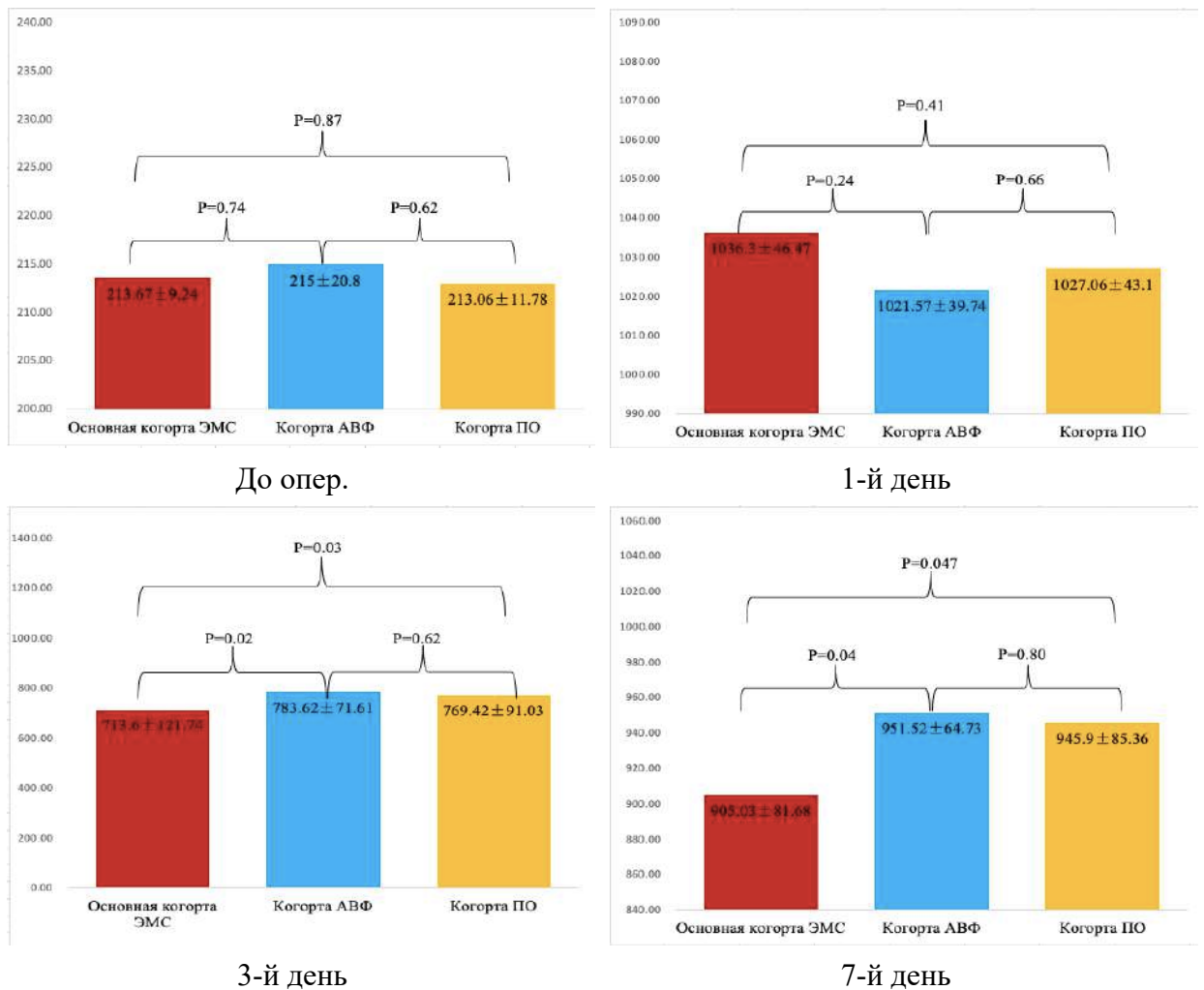


Рисунок 64 - Сравнение показателей Д-димера между группами по периодам исследования.

Что касается частоты послеоперационных осложнений, то в основной когорте ЭМС она составила 13,33%, а в когорте АВФ - 33,33%, в когорте ПО - 9,68%, однако эти различия не достигали статистически достоверного уровня ( $p>0,05$ ). В когортах АВФ и ПО было зарегистрировано по одному случаю ТГВ нижних конечностей, а в основной когорте ЭМС – тромбоэмболических осложнений не зафиксировано.

Таким образом, результаты проведенного сравнительного анализа свидетельствуют об эффективности авторского подхода к профилактике ВТЭО. Применение его позволило минимизировать риск развития ТГВ нижних конечностей при артродезировании голеностопного сустава. Это обосновано более выраженным состоянием гипокоагуляции в послеоперационном периоде у пациентов основной когорты пациентов.



## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Анализы клинических наблюдений и результатов хирургического лечения пациентов с ОА голеностопного сустава лежат в основе данной диссертационной работы.

В исследовании приняли участие 82 пациента в возрасте 33–82 лет: 48 женщин (58,54%) и 34 мужчины (41,46%). Средний возраст пациентов - 55,57 лет.

Пациенты были разделены на две группы в соответствии с целями исследования: в группе А было 25 пациентов с нетравматическим ОА голеностопного сустава; в группе В - 57 пациентов с посттравматическим ОА голеностопного сустава.

Структурный анализ группы А в соответствии с этиологией остеоартроза установил, что 44% имеют ревматоидный артрит.

При анализе типа перенесенной травмы у пациентов группы В чаще всего выявлялся перелом медиальной лодыжки и/или разрыв дельтовидной связки (35,09%). Группы исследования были сопоставимы по возрастному-половому составу пациентов, а также их основным характеристикам (ИМТ, стадия остеоартроза).

Кроме того, пациентов разделили на 4 группы по методу хирургической фиксации: внешняя фиксация аппаратом Илизарова (21 чел. – 25,61%), винты (23 чел. – 28,05%), пластины (20 чел. – 24,39%) и интрамедуллярные штифты (18 чел. – 21,95%).

Все группы были сопоставимы друг с другом по основным характеристикам пациентов, указанных выше.

С целью оценки эффективности профилактики тромбоэмболических осложнений при различных вариантах остеосинтеза вся выборка была разделена на три когорты:

1. Основная когорта ЭМС (электромиостимуляции) состояла из 30 пациентов, перенесших артродез голеностопного сустава с использованием погружного остеосинтеза. Им была проведена авторская мультимодальная методика профилактики ВТЭО, включающая назначение прямого антикоагулянта, использование эластичного трикотажа и электромиостимуляции мышц голени. Эти пациенты прошли лечение в

клинике г. Уханя.

2. Когорта АВФ (аппаратов внешней фиксации) включала 21 пациента, которым выполнили артродез голеностопного сустава с использованием аппарата внешней фиксации. Профилактика ВТЭО у этих пациентов в периоперационном периоде ограничивалась традиционным назначением прямого антикоагулянта и эластического трикотажа;

3. Когорта ПО (погружной остеосинтез) – включала 31 пациента, которым выполнили артродез голеностопного сустава с погружным вариантом остеосинтеза, где была использована также традиционная периоперационная профилактика ВТЭО. Пациенты когорты АВФ и ПО прошли лечение в клиниках г. Казани.

Чтобы оценить состояние пациентов и оценить эффективность методов предотвращения тромбозов, были использованы следующие методы:

- клинические: сбор анамнеза, консультации врачей: кардиолога, гастроэнтеролога, эндокринолога и других, оценка соматического статуса пациента.

- тестовые: функция голеностопного сустава оценивали с помощью шкалы Американской ортопедической ассоциации стопы и голеностопного сустава (AOFAS); интенсивность болевых ощущений оценивалась с помощью ВАШ.

- лабораторные – гемостатический профиль.

- инструментальные – рентгенография голеностопных суставов, ультразвуковое дуплексное сканирование сосудов и вен нижних конечностей.

Методы профилактики тромботических осложнений включали:

- В когортах АВФ и ПО – использование градуированного компрессионного трикотажа и антикоагулянтов (Прадакса) по традиционной схеме.

- В основной когорте ЭМС – дополнительно к традиционным методам, описанным выше, использовалась электромиостимуляция мышц голени.

Полученные в ходе исследования данные подвергали статистической обработке с помощью методов вариационной статистики в офисной программе «Microsoft Office Excel-2021» и SPSS (Statistica 26.0).

В данном исследовании использовался метод объединения открытого проспективного сравнительного и когортного исследования. Все пациенты, принявшие участие в исследовании, наблюдались в течение 12 мес., причем в этот период они совершили 5 визитов к врачу.

При изучении исходного состояния пациентов, которым был сделан артродез голеностопного сустава, было установлено, что средний балл составил  $31,22 \pm 3,86$  по шкале AOFAS. Иными словами, у большинства пациентов до операции функция пораженного сустава была неудовлетворительной. Средний балл по ВАШ до операции в группе составил  $7,30 \pm 0,68$ , т.е. у большинства пациентов боль была средней интенсивности.

Средняя продолжительность операции артродеза составила  $149,09 \pm 11,97$  мин, объем интраоперационной кровопотери составил в среднем  $122,87 \pm 10,48$  мл. Осложнения послеоперационного периода были зафиксированы в 17,07% случаев.

В послеоперационном периоде было отмечено достоверное увеличение среднего балла по шкале AOFAS с  $31,22 \pm 3,86$  до  $79,62 \pm 5,02$  ( $p < 0,01$ ), что свидетельствует о существенном улучшении функционирования пораженного сустава. Средний балл по ВАШ снизился с исходного уровня  $7,30 \pm 0,70$  до  $2,57 \pm 0,85$  через год после операции ( $p < 0,05$ ). Послеоперационное сращение было отмечено у 91,46%, т.е. у подавляющего большинства пациентов данной группы.

Следовательно, артродез голеностопного сустава эффективен в лечении большинства пациентов с остеоартрозом.

На следующем этапе исследования был проведен анализ исходов хирургического лечения остеоартроза различной этиологии.

В результате установлено, что в группе А у пациентов (с нетравматическим ОА) за год средний балл вырос с  $31,36 \pm 3,99$  до  $79,24 \pm 4,83$  ( $p < 0,05$ ) по шкале AOFAS, что свидетельствует о достоверном улучшении функции прооперированного сустава. Средний балл по ВАШ сократился с исходного уровня  $7,40 \pm 0,65$  баллов до  $2,68 \pm 1,03$  через год после операции ( $p < 0,01$ ). Осложнения послеоперационного периода были отмечены у 24,00% пациентов. Послеоперационное сращение произошло у 22 (88,00%) пациентов данной группы, то есть у подавляющего большинства.

В группе Б у пациентов (с посттравматическим артритом) к завершения наблюдения средних балл составил  $79,79 \pm 5,13$  по шкале AOFAS, что было достоверно выше исходного значения ( $p < 0,05$ ) и соответствовало хорошему функционирования сустава. Средний балл по ВАШ к этому моменту составил всего  $2,53 \pm 0,76$ , что соответствует низкой интенсивности боли и достоверно ниже исходных значений ( $p < 0,01$ ). Послеоперационный период протекал с осложнениями лишь у 14,04% пациентов данной группы. Послеоперационное сращение было зафиксировано у 92,98% пациентов, т.е. у несомненного большинства.

С целью выяснения особенностей исходов хирургического лечения остеоартроза голеностопного сустава в зависимости от этиологии был проведен сравнительный анализ данных, полученных в группах пациентов с посттравматическим (Б) и нетравматическим (А) остеоартрозом.

В результате было установлено, что интраоперационные характеристики (длительность операции и объем интраоперационной кровопотери) были сопоставимы.

На всем протяжении наблюдения средний балл в изучаемых группах по шкале AOFAS был практически одинаковым ( $p > 0,05$ ). Схожий результат был получен при сравнительном анализе динамики интенсивности боли в группах А и Б исследования ( $p > 0,05$ ).

Не было выявлено достоверных различий и при сопоставлении частоты развития послеоперационных осложнений в группах исследования: 24,0% у пациентов с нетравматическим остеоартрозом и 14,04% - с посттравматическим ( $p > 0,05$ ).

Не было обнаружено достоверных различий в сопоставлении частоты послеоперационного сращения у пациентов в группе А и 92,98% у пациентов в группе Б ( $p > 0,05$ ).

Таким образом, сравнительный анализ позволил выявить отсутствие различий в исходах хирургического лечения пациентов с остеоартрозом различной этиологии.

С целью определения наиболее эффективного метода хирургической фиксации при проведении артродеза голеностопного сустава был проведен сравнительный анализ основных интра- и послеоперационных характеристик

пациентов в группах различных вариантов фиксации костных элементов при артродезировании.

В результате было установлено, что достоверной разницы в объеме интраоперационной кровопотери между группами внешней фиксации аппаратом Илизарова и интрамедуллярным штифтом не было. Аналогично, не было значительной разницы по данному показателю между группами винтовой и пластинчатой фиксации. Однако интраоперационная кровопотеря при первых двух методах фиксации была достоверно меньше, чем при двух последних.

Сравнительный анализ продолжительности операции не выявил различий между группами внешней фиксации аппаратом Илизарова и интрамедуллярным штифтом. Аналогично не было значительной разницы в продолжительности операции между группами винтовой фиксации и фиксации пластиной. Однако, при применении первых двух типов фиксации продолжительность операции была значительно меньше, чем при двух последних.

Сравнительный анализ динамики функции голеностопного сустава в группах пациентов с артродезом выявил, что к моменту завершения наблюдения достоверные различия между группами по среднему баллы шкалы AOFAS отсутствовали. При сравнительном анализе итоговой оценки болевых ощущений по ВАШ через год после операции достоверных различий между группами также выявлено не было. Послеоперационный период в большинстве случаев протекал без осложнений при фиксации штифтом, пластиной и винтом, но в группе фиксации с помощью аппарата Илизарова частота осложнений достигала 33,30%. Послеоперационное сращение было достигнуто у большинства пациентов, вне зависимости от способа фиксации – различия между группами по данному критерию отсутствовали.

При оценке эффективности традиционного подхода к профилактике тромбоемболических осложнений после хирургического лечения остеоартроза голеностопного сустава было установлено, что исходно все показатели коагулограммы у участников исследования были в пределах нормы. Вместе с тем общая частота осложнений составила 17.07%, причем было два (5,41%) случая ВТЭО.

Как сказано ранее в основной когорте ЭМС до операции средний уровень всех проанализированных показателей коагулограммы был в норме. В первый день после операции значения коагулограммы демонстрировали гиперкоагуляцию состояние, по сравнению с дооперационным состоянием. Однако к 7-му послеоперационному дню показатели свертываемости крови значительно улучшились, а тромбоэмболические осложнения не состоялись. Число осложнений общего характера в данной когорте составила 13,33%.

С целью выявления наиболее эффективного подхода к профилактике тромбоэмболических осложнений у пациентов, перенесших операцию на голеностопном суставе по поводу остеоартроза, был проведен сравнительный анализ данных, полученных в основной когорте ЭМС и когортах АВФ и ПО. В результате было установлено, что исходно все показатели коагулограммы, а также клинические характеристики пациентов в когортах исследования были практически одинаковыми – достоверные различия между когортами отсутствовали.

Через 24 часа после операции различия показателя АЧТВ между когортами также отсутствовали ( $p > 0,05$ ). Однако на 3-и сутки среднее значение АЧТВ в когортах АВФ и ПО были ниже, чем в основной, причем эти различия сохранялись до 7-х сут. послеоперационного периода ( $p < 0,05$ ). При сопоставлении динамики протромбинового времени в когортах исследования было установлено, что через 24 ч после операции достоверные различия этого показателя отсутствовали ( $p > 0,05$ ). На 3-и сутки после операции показатель ПВ в основной когорте ЭМС был достоверно выше, чем в когорте ПО, но разница с когортой АВФ не была значимой. А на 7-е сутки в основной когорте ЭМС этот показатель был достоверно выше, чем в двух других когортах ( $p < 0,05$ ). ПТИ через 24 ч после вмешательства в основной когорте ЭМС был ниже, чем в двух других когортах, однако выявленные различия не достигали статистически достоверного уровня ( $p > 0,05$ ). К 3-му дню послеоперационного периода ПТИ в основной когорте ЭМС был достоверно ниже, чем в двух других когортах, причем эти различия сохранялись до 7-х суток послеоперационного периода ( $p < 0,05$ ). Сопоставляя динамику МНО у пациентов в когортах исследования, было установлено, что через 24 ч после операции различия в уровне данного показателя отсутствовали ( $p > 0,05$ ). Динамика показателя МНО в когортах также была одинаковой – снижение,

начиная с первых суток послеоперационного периода. Однако в когортах АВФ и ПО снижение было более выраженным, вследствие чего на третьи сутки этот показатель был значимо ниже, чем в основной когорте ( $p < 0,05$ ). Выявленные различия сохранялись до 7-х сут. Средние уровни фибриногена в когортах исследования достоверно не различались как до операции, так и на третий день после операции ( $p > 0,05$ ). Однако этот показатель был значительно выше в когортах АВФ и ПО, чем в основной ЭМС - до 7-и суток ( $p < 0,05$ ). Аналогично не выявились достоверные различия между когортами при сопоставлении динамики среднего уровня Д-димера до операции и в первый день после операции ( $p > 0,05$ ). И только с 3-го по 7-й послеоперационный день этот показатель в когортах АВФ и ПО был значительно выше, чем в основной когорте ЭМС ( $p < 0,05$ ).

Что касается частоты послеоперационных осложнений, то в основной когорте ЭМС (13,33%) она была ниже, чем в когорте АВФ (33,33%) и в когорте ПО (9,68%), однако эти различия не достигали статистически достоверного уровня ( $p > 0,05$ ). В когортах АВФ и ПО было зарегистрировано по одному случаю ТГВ нижних конечностей, а в основной когорте ЭМС – тромбоэмболических осложнений не зафиксировано.

Таким образом, результаты проведенного исследования свидетельствуют о сопоставимой эффективности различных подходов к хирургическому лечению пациентов с ОА голеностопного сустава. Кроме того, было установлено отсутствие различий в эффективности лечения в зависимости от этиологии ОА.

Результаты сравнительного анализа свидетельствуют об эффективности и авторского подхода к профилактике ВТЭО. Применение его позволило минимизировать риск развития ТГВ нижних конечностей при артрорезировании голеностопного сустава. Это обосновано более выраженным состоянием гипокоагуляции в послеоперационном периоде у пациентов основной когорты пациентов.

Следовательно, применение ЭМС дополнительно к традиционным методам профилактики тромбоэмболий поможет улучшить исходы хирургического лечения у пациентов с ОА, причем вне зависимости от типа вмешательства и этиологии заболевания.

## ВЫВОДЫ

1. Анализ научной литературы показал, что востребованным вариантом артродеза голеностопного сустава при поздних стадиях гонартроза являются открытые методы вмешательства, причем число осложнений при их применении сопоставимо. Артроскопическая техника при стабилизирующих операциях на голеностопном суставе является перспективным методом.

2. Анализ результатов артродезирования голеностопного сустава позволил получить подобные функциональные результаты лечения у пациентов с остеоартрозом различной этиологии в 3-4 стадии патологического процесса. По числу ранних послеоперационных осложнений группа нетравматического остеоартроза превалировала (24,00%) по сравнению с посттравматическим (14,04%), но при отсутствии статистической достоверности в сравнении. При сопоставлении частоты послеоперационного сращения также не было выявлено значимых различий: 88,00% при нетравматическом и 92,98% - в случаях посттравматического ОА.

3. При сравнении методов фиксации костных элементов при артродезировании голеностопного сустава внешняя фиксация и интрамедуллярные штифты позволили получить более высокий результат лечения. Несмотря на отсутствие значимой разницы в частоте ранних послеоперационных осложнений при стабилизации сустава (33,33%), по числу случаев поверхностной инфекции выделялось использование аппаратов внешней фиксации.

4. Электростимуляция мышц голени в рамках мультимодального подхода к профилактике позволила эффективно предотвратить тромбоэмболические осложнения, на фоне сравнительного снижая гиперкоагуляции в основной группе наблюдения.



## ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

1. При различных методах фиксации артродеза голеностопного сустава существуют как преимущества, так и недостатки. Выбор варианта остеосинтеза после стабилизирующих операций на голеностопном суставе зависит от индивидуальных характеристик пациента, хирургических предпочтений хирурга, но не от этиологии остеоартроза.
2. Пациентам с остеоартрозом голеностопного сустава рекомендуется проводить электромиостимуляцию мышц голени в сочетании с традиционными прямыми и косвенными методами профилактики для снижения риска венозной тромбоэмболии в послеоперационном периоде.
3. Проведение артродеза голеностопного сустава возможно предпочтительнее с использованием артроскопической технологии. Артроскопическая техника по данным литературного метаанализа имеет преимущество благодаря высокой частоте послеоперационного сращения, меньшему количеству осложнений и быстрого восстановления после операции.

**СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ СОКРАЩЕНИЙ**

- АВФ – аппарат внешней фиксации  
АЧТВ – активированное частичное тромбопластиновое время  
ВАШ – визуальная аналоговая шкала  
ГСС – голеностопный сустав  
ИМТ – индекс массы тела  
ИОХВ – инфекция области хирургического вмешательства  
МНО – международное нормализованное отношение  
НМГ – низкомолекулярные гепарины  
НФГ – нефракционированный гепарин  
МКСБ – медицинская карта стационарного больного  
ОА – остеоартроз  
ПВ – протромбиновое время  
ПиМВС – заболевания почек и мочевыводящей системы  
ПО – погружной остеосинтез  
ПТИ – протромбиновый индекс  
ТГВ – тромбоз глубоких вен  
ТЭЛА – тромбоэмболия легочной артерии  
ЦОГ – циклооксигеназа  
ЭМС – электромиостимуляция  
АOFAS – шкала Американской ортопедической ассоциации стопы и голеностопного сустава

**СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Алексеева, Л. И. Остеоартрит: эпидемиология, классификация, факторы риска и прогрессирования, клиника, диагностика, лечение / Л. И. Алексеева, Е. А. Таскина, Н. Г. Кашеварова // Современная ревматология. – 2019. – Т. 13, № 2. – С. 9-21.
2. Артродезирование голеностопного сустава как оптимальная хирургическая опция при лечении пациентов с деформирующим артрозом голеностопного сустава терминальной стадии [обзор литературы] / В. А. Фомичев, Е. П. Сорокин, Д. В. Чугаев [и др.] // Кафедра травматологии и ортопедии. – 2019. – № 4. – С. 18-26.
3. Артродезирование голеностопного сустава с использованием трех спонгиозных винтов / В. В. Хоминец, С. В. Михайлов, Д. А. Шакун [и др.] // Травматология и ортопедия России. – 2018. – Т. 24, № 2. – С. 117-126.
4. Артродез голеностопного и таранно-пяточного суставов у больных ревматоидным артритом / Р. А. Бакир, А. Л. Логунов, С. А. Макаров, В. П. Павлов // Научно-практическая ревматология. – 2012. – Т. 4, № 53. – С. 98-99.
5. Балабанова, Р. М. Динамика пятилетней заболеваемости болезнями костно-мышечной системы и их распространенности среди взрослого населения России за 2013-2017 гг. / Р. М. Балабанова, Т. В. Дубинина // Современная ревматология. – 2019. – Т. 13, № 4. – С. 11-17.
6. Божкова, С. А. Особенности выбора антикоагулянтов для профилактики венозных тромбозов и эмболий после крупных ортопедических операций. Взгляд клинического фармаколога / С. А. Божкова // Ортопедия и травматология России. – 2011. – № 1. – С. 138-143.
7. Бурская, С. Электромиостимуляция как часть реабилитационного процесса / С. Бурская, О. Белецкая, М. Шумилова // Врач. – 2018. – Т. 29, № 10. – С. 84-87.
8. Вавилова, Т. В. Антитромботическая терапия и методы ее лабораторного контроля / Т. В. Вавилова // Клиническая лабораторная диагностика. – 2004. – № 12. – С. 21-32.
9. Горбатов, Р. О. Концепция современного артродезирования голеностопного сустава при посттравматическом крузартрозе III–IV стадии /

Р. О. Горбатов, В. В. Горин, Д. В. Павлов, Е. Е. Малышев // Современные технологии в медицине. – 2016. – № 3. – С. 64-67

10. Дабигатран-новый подход к профилактике тромбоэмболических осложнений / Т. Б. Минасов, Б. Ш. Минасов, Н. Ш. Загидуллин [и др.] // Травматология и ортопедия России. – 2011. – № 3. – С. 80-83.

11. Егорова, М. О. Скрининговый тест выявления тромбоза глубоких вен и тромбозов легочной артерии / М. О. Егорова, О. Н. Старцева, Е. Ю. Власенко // Тромбоз, гемостаз и реология. – 2018. – № 3. – С. 72-77.

12. Зиатдинов, Б. Г. Современные возможности профилактики тромбоэмболических осложнений при эндопротезировании крупных суставов нижних конечностей / Б. Г. Зиатдинов, И. Ф. Ахтямов, Р. И. Садыков // Практическая медицина. – 2015. – Т. 4-1, № 89. – С. 66–70.

13. Зуховицкая, Е. В. Венозные тромбоэмболические осложнения / Е. В. Зуховицкая, А. Т. Фиясь, Е. С. Овсяник. – Гродно : ГрГМУ, 2018. – 232 с.

14. Каратеев, А. Е. Остеоартрит: современная клиническая концепция и некоторые перспективные терапевтические подходы / А. Е. Каратеев, А. М. Лиля // Научно-практическая ревматология. – 2018. – № 1. – С. 34-37.

15. Комплексное лечение остеоартрита крупных суставов / Е. А. Волокитина, С. М. Кутепов, М. В. Гилев [и др.]. – Екатеринбург: Уральский ГМУ, 2020. – 32с.

16. Мета-анализ артроскопической техники и традиционного открытого артротомии голеностопного сустава при лечении пациентов с поздней стадией его остеоартроза / Ж. Ван, И. Ф. Ахтямов, Б. Г. Зиатдинов, Г. М. Файзрахманова // Вестник Национального медико-хирургического Центра им. Н. И. Пирогова. – 2022. – Т. 17, № 1. – С. 103-106.

17. Напалков, Д. А. Венозные тромбоэмболические осложнения. Антикоагулянтная терапия в таблицах и схемах / Д. А. Напалков, А. А. Соколова, А. В. Жиленко. – Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2023. – 96 с.

18. Насонов, Е. Л. Российские клинические рекомендации. Ревматология / Е. Л. Насонов. – Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2020. – 512 с.

19. Новые возможности в терапии остеоартроза / Л. И. Алексеева, Е. П. Шарапова, Н. Г. Кашеварова, С. Е. Пьяных // Справочник поликлинического врача. – 2015. – № 6-8. – С. 4-7.

20. Оболенский, В. Н. Непрямая электроимпульсная миостимуляция и ее значение в лечении больных с переломами костей голени / В. Н. Оболенский, А. В. Карпенко, Н. В. Загородний // Вестник травматологии и ортопедии им. НН Приорова. – 2015. – № 4. – С. 21-25.

21. Оболенский, В. Н. Пяточно-большеберцовый артродез в хирургической тактике лечения стопы Шарко с поражением голеностопного сустава / В. Н. Оболенский, В. Г. Процко // Раны и раневые инфекции Журнал имени профессора Б.М. Костюченка. – 2019. – Т. 6, № 1. – С. 13-24.

22. Оптимизация местного лечения больных с инфицированными ранами путём использования контролируемого отрицательного давления / М. Ф. Черкасов, К. М. Галашокян, Ю. М. Старцев [и др.] // Инфекции в хирургии. – 2020. – Т. 18, № 3-4. – С. 37-43.

23. Опыт эндопротезирования голеностопного сустава / Д. Л. Мирошников, О. В. Сабодашевский, А. А. Афаунов [и др.] // Инновационная медицина Кубани. – 2017. – Т. 6, № 2. – С. 15-20.

24. Опыт эндопротезирования голеностопного сустава в Российском научно-исследовательском институте травматологии и ортопедии им. Р. Р. Вредена / Р. М. Тихилов, Н. А. Корышков, В. Г. Емельянов [и др.] // Вестник травматологии и ортопедии им. Н. Н. Приорова. – 2009. – № 3. – С. 56-60.

25. Особенности хирургического лечения пациентов с неинфекционными осложнениями переломов лодыжечного сегмента [научный обзор] / В. В. Хоминец, С. В. Михайлов, А. В. Щукин [и др.] // Профилактическая и клиническая медицина. – 2021. – № 2. – С. 82-91.

26. Остеоартрит и возраст. Роль старения в этиологии и патогенезе заболевания / Л. В. Лучихина, О. И. Мендель, В. Мендель, Т. Н. Голухов // Современная ревматология. – 2017. – Т. 11, № 1. – С. 4-11.

27. Остеоартрит как междисциплинарная проблема: алгоритм лечения для терапевтов и врачей общей практики / А. М. Лиля, Л. И. Алексеева, Е. А. Таскина, Н. Г. Кашеварова // Современная ревматология. – 2021. – Т. 15, № 5. – С. 68-75.

28. Пат. 2726358 С1 Рос. Федерация Способ профилактики тромбоэмболических осложнений у пациентов с множественными переломами длинных трубчатых костей конечностей: / С. Д. Сиразитдинов, Д.

Т. Сиразитдинов, И. О. Панков, И. В. Миронова. – № 2019139908; заявл. 05.12.2019; опубл. 13.07.2020.

29. Пахомов, И. А. Осложнения эндопротезирования голеностопного сустава / И. А. Пахомов // Политравма. – 2011. – № 4. – С. 17-22.

30. Плаксейчук, Ю. А. Современные методы лечения аваскулярного некроза таранной кости и их результаты / Ю. А. Плаксейчук, Р. З. Салихов, В. В. Соловьев // Практическая медицина. – 2011. – № 55. – С. 98-101.

31. Плаксейчук, Ю. А. Хирургическое лечение больных с артрозом голеностопного сустава / Ю. А. Плаксейчук, Р. З. Салихов, В. В. Соловьев // Казанский медицинский журнал. – 2012. – Т. 93, № 1. – С. 38-43.

32. Профилактика, диагностика и лечение тромбоза глубоких вен. Рекомендации российских экспертов / С. И. Селиверстов, К. В. Лобастов, Е. А. Илюхин [и др.] // Флебология. – 2023. – Т. 17, №3. – С. 152-296

33. Профилактика, диагностика и лечение тромбоэмболических осложнений в травматологии и ортопедии: методические рекомендации / С. А. Божкова, Р. М. Тихилов, И. Ф. Ахтямов [и др.] // Травматология и ортопедия России. – 2022. – Т. 28, № 3. – С. 136-166.

34. Профилактика тромбоэмболических осложнений в условиях отделения травматологии / Д. Б. Шуваев, Ю. И. Бирюкова, В. А. Ермолаев [и др.] // Многопрофильный стационар. – 2021. – Т. 8, № 1. – С. 36-40.

35. Развитие нейроостеоартропатии Шарко коленного сустава после реконструктивной операции по поводу диабетической нейроостеоартропатии голеностопного сустава / С. А. Оснач, В. Б. Бреговский, В. Г. Процко [и др.] // Клиническая и экспериментальная хирургия. – 2023. – Т. 2, № 40. – С. 132-139.

36. Результаты хирургического лечения голеностопного сустава у пациентов с разным индексом массы тела / Ж. Ван, И.Ф. Ахтямов, Б.Г. Зиатдинов, Г.М. Файзрахманова // Саратовский научно-медицинский журнал. – 2023. – Т. 19, № 2. – С. 149-152.

37. Результаты эндопротезирования голеностопного сустава третьим поколением моделей эндопротезов / К. С. Михайлов, А. А. Булатов, Д. Г. Плиев [и др.] // Кафедра травматологии и ортопедии. – 2018. – Т. 1, № 31. – С. 40-45.

38. Российские клинические рекомендации по диагностике и лечению хронических заболеваний вен / Ю. М. Стойко, А. И. Кириенко, И. И. Затевахин [и др.] // Флебология. – 2018. – Т. 12, № 3. – С. 146-240.

39. Саакян, С. В. Дистантная опухлеассоциированная макулопатия при начальной меланоме хориоидеи / С. В. Саакян, Е. Б. Мякошина, Н. Н. Юровская // Российский офтальмологический журнал. – 2011. – Т. 4, № 2. – С. 41-45.

40. Скворцов, А. П. Хирургическое лечение последствий перенесенного гематогенного остеомиелита области голеностопного сустава у детей и подростков / А. П. Скворцов, П. С. Андреев, Р. Г. Кузнецова // Norwegian Journal of Development of the International Science. – 2020. – № 50-1. – С. 20-28.

41. Современный подход к профилактике инфекционных осложнений при артродезе голеностопного сустава / Л. К. Брижань, В. В. Хоминец, Д. В. Давыдов [и др.] // Вестник Национального медико-хирургического Центра им Н. И. Пирогова. – 2017. – Т. 12, № 4-2. – С. 67-71.

42. Сравнительный биомеханический анализ способов артродезирования голеностопного сустава : экспериментальное исследование / В. В. Хоминец, С. В. Михайлов, С. Е. Жумагазиев [и др.] // Травматология и ортопедия России. – 2022. – Т. 28, № 4. – С. 136-147.

43. Сравнительный опыт хирургического лечения деформирующего артроза голеностопного сустава / С. А. Столбиков, С. Ю. Лукин, А. А. Лебедев [и др.] // Уральский медицинский журнал. – 2018. – № 11. – С. 112-115.

44. Трибологические характеристики различных пар трения при артропластике крупных суставов / Б. Ш. Минасов, Л. Ш. Шустер, Р. Р. Якупов [и др.] // Медицинский вестник Башкортостана. – 2013. – Т. 8, № 6. – С. 158-161.

45. Тромбоэмболия лёгочных артерий в многопрофильном стационаре : результаты патологоанатомического исследования / А. И. Кириенко, И. С. Лебедев, Н. И. Полянко [и др.] // Вестник хирургии имени И. И. Грекова. – 2017. – Т. 176, № 4. – С. 60-66.

46. Факторы риска и профилактика тромбоэмболических осложнений при тотальном эндопротезировании тазобедренного сустава / Н. В. Ташкинов,

И. И. Кузьмин, К. А. Шрейберг, А. В. Бабихин // Дальневосточный медицинский журнал. – 2009. – № 2. – С. 33–35.

47. Формирование системного подхода при многоуровневой подготовке специалиста травматолога-ортопеда (студент, врач-ординатор, врач-эксперт) / Р. Р. Якупов, Т. Б. Минасов, Н. Н. Аслямов [и др.]. Инновационные подходы высшего и непрерывного медицинского и фармацевтического образования. – Уфа : Отечество, 2022. – С. 317-320.

48. Филимонова, О. Г. Нейропатический компонент боли у больных остеоартритом / О. Г. Филимонова // Российский медицинский журнал. Медицинское обозрение. – 2022. – Т. 6, № 3. – С. 113-119.

49. 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.

50. Хирургические осложнения после артродеза голеностопного сустава / К. А. Сливков, Л. К. Брижань, Д. В. Давыдов [и др.] // Медицинский совет. – 2013. – № 4-2. – С. 96-99.

51. Шлык, И. Ф. Информативность метода тромбодинамики в оценке состояния гемостаза у пациентов с ишемической болезнью сердца / И. Ф. Шлык // Медицинский вестник Юга России. – 2019. – № 2. – С. 48-54.

52. Шостак, Н. А. Остеоартрит голеностопного сустава: диагностический алгоритм / Н. А. Шостак // Opinion leader. Ревматология. – 2018. – № 10. – С. 41-45.

53. Эндопротезирование голеностопного сустава / Г. П. Котельников, В. В. Иванов, А. Н. Николаенко [и др.] // Гений ортопедии. – 2021. – Т. 27, № 5. – С. 645-657.

54. Эффективность электронейростимуляции как метода профилактики тромбоэмболических осложнений при эндопротезировании тазобедренного сустава / И. Ф. Ахтямов, Б. Г. Зиатдинов, Т. А. Кильметов, Г. Г. Гарифуллов // Практическая медицина. – 2017. – № 8. – С. 29-35.

55. A comparison of open and arthroscopic ankle fusion / K. V. Panikkar, A. Taylor, S. Kamath [et al.] // Foot Ankle Surg. – 2003. – Vol. 9, № 3. – P. 169-172.



56. Ahn, J. Clinical outcomes of supramalleolar osteotomy in intermediate stage of varus ankle osteoarthritis in joint preservation / J. Ahn, H. S. Son, B. O. Jeong // *J. Foot Ankle Surg.* – 2022. – Vol. 61, № 6. – P. 1280-1286.
57. Anderson, D. R. Venous thromboembolism prophylaxis after hip or knee arthroplasty / D. R. Anderson, S. Doucette, S. R. Kahn // *N. Engl. J. Med.* – 2018. – Vol. 378, № 5. – P. 1848–1849.
58. Andrzejewska, A. Concise review: mesenchymal stem cells: from roots to boost / A. Andrzejewska, B. Lukomska, M. Janowski // *Stem cells.* – 2019. – Vol. 37, № 7. – P. 855-864.
59. 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, № 7. – P. 110794.
60. Ankle arthritis: diagnosis and conservative management / R. Grunfeld, U. Aydogan, P. Juliano, J. Bustillo // *OA Musculoskeletal Medicine.* – 2013. – Vol. 1, № 4. – P. 32.
61. Ankle arthrodesis using an Ilizarov external fixator in patients wounded by landmines and gunshots / D. Bek, B. Demiralp, M. Kürklü [et al.] // *Foot Ankle Int.* – 2008. – Vol. 29, № 2. – P. 178-184.
62. Ankle osteoarthritis: comprehensive review and treatment algorithm proposal / M. Herrera-Pérez, V. Valderrabano, A. L. Godoy-Santos [et al.] // *EFORT Open Rev.* – 2022. – Vol. 7, № 7. – P. 448-459.
63. Arthrodesis of neuropathic ankle joint by Ilizarov fixator in diabetic patients / H. Karapinar, M. Sener, C. Kazimoglu, U. Akgun // *J. Am. Podiatr. Med. Assoc.* – 2009. – Vol. 99, № 1. – P. 42-48.
64. Arthrodesis of the infected ankle joint: results with the Ilizarov external fixator / J. Gessmann, L. Ozokyay, T. Fehmer [et al.] // *Z. Orthop. Unfallchir.* – 2011. – Vol. 149, № 2. – P. 212-218.
65. Arthrodesis with internal fixation of the infected ankle / S. Klouche, F. El-Masri, W. Graff, P. Mamoudy // *J. Foot Ankle Surg.* – 2011. – Vol. 50, № 1. – P. 25-30.
66. Arthrodesis with the Ilizarov ring fixator for severe ankle arthritis / S. V. Yadkikar, V. Yadkikar, R. Prasad [et al.] // *Genij Ortopedii.* – 2023. – Vol. 29, № 4. – P. 362-367.

67. Arthroscopic versus open ankle arthrodesis / J. Quayle, R. Shafafy, M. A. Khan [et al.] // *Foot. Ankle Surg.* – 2018. – Vol. 24, № 3. – P. 137-142.
68. Arthroscopic versus open ankle arthrodesis: a multicenter comparative case series / D. Townshend, M. D. Silvestro, F. Krause [et al.] // *J. Bone Joint Surg.* – 2013. – Vol. 95, № 2. – P. 98-102.
69. Assessment steps and treatment tips for ankle arthritis / A. Bitterman, J. Alland, J. Lin, S. Lee // *J. Fam. Pract.* – 2017. – Vol. 66, № 5. – P. 288-292.
70. Association of regional racial/cultural context and socioeconomic status with arthritis in the population: A multilevel analysis / M. Canizares, J. D. Power, A. V. Perruccio, E. M. Badley // *Arthritis Care Res.* – 2008. – Vol. 59, № 3. – P. 399-407.
71. Bibbo, C. Controversies in total ankle replacement / C. Bibbo // *Clin. Podiatr. Med. Surg.* – 2013. – Vol. 30, № 1. – P. 21-34.
72. Bijlsma, J. W. J. Osteoarthritis: an update with relevance for clinical practice / J. W. J. Bijlsma, F. Berenbaum, P. Lafeber // *Lancet.* – 2011. – Vol. 377, № 9783. – P. 2115-2126.
73. Buechel, F. F. Ten-year evaluation of cementless Buechel-Pappas meniscal bearing total ankle replacement / F. F. Buechel, M. J. Pappas // *Foot Ankle Int.* – 2003. – Vol. 24, № 6. – P. 462-472.
74. Buechel, F. F. Twenty-year evaluation of cementless mobile-bearing total ankle replacements / F. F. Buechel, M. J. Pappas // *Clin. Orthop. Relat. Res.* – 2004. – Vol. 424. – P. 19-26.
75. Call for standardized definitions of osteoarthritis and risk stratification for clinical trials and clinical use / V. B. Kraus, F. J. Blanco, M. Englund [et al.] // *Osteoarthritis Cartilage.* – 2015. – Vol. 23, № 8. – P. 1233-1241.
76. Carlsson, A. Radiostereometric analysis of the double-coated STAR total ankle prosthesis: a 3-5-year follow-up of 5 cases with rheumatoid arthritis and 5 cases with osteoarthrosis / A. Carlsson, P. Markusson, M. Sundberg // *Acta Orthop.* – 2005. – Vol. 76, № 4. – P. 573-579.
77. Cho, J. Y. Low tibial valgization osteotomy for varus ankle arthritis—does age affect the outcome? / J. Y. Choi, G. H. Lee, J. S. Suh // *Foot Ankle Surg.* – 2021. – Vol. 27, № 8. – P. 897-905.

78. Clinical outcomes comparing arthroscopic vs open ankle arthrodesis / B. J. Woo, M. C. Lai, S. Ng [et al.] // *Foot Ankle Surg.* – 2020. – Vol. 26, № 5. – P. 530-534.
79. Clinical results of resection arthrodesis by triangular external fixation for posttraumatic arthrosis of the ankle joint in 89 cases / J. Kiene, A. P. Schulz, S. Hillbricht [et al.] // *Eur. J. Med. Res.* – 2009. – Vol. 14, № 1. – P. 25-29.
80. Cody, E. A. Total ankle arthroplasty: a critical analysis review / E. A. Cody, D. J. Scott, M. E. Easley // *JBJS Rev.* – 2018. – Vol. 6, № 8. – P. 1-8.
81. Conti, C. R. Ongoing and planned studies of enhanced external counterpulsation / C. R. Conti // *Clin. Cardiol.* – 2002. – Vol. 25, № S2. – P. 26–28.
82. Correction of moderate to severe coronal plane deformity with the STAR ankle prosthesis / S. C. Reddy, J. A. Mann, R. A. Mann, D. R. Mangold // *Foot Ankle Int.* – 2011. – Vol. 32, № 7. – P. 659-664.
83. D'Ambrosi, R. Total ankle arthroplasty and national registers: What is the impact on scientific production? / R. D'Ambrosi, G. Banfi, F. G. Uselli // *Foot Ankle Surg.* – 2019. – Vol. 25, № 4. – P. 418-424.
84. D-dimer: Preanalytical, analytical, postanalytical variables, and clinical applications / J. Favresse, G. Lippi, P. M. Roy [et al.] // *Crit. Rev. Clin. Lab. Sci.* – 2018. – Vol. 55, № 8. – P. 548-577.
85. DiDomenico, L. A. Total Ankle Arthroplasty in the Rheumatoid Patient / L. A. DiDomenico, J. R. Treadwell, L. Z. Cain // *Clin. Podiatr. Med. Surg.* – 2010. – Vol. 27, № 2. – P. 295-311.
86. Early knee osteoarthritis / M. Favero, R. Ramonda, M. B. Goldring [et al.] // *RMD Open.* – 2015 – Vol. 1, Suppl. 1. – P. e000062. – URL: [https://rmdopen.bmj.com/content/1/Suppl\\_1/e000062](https://rmdopen.bmj.com/content/1/Suppl_1/e000062) (accessed: 30.08.2023).
87. Effectiveness comparison between arthroscopic and open ankle arthrodesis / Q. Meng, T. Yu, L. Yu [et al.] // *Zhongguo XiuFu Chongjian Waike Zazhi.* – 2013. – Vol. 27, № 3. – P. 288-291.
88. Effect of preoperative deformity on arthroscopic and open ankle fusion outcomes / T. Schmid, F. Krause, M. J. Penner [et al.] // *Foot Ankle Int.* – 2017. – Vol. 38, № 12. – P. 1301-1310.
89. El-Alfy, B. Arthrodesis of the ankle joint by Ilizarov external fixator in patients with infection or poor bone stock / B. El-Alfy // *Foot Ankle Surg.* – 2010. – Vol. 16, № 2. – P. 96-100.

90. End-stage ankle arthritis treated by ankle arthrodesis with screw fixation through the transfibular approach: a retrospective analysis / H. Suo, L. Fu, H. Liang [et al.] // *Orthop. Surg.* – 2020. – Vol. 12, № 4. – P. 1108-1119.
91. Epidemiology of posttraumatic osteoarthritis / A. C. Thomas, T. Hubbard-Turner, E. A. Wikstrom, R. M. Palmieri-Smith // *J. Athl. Train.* – 2017. – Vol. 52, № 6. – P. 491-496.
92. External fixation arthrodesis of the ankle joint following trauma / J. E. Kenzora, S. C. Simmons, A. R. Burgess, C. C. Edwards // *Foot Ankle Int.* – 1986. – Vol. 7, № 1. – P. 49-61.
93. Extraarticular supramalleolar osteotomy in asymmetric varus ankle osteoarthritis / N. Krahenbühl, M. Akkaya, M. Deforth [et al.] // *Foot Ankle Int.* – 2019. – Vol. 40, № 8. – P. 936–947.
94. French, H. P. Prevalence of neuropathic pain in knee or hip osteoarthritis: a systematic review and metaanalysis / H. P. French, K. M. Smart, F. Doyle // *Semin. Arthritis Rheum.* – 2017. – Vol. 47, № 1. – P. 1-8.
95. German Total Ankle Replacement Register of the German Foot and Ankle Society [D.A.F.] – presentation of design and reliability of the data as well as first results / T. Kostuj, M. Preis, M. Walther [et al.] // *Z. Orthop. Unfallchir.* – 2014. – Vol. 152, № 5. – P. 446-454.
96. Haemodynamic performance of neuromuscular electrical stimulation [NMES] during recovery from total hip arthroplasty / B. J. Broderick, O. Breathnach, F. Condon [et al.] // *J. Orthop. Surg. Res.* – 2013. – Vol. 5, № 8. – P. 3.
97. High union rates and function scores at midterm followup with ankle arthrodesis using a four-screw technique / H. Zwipp, S. Rammelt, T. Endres, J. Heineck // *Clin. Orthop. Rel. Res.* – 2010. – Vol. 468. – P. 958-968.
98. Ibrahim, M. F. Profile and Frequency of One Hundred Ankle Osteoarthritis Cases in an Indonesian Tertiary Hospital / M. F. Ibrahim, K. Wahyudi, R. A. Primadhi // *Maj. Kedok. Bdg.-MKB.* – 2022. – Vol. 54, № 2. – P. 109-115.
99. Knee osteoarthritis has doubled in prevalence since the mid-20th century / I. J. Wallace, S. Worthington, D. T. Felson [et al.] // *Proc. Natl. Acad. Sci. U. S. A.* – 2017. – Vol. 114, № 35. – P. 9332-9336.
100. Kofoed, H. Scandinavian Total Ankle Arthroplasty [STAR] / H. Kofoed // *Clin. Orthop. Rel. Res.* – 2004. – Vol. 424. – P. 73-79.

101. Li, G. Efficacy comparison of arthroscopic arthrodesis and open ankle arthrodeses on treatment of advanced traumatic arthritis / G. Li, Z. Peng, W. Xiaowu // *J. Guangxi Med. Univ.* – 2017. – Vol. 34, № 11. – P. 1590-1593.

102. Long-term results following ankle arthrodesis for post-traumatic arthritis / L. M. Coester, C. L. Saltzman, J. Leupold, W. Pontarelli // *J. Bone Joint Surg. Am.* – 2001. – Vol. 83, № 2. – P. 219-228.

103. Malarkey, R. F. Ankle arthrodesis with the Calandruccio frame and bimalleolar onlay grafting / R. F. Malarkey, J. C. Binski // *Clin. Orthop. Rel. Res.* – 1991. – Vol. 268. – P. 44-48.

104. Management of posttraumatic ankle arthritis: literature review / S. O. Ewalefo, M. Dombrowski, T. Hirase [et al.] // *Curr. Rev. Musculoskelet. Med.* – 2018. – Vol. 11. – P. 546–557.

105. Modified distal tibial oblique osteotomy for osteoarthritis of the ankle: Operative procedure and preliminary results / K. Watanabe, A. Teramoto, T. Kobayashi [et al.] // *J. Orthop. Sci.* – 2019. – Vol. 24, № 2. – P. 306-311.

106. Myerson, M. S. Ankle arthrodesis. A comparison of an arthroscopic and an open method of treatment / M. S. Myerson, G. Quill // *Clin. Orthop. Rel. Res.* – 1991. – Vol. 268. – P. 84-95.

107. Nielsen, K. K. The outcome of arthroscopic and open surgery ankle arthrodesis: a comparative retrospective study on 107 patients / K. K. Nielsen, F. Linde, N. C. Jensen // *Foot Ankle Surg.* – 2008. – Vol. 14, № 3. – P. 153-157.

108. Open ankle arthrodesis: a systematic review of approaches and fixation methods / S. B. M. van den Heuvel, A. Doorgakant, M. F. N. Birnie [et al.] // *Foot Ankle Surg.* – 2021. – Vol. 27, № 3. – P. 339-347.

109. Open versus arthroscopic ankle arthrodesis: a comparative study / T. S. O' Brien, T. S. Hart, M. J. Shereff [et al.] // *Foot Ankle Int.* – 1999. – Vol. 20, № 6. – P. 368-374.

110. Osteoarthritis : a disease of the joint as an organ / R. F. Loeser, S. R. Goldring, C. R. Scanzello, M. B. Goldring // *Arthritis Rheum.* – 2012. – Vol. 64, № 6. – P. 1697-1707.

111. Outcomes of intermediate stage varus ankle arthritis treated by supramalleolar osteotomy / L. Lai, Y. Wang, Y. Wu [et al.] // *J. Orthop. Surg.* – 2022. – Vol. 30, № 3. – P. 1-8.

112. Peterson, K. S. Arthroscopic versus open ankle arthrodesis: a retrospective cost analysis / K. S. Peterson, M. S. Lee, D. E. Buddecke // *J. Foot Ankle Surg.* – 2010. – Vol. 49, № 3. – P. 242-247.

113. Prevalence of rheumatic and musculoskeletal diseases and their impact on health related quality of life, physical function and mental health in Portugal: results from EpiReumaPt – a national health survey / J. C. Branco, A. M. Rodrigues, N. Gouveia [et al.] // *RMD Open.* – 2016. – Vol. 2, № 1. – P. e000166

114. Radiological assessments and clinical results of intra-articular osteotomy for traumatic osteoarthritis of the ankle / S. Harada, T. Teramoto, M. Takaki [et al.] // *Injury-Int. J. Care Inj.* – 2021. – Vol. 52, № 11. – P. 3516-3527.

115. Re-arthrodesis after primary ankle fusion: 134/1,716 cases from the Swedish Ankle Registry / A. Henricson, L. Jehpsson, Å. Carlsson, B. E. Rosengren // *Acta Orthop.* – 2018. – Vol. 89, № 5. – P. 560-564.

116. Saragas, N. P. The impact of risk assessment on the implementation of venous thromboembolism prophylaxis in foot and ankle surgery / N. P. Saragas, P. N. F. Ferrao, E. Saragas, B. F. Jacobson // *Foot Ankle Surg.* – 2014. – Vol. 20, № 2. – P. 85-89.

117. Danish, F. D. Prophylaxis for deep venous thrombosis in patients with craniotomies: a review / F. D. Danish, M. G. Burnett, S. C. Stein // *Neurosurg. Focus.* – 2004. – Vol. 19, № 4. – P. 22-25.

118. Short-term outcome of retrograde tibiototalcalcaneal arthrodesis with a curved intramedullary nail / T. Mückley, K. Klos, T. Drechsel [et al.] // *Foot Ankle Int.* – 2011. – Vol. 32, № 1. – P. 47-56.

119. Steele, J. R. Tibiototalcalcaneal Arthrodesis Using a Novel Retrograde Intramedullary Nail / J. R. Steele, A. L. Lazarides, J. K. DeOrio // *Foot Ankle Spec.* – 2020. – Vol. 13, № 6. – P. 463-469.

120. Subchondral bone of the human knee joint in aging and osteoarthritis / K. Yamada, R. Healey, D. Amiel [et al.] // *Osteoarthritis Cartilage.* – 2002. – Vol. 10, № 5. – P. 360-369.

121. Supramalleolar osteotomy for the treatment of ankle osteoarthritis leads to favourable outcomes and low complication rates at mid-term follow-up: a systematic review / J. J. Butler, M. T. Azam, M. B. Weiss [et al.] // *Knee Surg. Sports Traumatol. Arthrosc.* – 2023. – Vol. 31, № 2. – P. 701-715.

122. Supramalleolar osteotomy vs arthrodesis for the treatment of Takakura 3B ankle osteoarthritis / X. Q. Yang, Y. Zhang, Q. Wang [et al.] // *Foot Ankle Int.* – 2022. – Vol. 43, № 9. – P. 1185–1193.

123. Tanaka, Y. Current Concepts in the Treatment of Osteoarthritis of the Ankle / Y. Tanaka // *Sports Injuries of the Foot and Ankle.* – Berlin, Germany: Springer-Verlag GmbH, 2019. – P. 237-248.

124. Thiryayi, W. A. Use of the Taylor spatial frame in compression arthrodesis of the ankle: a study of 10 cases / W. A. Thiryayi, Z. Naqui, S. A. Khan // *J. Foot Ankle Surg.* – 2010. – Vol. 49, № 2. – P. 182-187.

125. Torudom, Y. The results of ankle arthrodesis with screws for end stage ankle arthrosis / Y. Torudom // *J. Med. Assoc. Thai.* – 2010. – Vol. 93, № S2. – P. 50-54.

126. Total ankle arthroplasty and ankle arthrodesis in rheumatic disease patients : an analysis of outcomes and complications using the National Inpatient Sample [NIS] database / A. T. Anastasio, P. S. Patel, K. X. Farley [et al.] // *Foot Ankle Surg.* – 2021. – Vol. 27, № 3. – P. 321-325.

127. Use of a retrograde nail for ankle arthrodesis in Charcot neuroarthropathy: a limb salvage procedure / L. D. Paola, A. Volpe, D. Varotto [et al.] // *Foot Ankle Int.* – 2007. – Vol. 28, № 9. – P. 967-970.

128. Van den Heuvel, S. B. M. Open ankle Arthrodesis: A Retrospective Analysis Comparing Different Fixation Methods / S. B. M. van den Heuvel, D. Penning, T. Schepers // *J. Foot Ankle Surg.* – 2022. – Vol. 61, № 2. – P. 233-238.

129. Wukich, D. K. Thromboembolism following foot and ankle surgery: a case series and literature review / D. K. Wukich, D. H. Waters // *J. Foot Ankle Surg.* – 2008. – Vol. 47, № 3. – P. 243-249.

130. Xu, Y. Medial open-wedge supramalleolar osteotomy for patients with Takakura 3B ankle osteoarthritis: a mid-to long-term study / Y. Xu, X. Y. Xu // *Biomed Res. Int.* – 2019. – Vol. 2019. – URL: <https://www.hindawi.com/journals/bmri/2019/7630868/> (accessed: 30.08.2023).

## Приложение 1

Шкала для оценки и функции состояния заднего отдела стопы (шкала AOFAS)

<b>Боль (40 баллов)</b>	Баллы суммируются
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Нет боли</li> <li>• Слабая (иногда)</li> <li>• Умеренная (почти каждый день)</li> <li>• Сильная (почти постоянно)</li> </ul>	<p>40</p> <p>30</p> <p>20</p> <p>0</p>
<b>Функциональный результат (50 баллов)</b>	Баллы суммируются
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Нет ограничений/нет надобности в использовании вспомогательных приспособлений</li> <li>• Нет ограничений в повседневной активности, затруднены занятия спортом/нет необходимости во вспомогательных приспособлениях</li> <li>• Ограничения в повседневной деятельности/необходима трость</li> <li>• Значительные ограничения в повседневной активности/требуется костыли, коляска, ортез</li> </ul>	<p>10</p> <p>7</p> <p>4</p> <p>0</p>
<b>Максимальная дистанция, которую можно пройти без каких-либо проблем</b>	Баллы вычитаются
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Более 6 кварталов</li> <li>• 4–6 кварталов</li> <li>• 1–4 квартала</li> <li>• Менее 1 квартала</li> </ul>	<p>5</p> <p>4</p> <p>2</p> <p>0</p>
<b>Поверхность</b>	Баллы вычитаются
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Нет ограничений на любых поверхностях</li> <li>• Небольшие трудности при ходьбе по неровной поверхности, лестнице</li> <li>• Большие трудности при ходьбе по неровной поверхности, лестнице</li> </ul>	<p>5</p> <p>3</p> <p>0</p>



<b>Хромота</b>	Баллы вычитаются
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Нет или незначительная</li> <li>• Заметная</li> <li>• Сильная</li> </ul>	8 4 0
<b>Амплитуда движений в саггитальной плоскости (сгибание+разгибание)</b>	Баллы вычитаются
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Норма или ограничена незначительно (более 30 градусов)</li> <li>• Умеренно ограничена (15-29 градусов)</li> <li>• Значительно ограничена (менее 15 градусов)</li> </ul>	8 4 0
<b>Амплитуда движений в суставах предплюсны (эверсия+инверсия)</b>	Баллы вычитаются
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Норма и незначительно ограничена (75-100% от нормы)</li> <li>• Умеренно ограничена (25-74%)</li> <li>• Значительно ограничена (менее 25%)</li> </ul>	6 3 0
<b>Стабильность стопы (переднезадняя, варус-вальгус)</b>	Баллы вычитаются
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Стабильна</li> <li>• Нестабильна</li> </ul>	8 0
<b>Ось конечности (10 баллов)</b>	Баллы суммируются
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Хорошая (плантиградная стопа, ось плюсны и предплюсны не нарушена)</li> <li>• Удовлетворительная (плантиградная стопа, некоторое искривление оси плюсны и предплюсны, асимптоматичное состояние)</li> <li>• Неудовлетворительная (аплантиградная стопа, сильное и симптомное искривление оси)</li> </ul>	10 5 0
<b>Максимально возможный результат</b>	100