

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

На правах рукописи

Ларионов Владимир Андреевич

**НОВЫЙ СПОСОБ ХИРУРГИЧЕСКОГО ЛЕЧЕНИЯ ПАЦИЕНТОВ С
ЗАСТАРЕЛЫМ ПОВРЕЖДЕНИЕМ ЛАТЕРАЛЬНОГО СВЯЗОЧНОГО
АППАРАТА ГОЛЕНОСТОПНОГО СУСТАВА**

3.1.8 – Травматология и ортопедия

Диссертация на соискание ученой
степени кандидата медицинских наук

Научный руководитель:
академик РАН,
доктор медицинских наук,
профессор Г.П. Котельников

Самара – 2023

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	3
ГЛАВА 1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ	10
1.1. Повреждения латерального связочного аппарата голеностопного сустава, проблемы диагностики	10
1.2. Выбор способа хирургической реконструкции латерального связочного аппарата голеностопного сустава.....	25
ГЛАВА 2. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ	32
2.1. Дизайн работы	32
2.2. Характеристика пациентов групп исследования	35
2.3. Методы обследования пациентов	36
ГЛАВА 3. НОВЫЙ СПОСОБ ПЛАСТИКИ ЛАТЕРАЛЬНОГО СВЯЗОЧНОГО АППАРАТА ГОЛЕНОСТОПНОГО СУСТАВА	45
ГЛАВА 4. ОБОСНОВАНИЕ ДИАГНОСТИЧЕСКОГО ПОДХОДА У ПАЦИЕНТОВ С ПОВРЕЖДЕНИЕМ ЛАТЕРАЛЬНОГО СВЯЗОЧНОГО АППАРАТА ГОЛЕНОСТОПНОГО СУСТАВА	66
4.1. Результаты дооперационного обследования пациентов групп исследования.....	66
4.2. Алгоритм диагностики застарелых повреждений латерального связочного аппарата голеностопного сустава.....	73
ГЛАВА 5. ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ НОВОГО СПОСОБА ХИРУРГИЧЕСКОГО ЛЕЧЕНИЯ ПАЦИЕНТОВ	86
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	96
ВЫВОДЫ	107
ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ.....	109
ПЕРСПЕКТИВЫ ДАЛЬНЕЙШЕЙ РАЗРАБОТКИ ТЕМЫ.....	110
СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ И УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ	111
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	112
ПРИЛОЖЕНИЕ.....	139

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы исследования

Повреждения латерального связочного аппарата (ЛСА) составляют до 85% среди всех травм области голеностопного сустава [М.А. Куров, 2019; K. Lee et al., 2016; A.Radwan et al., 2016; B. Cho et al., 2019]. Среди спортивных травм повреждения ЛСА голеностопного сустава (ГС) составляют порядка 25% случаев [В.В. Коротеев, 2021; H. Backer et al., 2017; G. Vuurberg et al., 2018; H. Li et al., 2020]. Наиболее часто такие травмы отмечают в беговых и прыжковых видах спорта. Существуют исследования, которые оценивают риск подворачивания стопы, в зависимости от позиции игрока на поле и доминирующей конечности [А. Cruz, 2020].

Повреждение связок стопы является тяжелой травмой. Из-за нарушения целостности стабилизирующего аппарата может происходить девиация дистального сегмента при нагрузке, что серьезно нарушает опороспособность нижней конечности. В большинстве случаев острые повреждения ЛСА ГС успешно излечивают консервативно [H. Chung, 2014; S. Guillo et al., 2014; R. Yong et al., 2015; J. Batista et al., 2017; T. Diermeier et al., 2017].

В случае отсутствия ранней медицинской помощи, при неправильном лечении у 74% пациентов при травме ЛСА ГС симптомы сохраняются до 6 месяцев [Д.Л. Мирошников, 2018; C. Brown с соавт., 2016; T. Meehan с соавт., 2017]. У трети пострадавших (20-40%), спустя полгода после травмы, констатируют развитие хронической посттравматической латеральной нестабильности голеностопного сустава (ХПЛНГС) [М.А. Куров, 2018; В.Г. Голубев, 2019; K. Chun с соавт., 2015; W. Liu с соавт., 2017].

ХПЛНГС — это патологическое состояние, проявляющееся эпизодами подворачивания стопы кнутри, нестабильностью ГС и персистирующим болевым синдромом [S. Linens et al., 2014; М.А; H. Jeon et al., 2021; K. Lin et al., 2021]. В общей популяции доля таких пациентов составляет около 8% [P. Gribble et al., 2014; A. Radwan et al., 2016]. Изучение проблем диагностики и лечения пациентов

с застарелым повреждением ЛСА ГС, выявление и ликвидация причин их возникновения являются актуальными вопросами современной травматологии и ортопедии.

Степень разработанности темы исследования

Существует несколько способов инструментальной диагностики повреждений ЛСА ГС. Известны работы, в которых авторы проводят сравнение эффективности таких методов с «золотым стандартом» - артроскопией голеностопного сустава [А. Radwan et al., 2016; J.H. Cho, D.H. Lee et al., 2016; D.W. Tan et al., 2017]. При этом научных исследований, посвященных обоснованию оптимального диагностического подхода к выявлению у пациентов застарелых повреждений ЛСА ГС, нет.

Выбор способа хирургического лечения данной патологии также остаётся предметом дискуссий. В настоящее время пластику при застарелых разрывах ЛСА ГС выполняют одним из двух методов – восстановлением связок местными тканями или их реконструкцией (замещением) аутооттрансплантатом [J. Teixeira, S. Guillo, 2018; K.S. Tay с соавт., 2020; G. Zeng, 2020].

Восстановление связок местными тканями является щадящим, малотравматичным методом. Однако выполнение вмешательства напрямую зависит от качества оставшейся ткани, которое определяется продолжительностью заболевания. В то же время реконструкцию ЛСА ГС выполняют аутооттрансплантатом при любой давности повреждения связок, но такая операция более травматичная. Рекомендаций по выбору оптимального способа оперативного лечения пациентов с застарелым повреждением ЛСА ГС в настоящее время нет. Решению этих актуальных вопросов посвящено настоящее исследование.

Цель работы

Улучшить результаты лечения пациентов с застарелым повреждением латерального связочного аппарата голеностопного сустава за счёт разработки нового способа операции.

Задачи исследования

1. Выявить причины неудовлетворительных результатов консервативного и оперативного лечения пациентов с застарелым повреждением латерального связочного аппарата голеностопного сустава.
2. Разработать и применить новый способ реконструкции латерального связочного аппарата голеностопного сустава с анатомическим проведением и оптимальной фиксацией трансплантата.
3. Определить точность и значимость выявления застарелого повреждения структур латерального связочного аппарата с помощью выполнения стресс-тестов, рентгенографии, ультразвукового исследования и магнитно-резонансной томографии.
4. Сравнить результаты применения классического способа анатомического восстановления и нового способа реконструкции латерального связочного аппарата голеностопного сустава, оценив его эффективность.
5. Предложить алгоритм выбора метода оперативного вмешательства у пациентов с повреждением латерального связочного аппарата голеностопного сустава в зависимости от давности заболевания.

Научная новизна

Разработан и внедрен в клиническую практику новый способ анатомической реконструкции латерального связочного аппарата голеностопного сустава при его застарелых повреждениях (патент РФ на изобретение № 2758131 от 26.10.2021 г. «Способ хирургического лечения пациентов с латеральной нестабильностью голеностопного сустава»).

Определена точность выявления застарелого повреждения структур латерального связочного аппарата при использовании разных методов исследования - выполнении стресс-тестов, рентгенографии, ультразвуковом исследовании и магнитно-резонансной томографии.

Составлены и внедрены в клиническую практику рекомендации по выбору способа оперативного лечения пациентов с застарелыми повреждениями

латерального связочного аппарата голеностопного сустава в зависимости от продолжительности заболевания.

Теоретическая и практическая значимость работы

Для реконструкции связочного аппарата латерального отдела голеностопного сустава при его застарелом повреждении предложен новый способ оперативного вмешательства с проведением трансплантата через места нативного прикрепления передней таранно-малоберцовой и пяточно-малоберцовой связок и фиксацией трансплантата современным типом фиксатора – кортикальной пуговицей.

Предложен оптимальный план инструментального обследования пациентов с застарелым повреждением латерального связочного аппарата голеностопного сустава. Разработан алгоритм выбора метода оперативного вмешательства при застарелых повреждениях латерального связочного аппарата голеностопного сустава в зависимости от давности первичной травмы.

Положения, выносимые на защиту

1. Применение нового способа хирургического лечения пациентов при застарелых разрывах латерального связочного аппарата голеностопного сустава за счет анатомической реконструкции связок позволяет устранить симптомы хронической латеральной нестабильности, восстановить функцию сустава, предупредить развитие рецидивов.

2. Оптимизация алгоритма диагностики застарелых повреждений латерального связочного аппарата голеностопного сустава позволяет упростить процесс обследования пациентов с данной патологией без потери его эффективности.

3. Выбор способа оперативного лечения пациента с повреждением латерального связочного аппарата голеностопного сустава обусловлен давностью травмы: свыше 6 лет после неё целесообразно выполнение только

реконструктивной операции, в том числе по предложенному новому способу анатомической пластики.

Материалы и методы исследования

Методология диссертационной работы построена на изучении и обобщении литературных данных по диагностике и результатам применения различных методов реконструкции латерального связочного аппарата голеностопного сустава, разработке дизайна клинического исследования, протокола оценки эффективности нового способа анатомической пластики латерального связочного аппарата голеностопного сустава в сравнении с известным способом анатомического восстановления местными тканями.

Объектами исследования стали 54 пациента с застарелым повреждением латерального связочного аппарата голеностопного сустава. В работе использованы клинические, инструментальные, функциональные методы исследования. Статистическая обработка данных выполнена в Центре доказательной медицины ФГБОУ ВО СамГМУ Минздрава России.

Степень достоверности исследования

Достоверность научных выводов и положений основана на достаточном по количеству клиническом материале, современных методах исследования и статистической обработке данных.

Апробация результатов исследования

Основные результаты исследования доложены и обсуждены на ежегодных научно-практических конференциях с международным участием «Аспирантские чтения – 2021: молодые ученые — медицине», «Аспирантские чтения – 2022: Молодые ученые — медицине. Технологическое предпринимательство как будущее медицины. SIMS — 2022: Samara International Medical Science» (г. Самара), I Съезде травматологов-ортопедов Приволжского федерального округа (г. Нижний Новгород, 19-20 мая 2022 г.), научно-образовательной конференции

«Современные технологии оперативного лечения при травмах и заболеваниях опорно-двигательной системы» (г. Самара, 7 октября 2022 г.).

Внедрение результатов исследования

Результаты исследования используют при обследовании и лечении пациентов с застарелыми повреждениями латерального связочного аппарата голеностопного сустава на базе травматолого-ортопедического отделения №1 Клиник ФГБОУ ВО СамГМУ Минздрава России, в учебном процессе на кафедре травматологии, ортопедии и экстремальной хирургии имени академика РАН А.Ф. Краснова ФГБОУ ВО СамГМУ Минздрава России.

Личный вклад автора

Диссертант участвовал в планировании дизайна клинического исследования, его проведении на всех этапах работы: отборе пациентов, их обследовании, выполнении оперативных вмешательств; динамическом наблюдении и сборе клинических и инструментальных данных в пред- и послеоперационном периодах. Автор принимал участие в проведении статистической обработки данных, внедрении результатов диссертационного исследования в учебный процесс и клиническую практику.

Связь диссертации с планом основных научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ университета

Диссертационное исследование проведено в соответствии с комплексной темой кафедры травматологии, ортопедии и экстремальной хирургии имени академика РАН А.Ф. Краснова ФГБОУ ВО СамГМУ Минздрава России «Диагностика и лечение патологии опорно-двигательной системы, в том числе с использованием биофизических факторов и биотехнологий, а также персонализированного подхода к пациенту» (регистрационный номер научно-исследовательской и опытно-конструкторской работы АААА-А19- 11912259099-8, дата регистрации 25.12.2019).

Соответствие паспорту специальности

Диссертационная работа соответствует паспорту специальности 3.1.8. Травматология и ортопедия: экспериментальная и клиническая разработка методов лечения заболеваний и повреждений опорно-двигательной системы и внедрение их в клиническую практику.

Публикации по теме диссертации

По теме диссертации опубликовано 8 научных работ, из них 3 статьи – в журналах, рекомендованных Высшей аттестационной комиссией Министерства науки и высшего образования РФ и 1 статья в журнале, включенном в базу Web of Science. Получен 1 патент РФ на изобретение.

Структура и объем диссертации

Работа изложена на 140 страницах машинописного текста, состоит из введения, обзора литературы, материалов и методов исследования, трех глав результатов собственных исследований, заключения, выводов, практических рекомендаций, списка литературы, который включает в себя 220 источников, в том числе 45 работ отечественных и 175 зарубежных авторов. Работа иллюстрирована 23 таблицами, 26 рисунками.

ГЛАВА 1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

1.1. Повреждения латерального связочного аппарата голеностопного сустава, проблемы диагностики

В литературе описывают две причины низкой своевременной выявляемости острых повреждений ЛСА ГС. Во-первых, отношение к данной травме самих пациентов. Многие из них считают растяжения связок ГС незначительным повреждением, ввиду чего наблюдается поздняя обращаемость за медицинской помощью либо попытки самолечения [8,9,10,30,39,105,177]. Во-вторых, ограниченность диагностических методов при остром повреждении связок: невозможность выполнения клинических тестов, рентгенографии и УЗИ со стресс-нагрузкой из-за болевого синдрома; выраженный отек, мешающий интерпретации данных МРТ; боль при нагрузке на поврежденную конечность, в силу чего нельзя прибегнуть к функциональным методам диагностики [78,79,108,112,134,151,160,184,209].

В ходе исследования нами была выявлена третья причина - ятрогенная. К сожалению, большинство травматологов-ортопедов первичного звена, врачей спортивной медицины, врачей общей практики и фельдшеров, к которым пациенты обращались с травмой, были нацелены на выявление и лечение костной патологии. Не все пациенты были направлены на рентгенологическое исследование, а те, кому его всё-таки назначали, были отправлены домой с констатацией факта отсутствия костно-травматической патологии и рекомендациями, в лучшем случае, использовать мягкотканную повязку на сустав и обезболивающую мазь. Среди всех пациентов, принявших участие в исследовании, ни одному пациенту после острой травмы связок, обратившемуся в медицинское учреждение, не была наложена лонгета или ортез для иммобилизации ГС.

К причинам низкой выявляемости застарелых повреждений ЛСА ГС относят, во-первых, низкую обращаемость пациентов, которые пытаются приспособиться к нестабильности сустава, минимизируя провоцирующие движения, а во-вторых, малую информированность медицинских работников

о данной патологии, в результате чего ими не назначаются необходимые диагностические исследования, пациенты не направляются в отделения реабилитации для консервативного лечения. Хотя, по литературным данным, в течение 12 недель специализированных тренировок малоберцовых мышц можно добиться улучшения активной стабилизации наружного отдела ГС [1,7,22,26,34,70,72,126], что позволит снизить частоту эпизодов подворачивания стопы и следующих за этим повторяющихся повреждений окружающих сустав мягких тканей и гиалинового хряща.

До сих пор нет единого мнения относительно анатомических особенностей, предрасполагающих к развитию латеральной нестабильности ГС. К.М. Бородин указывает на морфологию таранной кости, имеющую форму усеченного конуса, что объясняет потенциальную нестабильность подошвенного сгибания [6,27,32].

И.С. Менькова провела исследование, где проанализировала результаты КТ и МРТ пациентов с клинической картиной повреждения ЛСА ГС. У большинства из обследованных пациентов были выявлены такие анатомические варианты строения латеральных структур ГС и стопы, как конвексная форма ретромаллеолярной вырезки, проминентный малоберцовый бугорок пяточной кости; os peroneum, os subfibulare; низкое стояние мышечного брюшка короткой малоберцовой мышцы, сверхкомплектная m.peroneus quartus либо же сочетание нескольких вариантов анатомического строения сухожилий малоберцовых мышц и их стабилизаторов.

Как пишет сама автор: «...наличие вариантов строения или добавочных структур сухожилий малоберцовых мышц *может* являться причиной повышенного риска развития болевого синдрома и латеральной нестабильности голеностопного сустава и стопы», - но других исследований, развивающих данную мысль, не проводилось [20,31,42]. Исключение составляет такая анатомическая особенность, как варусная установка заднего отдела стопы. Здесь различные авторы сходятся во мнении, что супинация

заднего отдела приводит к натяжению латерального связочного комплекса даже в состоянии покоя, что увеличивает риск повреждения связок при резком варусном наклоне стопы [17,19,21,23,43,50].

Опасность ХПЛНГС кроется не только в травматизации самого сустава, но и увеличении шанса на падение и получение травмы другого сегмента тела [54,111,113,114,156,192,205,218]. Доказана связь между нестабильностью ГС и развитием деформирующего остеоартроза (ДОА). По данным М.Ю. Ежова, ДОА ГС составляет 25% от всех случаев остеоартроза [12,38]. Как указывает А.С. Ходжиев, распространенность дегенеративно-дистрофических заболеваний суставов стопы в России составляет порядка 70% [40]. В то же время вариантов лечения терминальной стадии ДОА ГС два - артрорезирование и тотальное эндопротезирование сустава, и каждый из вариантов имеет свои весомые недостатки [3,5,26,33,36,38,45]. Поэтому крайне важно максимально рано выявить повреждения связочного аппарата и устранить их (консервативно и/или оперативно), в частности, выполнить реконструкцию ЛСА ГС.

Классификации хронической посттравматической латеральной нестабильности голеностопного сустава

В 1965 году Freeman ввёл деление латеральной нестабильности ГС на функциональную и механическую [123]. Функциональная нестабильность подразумевает нарушение проприоцептивной чувствительности малоберцовых мышц, в результате чего при резком растяжении они своевременно не сокращаются, что вызывает у пациентов ощущение неустойчивости в суставе. При отсутствии гиперэластичности связок, избыточного подворачивания стопы кнутри не происходит. Болевой синдром обусловлен регулярным перерастяжением сухожилий малоберцовых мышц и их воспалением. Это состояние требует консервативного лечения — тренировок проприоцепции, лечебной физкультуры (ЛФК), массажа, физиотерапии [99,103,124,173,196,202,213].

В случае механической нестабильности гипермобильность наружного отдела ГС обусловлена нарушением целостности анатомических структур. В этом случае присутствует триада симптомов: эпизоды подворачивания стопы внутрь при движениях, ощущение нестабильности сустава и болевой синдром [24,61,67,75,109].

В большинстве случаев отмечают комбинированную нестабильность. Клиническая картина включает как классическую триаду симптомов, так и нарушение проприоцепции *m. fibularis longus* и *brevis* [2, 41, 73, 182, 189, 201,217].

Лечение механической и комбинированной нестабильности также начинают с тренировки проприоцепции и ЛФК, пытаясь добиться улучшения активной стабилизации заднего отдела стопы. Только в случае неэффективности консервативных методов прибегают к оперативному лечению.

Следующая классификация, анатомическая, предложена DiGiovanni с соавторами в 2006 году [110,188]. 1 степень — повреждение отдельных волокон (перерастяжение) связок, 2 степень — частичный разрыв связок, 3 степень — полный разрыв связок.

По локализации классификация повреждений связок включает их отрывы от места прикрепления к кости или на протяжении [68,71,119,125,207].

В своей работе мы использовали все три вышеперечисленные классификации.

Инструментальная диагностика застарелых повреждений латерального связочного аппарата голеностопного сустава

Стандартная рентгенография ГС в двух проекциях позволяет оценить состояние суставной щели и выявить костную деформацию. Это важно для определения тактики консервативного и оперативного лечения [90,125,146].

Для диагностики повреждения связочного аппарата и выявления

нестабильности рекомендуют выполнять рентгенографию в 2-х взаимно перпендикулярных проекциях с выполнением стресс-тестов внутреннего наклона таранной кости (варус-тест) и тестом «переднего выдвижного ящика» (anterior drawer test, ADT). Такое исследование получило название стресс-рентгенография (стресс-Rg). Варус-тест считается положительным, если угол наклона таранной кости составлял более 15° либо разница со здоровой стороной составляет 10° и более. ADT считается положительным при смещении таранной кости кпереди более 10 мм либо разнице со здоровой стороной более 3 мм [101].

Рентгенография является очень доступным методом, проста в выполнении и интерпретации. Рентгенологический метод позволяет выявить механическую латеральную нестабильность ГС практически на любом уровне организации медицинской помощи. Точность стресс-рентгенографии для диагностики повреждений связочного аппарата латерального отдела ГС составляет 74% [96].

В.О Jeong с соавторами исследовали корреляцию между данными предоперационной стресс-Rg и результатами оперативного восстановления связок по способу Brostrom в модификации Gould (Modified Brostrom-Gould procedure, MBG) [142]. Согласно полученным ими данным, статистически значимой разницы в исходе лечения между группой пациентов, в которой были получены положительные результаты стресс-тестов, и группой с предоперационными отрицательными результатами стресс-Rg не наблюдали. По данным авторов, результаты предоперационной стресс-Rg нельзя использовать для предположительной оценки успешности оперативного лечения.

Магнитно-резонансная томография (МРТ) позволяет изучить мягкие ткани, определить состояние суставного хряща и субхондральной кости, выявить костно-хрящевые повреждения таранной кости, повреждения ДМБС, импинджмент-синдромы и т.д., что важно для предоперационного планирования, поскольку жалобы пациентов часто могут быть вызваны

именно сопутствующей патологией [96,115,119,148,153,154,183]. Н. Тао с соавторами в своем исследовании показали, что при комбинированном поражении ПТМС и ПМС повреждения суставного хряща регистрировали чаще по сравнению с изолированной травмой ПТМС [104,195,200].

В клинической практике настоятельно рекомендуют выполнять МРТ пациентам с подозрением на повреждение ЛСА ГС [10,162,211]. По данным опроса экспертов, специализирующихся на лечении заболеваний области ГС, 86,7% ортопедов назначали пациентам данное обследование для предоперационного планирования [155,187].

Поскольку связки латерального отдела ГС тонкие, их визуализация на срезах сложна. По мнению К. Оае, Н. Park, Н. Тао, W. Liu лучше всего оценивать связки в аксиальной проекции в T2-взвешенном режиме [47,210,204]. В этой проекции ПТМС будет видна на уровне ямки наружной лодыжки ниже большеберцово-таранного сустава [115]. Оптимальная толщина среза для визуализации связок ГС составляет 3 мм. О повреждении связок будет свидетельствовать наличие хотя бы одного из следующих критериев: прерывистость, волнистый или искривленный контур (по данным Н.-G. Jung, самый часто выявляемый признак [155]), повышенный сигнал внутри связки.

W. Liu с соавторами изучили различия между длиной, шириной и интенсивностью сигнала травмированной и условно здоровой ПТМС [148]. По данным авторов, у пациентов, страдающих ХПЛНГС, отмечалось увеличение длины связки примерно на 8% и ширины – почти на 40% относительно здорового сустава. Эхогенность поврежденной связки также была значительно выше – почти на 41%. При этом, зависимости между размерами или эхогенностью связки с возрастом, полом, ИМТ обнаружено не было. Основной фактор, вызывающий изменения связочной ткани — продолжительность заболевания.

Н.-J. Park с соавторами изучили эффективность МРТ в диагностике повреждений ПТМС и ПМС [204]. Контролем служила оценка состояния

связок во время их открытого оперативного восстановления по способу Brostrom. При исследовании ПТМС чувствительность обнаружения полных разрывов составила 75%, специфичность – 86%, для частичных разрывов результат составил 75% и 78% соответственно, для растяжений – 44% и 88% соответственно. Точность результатов колебалась от 58 до 85% [69,89].

Что касается результатов оценки ПМС, при диагностике полных разрывов чувствительность составила 50%, специфичность – 98%; для частичных разрывов результаты оказались 83% и 93% соответственно; для растяжений – 100% и 90% соответственно. Точность результатов варьировала от 90 до 96 %. Чувствительность обнаружения нормальной ПТМС составила 75%, а специфичность — 88%, тогда как чувствительность обнаружения нормальной ПМС составила 97%, а специфичность — 79%.

Таким образом, авторы заключили, что диагностика полного разрыва ПТМС на МРТ более чувствительна, чем диагностика полного разрыва ПМС. МРТ в диагностике полных разрывов ПМС специфична, но мало чувствительна. Однако статистически значимыми оказались результаты диагностики полных разрывов связок и отсутствия их повреждений [47].

S.D. Cha с соавторами изучали эффективность МРТ в диагностике повреждения ПТМС и сопутствующей патологии. Контролем служила последующая артроскопии ГС. Чувствительность МРТ для каждой патологии составила: повреждения ПТМС – 60%, костно-хрящевые поражения таранной кости – 46%, повреждения ДМБС – 21%, синовит – 21%, передний импинджмент-синдром, вызванный остеофитом – 22%. Авторы заключили, что хотя МРТ и может помочь в выявлении сопутствующей внутри- и внесуставной патологии, чувствительность исследования всё же низкая. Даже при обнаружении дефекта хряща 3 или 4 стадии его детальная оценка ограничена толщиной среза, особенно если протяженность дефекта меньше предустановленной толщины этого среза. Тем не менее, Cha с соавторами рекомендуют применять МРТ перед оперативным восстановлением ЛСА ГС для лучшего предоперационного планирования [139].

H.J. Park, J. Yi сравнили эффективность двух- и трехмерной МРТ в диагностике повреждений ЛСА ГС. Статистически значимых различий ими выявлено не было [163,204].

N. Putte-Katier с соавторами провели оценку связочного аппарата и окружающих тканей с другой позиции [153]. Они изучили МР-томограммы пациентов с растяжением ЛСА ГС 6-12 месяцев назад, и сравнили их с томограммами контрлатерального ГС. Чаще всего на контрлатеральной конечности регистрировали трабекулярный отек костей ГС (у каждого седьмого пациента) и повреждение ПТМС (у каждого пятого). Авторы связали это с перегрузкой сустава после травмы, хотя и не отрицали возможности, что это может быть связано с предшествующими травмами. К тому же, указанные находки не сопровождались жалобами со стороны пациентов.

С нашей точки зрения, интерес в данной работе представляет описание осложнений, возникающих в травмированном суставе. Например, были выявлены случаи остеоартроза 1-2 степени по шкале Kellgren и Lawrence не только голеностопного, но и подтаранного суставов, что ещё раз подтверждает важность своевременной диагностики и лечения ХПЛНГС.

D.G. Kwon с соавторами изучали взаимосвязь между данными МРТ и болевым синдромом. Ученые выяснили, что статистически значимая корреляция наблюдалась у пациентов с полным разрывом ПТМС. В других случаях (волнистый контур, утолщение либо истончение связки, повышенная интенсивность сигнала) статистически значимой взаимосвязи с наличием боли и интенсивностью болевого синдрома не выявлено [76].

Y.S. Kim с соавторами оценивали достоверность МРТ в диагностике повреждений ПТМС [183]. Сопутствующую патологию не учитывали, в отличие от выше приводимых исследований. Аналогично работам выше, контроль осуществляли посредством последующей артроскопии ГС. В данной работе интересен подход, включающий интерпретацию полученных томограмм двумя специалистами. Как их именовали сами авторы,

специалисты А и В. В результате, по данным каждого специалиста, чувствительность составила 83,6% и 76,4% соответственно; специфичность - 91,7% и 83,3% соответственно; прогностическая ценность отрицательного результата - 71,0% и 60,6% соответственно; прогностическая ценность положительного результата - 95,8% и 91,3% соответственно; точность 86,1% и 78,5% соответственно.

В зависимости от локализации повреждения ПТМС, чувствительность МРТ для радиологов А и В составила 72,7% и 63,6% соответственно в месте прикрепления к малоберцовой кости; 80,0% и 66,7% соответственно в месте прикрепления к таранной кости; и 100% на протяжении связки. Все ложноотрицательные диагнозы травм ПТМС наблюдали в месте прикрепления малоберцовой или таранной кости (9 случаев для радиолога А и 13 случаев для радиолога В).

Таким образом, можно сделать вывод, что правильная интерпретация результатов повреждения ПТМС напрямую зависит от опыта врача. Ценность МРТ в диагностике повреждений связок ГС в местах их прикрепления ниже, чем диагностика травм на протяжении.

D.W. Tan с соавторами изучали вышеуказанные показатели для частичного и полного повреждений связок [197]. В случае ПТМС точность составила 74% и 79%, чувствительность — 64% и 78%, специфичность — 86% и 80% соответственно. Для ПМС точность составила 66% и 88%, чувствительность — 41% и 61%, специфичность — 87% и 95% соответственно. Отмечено снижение точности при увеличении длительности заболевания.

Современные аппараты МРТ с магнитным полем 3 Тесла позволяют получить более четкое изображение. К. Chun изучал повреждения дельтовидной связки и ДМБС у пациентов, страдающих ХПЛНГС именно с помощью такого аппарата, и сравнивали полученный результат с данными артроскопии [106]. Благодаря высокому качеству изображений, чувствительность и специфичность МРТ в диагностике повреждений

дельтовидной связки составили 84% и 93,5% соответственно, в диагностике повреждений ДМБС – 91% и 100% соответственно. Представляет интерес выявленная частота повреждений дельтовидной связки (36%) и ДМБС (42%) у пациентов, страдающих ХПЛНГС. Результаты исследования Chun убедительно доказывают факт обширного вовлечения параартикулярных тканей в дегенеративный процесс при застарелом повреждении ЛСА ГС.

У некоторых авторов вызывает сомнения эффективность МРТ в диагностике повреждения непосредственно связочного аппарата ГС. Систематический обзор с мета-анализом, проведенный S. Сао и соавторами, оценивал чувствительность и специфичность различных методов диагностики повреждений связок ГС [193]. При оценке ПТМС чувствительность МРТ составила 83%, а специфичность – 79%. При оценке ПМС аналогичные показатели составили 56% и 88% соответственно. Показатели были заметно ниже таковых при УЗИ либо рентгенографическом исследовании, а именно: чувствительность при оценке ПТМС по данным УЗИ составила 0,99, по данным стресс-рентгенографии – 0,81, специфичность – 0,91 и 0,92 соответственно; при оценке повреждений ПМС чувствительность УЗИ составила 0,94, артрографии – 0,9, специфичность – 0,91 и 0,9 соответственно.

Г.М. Кавалерский с соавторами в качестве недостатка МРТ для диагностики повреждения связок латерального отдела ГС указывают то, что исследование проводится в статичном положении, «...что, в свою очередь, не может дать полную картину биомеханической стабильности голеностопного сустава или ее отсутствия, что также не позволяет с уверенностью сказать о каком-либо повреждении и установить окончательный диагноз в случае повреждения латерального связочного комплекса с трудно диагностируемыми мелкими связками» [44].

Мы придерживаемся мнения, что выполнение МРТ является обязательным при обследовании пациента с застарелым повреждением ЛСА

ГС. Однако выставлять показания к операции исключительно на результатах данного исследования нельзя.

Метод УЗ-диагностики позволяет оценить связки ГС на всем их протяжении, а также выявить изменения синовиальной оболочки и провести дифференциальную диагностику мягкотканного и костного импинджмента [85,149,208].

После получения изображения цифровой штангенциркуль позволяет измерить длину связок. Нормальная связка визуализируется как гиперэхогенное образование. В случае повреждения наблюдают прерывание контура связки и/или гипоэхогенные пучки. По локализации повреждения классификация включает места прикрепления связок (участок связки в пределах 5 мм от кости) либо повреждение на протяжении [119].

К.Т. Lee с соавторами сравнивали эффективность стресс-УЗИ со стресс-Rg для оценки целостности ПТМС, проводя АДТ. Анализируя данные, полученные при обследовании 73 пациентов с признаками ХПЛНГС, авторы заключили, что применение УЗИ с нагрузкой не уступает в достоверности стресс-Rg [165].

У. Ниа в 2012 году и У. Cheng в 2014 году независимо друг от друга провели сравнение эффективности УЗИ и «золотого стандарта» - артроскопии ГС, в диагностике повреждений ЛСА ГС [85,208]. У. Ниа с соавторами оценивали только структуру ПТМС. В результате, точность составила 95,2%, чувствительность 97,7%, специфичность 92,3%, прогностическая ценность положительного результата 93,5%, прогностическая ценность отрицательного результата 97,3% [208]. Показатели очень высокие, учитывая, что контролем была непосредственная визуализация и пальпация связок при артроскопии.

У. Cheng с соавторами оценивали ПТМС и ПМС. Они определяли не только сам факт повреждения, но и классифицировали его по степени тяжести, где 0 степень – без повреждения, 1 степень – растяжение или отек связки без нарушения целостности, 2 степень – частичный разрыв, 3 степень

– полный разрыв. Далее выполняли хирургическое вмешательство, в ходе которого проводили ревизию ЛСА и классифицировали повреждение по аналогичной схеме.

В итоге, при оценке ПТМС чувствительность составила 98,9%, специфичность – 96,2%, точность исследования – 84,2%. При оценке ПМС аналогичные показатели составили 93,8%, 90,9%, 83,3% соответственно. Cheng с соавторами заключили, что УЗИ является достоверным и экономически эффективным методом оценки повреждений ЛСА ГС, но качество диагностики напрямую зависит от опыта врача-сонолога [85].

К. Оае с соавторами, также проводившие сравнение эффективности различных методов диагностики ХПЛНГС, отметили возможную причину расхождения результатов между УЗИ и артроскопией. УЗИ позволяет выявить внутрисвязочные повреждения связок, в то время как при артроскопии возможно оценить связки только снаружи. Поскольку артроскопическая диагностика выступала в качестве контроля, наличие повреждения связок по УЗИ расценивали как ложноположительный результат [119].

В уже упоминавшемся систематическом обзоре с мета-анализом S. Сао, в котором проводилось сравнение эффективности инструментальных методов диагностики повреждений связок ЛСА ГС, чувствительность УЗИ при оценке ПТМС составила 0,99, а специфичность – 0,91. Для ПМС эти показатели составили 0,94 и 0,91 соответственно [136].

В сравнительном исследовании P. Margetić и R. Pavić при помощи УЗИ было выявлено больше растяжений связок, чем при МРТ, в то время как на МРТ лучше визуализировали полные разрывы [158].

М. Taljanović с соавторами считают, что УЗИ является лучшим методом диагностики сублюксации и вывиха малоберцовых сухожилий [135].

Систематический обзор, выполненный А. Radwan с соавторами, подтвердил высокую эффективность УЗ-диагностики в выявлении повреждений ЛСА ГС [115]. Более того, авторы указывают, что

использование УЗИ позволяет контролировать ход восстановительного лечения пациентов, страдающих ХПЛНГС, более полно корректировать план реабилитационных мероприятий и в итоге добиваться значительно лучших результатов лечения.

Таким образом, эффективность УЗ-диагностики в оценке повреждений ЛСА ГС является очень высокой. УЗИ обладает бóльшей прецизионностью по сравнению с МРТ и Rg, но не может обеспечить такую глубину и охват области исследования. Мы считаем, что совместное использование этих методов позволяет значительно улучшить качество диагностики повреждений ЛСА ГС и более детально осуществить предоперационное планирование.

Шкалы для оценки стабильности голеностопного сустава

Для оценки стабильности ГС и объективизации данных, озвученных пациентом, используют оценочные шкалы. Они удобны для сравнения данных и отслеживания динамики проводимых лечебных мероприятий. В течение последних 10 лет самой применяемой в литературе оценочной шкалой является American Ortopaedic Foot and Ankle Society Ankle-Hindfoot scale (AOFAS) [51,57,74,98,161,180,214]. Эта шкала включает как субъективную оценку состояния самим пациентом, так и объективные данные, такие как положение заднего отдела стопы и объем движений в суставе во фронтальной и сагиттальной плоскостях.

Следующая оценочная шкала - The Karlsson and Peterson Scoring System for Ankle function (KPSS). Она была предложена в 1991 году [143]. Базируется исключительно на субъективных ощущениях пациента. Изучая литературу, в которой KPSS применяли одновременно с AOFAS, можно заметить прямую корреляцию результатов [57,74,180]. Учитывая идентичность оцениваемых критериев и, как следствие, результатов, но меньшую объективность KPSS по сравнению со шкалой AOFAS, мы считаем применение первой нецелесообразным.

Третья популярная шкала — Visual Analog Scale (VAS), в русскоязычной литературе — Визуальная аналоговая шкала (ВАШ). Она была предложена Huskisson ещё в 1974 году и является актуальной до сих пор во многих разделах медицины. Но в пользу её применения для оценки состояния пациентов с ХПЛНГС возникают сомнения. Как уже было описано выше, длительное течение ХПЛНГС может привести к развитию осложнений — тендиниту *m.fibulari*, синовиту, остеоартрозу, которыми также будет обусловлен болевой синдром. Реконструктивная операция на связочном аппарате позволит восстановить стабильность сустава, но устранить дегенеративные повреждения мягких тканей, восстановить участки гиалинового хряща в суставе с её помощью нельзя, а значит причины болевого синдрома полностью исключить не удастся.

Анализируя литературные источники, в которых используется эта шкала, можно заметить, что наиболее высокие значения ВАШ отмечаются при обострении синовита [51,57,98,180]. Для его купирования достаточно иммобилизации сустава и приёма НПВС коротким курсом, остаточный болевой синдром будет обусловлен именно дегенеративным повреждением около- и внутрисуставных структур. Кроме того, оценка болевого синдрома является одним из пунктов шкалы AOFAS. Поэтому использования ВАШ при оценке состояния пациентов с застарелым повреждением ЛСА ГС, по нашему мнению, не требуется.

В своем исследовании мы применяли именно шкалу AOFAS как более объективную и включающую наибольшее число параметров.

Клинический анализ ходьбы пациентов с застарелым повреждением латерального связочного аппарата голеностопного сустава

Оценка опоры стопы в покое и при ходьбе позволяет объективно оценить стабильность ГС. К сожалению, в литературе данным методам почти не уделяется внимания. Например, в одной из крупнейших медицинских баз

данных - Pubmed, по запросу «gait metrics in patients with chronic ankle instability» предлагается только три статьи. На наш взгляд, методы клинического анализа ходьбы недооценены, они могут помочь выявить проблемы, о которых не расскажет пациент и на которые не укажут инструментальные методы. Как писал Д.В. Скворцов: «Ходьба – филогенетически древняя и хорошо автоматизированная локомоция. В привычных условиях мы не задумываемся, как нам идти, куда ставить ногу, когда и как переносить вес тела на другую ногу. Все совершается автоматически. Человек имеет лишь целевую установку» [35].

Подометрия — измерение временных характеристик шага [4,15,35,174]. «Основная функциональная единица ходьбы — это цикл шага (ЦШ). Цикл шага — время от начала контакта с опорой данной ноги до следующего такого же контакта этой же ногой». Подометрия важна не только в ортопедии. Она применяется в сосудистой хирургии при обследовании пациентов с хронической венозной недостаточностью нижних конечностей [15], в неврологии для оценки ходьбы пациентов, перенесших инсульт [11], а также при обследовании пациентов с синдромом Дауна [129]. При нестабильности сустава страдает устойчивость конечности, пациент опирается на больную ногу меньшее время, чем на здоровую. При этом сам он может этого и не замечать. Подометрия позволяет обнаружить эти изменения и скорректировать программу реабилитации в до- и послеоперационном периоде.

Стабилометрия, по Д.В. Скворцову, это «исследование положения и движений общего центра масс в основной стойке». Иначе говоря, позволяет оценить устойчивость стопы на поверхности. Удержание равновесия является ключевой функциональной характеристикой, поскольку с возрастом риск получения травмы при падении увеличивается и влечет за собой высокие экономические издержки [65,83,102,138,167]. В отличие от теста Ромберга, исследование на стабилометрической платформе с компьютерным анализом данных является гораздо более показательным [93]. Согласно

исследованию Д.А. Андреева, стабилметрия позволяет оценить состояние проприоцептивного контроля [2]. Во-первых, данное исследование позволит выявить функциональную нестабильность. Во-вторых, оценить проприоцептивную чувствительность при восстановлении поврежденных связок [2,49,64].

1.2. Выбор способа хирургической реконструкции латерального связочного аппарата голеностопного сустава

Интерес к оперативному лечению ХПЛНГС занимает умы врачей и ученых почти 100 лет. Несмотря на столь долгий период, единого алгоритма, позволяющего сделать выбор в пользу того или иного метода, нет. «Всякий хирург, намеревающийся оперировать стопы, должен не только уметь сделать ту или иную операцию, но и отчетливо представлять, какие последствия вызовет его вмешательство.... Сложная анатомия и биомеханика стопы, тесная взаимосвязь между элементами этой сложной конструкции предполагают их постоянное координированное взаимодействие. Любая попытка решить проблему стопы без учета множества параметров приведет в лучшем случае к отсутствию результата» [14]. Согласно литературным данным, до 15% пациентов, оперированных по поводу застарелого повреждения ЛСА ГС, требуют повторного вмешательства [50,52,60].

Первым был предложен метод, в настоящее время именуемый неанатомической реконструкцией. В 1932 году Н. Nilsonne предложил операцию по восстановлению стабильности латерального отдела ГС, которая заключалась в отсечении сухожилия короткой малоберцовой мышцы в месте перехода в мышечное брюшко и его проведении через канал в малоберцовой кости с фиксацией трансоссальными швами [166].

В последующие годы множество авторов предложили свои способы тенодеза латерального отдела ГС с использованием различных вариантов трансплантатов [84, 88, 117, 120, 128, 130, 131, 147, 175, 191, 122, 216]. Вышеописанные способы объединяло то, что при пластике связок не

учитывали места их нативного прикрепления. Именно поэтому данный метод стали называть неанатомической реконструкцией.

Бурному развитию метода неанатомической реконструкции способствовали отличные ранние послеоперационные результаты. Авторы описывали высокую удовлетворенность пациентов результатами лечения спустя несколько недель после оперативного вмешательства. Однако спустя в среднем 5 лет после операции многие пациенты начинали предъявлять жалобы на рецидив болевого синдрома и отека, уменьшение объема движений в суставе, а 15-20% пациентов отмечали рецидивы подворачивания стопы [92,95,97,116,150,164,170,171,212].

С развитием биомеханики стала ясна причина - несоответствие мест проведения трансплантата местам анатомического прикрепления связок изменило кинематику движений в голеностопном и подтаранном суставах, из-за чего произошла перегрузка суставного хряща и его деструкция. В результате этих дегенеративных изменений развился остеоартроз ГС (крузартроз) [18,94]. Предпринимались попытки минимизировать интраоперационную травму путем уменьшения доступа [83], забора только части сухожилия длинной либо короткой малоберцовой мышцы для снижения урона на донорском участке [92,190,219], но сама концепция оставалась прежней, и развития остеоартроза в отдаленной перспективе избежать не удавалось.

В 2013 году был принят консенсус, который рекомендовал избегать применения метода неанатомической реконструкции ЛСА ГС, поскольку неоспоримых преимуществ метод не имел, но существовала большая вероятность осложнений [100]. Большое количество неудовлетворительных результатов неанатомической реконструкции заставило исследователей по-новому взглянуть на проблему.

Первым это сделал L. Broström в 1966 году, предложив выполнять шов поврежденных связок [81]. Это, казалось бы, очевидное решение дало положительный результат – большинство прооперированных пациентов

имели отличный или хороший результаты даже спустя годы после операции. Сам Broström в своем исследовании привел результаты лечения 60 человек. К сожалению, в его работе эффективность не была обоснована объективными методами. Но этот метод в последующие годы был многократно использован. Например, S. Josh Bell с соавторами выполнили операцию Broström 32 пациентам, страдающим ХПЛНГС, средний срок наблюдения составил 26,3 года. По заявлению авторов, отличный и хороший результаты отмечены у 91% пациентов [169,206].

В 2013 году N. Mafulli с соавторами опубликовали результаты изолированного восстановления ПТМС 42 спортсменам по методу Brostrom. Средний срок после первой травмы составил 12,5 месяцев. После операции в клинику для повторного тестирования явились 38 пациентов. Средний срок наблюдения составил 8,7 лет. По шкале AOFAS результат оценен как отличный у 19 пациентов (50%), хороший – у 11 пациентов (29%), удовлетворительный – у 5 пациентов (13%) и неудовлетворительный – у 3 пациентов (8%). 28 пациентов продолжили профессиональную спортивную карьеру, 10 пациентов ушли из профессионального спорта, но продолжали вести активный образ жизни.

Результаты наглядно показывают, что восстановление только ПТМС по методу Brostrom в большинстве случаев устраняет латеральную нестабильность ГС, нанося минимальную операционную травму и не нарушая нормальную анатомию данной области. Необходимо учитывать, что пациентами были именно профессиональные спортсмены. Можно с большой долей вероятности предположить, что применение данной методики у менее активных пациентов покажет ещё лучшие результаты [53,55,59,140].

В 1980 году N. Gould с соавторами предложили укреплять восстановленные связки подшиванием верхнего края *retinaculum extensorum inferior*, что позволило увеличить прочность соединения на 60%. В своем исследовании авторы описали результаты применения операции Brostrom-Gould (modified Brostrom-Gould procedure – MBG) у 50 физически активных

пациентов возрастом от 15 до 30 лет. Показаниями к оперативному лечению служили положительные стресс-тесты (варус-тест и ADT), определяемое на Rg смещение таранной кости кпереди более 4 мм и угол наклона таранной кости к большеберцовой более 18° . Для структурирования данных и возможности их сравнения авторы использовали собственную оценочную шкалу, учитывающую объем движений, ограничение уровня двигательной активности, интенсивность болевого синдрома, отек, субъективную оценку пациента. После оперативного лечения у всех пациентов были купированы клинические проявления нестабильности, все пациенты вернулись к занятиям спортом [127].

Широкую известность эта операция получила в 1993 году после публикации статьи W. Hamilton. Были представлены результаты оперативного лечения 27 пациентов (28 ГС), из которых 15 были профессиональными артистами балета. Решение о необходимости выполнения оперативного пособия принимали, исходя из результатов предшествовавшего консервативного лечения – если симптомы нестабильности сохранялись, была выполнена MBG. В результате, у 26 прооперированных пациентов результат был оценен как отличный, у одного – хороший, ещё у одного – удовлетворительный. Все артисты балета имели отличный результат. Такой феноменальный успех способствовал тому, что данную операцию стали считать «золотым стандартом» оперативного лечения ХПЛНГС [25,30,132,198].

Другой способ анатомического восстановления ЛСА ГС был предложен J. Karlsson с соавторами в 1988 году [181]. Первый вариант предполагал реинсерцию связок при их отрыве от малоберцовой кости. Авторы предлагали подшивать дистальные концы ПТМС и ПМС к кости через просверленные в ней каналы, после чего сверху укладывали и подшивали их проксимальные участки. А уже в 1989 году Karlsson с соавторами представили модификацию своей операции, которая предполагала предварительное выделение костного блока в передненижнем

отделе малоберцовой кости, после чего выполняли реинсерцию связок и их укрепление периостальным лоскутом и проксимальными концами связок. Количество отличных и хороших результатов составило 88%.

J. Karlsson писал следующее: "...Мы... обнаружили у наших пациентов интактные, но макроскопически удлиненные связки с рубцовыми изменениями. Выполнение прямого шва разорванных связок у наших пациентов оказалось невозможным. Техника, которую мы использовали, основана на той же концепции, которую описал Brostrom, что восстановление нормальной анатомии возможно, но хирургическая техника отличается." [121,194]. Нужно отметить два важных аспекта. Во-первых, разрыва связок у пациентов не было, но свою функцию они всё-таки не выполняли из-за избыточной длины, что и вызывало клинику ХПЛНГС. Во-вторых, способ J. Karlsson является самостоятельным способом, а не модификацией операции Brostrom, в отличие от MBG.

Успех операций анатомического восстановления напрямую зависит от качества окружающих мягких тканей. Чем большему рубцовому перерождению подверглись остатки связок, тем хуже результат операции, а в случае длительно персистирующего заболевания выполнить восстановление связок может быть невозможно. Подобные ограничения являются значительной проблемой, поскольку большая часть пациентов, пытаясь самостоятельно адаптироваться к нестабильности, обращаются за помощью к врачу спустя месяцы и годы от начала заболевания. В таких случаях требуется заместить поврежденные связки, выполнить пластику ЛСА ГС [220]. Так возник новый метод - анатомическая пластика ЛСА ГС. Суть его заключается в воссоздании ПТМС и/или ПМС путем проведения трансплантата через места нативного прикрепления связок и его фиксации для обеспечения стабильности наружного отдела ГС [82].

В качестве ауто трансплантатов различные авторы предлагали использовать надкостницу [172], широкую фасцию [117], сухожилия [288,88,120,122,130,131,147,166,175,191,216], лиофилизированную твердую

мозговую оболочку [141] и синтетические трансплантаты [126,199]. Однако в современной медицине наиболее часто применяются сухожильные ауто- и аллотрансплантаты и надкостничные лоскуты.

В 1985 году E. Glas предложил выполнять реконструкцию ПТМС и ПМС периостальными лоскутами [137,172]. В 1997 году M. Rudert с соавторами предложили свой вариант фиксации надкостничного трансплантата [186]. Но кардинальный толчок к разработке реконструкции ЛСА ГС периостальным лоскутом дало исследование K. Okazaki. Он выяснил, что надкостница со временем приобретает морфологические черты, характерные для связочной ткани [168].

Опираясь на данные об эффективности операции Brostrom и информацию о морфологической трансформации надкостницы, K. Kirk предложил объединить эти способы [145]. К сожалению, сам автор представляет только технику операции, не описывая исследование её эффективности. А вот H.J. Choi изучил клинический эффект такой модификации и пришел к выводу, что операция Brostrom-Gould с аугментированием надкостничным лоскутом даёт значительно лучший результат у пациентов, страдающих гипермобильностью связок, значительным дегенеративным повреждением связок, в качестве повторной процедуры восстановления связок, у пациентов с высоким уровнем физической активности либо страдающих ожирением, т. е. у той группы пациентов, в которой классическая операция Brostrom показывает сомнительный результат [62,66,87]. Годом позднее аналогичную работу с подобными выводами представил C.P. Chew [86].

Изучая вышеуказанные источники, можно заметить, что результаты применения MBG и MBG с аугментированием надкостницей практически одинаковы. Возникает вопрос, нужно ли пролонгировать операцию и наносить дополнительную ятрогенную травму? Как Sian Tay с соавторами в 2020 году в своей статье заявили, что применение надкостничного лоскута не способствует улучшению послеоперационного результата.

По нашему мнению, целесообразность применения надкостничного лоскута совместно с операцией MBG требует дополнительного изучения. Качество надкостничного лоскута можно оценить только во время операции, поэтому предоперационное планирование затруднено, из-за чего в настоящее время этот способ не может быть рекомендован к рутинному применению.

Продолжая тему анатомической реконструкции наружных связок ГС, нужно отметить, что самым популярным видом материала для моделирования связок остается сухожильный трансплантат. Среди всех вариантов, свою актуальность до сегодняшнего дня сохранили подколенные сухожилия (сухожилия *m. semitendinosus* и *m. gracilis*), сухожилия короткой и длинной малоберцовых мышц, а также трансплантат средней порции связки надколенника с костным блоком бугристости большеберцовой кости. Однако последний пригоден только для пластики ПТМС, а его получение сопряжено с широким рассечением мягких тканей [57].

Малоберцовые мышцы являются активными стабилизаторами заднего отдела стопы, поэтому их использование может привести к развитию поперечного плоскостопия и нарушению мышечной стабилизации стопы [56,74,98,152,180,203]. Подколенные сухожилия обладают достаточной длиной и прочностью для успешной реконструкции ПТМС и ПМС [58,63,91,107,161,178,185,214,215], а также в 80% наблюдается частичная регенерация этих сухожилий после их забора [133,176,182,215].

Таким образом, можно заключить, что отсутствие единого диагностического подхода в обследовании пациентов с застарелым повреждением ЛСА ГС замедляет выявление данной патологии и назначение оптимального лечения. А отсутствие алгоритма выбора оперативного пособия приводит к необходимости повторного вмешательства примерно у каждого седьмого пациента.

ГЛАВА 2. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

2.1. Дизайн работы

Для определения точности инструментальных исследований, создания оптимального алгоритма диагностики ХПЛНГС, а также обоснования эффективности нового способа оперативного лечения застарелых повреждений ЛСА ГС и определения показаний к его применению нами было проведено исследование на базе клиники кафедры травматологии, ортопедии и экстремальной хирургии имени академика РАН А.Ф. Краснова ФГБОУ ВО СамГМУ Минздрава России.

Основу диссертационного исследования составили результаты хирургического лечения 41 пациента с застарелым повреждением ЛСА ГС, проходивших клиническое обследование и стационарное лечение на базе травматолого-ортопедического отделения №1 клиник ФГБОУ ВО «Самарский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения РФ и Самарской городской клинической больницы №1 имени Н.И. Пирогова с 2020 по 2023 годы.

Все пациенты подписывали письменное согласие на проведение хирургического лечения и письменное информированное добровольное согласие на участие в исследовании, получали необходимую информацию и второй экземпляр информированного согласия. Исследование было одобрено Локальным Комитетом по биоэтике при ФГБОУ ВО СамГМУ Минздрава России (протокол № 212 от 11.11.2020).

Критериями включения служили: жалобы пациента на нестабильность ГС, снижающие качество жизни; механический либо смешанный характер нестабильности, подтвержденный результатами стресс-рентгенографии, УЗИ, МРТ ГС, результатами подометрии и стабилотрии, оценкой по шкале AOFAS; неэффективность консервативного лечения в течение минимум 3 месяцев; сочетанное повреждение ПТМС и ПМС.

Критериями невключения являлись: острая травма ГС или стопы, ожирение (ИМТ >30 кг/м²) либо абсолютный вес >100 кг; гипермобильность суставов; варусная установка заднего отдела стопы; декомпенсированная соматическая патология; операции на ЛСА ГС в анамнезе; беременность; тяжелое психическое расстройство.

С использованием метода закрытых конвертов простой контролируемой рандомизации всех пациентов разделили на две группы: основную – 20 пациентов (48,8%) и контрольную – 21 пациент (51,2%).

Пациенты основной группы были прооперированы по новому способу пластики латерального связочного аппарата голеностопного сустава, разработанному на кафедре травматологии, ортопедии и экстремальной хирургии имени академика РАН А.Ф. Краснова ФГБОУ ВО СамГМУ Минздрава России, с использованием сухожильного аутотрансплантата *m. semitendinosus* и его фиксацией кортикальной пуговицей (патент РФ на изобретение № 2758131 от 26.10.2021).

Пациентов контрольной группы оперировали наиболее распространённым открытым способом по Brostrom в модификации Gould с созданием дубликатуры связок и их укрепления подшиванием верхнего края *retinaculum mm. extensorum inferius*. Подходы к обследованию, дооперационной подготовке и послеоперационному ведению пациентов обеих групп были одинаковы. Дизайн работы представлен на Рисунке 1.

Хотим отметить, что всего были прооперированы 54 пациента, у которых выявили застарелое сочетанное повреждение ПТМС и ПМС. Новый способ оперативного пособия применили у 33 пациентов, но 13 из них не соответствовали критериям включения в исследование. В 12 случаях причиной послужил избыточный вес, в 1 случае – выраженная деформация стопы («конская» стопа), по поводу которой у пациентки уже были операции в анамнезе, в том числе имело место вмешательство на сухожилиях малоберцовых мышц, которые являются активными стабилизаторами стопы.

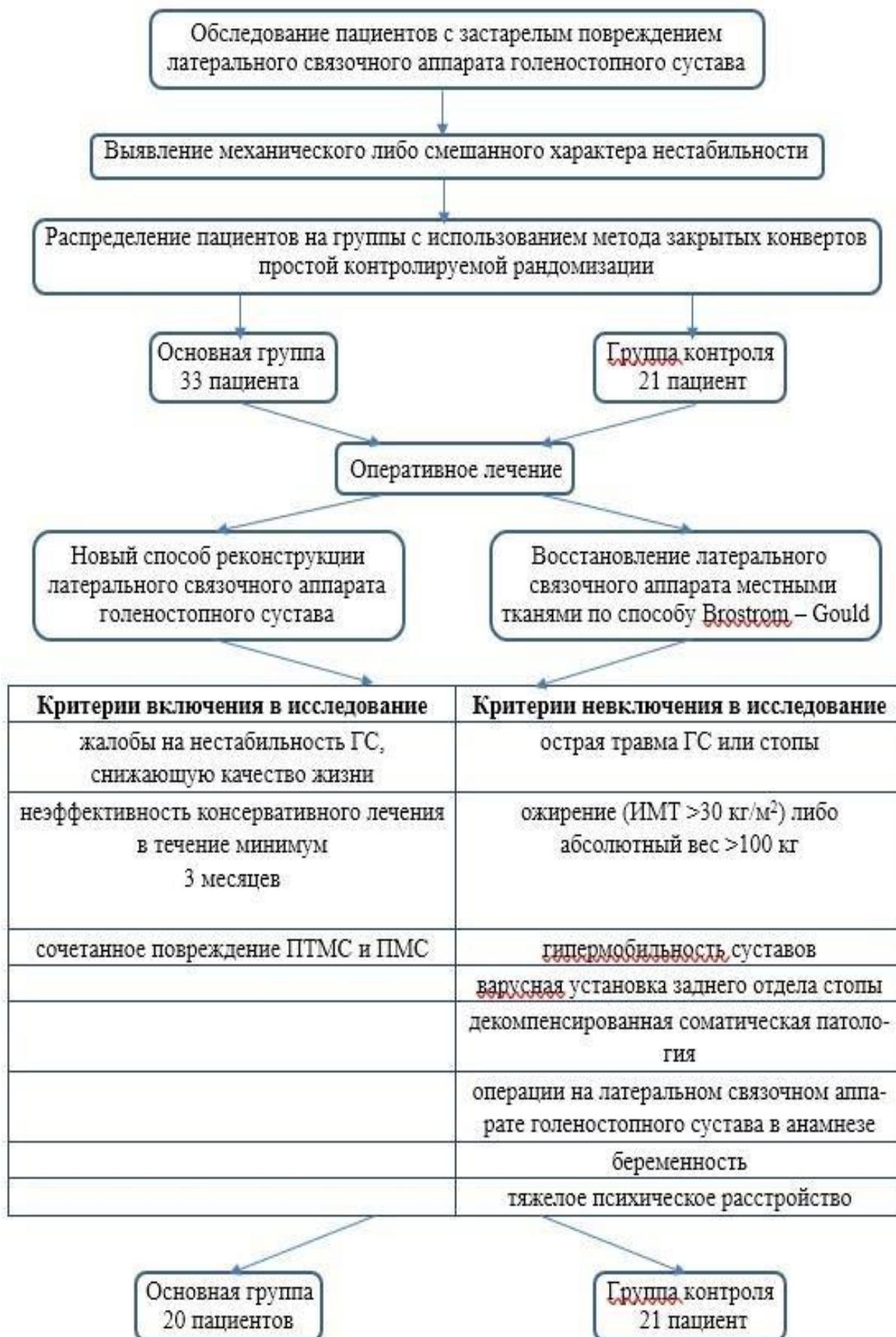


Рисунок 1 - Дизайн работы

Для получения объективных результатов всем пациентам проводили комплексное клиническое обследование в периоды до операции и через 3, 6, 12 месяцев после неё. Период до 3 месяцев после операции считали ранним послеоперационным. Результаты лечения через 3 месяца после операции принимали за ближайшие, через 6 и 12 месяцев — за отдалённые.

Полученные результаты обследования были статистически обработаны и проанализированы, вычислены интегральные показатели, построены математические модели – в результате чего был проведён анализ эффективности нового способа хирургического лечения пациентов с использованием методов доказательной медицины.

Статистическая обработка данных была проведена в Центре доказательной медицины и биostatистики ФГБОУ ВО СамГМУ Минздрава России.

2.2. Характеристика пациентов групп исследования

Пациенты, принявшие участие в исследовании, являлись физически активными людьми, поэтому были более требовательны к срокам и результатам лечения. Застарелое повреждение ЛСА ГС привело к значительному снижению их качества жизни, а в некоторых случаях лишило возможности выполнять свои профессиональные обязанности.

Возраст пациентов в выборке варьировал от 15 до 52 лет, средний возраст составил $28,9 \pm 10,3$ лет. Зафиксированная продолжительность заболевания составила от полугода до 16 лет, в среднем 5 ± 2 лет. В исследовании приняли участие 23 женщины (56,1%) и 18 мужчин (43,9%).

Повреждение левой нижней (ЛН) конечности наблюдали у 19 пациентов (46,3%), правой нижней конечности (ПН) – у 22 пациентов (53,7%). Исходно группы были сопоставимы по всем показателям. Соответствующие данные отражены в Таблицах 1 и 2.

Таблица 1 - Описательная статистика выборки пациентов и групп исследования до операции (некатегориальные показатели)

Показатели	Все пациенты	Основная группа	Группа контроля	p-value
Возраст, лет	28,9(10,3)	31,3(11,2)	26,6(9,0)	0,15
Продолжительность заболевания, лет	5 (3; 10)	4,5 (3; 13)	5 (3; 10)	0,98

Таблица 2 - Описательная статистика выборки пациентов и групп исследования до операции (категориальные показатели)

Показатели	Категории	Все пациенты	Основная группа	Группа контроля	p-value
Пол	ж	23 (56,1%)	11 (55%)	12 (57,1%)	0,89
	м	18 (43,9%)	9 (45%)	9 (42,9%)	
Сторона повреждения	левый	19 (46,3%)	11 (52,4%)	8 (40%)	0,43
	правый	22 (53,7%)	10 (47,6%)	12 (60%)	

По представленным в Таблицах 1 и 2 показателям группы исследования были сопоставимы.

2.3. Методы обследования пациентов

Клинический осмотр

Обследование пациента начинали со сбора жалоб. Как правило, это была триада симптомов: субъективное ощущение нестабильности в латеральном отделе ГС, эпизоды подворачивания стопы кнутри и боль в наружном отделе сустава. При наличии осложнений симптоматика дополнялась.

При сборе анамнеза у пациента уточняли время первой травмы, её обстоятельства, механизм, факт обращения за медицинской помощью после травмы, объем проведенного обследования, выставленный диагноз, назначенное лечение и добросовестность в следовании рекомендациям. Также выясняли влияние нестабильности на качество жизни.

При клиническом осмотре оценивали внешний вид области сустава, наличие видимых деформаций и отека, положение стопы в покое и при осевой нагрузке, объем движений в голеностопном и подтаранном суставах, походку. Измерение объема движений осуществляли при помощи гониометра [167].

Принципиальным моментом внешнего осмотра являлась оценка установки заднего отдела стопы, поскольку при данной анатомической особенности связки латерального отдела ГС даже в состоянии покоя находятся в натянутом положении, поэтому при резкой инверсии стопы риск их повреждения очень высок.

Пальпацию сустава проводили в положении пациента на спине. Оценивали места проксимального и дистального прикрепления связок, пальпацию по ходу волокон, оценивали сухожилия области сустава. Полученные данные сравнивали с контралатеральной (здоровой) конечностью.

Обязательным элементом клинического осмотра являлись стресс-тесты для оценки стабильности ГС (варус-тест и ADT) [37].

Варус-тест используют для оценки состоятельности ПМС. Пациент находится в положении лежа на спине, стопа в физиологическом положении подошвенного сгибания 15^0 . При исследовании правой стопы обе руки охватывают ее дорсально и вентрально. Стопу поворачивают внутрь, чтобы большой палец левой руки мог пальпировать ПМС. При исследовании левой стопы положение рук обратное. Если натяжения не ощущают или стопа сильно супинируется, возможно наличие повреждения связки. Методика проведена изображена на Рисунке 2.



Рисунок 2 - Проведение варус-теста (тест латерального переразгибания, латеральный наклон талуса)

При проведении ADT теста (anterior drawer test, тест «переднего выдвижного ящика») пациент находится в том же исходном положении. При исследовании правой стопы левая рука охватывает пяточную кость, правая – тенаром кладется на большеберцовую кость. Левая рука стабилизирует стопу, правая – надавливает на большеберцовую кость. Методика проведения представлена на Рисунке 3.



Рисунок 3 - Проведение теста «переднего выдвижного ящика» (anterior drawer test, ADT)

Согласно приведенным в Таблице 4 данным, число положительных результатов варус-теста и ADT было сопоставимо у пациентов обеих групп сравнения. Также необходимо отметить, что при выполнении ADT положительный результат отмечали чаще, чем при выполнении варус-теста. Это сопоставимо с данными отечественной и зарубежной литературы [25,77].

Рентгенологическое обследование

Всем пациентам была выполнена стандартная рентгенография ГС в двух взаимно перпендикулярных проекциях (прямой и боковой) для оценки конгруэнтности суставных поверхностей, состояния дистального межберцового синдесмоза (ДМБС), определения костно-травматических повреждений.

Помимо стандартной рентгенографии, пациентам была выполнена стресс-рентгенография по описанной выше методике (варус-тест, ADT) обеих нижних конечностей. Варус-тест считали положительным, если угол наклона таранной кости составлял более 15° либо на 10° больше, чем на здоровой стороне. ADT считали положительным при смещении таранной кости кпереди более 10 мм либо разнице со здоровой стороной более 3 мм [101]. Стресс-нагрузку выполнял непосредственно исследователь. Исследования проводили на аппаратах «General Electric Healthcare» DEFINIUM 8000 (США), «General Electric Healthcare «OEC 9800 Plus (США). Какие-либо технические средства использованы не были.

Магнитно-резонансная томография

МРТ голеностопного сустава была выполнена всем пациентам, участвовавшим в исследовании. Метод использовали для выявления повреждений латерального связочного аппарата, а также мягкотканной и костно-хрящевой сопутствующей патологии сустава.

Исследование проводили на аппарате «SOMATOM Emotion Duo» Siemens (США). Исключение составили четыре случая, когда пациенты по

собственной инициативе прошли исследование на аппарате мощностью 3 Тл.

Показателем повреждения связки служило наличие хотя бы одного из трех признаков: наличие разрыва, повышенный сигнал от связки либо её волнистый контур.

Ультразвуковое исследование голеностопного сустава

УЗИ ГС выполняли всем пациентам, участвовавшим в исследовании. Исследование выполняли на аппарате Hitachi Aloka Medical Ltd. ARIETTA V60 (Hitachi Medical Systems / Aloka, Япония). Во время обследования пациент находился в положении лежа на спине. Для лучшей визуализации использовали специальный гель (Медигель®). При осмотре оценивали состояние переднего, наружного, внутреннего и заднего отделов ГС, обращали внимание на состояние окружающих сустав мягкой тканей, наличие внутрисуставных хондромных тел и очагов хондромалиции.

Признаками повреждения связки считали нарушение её целостности (визуализировали разрыв) либо снижение эхо-сигнала.

По данным МР- и УЗ-исследований была изучена локализация повреждений передней таранно-малоберцовой и пяточно-малоберцовой связок.

Согласно полученным результатам, наиболее часто повреждение ПТМС отмечали на протяжении, в то время как в случае ПМС чаще обнаруживали её отрыв от места прикрепления к малоберцовой кости. Отрыв связок от мест их дистального прикрепления наблюдали наименее часто.

Оценочные шкалы

Для возможности сравнения данных осмотра пациентов до и после оперативного вмешательства, а также данных пациентов между собой, использовали 100-балльную оценочную шкалу AOFAS (American Ortopaedic Foot and Ankle Society Ankle-Hindfoot scale). Во-первых, эта шкала является самой часто используемой, что подтверждает анализ литературных

источников, поэтому её применение позволило сравнить полученные нами результаты с данными других авторов. Во-вторых, по сравнению со шкалой Karlsson-Peterson, она более объективна.

В AOFAS включена субъективная оценка своего состояния пациентом, но также присутствуют и данные объективных измерений. От использования ВАШ решено было отказаться, поскольку шкала AOFAS уже включает в себя оценку болевого синдрома.

Клинический анализ ходьбы

Для функциональных исследований использовали специализированный автоматический программно-аппаратный комплекс «МБН-БИОМЕХАНИКА» (Россия). При проведении подометрии изучали симметричность цикла шага, стабильность походки, время наступления фаз перекатов стоп и их продолжительность, коэффициент асимметрии (КА).

Разницу КА менее 5% считали нормой, 5-10% соответствовала скрытой хромоте, более 10% – явной хромоте (её было видно невооруженным глазом).

Согласно данным функционального исследования, приведенным в Таблице 10, пациенты групп сравнения были сопоставимы. Из таблицы видно, что чаще всего у пациентов регистрировали скрытую хромоту (медиана КА = 7%). Как уже было сказано, внешне такое изменение походки не определяется. Этот факт подтверждает важность клинического анализа.

Статистические методы исследования

Описательная статистика количественных данных, распределение которых соответствует нормальному, представлена средним и стандартным отклонением – $M(SD)$, в случае отклонений от нормального распределения для описания данных применялась медиана и интерквартильный размах. Соответствие распределения данных нормальному проверялось с помощью критерия Шапиро-Уилка.

Для сравнения признака в 2 группах применяли t-критерий Уэлча (в

случае нормального распределения данных) или критерий Манна-Уитни (если распределение отлично от нормального).

Для качественных признаков находили абсолютные и относительные (в %) частоты. Сравнение признака в группах сравнения проводили с помощью критерия χ^2 и точного критерия Фишера (в случае наличия ячеек с ожидаемыми частотами менее 5%).

В качестве меры согласованности методов между собой рассчитывали показатель Каппа Коэна, который изменялся от 0 до 1, где 0 – методы абсолютно не согласованы, 1 – полная согласованность (Таблица 3). Приводили как значение показателя Каппа, так и уровень статистической значимости (согласованности) [159].

Для расчета корреляции между количественной переменной и дихотомической применялся коэффициент ранговой биссерийальной корреляции Грасса [144].

Таблица 3 - Интерпретация показателя Каппа Коэна

Значения Каппа	Уровень согласованности
0 – 0,19	Согласованности нет
0,20 – 0,39	Незначительная согласованность
0,40 – 0,59	Слабая согласованность
0,60 – 0,79	Значительная согласованность
0,80 – 0,89	Сильная согласованность
0,90 и выше	Практически идеальная

Анализ динамики баллов по шкале AOFAS и сравнение между группами исследования проводился с помощью построения линейной модель смешанных эффектов, где группа исследования и период после операции были основными исследуемыми факторами, пол, длительность заболевания и возраст учитывались как ковариаты, а отдельные пациенты были заданы как случайные факторы. Апостериорные сравнения (между группами в

контрольных точках и между контрольными точками для каждой группы) проводились с помощью построения соответствующих контрастов на основе рассчитанной модели с помощью пакета emmeans [118].

Для анализа взаимосвязи результатов лечения (по шкале AOFAS) в зависимости от срока заболевания применялась LOESS регрессия с 95% доверительным интервалом и последующим визуальным анализом графиков.

Определение качества проведенного лечения проводилось на основе анализа таблицы сопряженности [16]. Были рассчитаны следующие показатели:

ЧИЛ - результат лечения в основной группе. Является отношением положительного результата лечения в основной группе к суммарному количеству положительных и отрицательных результатов лечения в основной группе;

ЧИК - результат лечения в контрольной группе. Является отношением положительного результата лечения в контрольной группе к суммарному количеству положительных и отрицательных результатов лечения в контрольной группе;

СОР - снижение относительного риска. Определяется как отношение разности терапевтического результата лечения в основной группе исследования и результата терапевтического лечения в контрольной группе. В случаях, когда полученный результат $>50\%$ - эффект доказан в клинике, если от 25 до 50% - результат лечения частично соответствует положительному эффекту, если $<25\%$, то эффект положительного результата лечения статистически не доказан;

САР - снижение абсолютного риска. Определяется разностью результатов терапевтического лечения в основной группе и контрольной группах;

ЧНБЛ - число пациентов, которым требуется терапевтическое лечение выбранным способом на протяжении определенного количества времени для нивелирования риска отрицательного результата лечения у одного пациента.

Определяется отношением единицы к снижению САР;

ОШ - отношение шансов. Этот критерий выявляет вероятность получения отрицательного результата лечения в основной группе в соотношении с контрольной. Если ОШ в результате находится в интервале от 0 до 1 - можно делать вывод о снижении риска, если >1 - регистрируется значительный рост риска, ОШ=1 - изучаемый терапевтический эффект не выявлен.

ГЛАВА 3. НОВЫЙ СПОСОБ ПЛАСТИКИ ЛАТЕРАЛЬНОГО СВЯЗОЧНОГО АППАРАТА ГОЛЕНСТОПНОГО СУСТАВА

К оперативному лечению пациентов с застарелым повреждением ЛСА ГС прибегали при наличии жалоб со стороны пациента на повторяющиеся эпизоды подворачивания стопы внутрь, боль в наружном отделе ГС, снижение качества жизни вследствие этого, обнаружении механического повреждения ЛСА ГС (т.е. нарушении анатомической целостности связок) и неэффективности консервативного лечения, направленного на тренировку малоберцовых мышц, которое пациент получал в течение минимум 3 месяцев.

Использование проводниковой и спинальной анестезии позволило добиться пролонгированного обезболивания в послеоперационном периоде, в среднем 12-14 часов.

Послеоперационное ведение пациентов групп сравнения было одинаковым: сразу после операции накладывали заднюю полиуретановую лонгету от основания пальцев до верхней трети голени. На следующий день после перевязки пациенту разрешали ходить с опорой на костыли с дозированной нагрузкой на конечность (10% массы тела), а также снимать лонгету в положении лежа и совершать движения в суставе без нагрузки. Простые, но эффективные методы – холод на место операции и возвышенное положение конечности – способствовали уменьшению отека. Применение НПВС позволило купировать болевой синдром и создать комфортные условия для ранней реабилитации.

Через 14 дней разрешали увеличить нагрузку до 30% массы тела. Спустя 4 недели со дня операции лонгету заменяли на ортез умеренно жесткой степени фиксации, пациенту разрешали увеличить нагрузку до 50% массы тела и в течение следующих двух недель повышать её до 100%.

По истечении 1,5 месяцев с момента операции (6 недель) иммобилизацию снимали, и пациент передвигался самостоятельно, без костылей, с полной нагрузкой на оперированную конечность. Всем

пациентам было рекомендовано пройти реабилитационное лечение. Контрольное наблюдение осуществляли на сроках 3, 6 и 12 месяцев после операции.

Пациентам контрольной группы выполняли анатомическое восстановление ЛСА ГС по способу Brostrom-Gould. Если отрыв связок был в месте прикрепления к кости, выполняли реинсерцию связок с последующим аугментированием верхним краем нижнего удерживателя сухожилий-разгибателей.

Операция Brostrom-Gould является «золотым стандартом» оперативного лечения латеральной нестабильности ГС. Она относится к методу анатомического восстановления, который предполагает использование местных тканей для устранения повреждения связок. Данный метод в общем и MBG в частности обладает рядом значимых достоинств – минимальной операционной травмой в сравнении с реконструктивными методами, высокой эффективностью, которая была подтверждена большим количеством исследований [46,48,50,75,77,80,206]. Следующий Клинический пример 1 иллюстрирует действенность данного оперативного пособия.

Клинический пример 1. Пациентка А., 15 лет, впервые подвернула правую стопу в 2016 году во время занятий волейболом в школьной секции. За медицинской помощью не обращалась, лечилась самостоятельно мазями с НПВС, иммобилизации сустава не было. Несмотря на персистирующий отек и умеренный болевой синдром, продолжала посещать тренировки. Спустя 3 месяца повторно подвернула стопу, за медицинской помощью также не обращалась. Далее отмечала эпизоды подворачивания стопы 1 раз в месяц, которые со временем участились до 1 раза в неделю, начал беспокоить болевой синдром при нагрузке, позже стала также отмечать его возникновение при смене погоды. Обратилась за консультацией в Клиники СамГМУ.

При внешнем осмотре видимой деформации в области правого ГС не отмечено. При пальпации определяли умеренную болезненность по ходу

ПТМС и на вершшке наружной лодыжки. ADT положительный, варус-тест положительный. Объем движений в сагиттальной плоскости – 40° , во фронтальной плоскости — 36° . Оценка по шкале AOFAS составила 82 балла.

На стандартных рентгенограммах в передне-задней и боковой проекциях патологических изменений отмечено не было. При стресс-Rg было выявлено смещение таранной кости кпереди на 11 мм, наклон таранной кости кнаружи 16° (Рисунок 4).

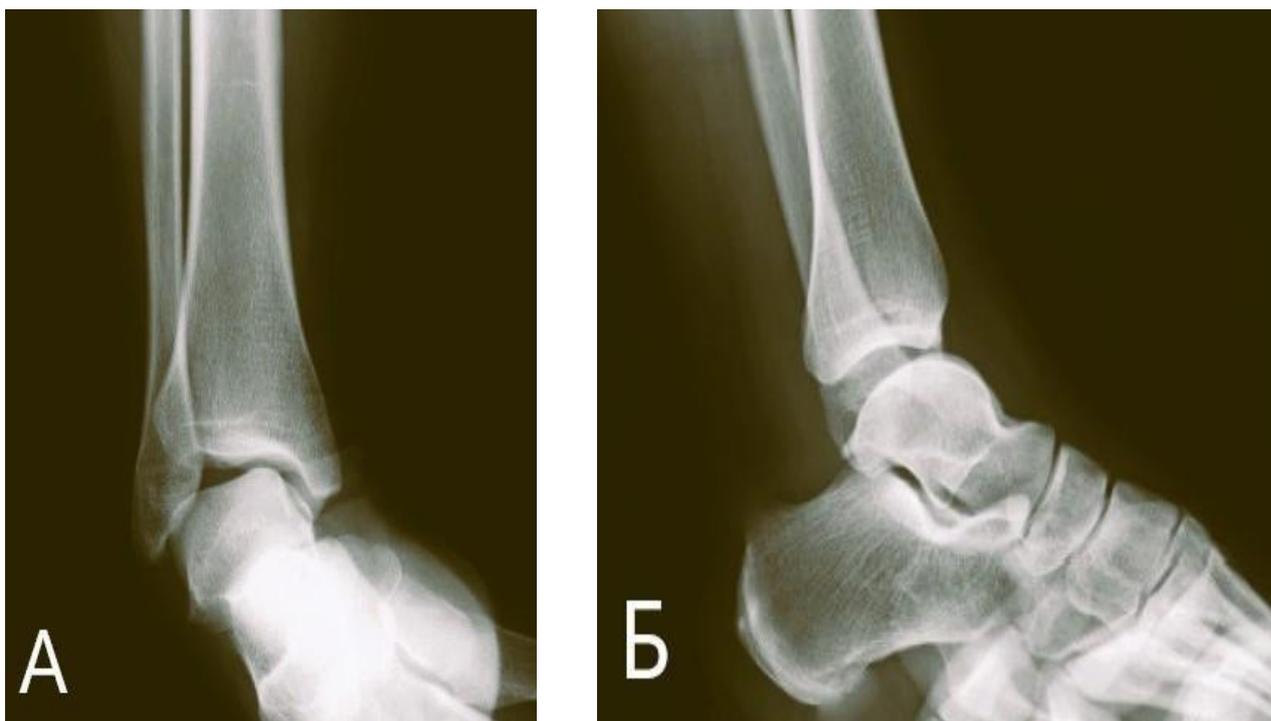


Рисунок 4 – Рентгенография правого голеностопного сустава с проведением стресс-тестов пациентки А, 15 лет, контрольной группы: А – смещение таранной кости кпереди на 11 мм, тест "переднего выдвигающего ящика" положительный; Б – наклон таранной кости внутрь 16° , варус-тест положительный.

На МР-томограммах отмечали волнистый контур ПТМС, повышение сигнала ПМС (Рисунок 5). При УЗИ определены нарушение целостности (разрыв) и снижение эхо-сигнала ПТМС в средней трети и отрыв ПМС от места проксимального прикрепления (Рисунки 6,7).

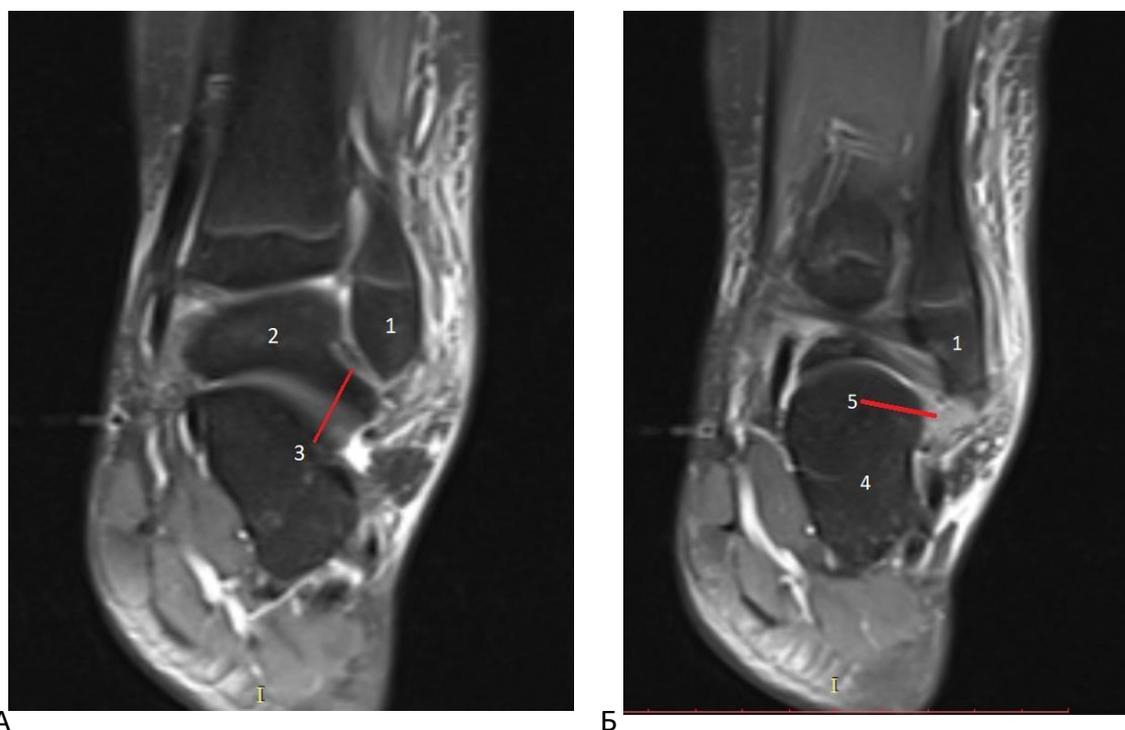


Рисунок 5 – МРТ голеностопного сустава пациентки контрольной группы А, 15 лет: А - визуализация ПТМС; Б - визуализация ПМС. 1 – наружная лодыжка, 2 – таранная кость, 3 – ПТМС (волнистый контур), 4 – пяточная кость, 5 – ПМС (повышение сигнала).

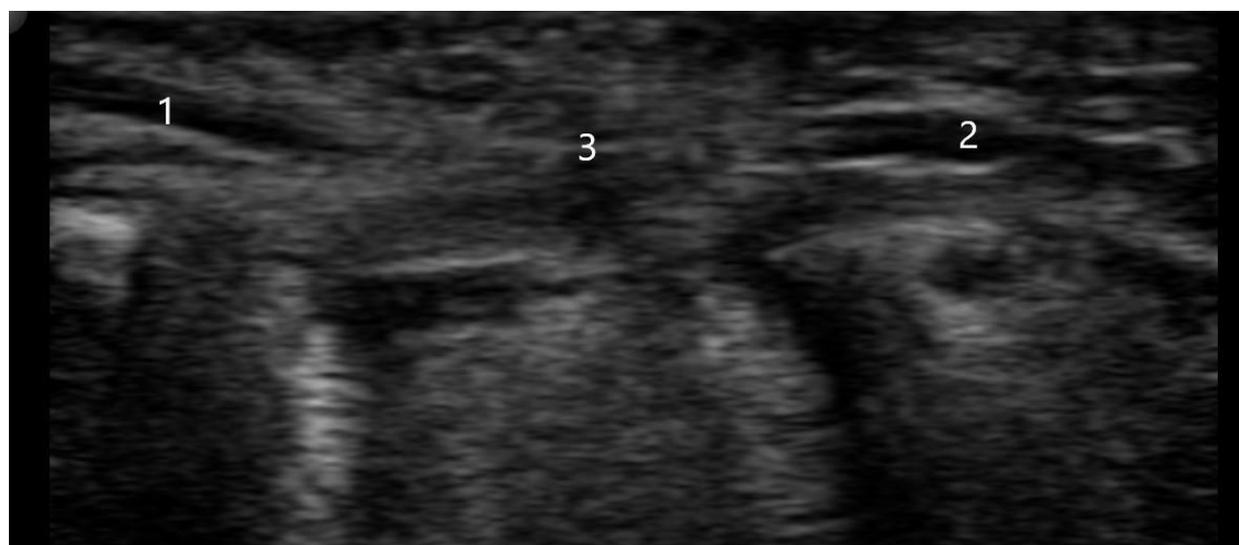


Рисунок 6 – УЗИ голеностопного сустава пациентки контрольной группы А, 15 лет. 1 – Проксимальный участок ПТМС, 2 – Дистальный участок ПТМС, 3 – нарушение целостности (разрыв) ПТМС в средней трети

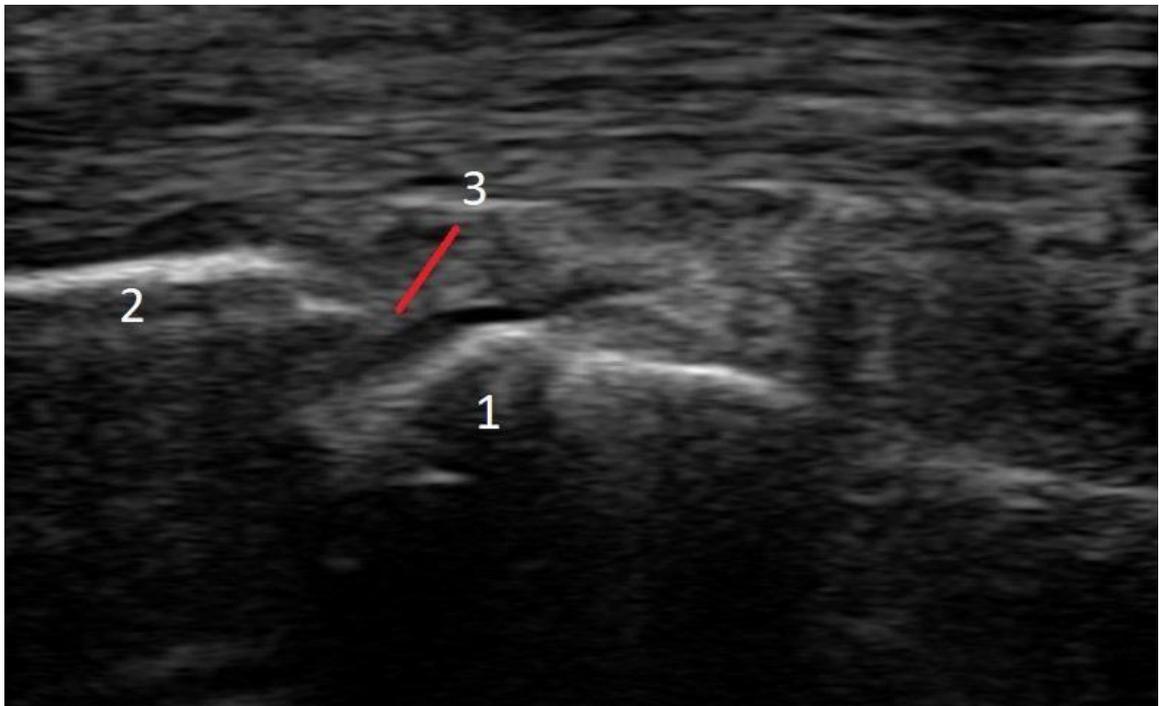


Рисунок 7 – УЗИ голеностопного сустава пациентки контрольной группы А, 15 лет. 1 – Наружная лодыжка, 2 – ПМС, 3 – Нарушение целостности (отрыв) ПМС в месте прикрепления к наружной лодыжке.

По данным подометрии определяли асимметрию ЦШ, нарушение стабильности походки, КА – 7%. Стабилометрические показатели до операции: площадь ЦД (S) с открытыми глазами (ОГ) – 58,8 мм², с закрытыми глазами (ЗГ) — 142,4 мм², отклонение ЦД по оси X с ОГ – -3,2 мм, с ЗГ – -6,8 мм, отклонение ЦД по оси Y с ОГ – 90,1 мм, с ЗГ – 100,5 мм, индекс энергозатрат (А) с ОГ — 28,95 Дж, с ЗГ — 84,7 Дж, оценка функции равновесия — 40 баллов, оценка влияния зрения на функцию равновесия — 313.

По данным клинического, инструментального и функционального исследований была диагностирован застарелый разрыв ПТМС и ПМС справа, рекомендовано оперативное лечение. 17.02.2021 года выполнено восстановление ЛСА правого ГС по способу Brostrom-Gould, сразу после операции наложена полиуретановая лонгета от кончиков пальцев до верхней трети голени. Дальнейшее лечение проходило по описанному выше алгоритму, осложнений не наблюдалось.

На осмотре спустя 3 месяца после операции пациентка отмечала

наличие ноющих болей в наружном отделе правого ГС к вечеру после длительной ходьбы в течение дня. Проблем при ходьбе по неровным поверхностям не испытывала. При клиническом осмотре отека, деформации, нарушения контуров наружного отдела ГС не определялось. Стресс-тесты, симптом осевой нагрузки отрицательные. Отмечалось незначительное ограничение объема движений. Результат по шкале AOFAS составил 95 баллов.

На осмотре через 6 месяцев пациентка жалоб не предъявляла, ограничений в бытовой деятельности не отмечала, вернулась к тренировкам по волейболу, оценивала свое состояние как отличное. Результаты стресс-тестов отрицательные. Объем движений во фронтальной и сагиттальной плоскостях полный. По шкале AOFAS результат составил 100 баллов, оценен как отличный. Через 12 месяцев жалоб также не предъявляла. Результаты клинического осмотра и оценка по шкале AOFAS аналогичны.

Через 1 год после операции на стресс-Rg было выявлено смещение таранной кости кпереди на 3 мм и наклон таранной кости кнаружи 5° , что соответствует норме. По данным МРТ и УЗИ целостность обеих связок не нарушена, других признаков повреждения связок также не отмечалось.

По данным подометрии ЦШ симметричен, стабильность походки, время наступления фаз перекатов стоп и их продолжительность не нарушены, КА составил 3%. Все данные соответствуют норме. По данным стабиллометрии зарегистрировано уменьшение площади ЦД, уменьшение его отклонения в горизонтальной и вертикальной плоскостях, снижение индекса энергозатрат с ОГ в 1,66 раз, с ЗГ — в 1,78 раз, увеличение значения функции равновесия с 40 до 75 баллов и уменьшение влияния зрения на функцию равновесия до 280 баллов, что соответствовало референтным значениям.

Таким образом, у данной пациентки MBG показал себя с лучшей стороны: стабильность сустава была восстановлена, болевой синдром купирован, пациентка смогла вернуться к регулярным занятиям спортом.

Концепция анатомического восстановления имеет важный недостаток –

прямое влияние качества местных тканей на эффективность и возможность применения операции. При значительном рубцовом перерождении связочного аппарата если и получится выполнить шов связок, прочность соединения будет недостаточной для устранения явлений нестабильности.

Клинический пример 2 иллюстрирует результат MBG у пациента с 10-летним анамнезом заболевания.

Клинический пример 2. Пациент Т., 40 лет, впервые подвернул левую стопу в 2011 году во время прогулки на природе. За медицинской помощью не обращался, сустав не иммобилизовал. Незначительно выраженный болевой синдром продолжался на протяжении примерно 3 недель, затем спонтанно купирован.

Пациент занимался футболом на любительском уровне, играл с коллегами каждую неделю. После травмы во время игры отмечал ощущение нестабильности в суставе. Примерно с 2014 года повторно подвернул левую стопу, за медицинской помощью также не обращался. Отмечает, что начал подворачивать левую стопу во время каждой игры, т.е. 1 раз в неделю. Примерно 3 года назад начал беспокоить болевой синдром, усиливающийся при ходьбе и беге, усилился летом 2020 года. Пациент обратился к хирургу поликлиники по месту жительства, назначен курс консервативного лечения. На фоне лечения положительного эффекта не отмечено. Пациент самостоятельно сделал МРТ и обратился за консультацией в Клиники СамГМУ.

При внешнем осмотре отмечена сглаженность контуров наружного отдела левого ГС. При пальпации определялась умеренная болезненность на верхушке наружной лодыжки. АДТ и варус-тест положительные. Объем движений в сагиттальной плоскости – 35⁰, во фронтальной плоскости — 16⁰. Оценка по шкале AOFAS составляла 49 баллов.

На стандартных рентгенограммах в передне-задней и боковой проекциях определялось уменьшение ширины суставной щели относительно правой стороны, участки субхондрального склероза большеберцовой и

таранной костей. При стресс-Rg было выявлено смещение таранной кости кпереди слева на 12 мм, наклон таранной кости кнаружи - 18° . На МРТ отмечен повышенный сигнал от ПТМС и ПМС, визуализирован отрыв ПТМС от места проксимального прикрепления, волнообразный контур ПМС. Рекомендовано выполнить УЗИ, по результатам которого обнаружены гипоэхогенность ПТМС и её отрыв от места прикрепления к наружной лодыжке, а также снижение эхогенности ПМС.

По данным подометрии определяли асимметрию ЦШ, нарушение стабильности походки, КА – 9% (скрытая хромота). Стабилометрические показатели до операции были следующие: площадь ЦД (S) с открытыми глазами (ОГ) – 62 мм², с ЗГ – 150,4 мм², отклонение ЦД по оси X с ОГ – 4,8 мм, с ЗГ – 16,8 мм, отклонение ЦД по оси Y с ОГ – 88,7 мм, с ЗГ – 101,6 мм, индекс энергозатрат (А) с ОГ – 33,84 Дж, с ЗГ – 115,98 Дж, оценка функции равновесия – 33 балла, оценка влияния зрения на функцию равновесия – 325.

По данным клинического, инструментального и функционального исследований была диагностирована ХПЛНГС слева, рекомендовано оперативное лечение. 18.01.2021 года выполнено восстановление ЛСА левого ГС по способу Brostrom-Gould. Дальнейшее ведение осуществлялось по уже описанному плану. Послеоперационный период без осложнений.

На осмотре спустя 3 месяца после операции пациент отмечал наличие ноющей боли после в вечернее время, если проходил за день более 3 кварталов. Пациент ощущал неуверенность при ходьбе по неровной поверхности, поэтому избегал отдыха на природе. При клиническом осмотре отмечен незначительный отек в наружном отделе левого ГС. Стресс-тесты, симптом осевой нагрузки отрицательные. Отмечалось незначительное ограничение объема движений во фронтальной и сагиттальной плоскостях. Результат по шкале AOFAS составил 66 баллов.

На следующем осмотре ещё через 3 месяца (полгода после операции) пациент продолжал предъявлять жалобы на болевой синдром в конце дня,

хотя теперь мог пройти до 6 кварталов за день. Сложности с передвижением по рельефным поверхностям сохранялись. Отмечено увеличение объема движений стопой в сагиттальной плоскости до 45° , незначительное ограничение инверсии. Стресс-тесты, симптом осевой нагрузки отрицательные. Результат по шкале AOFAS – 72 балла.

Спустя 12 месяцев пациент продолжал отмечать жалобы на болевой синдром. Ограничений в профессиональной деятельности не отмечал, но вернуться к игре в футбол не смог, также отказался от активного отдыха. Результат варус-теста положительный, ADT отрицательный. Объем движений в сагиттальной плоскости 53° , во фронтальной - 30° . По шкале AOFAS результат составил 64 балла, оценен как неудовлетворительный.

На стресс-Rg выявлено смещение таранной кости кпереди на 6 мм и наклон таранной кости кнаружи 15° , что говорит о состоятельности ПТМС, но указывает на повторный разрыв ПМС. По данным МРТ выявлен волнистый контур и повышенный сигнал от ПТМС, разрыв ПМС в месте проксимального прикрепления. По данным УЗИ выявлено снижение эхогенности ПТМС, разрыв ПМС.

По данным подометрии ЦШ асимметричен, стабильность походки, время наступления фаз перекатов стоп и их продолжительность нарушены, КА составил 6%, что меньше значения до лечения, но всё же не является нормальным, соответствуя скрытой хромоте. Все данные соответствуют норме. По данным стабилometрии зарегистрировано уменьшение площади ЦД с ОГ на 23%, с ЗГ – на 13% по сравнению с дооперационными значениями, наблюдалось незначительное уменьшение отклонения ЦД в горизонтальной и вертикальной плоскостях с ОГ и ЗГ, снижение индекса энергозатрат примерно на 28% как с открытыми, так и с закрытыми глазами, увеличение значения функции равновесия на 15 баллов до 48 и уменьшение влияния зрения на функцию равновесия с 325 до 309 баллов, что не соответствовало референтным значениям.

Таким образом, у данного пациента MBG не дала ожидаемого эффекта. Учитывая данные через 1 год после операции, можно заключить, что у пациента наступил рецидив нестабильности ГС и ему требуется повторное оперативное лечение.

Выявленные подчас неудовлетворительные результаты оперативного лечения пациентов с застарелым повреждением ЛСА ГС, рецидивы нестабильности, снижение качества жизни больных позволили нам предложить новый способ оперативного вмешательства (патент РФ на изобретение № 2758131 от 26.10.2021 г. «Способ хирургического лечения пациентов с латеральной нестабильностью голеностопного сустава»), проанализировать показания к разным операциям в зависимости от давности заболевания [29].

В 1991 году S. Horibe, K. Shino, I. Taga, M. Inoue, K. Ono предложили способ хирургического лечения пациентов с застарелым повреждением ПТМС путем проведения сухожильного аллотрансплантата через места анатомического прикрепления связки к таранной и малоберцовой кости и завязыванием нитей на пуговицах [179].

Большой операционный доступ, повышенная травматичность, большой размер фиксаторов являлись недостатками данного способа. Этот способ был взят нами за прототип для разработки нового способа хирургического лечения с целью уменьшения осложнений и недостатков, улучшения качества лечения, сокращения сроков восстановления в послеоперационном периоде, более раннего возобновления бытовой и профессиональной деятельности.

По предлагаемому нами способу оперативное пособие было выполнено 33 пациентам. Из них критериям включения в исследование соответствовали 20 пациентов. Этапы и техника нового способа анатомической реконструкции ЛСА ГС с применением сухожильного аутооттрансплантата и современных наkostных фиксаторов. Пациент лежит на спине. Первым этапом через разрез длиной 4 см по передне-медиальной поверхности

верхней трети голени при помощи диссектора тупо выделяют сухожилие полусухожильной мышцы (Рисунок 8), отсекают его дистально, прошивают свободный конец. Теновыделителем выполняют забор сухожилия полусухожильной мышцы. Рану ушивают. Сухожилие обрабатывают, удаляя остатки мышечной ткани. Свободные концы аутотрансплантата прошивают нерассасывающейся нитью. Нити одного конца трансплантата продевают через отверстия в кортикальной пуговице. Трансплантат растягивают и проводят через замкнутую петлю накостного фиксатора.



Рисунок 8 – Этап операции 1. Забор сухожилия полусухожильной мышцы

Вторым этапом осуществляют доступ к шейке таранной кости по наружной поверхности голеностопного сустава. Линейным разрезом длиной 2 см в проекции шейки таранной кости рассекают кожу. Тупо и остро выполняют доступ к связке, выделяя её дистальный конец с визуализацией места прикрепления к таранной кости. Через центр шейки таранной кости, перпендикулярно длиннику кости, под контролем ЭОП проводят спицу Киршнера диаметром 1 мм в месте дистального прикрепления ПТМС. По

спице канюлированным сверлом диаметром 4,5 мм рассверливают канал на 10 мм меньше толщины кости (Рисунок 9).



Рисунок 9 - Схема операции, этап 2. Выполнение канала в шейке таранной кости, входное отверстие соответствует месту прикрепления передней таранно-малоберцовой связки

Третьим этапом по передней поверхности и под верхушкой наружной лодыжки выполняют линейные разрезы длиной 2 см. Тупо и остро выполняют доступ к кости, обнажая места проксимального прикрепления ПТМС и ПМС. В наружной лодыжке формируют сквозной Г-образный канал так, чтобы его отверстия открывались в местах прикрепления связок (Рисунок 10).

Четвертым этапом в области пяточной кости выполняют линейный разрез длиной 2 см. Мягкие ткани тупо и остро разводят. В центре тела пяточной кости в месте дистального прикрепления ПМС под ЭОП-контролем формируют сквозной канал, диаметр которого соответствует диаметру используемого интерферентного винта (Рисунок 11).

Пятым этапом петлю аутотрансплантата, сложенного пополам, на накостном фиксаторе (кортикальной пуговице) проводят через канал в шейкетаранной

кости снаружи внутрь и фиксируют накостным фиксатором с внутренней стороны кости (Рисунок 12).

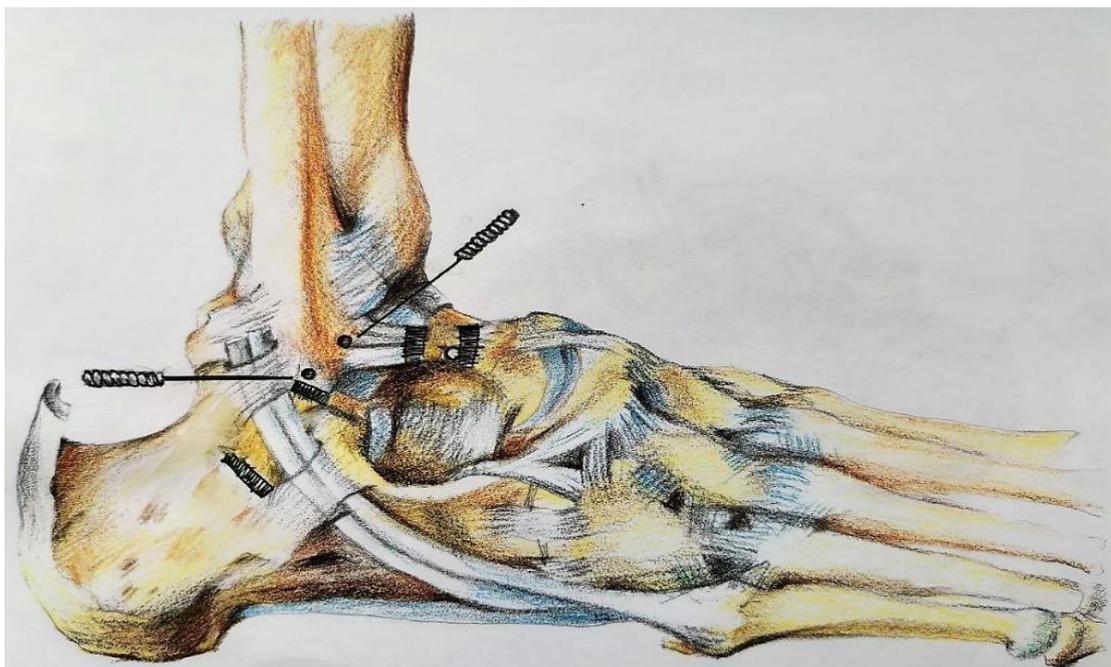


Рисунок 10 - Схема операции, этап 3. Выполнение отверстий Г-образного канала в малоберцовой кости, соответствующих местам проксимального прикрепления передней таранно-малоберцовой и пяточно-малоберцовой СВЯЗОК

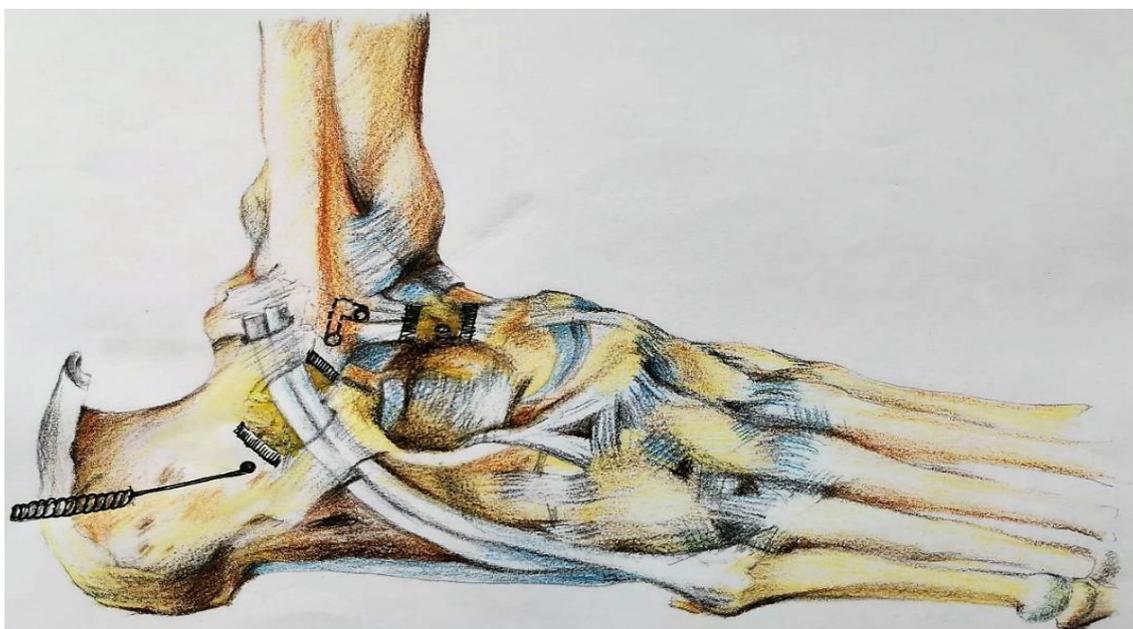


Рисунок 11 - Схема операции, этап 4. Выполнение канала в пяточной кости, входное отверстие соответствует месту дистального прикрепления пяточно-малоберцовой связки

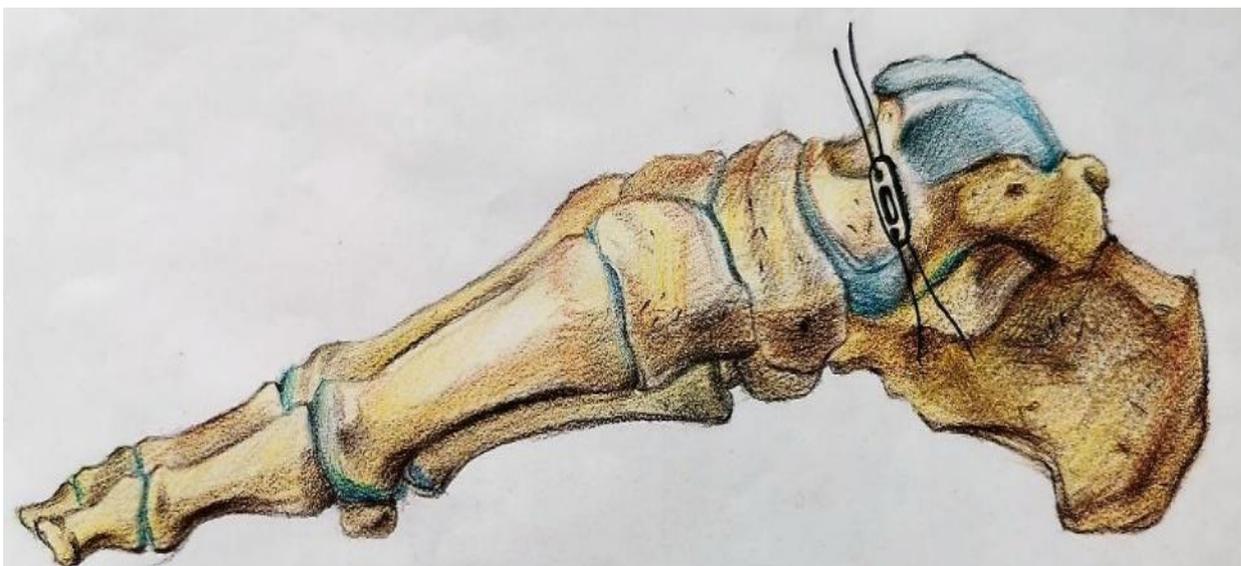


Рисунок 12 - Схема операции, этап 5. Расположение кортикальной пуговицы на медиальной поверхности шейки таранной кости

Свободные прошитые концы трансплантата проводят через Г-образный канал в наружной лодыжке, а затем через канал в пяточной кости снаружи внутрь. Стопу выводят в нейтральное положение. Трансплантат фиксируют с оптимальным натяжением интерферентным винтом в канале пяточной кости (Рисунки 13 и 14). После проведения трансплантата оставшиеся концы связок (если позволяет их качество) подшивают поверх него для сохранения проприоцепции.



Рисунок 13 – Этап операции 5. Проведение сухожильного ауто трансплантата через Г-образный канал в малоберцовой кости

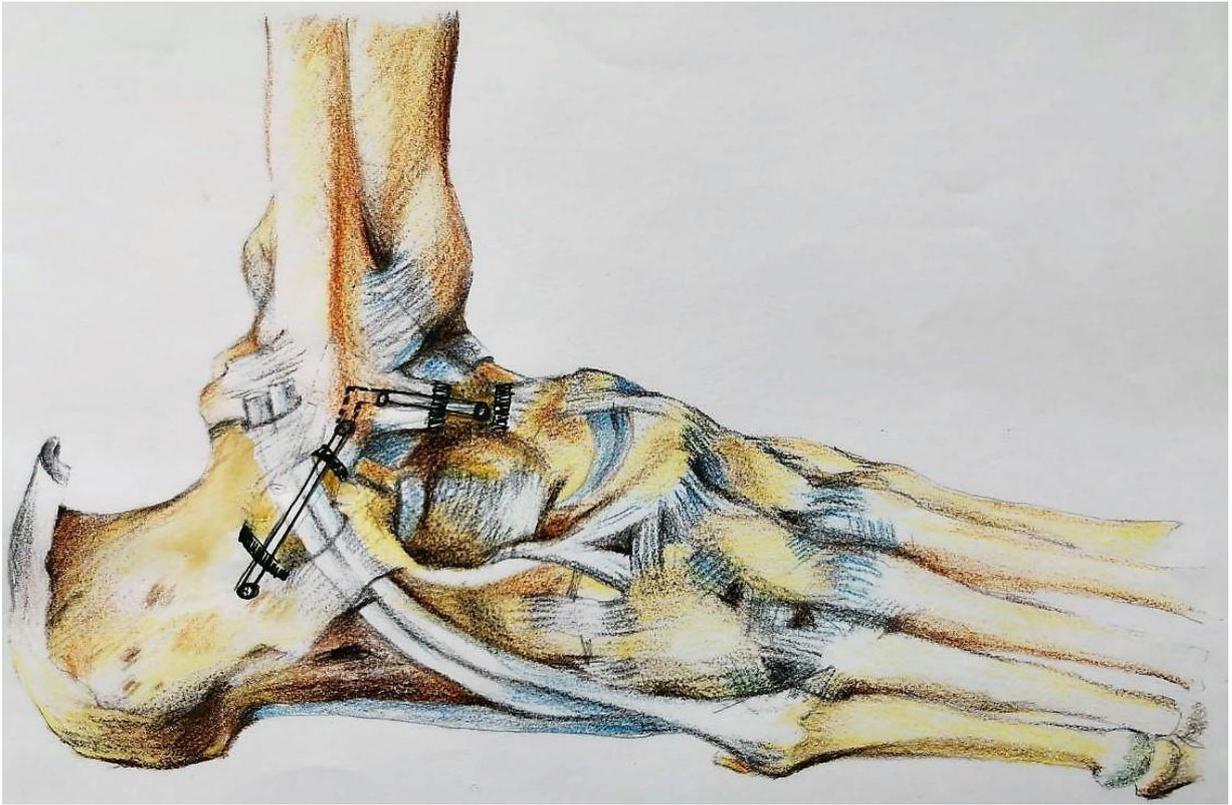


Рисунок 14 - Схема операции. Расположение трансплантата, проведенного через каналы в таранной, малоберцовой и пяточной кости

Использование накостного фиксатора (кортикальной пуговицы) для фиксации ауто трансплантата в шейке таранной кости дает ряд преимуществ, что выгодно отличает наш метод от существующих. При использовании такого способа фиксации сухожилие и кость контактируют на бóльшей площади поверхности, что увеличивает прочность сращения. К тому же, после удаления винта в кости остается канал, что увеличивает шанс перелома.

Использование ЭОП позволяет увеличить прецизионность и уменьшить хирургический доступ. Снижение уровня хирургической агрессии особенно актуально, учитывая малое количество мягких тканей в нижней трети голени и на стопе, а также особенности кровоснабжения таранной кости. На Рисунке 15 показано расположение разрезов при выполнении операции предложенным способом.



Рисунок 15 – Расположение разрезов на коже при операции новым способом реконструкции латерального связочного аппарата голеностопного сустава

Современные фиксаторы позволяют пациенту заниматься ЛФК с первых дней после операции, что соответствует современному принципу травматологии и ортопедии – ранней реабилитации.

Вышеописанные достоинства выделяют предлагаемый нами способ на фоне других вариантов пластики ЛСА ГС. Реализация нового способа иллюстрируется Клиническим примером 3.

Клинический пример 3. Пациентка К., 15 лет, впервые подвернула правую стопу в 2019 году во время урока физкультуры. За медицинской помощью не обращалась, лечилась самостоятельно мазью с НПВС. Со слов пациентки, отек под наружной лодыжкой сохранялся несколько недель, как и болевой синдром. Спустя месяц подвернула стопу повторно.

В последующем отмечала эпизоды подворачивания стопы раз в 4 недели, затем участились до 1 эпизода в 2 недели. Поскольку болевой

синдром был умеренным, а отек незначительным, за медицинской помощью не обращалась.

При внешнем осмотре видимой деформации в области правого ГС не отмечено. При пальпации определялась умеренная болезненность по ходу ПТМС и на вершуске наружной лодыжки. АДТ положительный, варус-тест отрицательный. Объем движений в сагиттальной плоскости – 27° , во фронтальной плоскости — 34° . Оценка по шкале AOFAS составляла 58 баллов.

На стандартных рентгенограммах в передне-задней и боковой проекциях патологических изменений отмечено не было. При стресс-Rg было выявлено смещение таранной кости кпереди на 11 мм и наклон таранной кости кнаружи 18° (Рисунок 16).

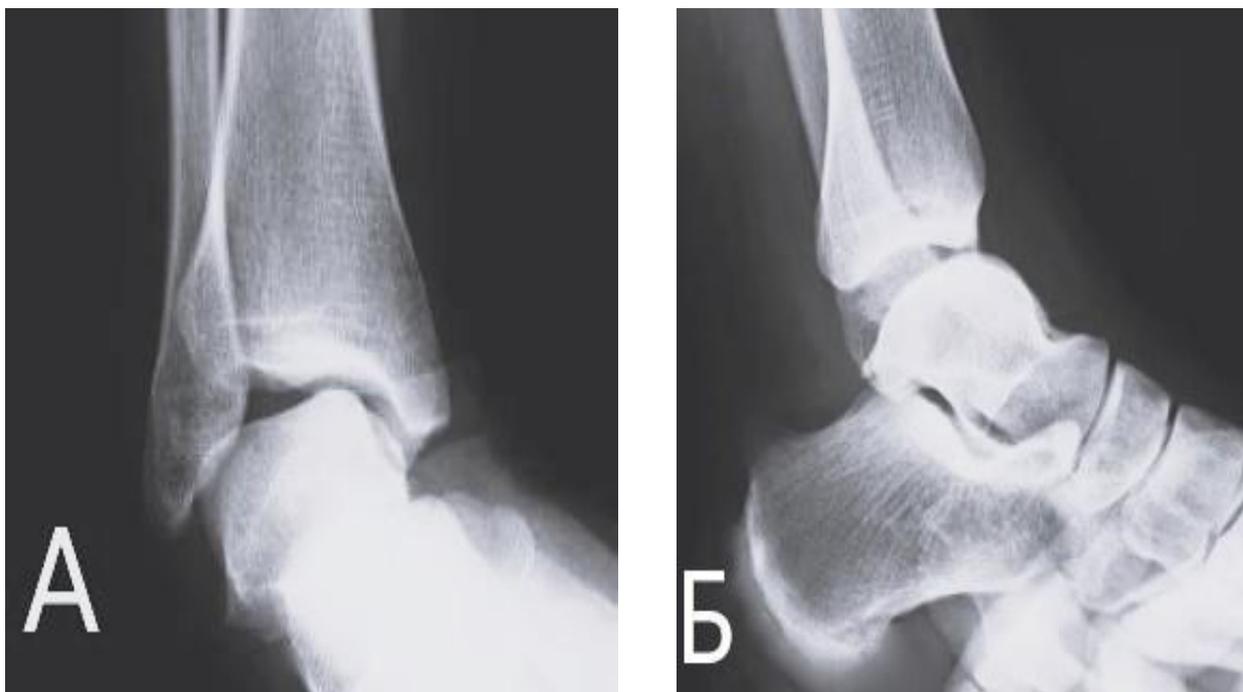


Рисунок 16 – Рентгенография правого голеностопного сустава с проведением стресс-тестов пациентки основной группы К., 15 лет: А – смещение таранной кости кпереди 11 мм (тест "переднего выдвигающего ящика" положительный); Б – наклон таранной кости внутрь 5° (варус-тест отрицательный).

На МР-томограммах отмечали волнистый контур ПТМС, повышенный Асигнал от ПМС в месте дистального прикрепления (Рисунок 17)

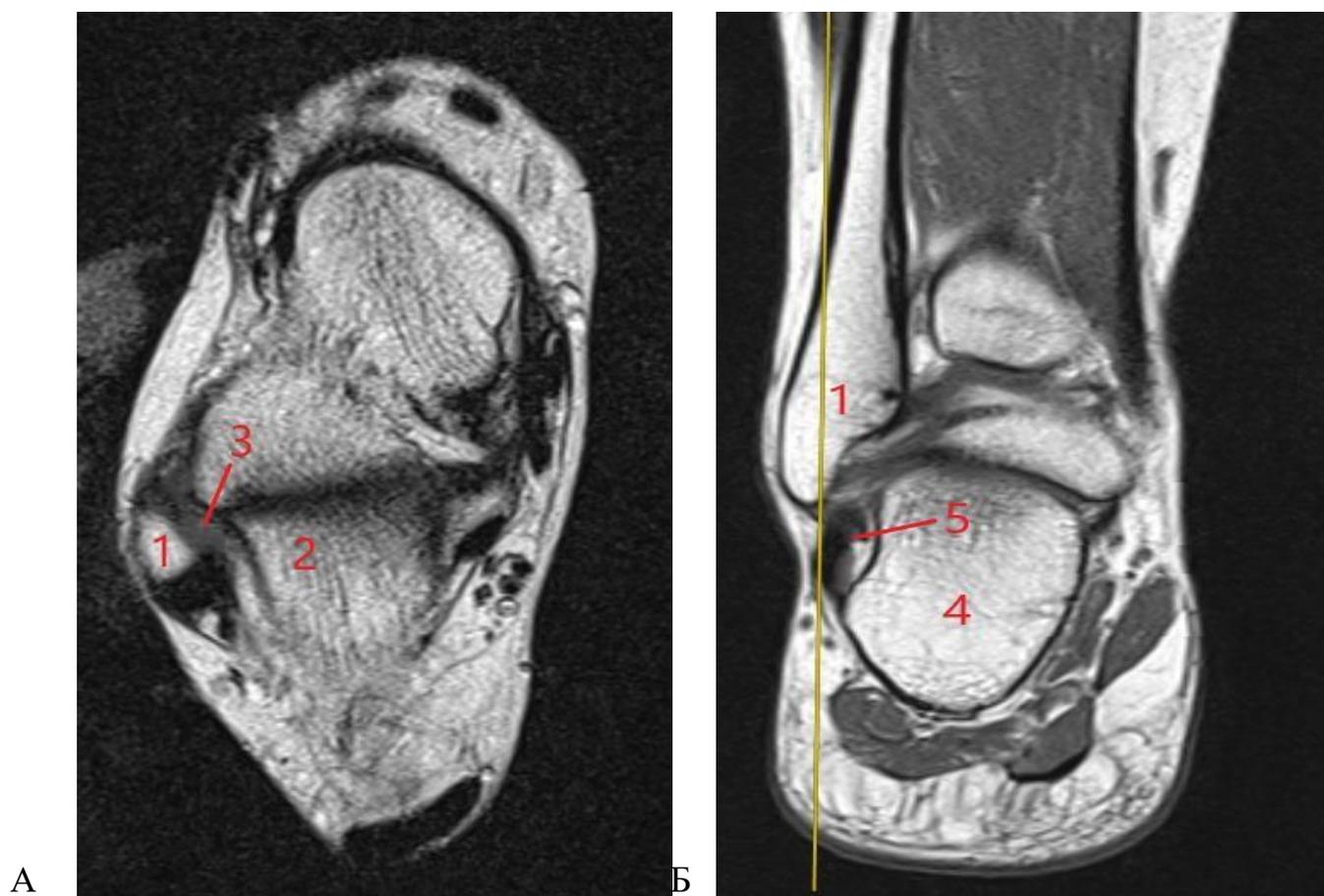


Рисунок 17 - Магнитно-резонансная томография правого голеностопного сустава пациентки основной группы К., 15 лет: 1 – наружная лодыжка, 2 – таранная кость, 3 – передняя таранно-малоберцовая связка (волнистый контур, 4 – пяточная кость, 5 – пяточно-малоберцовая связка (повышенный сигнал в месте прикрепления к пяточной кости).

При УЗИ отмечали разрыв передней таранно-малоберцовой связки, нарушение целостности в месте проксимального прикрепления пяточно-малоберцовой связки (Рисунок 18).

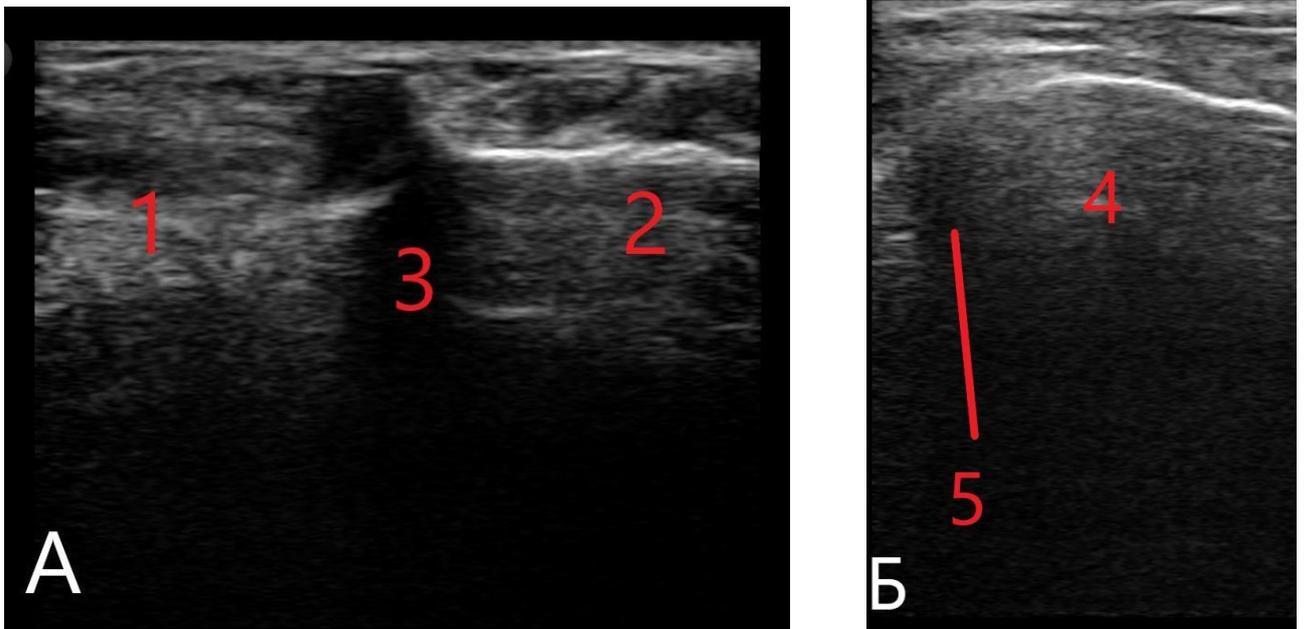


Рисунок 18 — Ультразвуковое исследование пациентки основной группы К., 15 лет. А — визуализация передней таранно-малоберцовой связки: 1 — проксимальный фрагмент, 2 — дистальный фрагмент, 3 — разрыв связки в средней трети. Б — визуализация пяточно-малоберцовой связки: 4 — наружная лодыжка, 5 — отрыв связки от места проксимального прикрепления.

По данным подометрии определяли асимметрию ЦШ, нарушение стабильности походки, КА – 7%. Стабилметрические показатели до операции были следующие: площадь ЦД (S) – 155,3 мм², отклонение ЦД по оси X с открытыми глазами (ОГ) – -3,8 мм, с закрытыми глазами (ЗГ) – -8,88 мм, отклонение ЦД по оси Y с ОГ – 89,7 мм, с ЗГ – 98,1 мм, индекс энергозатрат (А) с ОГ — 27,18 Дж, с ЗГ — 96,1 Дж, с ЗГ — 1894,66 мВт, оценка функции равновесия 49 баллов, оценка влияния зрения на функцию равновесия — 330.

По данным клинического, инструментального и функционального исследований была диагностирована хроническая латеральная нестабильность правого голеностопного сустава, предложено оперативное лечение. 01.08.2021 года выполнена пластика ЛСА правого ГС новым

способом, сразу после операции наложена полиуретановая лонгета от кончиков пальцев до верхней трети голени. Дальнейшее лечение проходило по описанному выше алгоритму, осложнений не наблюдалось.

На осмотре спустя 3 месяца после операции пациентка отмечала наличие ноющих болей в наружном отделе правого ГС к вечеру после длительной ходьбы, однако ежедневно проходила около 15000 шагов. Избегала прогулок на природе и по неровным поверхностям, т. к. после них болевой синдром беспокоил сильнее.

При клиническом осмотре отека, деформации, нарушения контуров наружного отдела ГС не определялось. Стресс-тесты, симптом осевой нагрузки отрицательные. Объем движений в сагиттальной плоскости полный, отмечалось незначительное ограничение инверсии стопы. Результат по шкале AOFAS составил 82 балла, оценен как хороший. Пациентке было разрешено посещать уроки физкультуры в общей группе, рекомендовано продолжать упражнения для поддержания силы и проприоцептивной тренировки малоберцовых мышц, а также увеличения объема движений в суставе.

На осмотрах в 6 и 12 месяцев пациентка жалоб не предъявляла, ограничений в бытовой деятельности не отмечала, занималась спортом (волейболом), активным отдыхом, оценивало свое состояние как отличное. Результаты стресс-тестов отрицательные. Объем движений во фронтальной и сагиттальной плоскостях удовлетворительный. По шкале AOFAS результат составил 100 баллов, оценен как отличный.

Через 1 год после операции на стресс-Rg было выявлено смещение таранной кости кпереди на 4 мм и наклон таранной кости кнаружи 5° , что соответствует норме. По данным МРТ и УЗИ целостность обеих связок не нарушена, других признаков повреждения связок также не отмечалось.

По данным подометрии ЦШ симметричен, стабильность походки, время наступления фаз перекатов стоп и их продолжительность не нарушены, КА составил 2%. Все данные соответствуют норме. По данным стабилometрии зарегистрировано уменьшение площади ЦД, его приближение

к нулю по горизонтальной и вертикальной осям, снижение индекса энергозатрат с ОГ в 1,6 раз, с ЗГ — в 2,1 раз, увеличение значения функции равновесия с 49 до 78 баллов и уменьшение влияния зрения на функцию равновесия с 330 до 270 баллов, что соответствовало референтным значениям.

Из приведенного примера видно, что пластика ЛСА ГС новым способом является эффективным методом устранения нестабильности в суставе.

Для оценки эффективности предложенного нового способа реконструкции латерального связочного аппарата голеностопного сустава мы провели сравнение результатов его применения и выполнения классического способа анатомического восстановления ЛСА ГС. Это в дальнейшем также позволило нам предложить алгоритм выбора способа оперативного вмешательства в зависимости от давности заболевания.

ГЛАВА 4. ОБОСНОВАНИЕ ДИАГНОСТИЧЕСКОГО ПОДХОДА У ПАЦИЕНТОВ С ПОВРЕЖДЕНИЕМ ЛАТЕРАЛЬНОГО СВЯЗОЧНОГО АППАРАТА ГОЛЕНОСТОПНОГО СУСТАВА

4.1. Результаты дооперационного обследования пациентов групп исследования

Обследование пациентов начинали с клинического осмотра, включающего определение объема движений в ГС и подтаранном суставах в сагиттальной (сгибание – разгибание) и фронтальной (инверсия – эверсия) плоскостях. Согласно результатам измерений, объем движений в сагиттальной плоскости варьировал от 20° до 55° (Me = 28°). Объем ротационных движений составил в среднем $24,6^{\circ} \pm 10,7^{\circ}$. Выраженных различий в объеме движений суставов до операции в основной и контрольной группах не наблюдали (Таблица 4).

Таблица 4 - Результаты клинических измерений объема движений в голеностопном и подтаранном суставах до операции у пациентов групп сравнения

Объем движений	Все пациенты	Основная группа	Группа контроля	p-value
В сагиттальной плоскости, градусы	28 (20; 55)	26 (17,5; 55,5)	33 (25; 48)	0,17
Во фронтальной плоскости, градусы	24,6(10,7)	23,4(10,3)	25,8(11,3)	0,49

Были проанализированы результаты стресс-тестов, результаты которых приведены в Таблице 5. Важно было определить количество положительных результатов, чтобы оценить эффективность тестов и в последующем сравнить эффективность клинических, инструментальных и функциональных

методов исследования.

Таблица 5 - Количество положительных результатов клинических стресс-тестов оценки стабильности латерального отдела голеностопного сустава

Положительный результат стресс-тестов	Все пациенты	Основная группа	Группа контроля	p-value
Варус-тест	28 (68,3%)	14 (70%)	14 (66,7%)	0,824
Тест ADT	31 (75,6%)	15 (75%)	16 (76,2%)	0,932

Число положительных результатов варус-теста и ADT было сопоставимо у пациентов обеих групп сравнения. Также необходимо отметить, что при выполнении ADT положительный результат отмечали чаще, чем при выполнении варус-теста. Это сопоставимо с данными отечественной и зарубежной литературы [25,77].

Следующим этапом обследования пациентов была рентгенография с проведением стресс-тестов. Так же, как в случае клинического обследования, было изучено количество положительных результатов тестов. Результаты приведены в Таблице 6.

Таблица 6 - Количество положительных результатов рентгенологической диагностики латеральной нестабильности голеностопного сустава с проведением стресс-тестов у пациентов групп исследования

Положительный результат стресс-рентгенографии	Все пациенты	Основная группа	Группа контроля	p-value
Варус-тест	35 (85,4%)	20 (100%)	15 (71,5%)	0,02
Тест ADT	37 (90,2%)	17 (85%)	20 (95,2%)	0,34

Как видно из Таблиц 5 и 6, при рентгенологическом исследовании наблюдали преобладание положительных результатов. Данную картину отмечали как среди всей выборки пациентов, так и в каждой группе.

Нами была проанализирована частота выявления признаков повреждения связок по данным МРТ (Таблица 7). Не было выявлено статистически значимой зависимости между конкретной связкой и наиболее часто встречающимся симптомом

Таблица 7 - Частота выявления признаков повреждения передней таранно-малоберцовой и пяточно-малоберцовой связок по данным магнитно-резонансной томографии до операции

Признак повреждения	Все пациенты			Основная группа				Группа контроля				p-value			
	Разрыв	Волнистый контур	Повышенный сигнал	Разрыв	Волнистый контур	Повышенный сигнал	Разрыв	Волнистый контур	Повышенный сигнал	Разрыв	Волнистый контур	Повышенный сигнал	Разрыв	Волнистый контур	Повышенный сигнал
Передней таранно-малоберцовой связки	18 43,9 %	20 48,8%	21 51,2%	6 30 %	14 70%	9 45%	12 57,1 %	6 28,6%	12 57,1%	0,083	0,007	0,449			
Пяточно-малоберцовой связки	16 39,0 %	20 48,8%	21 51,2%	10 50 %	11 55%	9 45%	6 28,6 %	9 42,9%	12 57,1%	0,169	0,449	0,449			

При исследовании ЛСА ГС методом УЗИ признаками повреждения служили визуализируемое место разрыва либо снижение эхо-сигнала от связки. Также, как и в случае с МРТ, статистически значимой корреляции между связками наружного отдела ГС и признаками их повреждения не выявлено. Результаты представлены в Таблице 8. По данным МР- и УЗ-исследований была изучена локализация повреждений передней таранно-малоберцовой и пяточно-малоберцовой связок.

Таблица 8 - Частота выявления признаков повреждения передней таранно-малоберцовой и пяточно-малоберцовой связок по данным ультразвукового исследования до операции у пациентов групп сравнения

Признаки повреждения связок	Все пациенты		Основная группа		Группа контроля		p-value	
	Разрыв	Сниженный сигнал	Разрыв	Сниженный сигнал	Разрыв	Сниженный сигнал	Разрыв	Сниженный сигнал
Передняя таранно-малоберцовая связка	27 (65,9%)	29 (70,7%)	11 (55%)	17 (85%)	16 (76,2%)	12 (57,1%)	0,162	0,051
Пяточно-малоберцовая связка	28 (68,3%)	27 (65,9%)	16 (80%)	14 (70%)	12 (57,1%)	13 (61,9%)	0,12	0,595

Согласно полученным результатам, наиболее часто повреждение ПТМС отмечали на протяжении, в то время как в случае ПМС чаще обнаруживали её отрыв от места прикрепления к малоберцовой кости. Отрыв связок от мест их дистального прикрепления наблюдали наименее часто. Подробно данные по локализации повреждения связок у пациентов групп исследования приведены в Таблице 9.

Таблица 9 - Локализация повреждений передней таранно-малоберцовой и пяточно-малоберцовой связок, выявленная при помощи магнитно-резонансной томографии и ультразвукового исследования

Показатель	Уровень повреждения	Все пациенты	Основная группа	Контрольная группа	p-value
Локализация повреждения передней таранно-малоберцовой связки	дистально	1 (2,4%)	1 (5%)	0 (0%)	0,73
	на протяжении	24 (58,5%)	12 (60%)	12 (57,1%)	
	проксимально	16 (39%)	7 (35%)	9 (42,9%)	
Локализация повреждения пяточно-малоберцовой связки	дистально	1 (2,4%)	0 (0%)	1 (4,8%)	0,62
	на протяжении	18 (43,9%)	8 (40%)	10 (47,6%)	
	проксимально	22 (53,7%)	12 (60%)	10 (47,6%)	

Результаты обследования пациентов групп сравнения по шкале AOFAS приведены в Таблице 10. У пациентов обеих групп исследования в дооперационном периоде отмечали неудовлетворительный результат. При этом, пациенты основной и контрольной групп сопоставимы.

Таблица 10 - Результаты предоперационного обследования пациентов групп сравнения по American Ortopaedic Foot and Ankle Society Ankle-Hindfoot scale (AOFAS), баллы

Показатель	Все пациенты	Основная группа	Контрольная группа	p-value
Результат по шкале AOFAS, баллы	58 (49; 75)	60,5 (48; 74)	58 (49; 75)	0,94

Клинический анализ ходьбы

При проведении подометрии изучали симметричность цикла шага, стабильность походки, время наступления фаз перекатов стоп и их продолжительность, коэффициент асимметрии (КА). Разницу КА менее 5% считали нормой, 5-10% соответствовала скрытой хромоте, более 10% – явной хромоте (её было видно невооруженным глазом).

С помощью стабилometрии оценивали динамику средней длины центра давления (ЦД), средней скорости ЦД, площадь статокинезиограммы, отклонение ЦД от осей X и Y, а также индекс энергозатрат (Таблица 11).

Согласно данным функционального исследования, приведенным в Таблице 11, пациенты групп сравнения были сопоставимы. Из таблицы видно, что чаще всего у пациентов регистрировали скрытую хромоту (медиана КА = 7%). Как уже было сказано, внешне такое изменение походки не определяется. Этот факт подтверждает важность клинического анализа.

Таблица 11 - Результаты клинического анализа ходьбы пациентов группы сравнения в дооперационном периоде

Показатели	Все пациенты	Основная группа	Контрольная группа	p-value
Коэффициент асимметрии (КА)	7 (4; 9)	7 (4; 9)	7 (3; 9)	p=0,78
Стабилометрия (L – ОГ)	279,8 (248,3; 302,6)	278,1 (248,3; 297,7)	289,7 (255,3; 302,6)	p=0,79
Стабилометрия (L – ЗГ)	433,2 (429,4; 453,9)	435,8 (429,3; 461,4)	431,1 (429,4; 449,4)	p=0,36
Стабилометрия (V – ОГ)	11,6±1,2	11,6±1,2	11,5±1,2	p=0,69
Стабилометрия (V – ЗГ)	18,5±1,7	18,5±1,9	18,5±1,6	p=0,97
Стабилометрия (S – ОГ)	57,4±4,1	57,1±4,7	57,6±3,5	p=0,69
Стабилометрия (S – ЗГ)	143,4±6,9	144,1±7,6	142,7±6,2	p=0,50
Стабилометрия (X – ОГ)	-2,1 (-3,2; 3,8)	-2,1 (-3,3; 2,32)	1,7 (-3; 4,1)	p=0,21
Стабилометрия (X – ЗГ)	-5,8 (-6,8; 10,1)	-5,8 (-6,95; 6,07)	5,2 (-6,8; 10,4)	p=0,18
Стабилометрия (Y – ОГ)	89,3 (87,6; 90,1)	89,3 (86,7; 89,9)	89,3 (88,6; 90,1)	p=0,45
Стабилометрия (Y – ЗГ)	98,1 (87,9; 100,5)	99,1 (87,1; 100,5)	96,4 (95,7; 100,5)	p=0,81
Стабилометрия (A – ОГ)	27,9±4,3	27,4±4,5	28,3±4,2	p=0,49
Стабилометрия (A – ЗГ)	84,2 (60; 85,5)	84,7 (59,7; 98,2)	78,9 (60; 84,7)	p=0,73
Стабилометрия (P – ОГ)	754,4 (610,4; 784,2)	758,5 (610,4; 788,3)	730,5 (654,5; 783,2)	p=1,00
Стабилометрия (P – ЗГ)	1800,7 (1794,5; 1900,1)	1897,1 (1795,4; 2022,6)	1795,6 (1784,5; 1899,6)	p=0,11
Стабилометрия (оценка функции равновесия)	49 (37; 57)	45,5 (36,5; 60)	51 (40; 55)	p=1,00
Стабилометрия (влияние органа зрения на функцию равновесия)	315,6±9	315,7±9,4	315,5±9	p=0,95

L - Средняя длина центра давления (ЦД), мм; V - средняя скорость ЦД, мм/с;
S - площадь статокинезиограммы, мм²; X - отклонение ЦД от нуля по оси X;
Y - отклонение ЦД от нуля по оси Y; A - индекс энергозатрат, Дж.

4.2. Алгоритм диагностики застарелых повреждений латерального связочного аппарата голеностопного сустава

Нами была поставлена задача обосновать выполнение оптимального инструментального обследования пациентов с застарелыми повреждениями ЛСА ГС. Выявить ценность каждого исследования, оценить выявляемость или пропуск повреждений структур связочного аппарата при разных обследованиях, их корреляцию между собой.

Интраоперационно было выявлено повреждение ПТМС и ПМС у всех пациентов. Точность определения повреждения ПТМС клиническими стресс-тестами составила 75,6%, ПМС – 68,3%; методом стресс-рентгенографии точность определения повреждения ПТМС составила 90,2%, ПМС – 80,4%; методом МРТ точность определения повреждения ПТМС составила 100%, ПМС – 100%; по УЗИ, аналогично МРТ, 100% для каждой связки.

Выявляемость повреждений связок методом стресс-рентгенографии статистически значимо не отличалась от результатов клинических тестов ($p=0,14$ для ПТМС, $p=0,11$ для ПМС).

При этом, частота выявления повреждений связок методом МРТ или УЗИ была статистически значимо выше, чем клиническими стресс-тестами ($p=0,001$ для ПМС, $p<0,001$ для ПМС), и, соответственно, стресс-рентгенографией. Особенно актуально это для определения повреждений ПМС ($p=0,03$). Полученные данные отображены в Таблице 12.

Далее была проанализирована согласованность методов между собой. Поскольку в данном случае единицей анализа является применение метода, а не непосредственно пациент, данные до и после лечения были объединены, результаты представлены в Таблице 13.

Для каждой пары методов рассчитывали показатель Каппа, который количественно характеризовал согласованность методов между собой (измеряется от 0 до 1, где 0 – методы абсолютно не согласованы, 1 – полная согласованность).

Таблица 12 - Частота выявления повреждения связок у пациентов групп сравнения клиническими и инструментальными методами

Метод	Исходно	Через 1 год
Клинические методы:		
ADT	31 (75,6%)	2 (4,9%)
Варус-тест	28 (68,3%)	3 (7,3%)
Стресс-рентгенография:		
ADT	37 (90,2%)	2 (4,9%)
Варус-теста	35 (85,4%)	3 (7,3%)
МРТ		
ПТМС	41 (100%)	4 (9,8%)
ПТМС разрыв	18 (43,9%)	0 (0%)
ПТМС волнистый контур	20 (48,8%)	4 (9,8%)
ПТМС повышенный сигнал	21 (51,2%)	4 (9,8%)
ПМС	41 (100%)	4 (9,8%)
ПМС разрыв	16 (39%)	1 (2,4%)
ПМС волнистый контур	20 (48,8%)	1 (2,4%)
ПМС повышенный сигнал	21 (51,2%)	3 (7,3%)
УЗИ		
ПТМС	41 (100%)	4 (9,8%)
ПТМС разрыв	27 (65,9%)	0 (0%)
ПТМС снижение эхогенности	29 (70,7%)	4 (9,8%)
ПМС	41 (100%)	4 (9,8%)
ПМС разрыв	28 (68,3%)	1 (2,4%)
ПМС снижение эхогенности	27 (65,9%)	3 (7,3%)

Таблица 13 - Сравнение согласованности выявления повреждений связочного аппарата клиническими и инструментальными методами

Сравниваемые методы		Выявили повреждение связок				Каппа[95% ДИ]	p
Метод 1	Метод 2	Оба	Тольк о мет. 1	Только мет. 2	Ни один		
Клин.	Рентген (АДТ+ Варус)	43 (52,4%)	3 (3,7%)	3 (3,7%)	33 (40,2%)	0,85 [0,77-0,96]	<0,001
Клин.	МРТ	43	3	2	34	0,88	<0,001
		(52,4%)	(3,7%)	(2,4%)	(41,5%)	[0,77-0,98]	
Клин.	УЗИ	43 (52,4%)	3 (3,7%)	2 (2,4%)	34 (41,5%)	0,88 [0,77-0,98]	<0,001
Рентген	МРТ	45 (54,9%)	1 (1,2%)	0 (0%)	36 (43,9%)	0,97 [0,93-1,00]	<0,001
Рентген	УЗИ	45 (54,9%)	1 (1,2%)	0 (0%)	36 (43,9%)	0,97 [0,93-1,00]	<0,001

Все методы показали статистически значимый согласованный результат. Значение Каппа варьируется от 0,85 до 0,99, что можно охарактеризовать как «практически идеальную согласованность». Но, стоит отметить, что при сравнении инструментальных методов и клинических, значение Каппа у МРТ и УЗИ выше, чем у рентгенографии (результат МРТ и УЗИ более согласован с результатами клинических методов). Между собой МРТ и УЗИ показывают полную согласованность (Каппа = 1, 45 выявляли, 35 не выявляли).

Поскольку УЗИ и МРТ показали лучшие результаты выявления повреждений связок ГС по сравнению со стресс-рентгенографией, а в парах «МРТ — стресс-рентгенография» и «УЗИ — стресс-рентгенография» доказана высокая согласованность (Каппа = 0,97), исключение стресс-рентгенографии из перечня исследований не снизит качество диагностики, но ускорит процесс обследования пациента и, что немаловажно, исключит лучевую нагрузку. Второе особенно актуально для молодых людей, которые как раз и составляют основную массу пациентов с ХПЛНГС.

Была проанализирована корреляция выявляемости повреждений ПТМС и ПМС методом МРТ с данными клинического и функционального исследований и шкалой AOFAS. В Таблице 14 представлены данные изучения ПТМС, в Таблице 15 – ПМС. Цель данного анализа – определить, можно ли заменить функциональную диагностику инструментальными методами исследования. При наличии разрыва ПТМС на МРТ у пациентов выше отклонение ЦД от нуля по оси X и с открытыми, и с закрытыми глазами (Рисунок 19). Других статистически значимых корреляций между разными видами повреждений ПТМС и диагностическими методами не было выявлено.

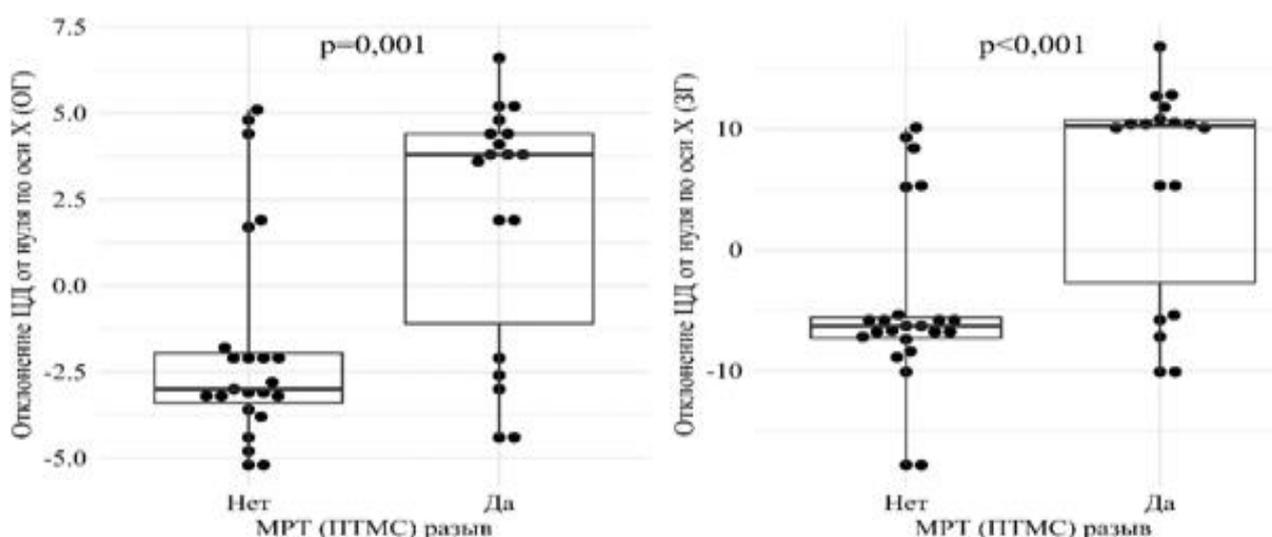


Рисунок 19 - Различия уровня отклонения ЦД от нуля по оси X в зависимости от наличия разрыва ПТМС по данным МРТ

Таблица 14 - Корреляция выявляемости повреждений передней таранно-малоберцовой связки (0 – нет, 1 – есть) методом МРТ и показателями объема движений, клинического анализа ходьбы, шкалой AOFAS

Показатели	Разрыв		Волнистый контур		Повышенный сигнал	
	r _G	p	r _G	p	r _G	p
Объем движений в сагиттальной плоскости	0,05	p=0,80	-0,24	p=0,19	0,02	p=0,91
Объем движений во фронтальной плоскости	0,03	p=0,87	-0,17	p=0,35	-0,07	p=0,72
Шкала AOFAS	-0,17	p=0,36	-0,04	p=0,84	-0,07	p=0,70
Подометрия (коэффициент асимметрии, %)	0,25	p=0,18	0,02	p=0,92	0,03	p=0,89
Средняя длина центра давления (ЦД), мм (ОГ)	0,2	p=0,29	-0,06	p=0,74	0,1	p=0,59
Средняя длина центра давления (ЦД), мм (ЗГ)	0,11	p=0,55	0,05	p=0,77	-0,01	p=0,97
Средняя скорость ЦД, мм/с (ОГ)	0,07	p=0,71	0	p=1,00	-0,02	p=0,91
Средняя скорость ЦД, мм/с (ЗГ)	0,32	p=0,08	0,04	p=0,82	-0,15	p=0,42
Площадь статокинезиограммы, мм ² (ОГ)	0,24	p=0,19	0,05	p=0,78	0,01	p=0,97
Площадь статокинезиограммы, мм ² (ЗГ)	0,19	p=0,32	-0,08	p=0,68	-0,05	p=0,80
Отклонение ЦД от нуля по оси X (ОГ)	0,53	p=0,001	0,17	p=0,35	-0,15	p=0,42
Отклонение ЦД от нуля по оси X (ЗГ)	0,62	p<0,001	0,06	p=0,74	-0,2	p=0,29
Отклонение ЦД от нуля по оси Y (ОГ)	0,19	p=0,30	-0,06	p=0,73	0,06	p=0,74
Отклонение ЦД от нуля по оси Y (ЗГ)	0,15	p=0,42	0,07	p=0,70	0,15	p=0,40
Индекс энергозатрат, Дж (ОГ)	0,32	p=0,08	-0,16	p=0,38	0,1	p=0,61
Индекс энергозатрат, Дж (ЗГ)	0,13	p=0,48	0	p=1,00	0,18	p=0,33
P, мВт (ОГ)	0,16	p=0,38	0,01	p=0,97	0,17	p=0,35
P, мВт (ЗГ)	0,01	p=0,98	0,28	p=0,13	0,1	p=0,59
Оценка функции равновесия	-0,22	p=0,23	0	p=0,99	-0,2	p=0,29
Оценка влияния зрения на функцию равновесия	0	p=1,00	-0,11	p=0,55	0,21	p=0,27

Таблица 15 - Корреляция выявляемости повреждений ПМС (0 – нет, 1 – есть) методом МРТ и показателями объема движений, клинического анализа ходьбы, шкалой АОFAS

Показатели	Разрыв		Волнистый контур		Повышенный сигнал	
	r _G	p	r _G	p	r _G	p
Объем движений в сагиттальной плоскости	0,34	p=0,08	-0,07	p=0,71	-0,16	p=0,39
Объем движений во фронтальной плоскости	0,35	p=0,06	-0,09	p=0,64	-0,31	p=0,09
Шкала АОFAS	0,32	p=0,09	-0,09	p=0,62	-0,17	p=0,37
Подометрия (коэффициент асимметрии, %)	-0,11	p=0,55	0,03	p=0,87	0,08	p=0,65
Средняя длина центра давления (ЦД), мм (ОГ)	-0,42	p=0,03	0,06	p=0,76	0,26	p=0,16
Средняя длина центра давления (ЦД), мм (ЗГ)	-0,19	p=0,31	0,15	p=0,42	0,22	p=0,24
Средняя скорость ЦД, мм/с (ОГ)	-0,34	p=0,07	0,06	p=0,74	0,23	p=0,20
Средняя скорость ЦД, мм/с (ЗГ)	-0,24	p=0,21	0,08	p=0,67	0,16	p=0,38
Площадь статокинезиограммы, мм ² (ОГ)	-0,36	p=0,06	0,03	p=0,86	0,29	p=0,12
Площадь статокинезиограммы, мм ² (ЗГ)	-0,25	p=0,18	0,13	p=0,47	0,18	p=0,33
Отклонение ЦД от нуля по оси X (ОГ)	0,16	p=0,39	0,01	p=0,95	0,05	p=0,77
Отклонение ЦД от нуля по оси X (ЗГ)	0,08	p=0,7	-0,04	p=0,82	0,11	p=0,56
Отклонение ЦД от нуля по оси Y (ОГ)	-0,50	p=0,01	-0,03	p=0,89	0,12	p=0,53
Отклонение ЦД от нуля по оси Y (ЗГ)	-0,46	p=0,01	0,04	p=0,82	0,18	p=0,32
Индекс энергозатрат, Дж (ОГ)	-0,40	p=0,04	0,16	p=0,38	0,18	p=0,33
Индекс энергозатрат, Дж (ЗГ)	-0,46	p=0,02	0,16	p=0,39	0,18	p=0,33
P, мВт (ОГ)	-0,48	p=0,01	0,09	p=0,63	0,25	p=0,17
P, мВт (ЗГ)	-0,25	p=0,19	-0,01	p=0,95	0,22	p=0,23
Оценка функции равновесия	0,41	p=0,03	-0,06	p=0,76	-0,23	p=0,22
Оценка влияния зрения на функцию равновесия	-0,36	p=0,05	0,03	p=0,86	0,2	p=0,28

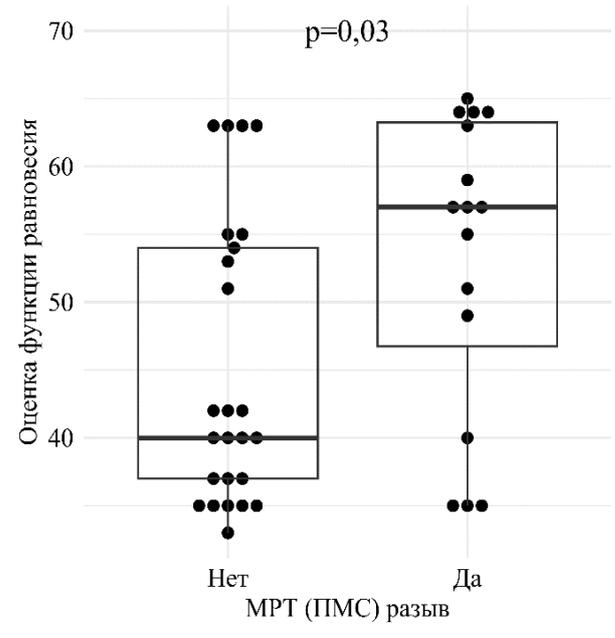
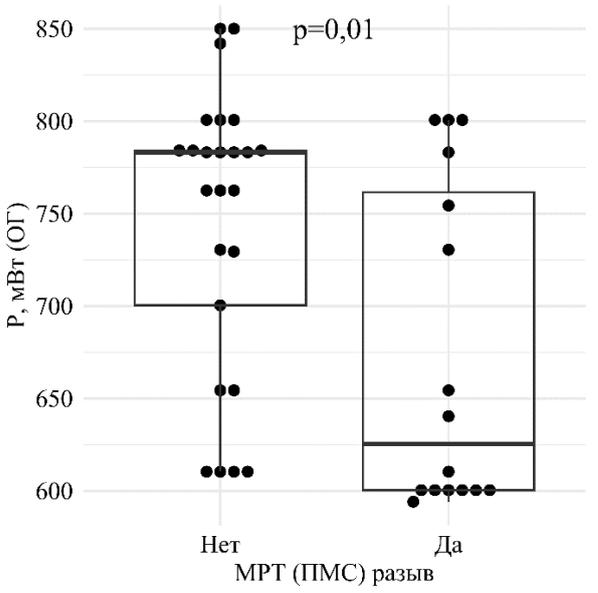
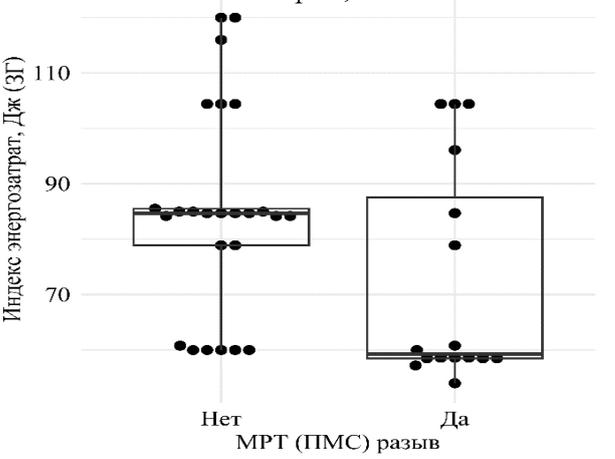
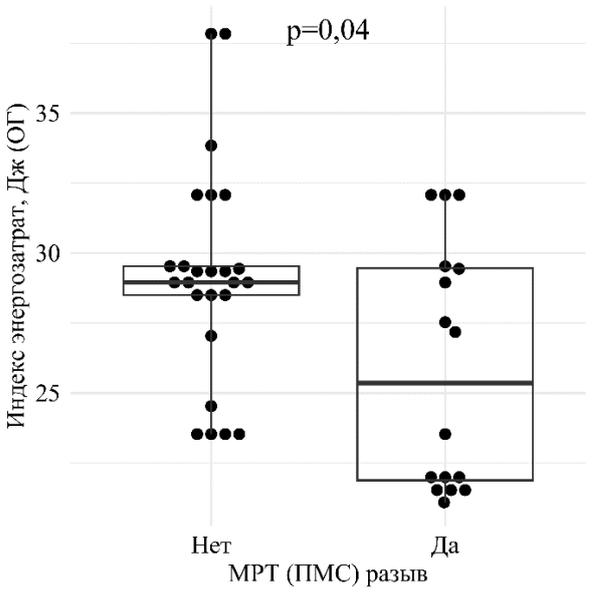
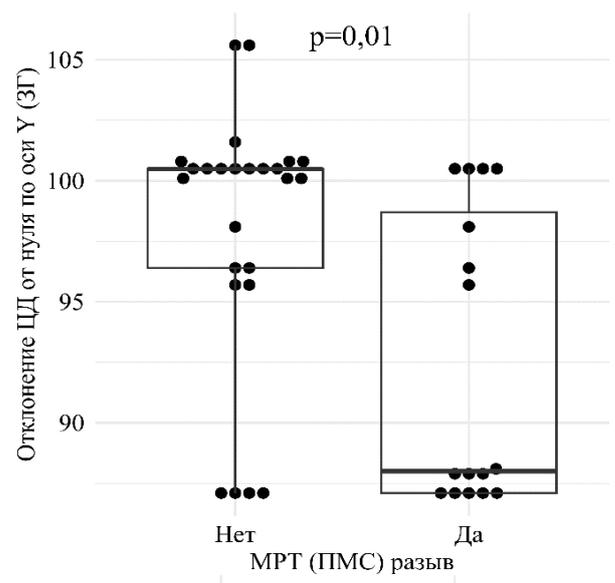
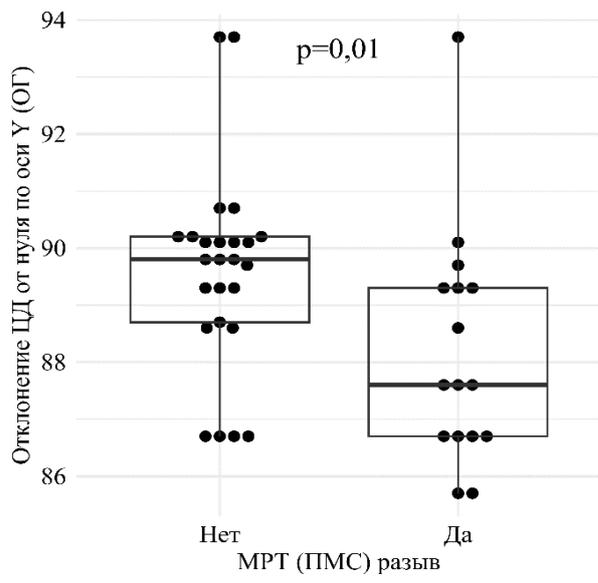


Рисунок 20 - Различия отдельных показателей в зависимости от наличия разрыва ПМС по данным МРТ

Статистически значимой корреляции между повреждениями ПМС, определяемыми методом МРТ, и клиническими, функциональными методами, а также шкалой AOFAS, выявлено не было. Иллюстрация представлена на Рисунке 20. Корреляция выявляемости разрыва ПМС методом УЗИ с показателями объема движений, клинического анализа ходьбы, шкалой AOFAS представлена в Таблице 16 на Рисунке 21.

При наличии разрыва ПМС на УЗИ у пациентов выше отклонение ЦД от нуля по оси X и с открытыми, и с закрытыми глазами. Корреляция выявляемости разрыва ПМС (0 – нет, 1 – есть) методом УЗИ и показателям сгибания+разгибания, инверсии+эверсии, шкалой AOFAS, показателями подометрии и стабилотрии представлена в Таблице 17.

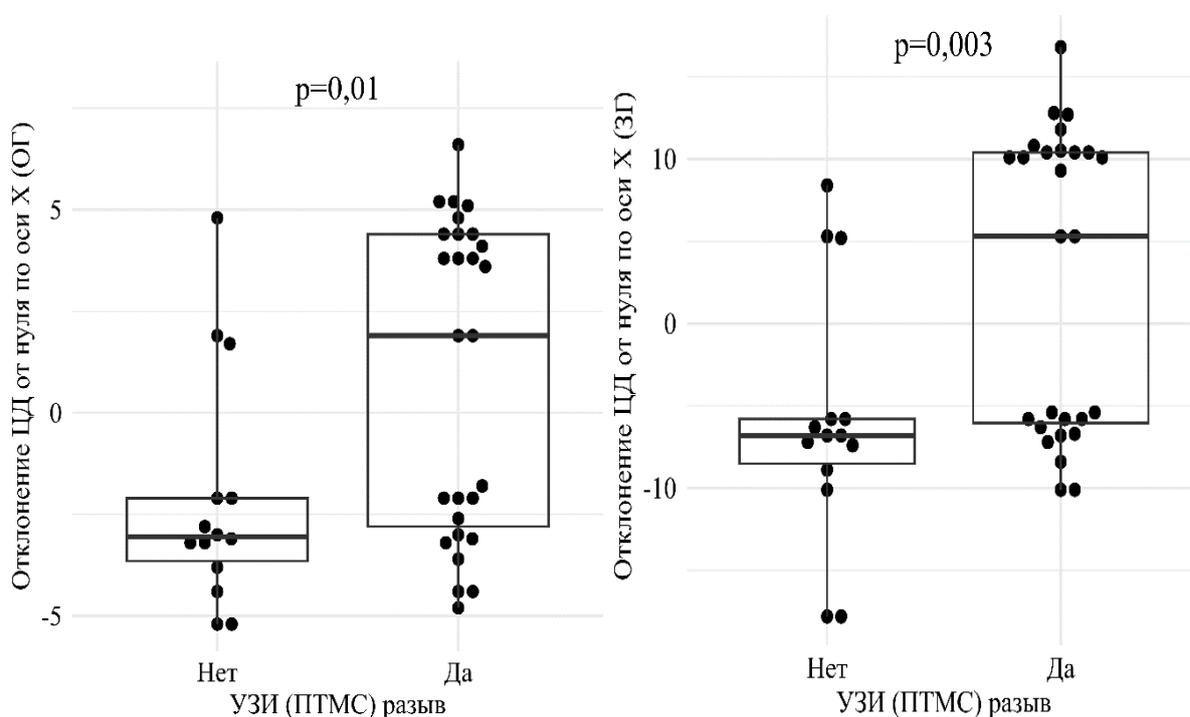


Рисунок 21 - Различия отдельных показателей в зависимости от наличия разрыва ПТМС на УЗИ

Таблица 16 - Корреляция выявляемости разрыва ПТМС методом УЗИ (0 – нет, 1 – есть) и показателями объема движений, клинического анализа ходьбы, шкалой AOFAS

Показатели	Разрыв ПТМС		Снижение эхогенности ПТМС	
	r _G	p	r _G	p
Объем движений в сагиттальной плоскости	-0,03	p=0,88	0,12	p=0,57
Объем движений во фронтальной плоскости	-0,06	p=0,77	0,1	p=0,62
Шкала AOFAS	0,03	p=0,88	-0,19	p=0,35
Подометрия (коэффициент асимметрии, %)	-0,09	p=0,65	0,32	p=0,11
Средняя длина центра давления (ЦД), мм (ОГ)	0,03	p=0,88	0,11	p=0,60
Средняя длина центра давления (ЦД), мм (ЗГ)	-0,1	p=0,60	0,18	p=0,39
Средняя скорость ЦД, мм/с (ОГ)	-0,16	p=0,42	0,14	p=0,51
Средняя скорость ЦД, мм/с (ЗГ)	0,15	p=0,43	-0,05	p=0,81
Площадь статокинезиограммы, мм ² (ОГ)	0,07	p=0,71	0,02	p=0,93
Площадь статокинезиограммы, мм ² (ЗГ)	-0,13	p=0,52	0,15	p=0,45
Отклонение ЦД от нуля по оси X (ОГ)	0,47	p=0,01	-0,22	p=0,28
Отклонение ЦД от нуля по оси X (ЗГ)	0,57	p=0,003	-0,38	p=0,07
Отклонение ЦД от нуля по оси Y (ОГ)	0,07	p=0,74	-0,33	p=0,10
Отклонение ЦД от нуля по оси Y (ЗГ)	0,07	p=0,73	-0,04	p=0,85
Индекс энергозатрат, Дж (ОГ)	0,12	p=0,53	0	p=1,00
Индекс энергозатрат, Дж (ЗГ)	0,01	p=0,97	0,09	p=0,67
P, мВт (ОГ)	0,05	p=0,79	0,06	p=0,77
P, мВт (ЗГ)	-0,12	p=0,55	0,22	p=0,29
Оценка функции равновесия	-0,09	p=0,65	-0,06	p=0,77
Оценка влияния зрения на функцию равновесия	-0,13	p=0,51	0,15	p=0,46

Таблица 17 - Корреляция выявляемости разрыва ПМС (0 – нет, 1 – есть) методом УЗИ и показателями сгибания+разгибания, инверсии+эверсии, шкалой AOFAS, показателями подометрии и стабилотрии

Показатели	Разрыв ПМС		Снижение экзогенность ПМС	
	гГ	р	гГ	р
Объем движений в сагиттальной плоскости	-0,19	р=0,33	0,01	р=0,98
Объем движений во фронтальной плоскости	-0,07	р=0,73	-0,08	р=0,68
Шкала AOFAS	-0,29	р=0,14	0,01	р=0,97
Подометрия (коэффициент асимметрии, %)	0,2	р=0,31	-0,04	р=0,86
Средняя длина центра давления (ЦД), мм (ОГ)	0,38	р=0,08	-0,02	р=0,94
Средняя длина центра давления (ЦД), мм (ЗГ)	0,1	р=0,63	0,1	р=0,63
Средняя скорость ЦД, мм/с (ОГ)	0,28	р=0,15	-0,15	р=0,45
Средняя скорость ЦД, мм/с (ЗГ)	0,1	р=0,62	0,15	р=0,43
Площадь статокинезиограммы, мм ² (ОГ)	0,3	р=0,13	0,13	р=0,50
Площадь статокинезиограммы, мм ² (ЗГ)	0,18	р=0,36	-0,04	р=0,86
Отклонение ЦД от нуля по оси X (ОГ)	0,07	р=0,72	-0,27	р=0,16
Отклонение ЦД от нуля по оси X (ЗГ)	0,12	р=0,56	-0,25	р=0,20
Отклонение ЦД от нуля по оси Y (ОГ)	0,26	р=0,19	-0,1	р=0,61
Отклонение ЦД от нуля по оси Y (ЗГ)	0,30	р=0,12	-0,02	р=0,92
Индекс энергозатрат, Дж (ОГ)	0,35	р=0,07	0,01	р=0,99
Индекс энергозатрат, Дж (ЗГ)	0,27	р=0,17	-0,05	р=0,79
Р, мВт (ОГ)	0,35	р=0,08	0,01	р=0,97
Р, мВт (ЗГ)	0,1	р=0,60	0,07	р=0,71
Оценка функции равновесия	-0,29	р=0,15	-0,03	р=0,88
Оценка влияния зрения на функц равновес.	0,32	р=0,11	-0,04	р=0,86

Полученные данные согласуются с результатами, полученными при МРТ, что ещё раз доказывает высокую согласованность этих инструментальных методов.

Далее проводили анализ корреляции баллов по шкале AOFAS с показателями объема движений в сагиттальной и фронтальной плоскостях, показателями подометрии и стабиллометрии. Анализ выполняли отдельно для показателей до операции и через год после неё (Таблица 18).

Выявлена статистически значимая прямая корреляция (как до, так и после операции) между баллами по шкале AOFAS и показателями сгибание+разгибание, инверсия+эверсия и оценкой функции равновесия.

До и после операции была выявлена статистически значимая обратная корреляция (при повышении показателя баллы по шкале AOFAS снижаются) шкалы AOFAS с коэффициентом асимметрии, средней длиной ЦД, средней скоростью ЦД, площадью статокинезиограммы, отклонением ЦД от нуля по оси Y, индексом энергозатрат, давлением на поверхность, оценкой зрения на функцию равновесия.

Таким образом, на основании подробного сравнения эффективности, точности клинических, инструментальных методов исследования у пациентов с застарелыми разрывами ЛСА ГС можно заключить, что все методы сопоставимы. Полученные данные доказывают высокую согласованность результатов инструментальных методов между собой.

Отдавать приоритет какому-либо методу было бы неверно, однако высокую значимость при этом приобретают опыт, квалификация травматолога-ортопеда и врача инструментальной диагностики, наличие необходимого для диагностики оборудования в амбулаторных учреждениях, травматологических пунктах, стационарах.

Таблица 18 - Корреляция баллов по шкале AOFAS и показателями сгибания+разгибания, инверсии+эверсии, показателями подометрии и стабиллометрии

Показатели	До		После	
	rs ¹	p	rs	p
Сгибание+разгибание	0,69	p<0,001	0,49	p=0,001
Инверсии+эверсия	0,73	p<0,001	0,64	p<0,001
Подометрия (коэф. асимметрии, %)	-0,85	p<0,001	-0,41	p=0,008
Средняя длина центра давления (ЦД), мм (ОГ)	-0,95	p<0,001	-0,69	p<0,001
Средняя длина центра давления (ЦД), мм (ЗГ)	-0,82	p<0,001	-0,62	p<0,001
Средняя скорость ЦД, мм/с (ОГ)	-0,88	p<0,001	-0,61	p<0,001
Средняя скорость ЦД, мм/с (ЗГ)	-0,73	p<0,001	-0,39	p=0,013
площадь статокинезиограммы, мм ² (ОГ)	-0,82	p<0,001	-0,53	p<0,001
площадь статокинезиограммы, мм ² (ЗГ)	-0,72	p<0,001	-0,69	p<0,001
отклонение ЦД от нуля по оси X (ОГ)	0,21	p=0,19	0,27	p=0,086
отклонение ЦД от нуля по оси X(ЗГ)	0,26	p=0,11	0,12	p=0,463
отклонение ЦД от нуля по оси Y (ОГ)	-0,41	p=0,01	-0,40	p=0,01
отклонение ЦД от нуля по оси Y(ЗГ)	-0,77	p<0,001	-0,24	p=0,14
индекс энергозатрат, Дж (ОГ)	-0,81	p<0,001	-0,45	p=0,003
индекс энергозатрат, Дж (ЗГ)	-0,81	p<0,001	-0,52	p<0,001
P, мВт (ОГ)	-0,9	p<0,001	-0,37	p=0,018
P, мВт (ЗГ)	-0,76	p<0,001	-0,66	p<0,001
Оценка функции равновесия	0,91	p<0,001	0,79	p<0,001
Оценка влияния зрения на ф-цию равновесия	-0,61	p<0,001	-0,71	p<0,001

¹ rs – коэффициент ранговой корреляции Спирмена

Оптимальный алгоритм диагностического обследования пациентов застарелыми повреждениями ЛСА ГС, таким образом, зависит от вышеперечисленных условий и может выглядеть следующим образом.

1. В первичном звене (поликлиниках, травматологических пунктах) для своевременного выявления патологии решающее значение приобретает проведение больному стресс-тестов – АДТ и варус-теста при клиническом обследовании.

2. Подтверждение результатов стресс-тестов в первичном звене целесообразно осуществлять путём выполнения стресс-рентгенографии голеностопного сустава. При этом травматолог-ортопед, специалист лучевой диагностики должны владеть соответствующими навыками для проведения и оценки результатов исследования.

Комментируя данный пункт алгоритма, необходимо отметить, что стресс-рентгенография является исследованием, требующим особой укладки стопы, её фиксации, сопровождается лучевой нагрузкой как на пациента, так и лаборанта.

В настоящее время широкое распространение получают портативные УЗ-аппараты. УЗ-диагностика - малоинвазивное, нетрудозатратное исследование. Поэтому оснащение портативными аппаратами УЗИ первичного звена оказания травматолого-ортопедической помощи, обучение врачей травматологов-ортопедов и хирургов работе с УЗ-аппаратами, интерпретации полученных данных – важная и перспективная задача.

3. В стационарах для выявления застарелых повреждений ЛСА ГС у больных выполнение УЗИ или МРТ голеностопного сустава равноправно. МРТ необходимо выполнять с толщиной среза 3 мм с получением изображений в T1- и T2-режимах. Решающее значение имеет квалификация и опыт специалиста инструментальной диагностики в интерпретации полученных данных.

ГЛАВА 5. ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ НОВОГО СПОСОБА ХИРУРГИЧЕСКОГО ЛЕЧЕНИЯ ПАЦИЕНТОВ

Для оценки эффективности предложенного нового способа реконструкции латерального связочного аппарата голеностопного сустава мы провели сравнение результатов его применения и выполнения классического способа анатомического восстановления ЛСА ГС. Это в дальнейшем также позволило нам предложить алгоритм выбора способа оперативного вмешательства в зависимости от давности заболевания.

В Таблице 19 представлен статистический анализ динамики изменения объёма движений в голеностопном суставе у пациентов группы сравнения.

Таблица 19 - Анализ динамики изменения объёма движений в голеностопном суставе у пациентов групп сравнения (линейные смешанные модели)

Показатели	Основная группа		Группа контроля		Оценка факторов		
	До	После	До	После	Динамика	Группа	Динамика × группа
Сгибание / разгибание	26 (18; 56)	55 (43; 62)	33 (25; 48)	60 (50; 60)	p<0,001	p=0,38	p=0,88
Инверсия / эверсия	24 (13-32)	42,5 (36,5-42)	29 (15; 35)	38 (35;44)	p<0,001	p=0,41	p=0,06
КА	7 (4; 9)	2,5 (2; 3)	7 (3; 9)	3 (2; 4)	p<0,001	p=0,87	p=0,43

Все рассматриваемые показатели демонстрируют статистически значимую динамику (изменение через 1 год после операции по сравнению с исходным уровнем), которая не зависит от группы исследования (p=0,88 для сгибания/разгибания, p=0,06 для инверсии/эверсии, p=0,43 для коэффициента асимметрии).

Далее проводили анализ шкалы AOFAS. Была выявлена статистически значимая обратная корреляция между возрастом пациентом и баллами по шкале AOFAS (до операции $r_s = -0,5$, p<0,001 и $r_s = -0,46$, p=0,003 после

операции) – Рисунок 22. Также была выявлена корреляция между продолжительностью заболевания и баллами по шкале AOFAS (до операции $r_s = -0,71, p < 0,001$ и после операции $r_s = -0,68, p < 0,001$) – Рисунок 23.

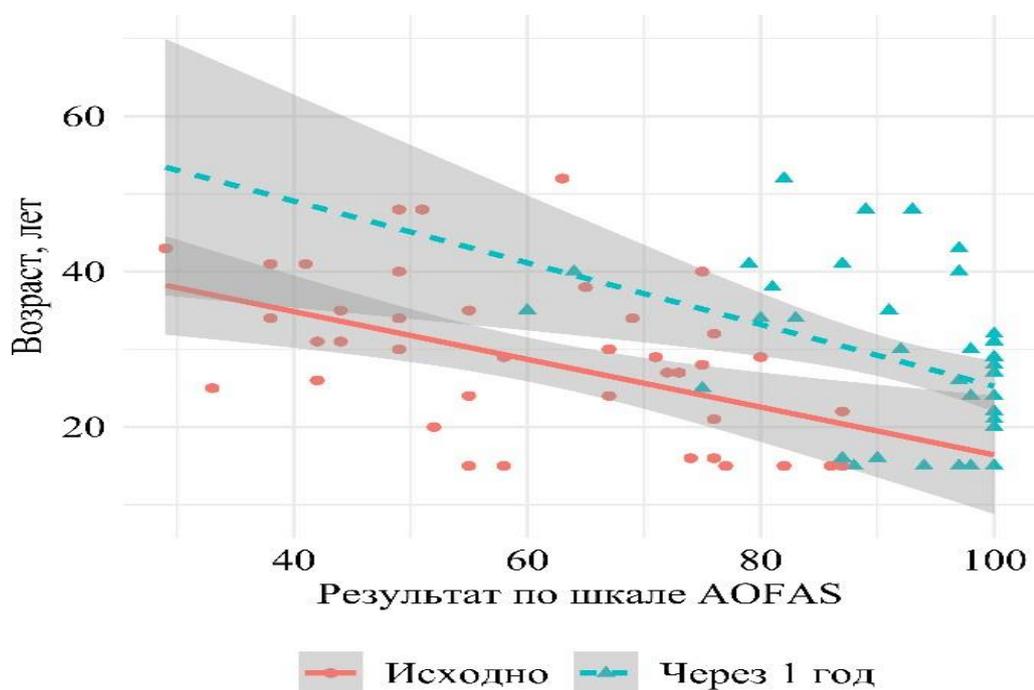


Рисунок 22 - Корреляция между баллами по шкале AOFAS и возрастом пациентов групп сравнения

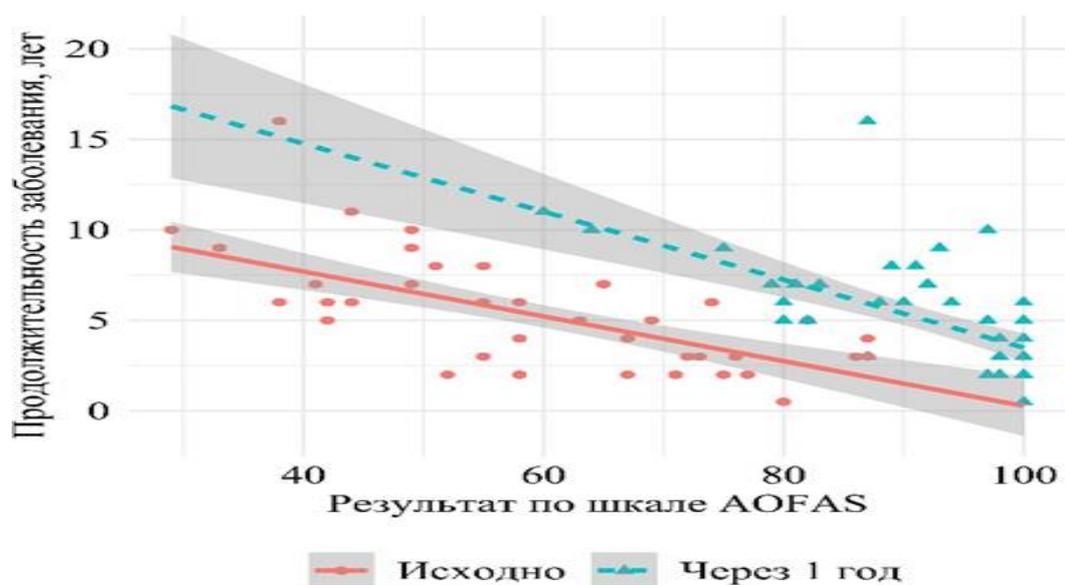


Рисунок 23 - Корреляция между баллами по шкале AOFAS и продолжительностью заболевания

Не было выявлено взаимосвязи между баллами по шкале AOFAS, интенсивностью физической активности ($p=0,83$ до, $p=0,67$ после – применяли критерий упорядоченных серий Джонкхира-Терпсты) и полом ($p=0,80$, $p=0,50$ – применяли критерий Манна-Уитни).

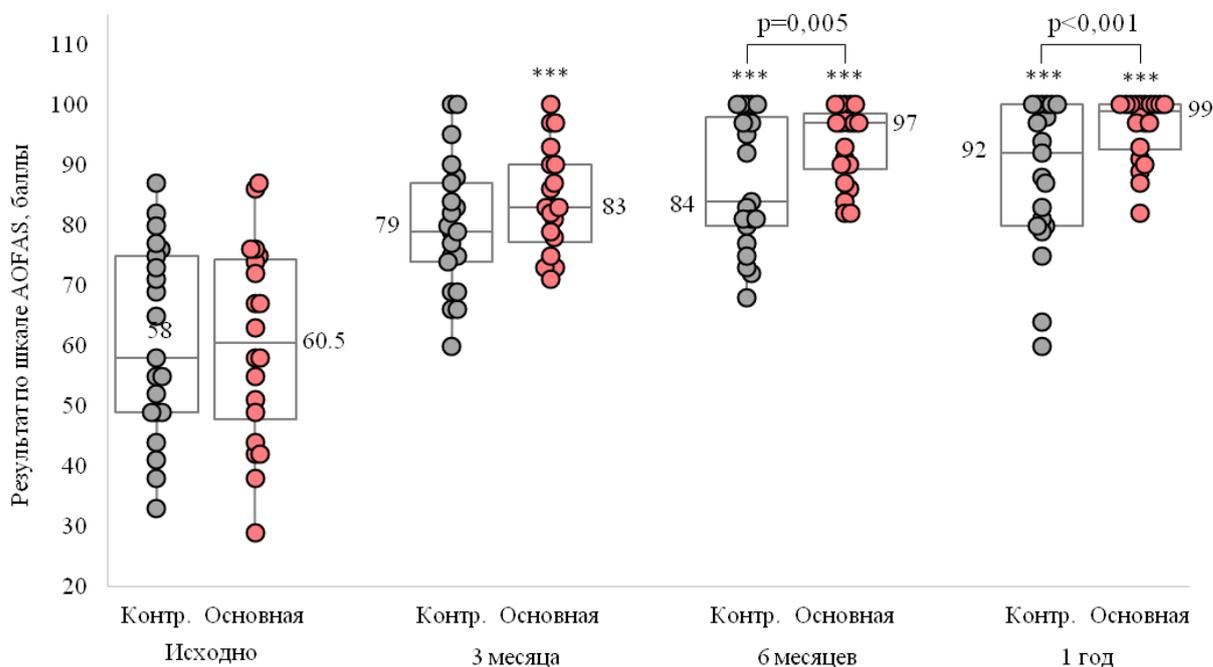
Далее оценивали изменение динамики баллов по шкале AOFAS. Была построена модель зависимости динамики от группы, пола, возраста и длительности заболевания, для моделирования применяли линейную смешанную модель, где в качестве случайных факторов выступали отдельные пациенты (Таблица 20).

Таблица 20 - Модель динамики изменения результатов по шкале AOFAS в зависимости от группы, пола, возраста и длительности заболевания, баллы

Факторы	Оценка	95% CI	p
Динамика через 3 месяца ²	19,0	14.7 – 23.3	$p<0,001$
Динамика через 6 месяцев	26,4	22.2 – 30.7	$p<0,001$
Динамика через 1 год	27,5	23.2 – 31.7	$p<0,001$
Группа исследования	1,1	-4.0 – 6.4	$p=0,66$
Пол	-1,3	-5.0 – 2.3	$p=0,47$
Длительность заболевания	-2,1	-2.8 – -1.4	$p<0,001$
Возраст	-0,2	-0.4 – 0.01	$p=0,07$
Динамика через 3 месяца в зависимости от группы исследования	4,2	-1.9 – 10.3	$p=0,18$
Динамика через 6 месяцев в зависимости от группы исследования	6,4	0.3 – 12.5	$p=0,04$
Динамика через 1 год в зависимости от группы исследования	8,0	1.9 – 14.1	$p=0,01$
Marginal R^2 / Conditional R^2 : 0.764 / 0.837			

Построенная модель объясняет 76,4% всей дисперсии, если учитывать только фиксированные факторы и 83,7% с учетом индивидуальной вариабельности (случайные эффекты). Было выявлено, что для каждого рассматриваемого срока после операции баллы по шкале AOFAS были статистически значимо выше, чем до операции, независимо от группы исследования. Было выявлено, что в срок 6 месяцев и 1 год после операции баллы по шкале AOFAS были статистически значимо выше в основной группе по сравнению с контролем: 97(89,25;98,5) против 84(80;98) ($p=0,005$) и 99(92,5;100) против 92(80;100) ($p<0,001$) соответственно – Рисунок 24.

Стоит отметить, что при одновременном рассмотрении возраста пациента и длительности заболевания, статистически значимым осталось влияние только длительности заболевания ($p<0,001$), пол и возраст пациента статистически значимого влияния на динамику баллов по шкале AOFAS не оказывали ($p=0,07$ для возраста, $p=0,47$ для пола).



*** - $p<0,001$ относительно исходного уровня в указанной группе

Рисунок 24 - Динамика изменения результатов по шкале AOFAS (баллы) в зависимости от группы исследования, приведены индивидуальные значения, Med, Q1, Q3, min, max

Было доказано, что продолжительность заболевания оказывает статистически значимое влияние на динамику баллов по шкале AOFAS. Для более подробного анализа влияния продолжительности заболевания на результаты лечения было выполнено построение LOESS регрессии, показывающей усредненный балл (и его 95% доверительный интервал) по шкале AOFAS через год в зависимости от продолжительности заболевания и группы исследования – Рисунок 25.

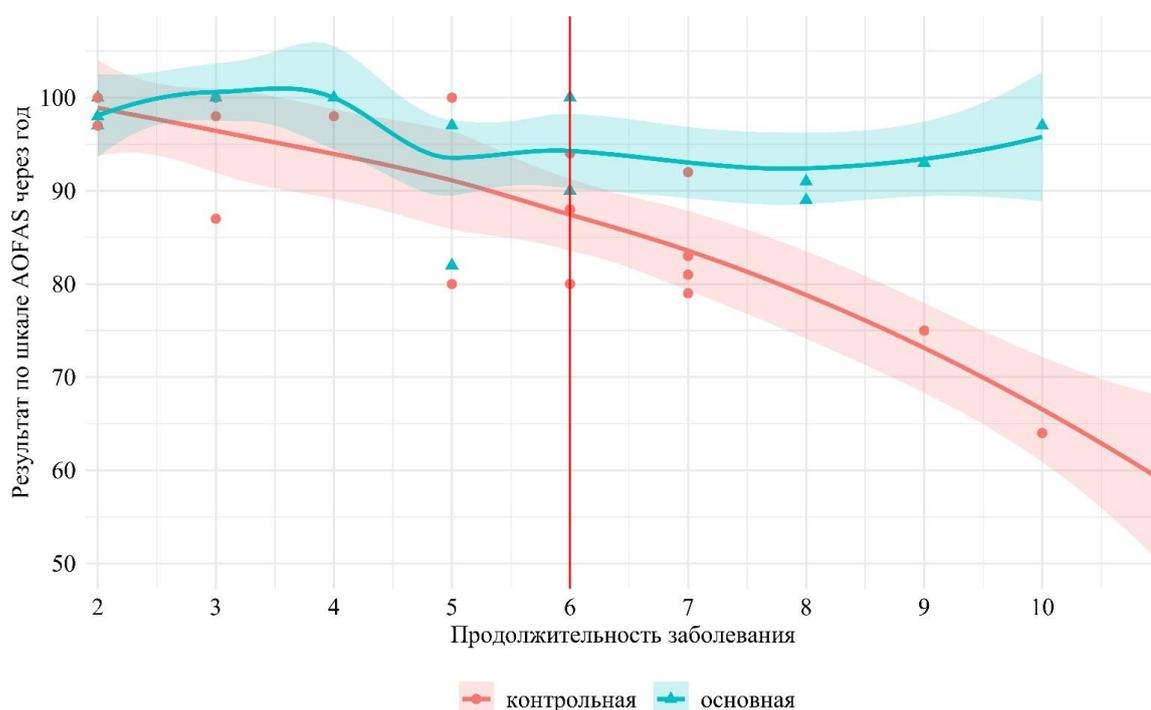


Рисунок 25 - Результаты оценки состояния голеностопного сустава пациентов групп сравнения по шкале AOFAS через год после операции в зависимости от продолжительности заболевания (LOESS регрессии с 95% доверительным интервалом)

Визуальный анализ построенного графика показал, что различия между группами (доверительные интервалы не пересекаются) начинаются при продолжительности заболевания 6 лет и более.

В Таблице 21 представлена модель динамики изменения результатов по шкале AOFAS в зависимости от группы исследования отдельно для пациентов с продолжительностью заболевания менее и более 6 лет.

Таблица 21 - Модель динамики изменения результатов по шкале AOFAS в зависимости от группы исследования отдельно для пациентов с продолжительностью заболевания менее и более 6 лет (линейная смешанная модель, случайные эффекты – отдельные пациенты)

Факторы	Менее 6 лет (N=23)			6 лет и более (N=18)		
	Оценк а	95% CI	p			p
Динамика через 3 месяца	14,5	9,38 – 19,71	p<0,001	24,0	17,8 – 30,1	p<0,00 1
Динамика через 6 месяцев	23,0	17,83 – 28,17	p<0,001	30,3	24,1– 36,5	p<0,00 1
Динамика через 1 год	23,9	18,74 – 29,08	p<0,001	31,5	25,3– 37,7	p<0,00 1
Группа исследования	-3,5	-10,61 – 3,54	p=0,32	- 0,35	-8,53 – 7,83	p=0,93
Динамика через 3 месяца в зависимости от группы	4,5	-2,62 – 11,69	p=0,21	5,5	-3,77 – 14,77	p=0,24
Динамика через 6 месяцев в зависимости от группы	3,8	-3,40 – 10,90	p=0,29	11,9	2,68 – 21,22	p=0,01
Динамика через 1 год в зависимости от группы	5,0	-2,15 – 12,16	p=0,17	14,1	4,85 – 23,40	p=0,004
Marginal R ² / Conditional R ²	0.614 / 0.800			0.774 / 0.854		

Было выявлено, что у пациентов с продолжительностью заболевания менее 6 лет метод лечения не оказывал статистически значимого влияния на динамику баллов шкалы AOFAS. После операции относительно исходных значений баллы по шкале AOFAS статистически значимо увеличиваются, но увеличение происходит одинаково в каждой группе: исходно / через 3 месяца / через 6 месяцев / через год соответственно – 75 (70;78,5) / 87 (80,5;92,5) / 98 (96;100) / 100 (97,5;100) в группе контроля; 69,5 (61,75;76) / 88,5 (82,75;94) / 97,5 (95,25;100) / 100 (97,75;100) в основной группе.

В то время, как для пациентов с продолжительностью заболевания 6 лет и более динамика баллов по шкале AOSAF статистически значимо зависела от метода лечения, баллы также увеличивались относительно исходного уровня в обеих группах, но в основной группе достигали более высоких показателей через 6 месяцев после операции (90,5 (85,5;94) против 79 (73,5;81), $p=0,006$) и через год после операции (92 (89,75;97,75) против 80,5 (76;86,75), $p=0,001$) – Рисунок 26.

*** - $p<0,001$ относительно исходного уровня в указанной группе

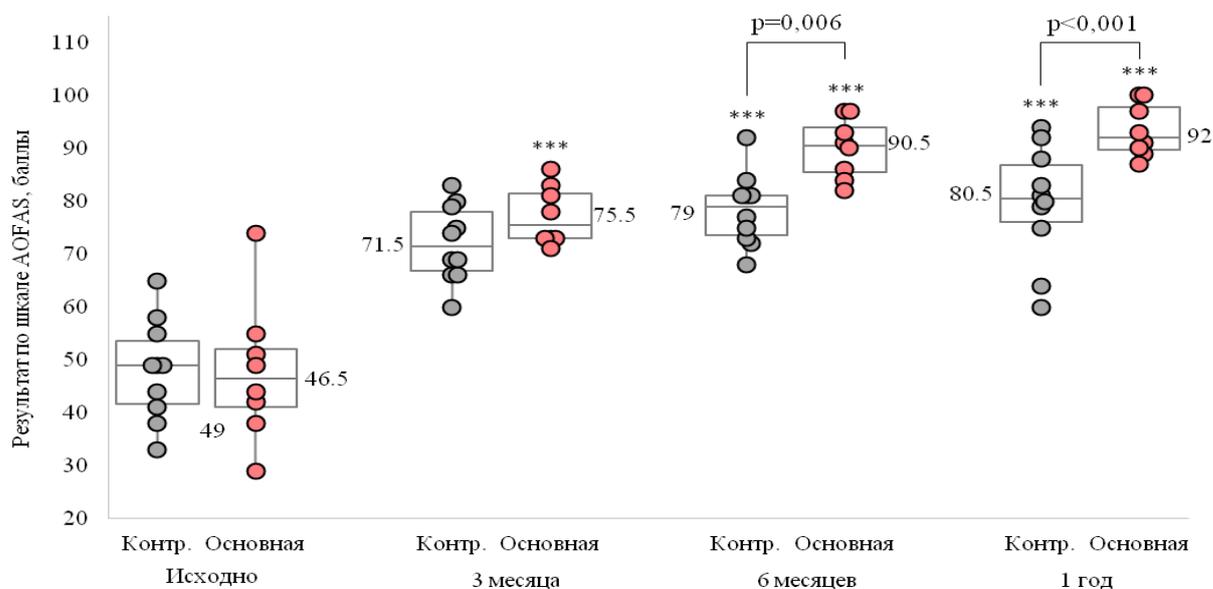


Рисунок 26 - Динамика изменения результатов по шкале AOFAS (баллы) в группах сравнения для пациентов с продолжительностью заболевания 6 лет и более, приведены индивидуальные значения, Med, Q1, Q3, min, max

Для количественной оценки эффективности лечения в качестве ключевого показателя были рассмотрены баллы по шкале AOFAS через год после операции. Согласно общепринятой классификации, отличному результату лечения соответствуют баллы в диапазоне 90-100 баллов [181,182]. Количественная оценка итогов лечения основной группы и группы контроля представлена в Таблице 22. Представлены результаты как для всей выборки в целом, так и отдельно только для пациентов с продолжительностью заболевания 6 лет и более.

Таблица 22 - Эффективность хирургического лечения пациентов групп сравнения через 1 год после операции по данным шкалы AOFAS

Сравниваемые группы	Эффективность лечения		
	Результат лечения отличный	Результат лечения не отличный (AOFAS < 90 баллов)	Всего
Все пациенты			
Основная группа	17 (85%)	3 (15%)	20
Контрольная группа	11 (53%)	10 (47%)	21
Пациенты с продолжительностью заболевания более 6 лет			
Основная группа	8 (80%)	2 (20%)	10
Контрольная группа	2 (25%)	6 (75%)	8

При анализе результатов всех пациентов было выявлено, что результат, ниже отличного был получен только у 3 пациентов в основной группе (15% случаев) и у 10 пациентов из группы контроля (47%). Снижение абсолютного риска (риск получить результат менее чем отличный) составило $85\% - 53\% = 32\%$ [95% ДИ 4–55]%, снижение относительного риска (COR) – $32\%/47\% =$

68% [95% ДИ 2–89]%. Данному значению САР и СОР соответствует ЧБНЛ - 3 (95% ДИ: 2–24). Это означает, что разработанный метод следует применить у 3 пациентов, чтобы гарантированно помочь одному дополнительному человеку. Отношение шансов равно 0,19 [0,04-0,87] (p=0,04).

При анализе результатов лечения пациентов с продолжительностью заболевания более 6 лет было выявлено, что результат ниже отличного был получен у 2 пациентов в основной группе (20% случаев) и у 6 пациентов из группы контроля (75%). Снижение абсолютного риска (риск получить результат менее чем отличный) составило $75\% - 20\% = 55\%$ [95% ДИ 9–77]%, снижение относительного риска (СОР) – $55\%/75\% = 73\%$ [95% ДИ 2–92]%. Данному значению САР и СОР соответствует ЧБНЛ - 2 (95% ДИ: 1–11). Это означает, что разработанный метод следует применить у 2 пациентов, чтобы гарантированно помочь одному дополнительному человеку. Отношение шансов равно 0,08 [0,009-0,77] (p=0,05).

Ключевые показатели эффективности нового предложенного способа оперативного лечения пациентов с застарелыми разрывами ЛСА ГС приведены в Таблице 23.

Таблица 23 - Ключевые показатели эффективности нового способа оперативного лечения пациентов с застарелыми разрывами ЛСА ГС, в том числе при продолжительности заболевания свыше 6 лет

Группы	ЧИЛ, % 95% ДИ	ЧИК,% 95% ДИ	САР,% 95% ДИ	СОР,% 95% ДИ	ЧБНЛ 95% ДИ	ОШ 95% ДИ	p ³
Все пациенты	15% [5-36]	47% [28-68]	32% [4-55]	68% [2-89]	3 [2– 24]	0,19 [0,04 – 0,87]	p=0,04
Срок патологии > 6 лет	20% [6-51]	75% [41-92]	55% [9-77]	73% [2-92]%	2 [1-11]	0,08 [0,009-0,77]	p=0,05

p³ применяли точный тест Фишера

Учитывая полученные нами результаты оценки эффективности различных диагностических методов, результаты оценки эффективности методов анатомического восстановления и пластики ЛСА ГС на разных сроках заболевания, а также опыт отечественных и зарубежных коллег, нами был составлен **алгоритм ведения пациентов, страдающих хронической посттравматической латеральной нестабильностью голеностопного сустава:**

1. Сбор жалоб, анамнеза, клинический осмотр с проведением стресс-тестов.
2. Инструментальные исследования: МРТ голеностопного сустава с шириной среза 3 мм. В сомнительных случаях – УЗИ связок голеностопного сустава. Функциональные методы исследования: подометрия, стабилметрия. Оценка функции голеностопного сустава по шкале AOFAS.
3. При функциональной нестабильности – консервативное лечение (занятия с реабилитологом, физиотерапия, ЛФК, до стабилизации функции мышц - ортезирование). Оперативное лечение не показано.

При наличии органического повреждения латерального связочного аппарата (т.е. при механической и смешанной нестабильности) – срок консервативного лечения 3 месяца. При неэффективности – оперативное лечение.

4. При длительности заболевания до трёх лет целесообразно анатомическое восстановление латерального связочного аппарата.

При длительности заболевания от 3 до 6 лет – возможно применение как методов анатомического восстановления, так и аутопластики латерального связочного аппарата.

При длительности заболевания свыше 6 лет показано выполнение пластики латерального связочного аппарата голеностопного сустава.

Предложенный новый способ пластики, реконструкции латерального связочного аппарата голеностопного сустава при застарелых повреждениях доказал свою эффективность, что подтверждено критериями доказательной медицины.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Повреждение области голеностопного сустава и стопы занимает первое место в структуре травм за последние годы (Российская служба государственной статистики, 2020 и 2022 гг). В 85% случаев отмечают повреждения латерального связочного аппарата голеностопного сустава. К сожалению, в силу недостаточной информированности медицинского персонала и самих пациентов по вопросам лечения данной патологии, и, как следствие, наблюдают низкую обращаемость с острой травмой ЛСА ГС, неадекватную диагностику и неэффективное лечение данной патологии. В результате, не происходит репарации поврежденных связок, поэтому примерно у трети пострадавших развивается клиника хронической посттравматической латеральной нестабильности голеностопного сустава. Причем данные приведены в иностранной литературе. В отечественных источниках такой информации не приводится, а все ссылки приводятся именно на информацию из зарубежных материалов.

Немаловажным вопросом является определение характера нестабильности, которая может быть функциональной, требующей исключительно консервативного лечения, механической или смешанной, при которых может потребоваться оперативное восстановление латерального связочного аппарата.

В настоящее время существуют два метода оперативного лечения застарелых повреждений ЛСА ГС. Метод анатомического восстановления предполагает сшивание поврежденных связок либо реинсерцию к месту прикрепления. Многие способы предлагают дополнительно аугментировать получившиеся соединения. Метод анатомической реконструкции, также именуемый пластикой, предполагает замещение поврежденных связок трансплантатом. Чаще всего используют сухожильные ауто трансплантаты. Оба метода кардинально отличаются друг от друга. Метод анатомического восстановления является более щадящим по отношению к пациенту, но не

всегда может быть применен из-за выраженных изменений мягких тканей, а также анатомических особенностей и соматических заболеваний. Метод же пластики может быть использован практически в любом случае, так как используется заведомо неповрежденная ткань. Но продолжительность операции больше, а в случае применения аутотрансплантата повреждают донорский участок. Алгоритма выбора оптимального метода оперативного лечения в настоящее время нет. Все вышесказанное обуславливает актуальность нашего исследования.

Цель работы - улучшить результаты лечения пациентов с застарелым повреждением латерального связочного аппарата голеностопного сустава за счёт разработки нового способа операции.

Были поставлены задачи - выявить причины неудовлетворительных результатов консервативного и оперативного лечения пациентов с застарелым повреждением латерального связочного аппарата голеностопного сустава; разработать и применить новый способ реконструкции латерального связочного аппарата голеностопного сустава с анатомическим проведением и оптимальной фиксацией трансплантата.

Обосновать оптимальный алгоритм инструментальной диагностики застарелых повреждений латерального связочного аппарата голеностопного сустава у пациентов. Сравнить результаты применения классического способа анатомического восстановления и нового способа реконструкции латерального связочного аппарата голеностопного сустава, оценив его эффективность.

Предложить алгоритм выбора метода оперативного вмешательства у пациентов с повреждением латерального связочного аппарата голеностопного сустава в зависимости от давности заболевания.

В нашем исследовании принял участие 41 пациент. В процессе обследования применялись клинические методы (осмотр, проведение стресс-тестов «переднего выдвигающего ящика» и варус-теста), инструментальные (Rg со стресс-нагрузкой, МРТ с шириной среза 3 мм, УЗИ), функциональные

(подометрия, стабилметрия) методы исследования, а также оценка по шкале AOFAS. У всех пациентов диагностировали повреждение ПТМС и ПМС. Пациенты были поделены на две сопоставимые группы. Пациентам основной группы была выполнена пластика ЛСА ГС сухожильным аутотрансплантатом новым способом с применением современных видов фиксаторов, пациентам контрольной группы было выполнено восстановление поврежденных связок местными тканями. Статистическая обработка полученных результатов была проведена в Центре доказательной медицины и биостатистики Самарского государственного медицинского университета.

Пациенты, принявшие участие в исследовании, являлись физически активными людьми, поэтому были более требовательны к срокам и результатам лечения. Застарелое повреждение ЛСА ГС привело к значительному снижению их качества жизни, а в некоторых случаях лишило возможности выполнять свои профессиональные обязанности.

Возраст пациентов в выборке варьировал от 15 до 52 лет, средний возраст составил $28,9 \pm 10,3$ лет. Зафиксированная продолжительность заболевания составила от полугода до 16 лет, в среднем 5 ± 2 лет. В исследовании приняли участие 23 женщины (56,1%) и 18 мужчин (43,9%).

По характеру физической активности разделение получилось следующим: представители «подвижных» профессий и сотрудники силовых структур – по 10 человек в каждой группе (24,4% каждая), спортсмены-любители – 12 человек (29,2%), профессиональные спортсмены – 9 человек (22%).

Повреждение левой нижней (ЛН) конечности наблюдали у 19 пациентов (46,3%), правой нижней конечности (ПН) – у 22 пациентов (53,7%). Исходно группы были сопоставимы по всем показателям.

Выявленные неудовлетворительные результаты оперативного лечения пациентов с застарелым повреждением ЛСА ГС, рецидивы нестабильности, снижение качества жизни больных позволили нам предложить новый способ

оперативного вмешательства (патент РФ на изобретение № 2758131 от 26.10.2021 г. «Способ хирургического лечения пациентов с латеральной нестабильностью голеностопного сустава»), проанализировать показания к разным операциям в зависимости от давности заболевания.

Линейным разрезом длиной 4 см на внутренней поверхности бедра в проекции сухожилия полусухожильной мышцы рассекают кожу, сухожилие тупо выделяют, отсекают дистально, прошивают свободный конец. Теновыделителем выполняют забор сухожилия полусухожильной мышцы. Рану ушивают. Сухожилие обрабатывают, удаляя остатки мышечной ткани.

Линейным разрезом длиной 3 см в проекции ПТМС рассекают кожу. Тупо и остро выполняют доступ к связке, выделяя её концы из рубцовых тканей, с визуализацией мест прикрепления к таранной и малоберцовой костям. Под контролем ЭОП в шейке таранной кости в месте прикрепления ПТМС проводят спицу диаметром 1 мм.

По спице канюлированным сверлом диаметром 4,5 мм просверливают канал на 10 мм меньше толщины кости. Один конец сложенного вдвое сухожильного ауто трансплантата прошивают нерассасывающейся нитью, концы нити продевают через отверстия в кортикальной пуговице. Пуговицу проводят через канал в шейке таранной кости с латеральной в медиальную сторону, где укладывают её на кость, и затягивают трансплантат в канал.

Использование кортикальной пуговицы дает ряд преимуществ, что выгодно отличает наш метод от существующих. При использовании пуговицы сухожилие и кость контактируют на большей площади поверхности, что увеличивает прочность сращения. После удаления винта в кости остается канал, что увеличивает шанс перелома.

В наружной лодыжке формируют сквозной Г-образный канал так, чтобы его дистальное отверстие открывалось в месте проксимального прикрепления ПТМС, а проксимальное отверстие – в месте проксимального прикрепления ПМС.

В центре тела пяточной кости через место дистального прикрепления ПМС формируют сквозной канал. Через Г-образный канал в наружной лодыжке и канал в пяточной кости проводят второй конец аутотрансплантата. Второй конец аутотрансплантата фиксируют интерферентным винтом, кортикальной пуговицей либо микропластиной. После проведения трансплантата оставшиеся концы связок подшивают поверх него для сохранения проприоцепции.

Использование ЭОП позволяет увеличить прецизионность и уменьшить хирургический доступ. Снижение уровня хирургической агрессии особенно актуально, учитывая малое количество мягких тканей в нижней трети голени и стопе и особенности кровоснабжения таранной кости.

Современные фиксаторы позволяют пациенту заниматься ЛФК с первых дней после операции, что соответствует современному принципу травматологии и ортопедии – ранней реабилитации.

Помимо разработки нового способа оперативного лечения нами была поставлена задача обосновать выполнение оптимального инструментального обследования пациентов с застарелыми повреждениями ЛСА ГС. Выявить ценность каждого исследования, оценить выявляемость или пропуск повреждений структур связочного аппарата при разных обследованиях, их корреляцию между собой.

Интраоперационно было выявлено повреждение ПТМС и ПМС у всех пациентов. Точность определения повреждения ПТМС клиническими стресс-тестами составила 75,6%, ПМС – 68,3%; методом стресс-рентгенографии точность определения повреждения ПТМС составила 90,2%, ПМС – 80,4%; методом МРТ точность определения повреждения ПТМС составила 100%, ПМС – 100%; по УЗИ, аналогично МРТ, 100% для каждой связки.

Выявляемость повреждений связок методом стресс-рентгенографии статистически значимо не отличалась от результатов клинических тестов ($p=0,14$ для ПТМС, $p=0,11$ для ПМС).

При этом, частота выявления повреждений связок методом МРТ или УЗИ была статистически значимо выше, чем клиническими стресс-тестами ($p=0,001$ для ПМС, $p<0,001$ для ПМС), и, соответственно, стресс-рентгенографией. Особенно актуально это для определения повреждений ПМС ($p=0,03$).

Далее была проанализирована согласованность методов между собой. Поскольку в данном случае единицей анализа является применение метода, а не непосредственно пациент, данные до и после лечения были объединены. Для каждой пары методов рассчитывали показатель Каппа, который количественно характеризовал согласованность методов между собой (измеряется от 0 до 1, где 0 – методы абсолютно не согласованы, 1 – полная согласованность).

Все методы показали статистически значимый согласованный результат. Значение Каппа варьировало от 0,85 до 0,99, что можно было охарактеризовать как «практически идеальную согласованность». Но, стоит отметить, что при сравнении инструментальных методов и клинических, значение Каппа у МРТ и УЗИ были выше, чем у рентгенографии (результат МРТ и УЗИ более согласован с результатами клинических методов). Между собой МРТ и УЗИ показывали полную согласованность (Каппа = 1, 45 выявляли, 35 не выявляли).

Наибольшую согласованность с клиническими методами («значительная согласованность» – каппа $\geq 0,60$) показывала стресс-рентгенография с проведением АДТ и варус-теста, УЗИ (повышенная эхогенность ПТСМ и разрыв ПМС). Наибольшую согласованность с методом рентгенографии («значительная согласованность» – каппа $\geq 0,60$) показывало УЗИ (повышенная эхогенность ПТМС и ПМС, разрыв ПМС).

Была проанализирована корреляция выявляемости повреждений ПТМС и ПМС методом МРТ с данными клинического и функционального исследований и шкалой AOFAS. При наличии разрыва ПТМС на МРТ у пациентов выше отклонение ЦД от нуля по оси X и с открытыми, и с

закрытыми глазами. Других статистически значимых корреляций между разными видами повреждений ПТМС и диагностическими методами не выявлено.

Выявлена статистически значимая прямая корреляция (как до, так и после операции) между баллами по шкале AOFAS и показателями сгибание+разгибание, инверсия+эверсия и оценкой функции равновесия.

До, и после операции была выявлена статистически значимая обратная корреляция (при повышении показателя баллы по шкале AOFAS снижаются) шкалы AOFAS с коэффициентом асимметрии, средней длиной ЦД, средней скоростью ЦД, площадью статокинезиограммы, отклонением ЦД от нуля по оси Y, индексом энергозатрат, давлением на поверхность, оценкой зрения на функцию равновесия.

Таким образом, на основании подробного сравнения эффективности, точности клинических, инструментальных методов исследования у пациентов с застарелыми разрывами ЛСА ГС можно заключить, что все методы сопоставимы. Полученные данные доказывают высокую согласованность результатов инструментальных методов между собой.

Отдавать приоритет какому-либо методу было бы неверно, однако высокую значимость при этом приобретают опыт, квалификация травматолога-ортопеда и врача инструментальной диагностики, наличие необходимого для диагностики оборудования в амбулаторных учреждениях, травматологических пунктах, стационарах.

Оптимальный алгоритм диагностического обследования пациентов с застарелыми повреждениями ЛСА ГС, таким образом, зависит от вышеперечисленных условий и может выглядеть следующим образом.

1. В первичном звене (поликлиниках, травматологических пунктах) для своевременного выявления патологии решающее значение приобретает проведение больному стресс-тестов – ADT и варус-теста при клиническом обследовании.
2. Подтверждение результатов стресс-тестов в первичном звене

целесообразно осуществлять путём выполнения стресс-рентгенографии голеностопного сустава. При этом травматолог-ортопед, специалист лучевой диагностики должны владеть соответствующими навыками для проведения и оценки результатов исследования.

Комментируя данный пункт алгоритма, необходимо отметить, что выполнение стресс-рентгенографии, является исследованием, требующим особой укладки стопы, её фиксации, сопровождается лучевой нагрузкой как на пациента, так и лаборанта.

В настоящее время широкое распространение получают портативные УЗ-аппараты. УЗ-диагностика - малоинвазивное, нетрудозатратное исследование. Поэтому оснащение портативными аппаратами УЗИ первичного звена оказания травматолого-ортопедической помощи, обучение врачей травматологов-ортопедов и хирургов работе с УЗ-аппаратами, интерпретации полученных данных – важная и перспективная задача.

3. В стационарах для выявления застарелых повреждений ЛСА ГС у больных выполнение УЗИ или МРТ голеностопного сустава равноправно. МРТ необходимо выполнять с толщиной среза 3 мм с получением изображений в T1- и T2-режимах. Решающее значение имеет квалификация и опыт специалиста инструментальной диагностики в интерпретации полученных данных.

Для оценки эффективности предложенного нового способа реконструкции латерального связочного аппарата голеностопного сустава мы провели сравнение результатов его применения и выполнения классического способа анатомического восстановления ЛСА ГС. Это в дальнейшем также позволило нам предложить алгоритм выбора способа оперативного вмешательства в зависимости от давности заболевания.

Было выявлено, что через для каждого рассматриваемого срока после операции, баллы по шкале AOFAS были статистически значимо выше, чем до операции, независимо от группы исследования. Но, также было выявлено,

что в срок 3 месяца и 1 год после операции баллы по шкале AOFAS были статистически значимо выше в основной группе по сравнению с контролем: 97(89,25;98,5) против 84(80;98) ($p=0,005$) и 99(92,5;100) против 92(80;100) ($p<0,001$) соответственно.

При одновременном рассмотрении возраста пациента и длительности заболевания, статистически значимым осталось влияние только длительности заболевания ($p<0,001$), пол и возраст пациента статистически значимого влияния на динамику баллов по шкале AOFAS не оказывали ($p=0,07$ для возраста, $p=0,47$ для пола).

Было доказано, что продолжительность заболевания оказывает статистически значимое влияние на динамику баллов по шкале AOFAS. Для более подробного анализа влияния продолжительности заболевания на результаты лечения было выполнено построение LOESS регрессии, показывающей усредненный балл (и его 95% доверительный интервал) по шкале AOFAS через год в зависимости от продолжительности заболевания и группы исследования.

Было выявлено, что у пациентов с продолжительностью заболевания менее 6 лет метод лечения не оказывал статистически значимого влияния на динамику баллов шкалы AOFAS. После операции относительно исходных значений баллы по шкале AOFAS статистически значимо увеличиваются, но увеличение происходит одинаково в каждой группе: исходно / через 3 месяца / через 6 месяцев / через год соответственно – 75 (70;78,5) / 87 (80,5;92,5) / 98 (96;100) / 100 (97,5;100) в группе контроля; 69,5 (61,75;76) / 88,5 (82,75;94) / 97,5 (95,25;100) / 100 (97,75;100) в основной группе.

В то время, как для пациентов с продолжительностью заболевания 6 лет и более динамика баллов по шкале AOSAF статистически значимо зависела от метода лечения, баллы также увеличивались относительно исходного уровня в обеих группах, но в основной группе достигали более высоких показателей через 6 месяцев после операции (90,5 (85,5;94) против 79 (73,5;81), $p=0,006$) и через год после операции (92 (89,75;97,75) против 80,5

(76;86,75), $p=0,001$).

Для количественной оценки эффективности лечения в качестве ключевого показателя были рассмотрены баллы по шкале AOFAS через год после операции. Согласно общепринятой классификации, отличному результату лечения соответствуют баллы в диапазоне 90-100 баллов [181,182]. Были оценены результаты как для всей выборки пациентов в целом, так и отдельно только для пациентов с продолжительностью заболевания 6 лет и более.

При анализе результатов всех пациентов было выявлено, что результат, ниже отличного был получен только у 3 пациентов в основной группе (15% случаев) и у 10 пациентов из группы контроля (47%). Снижение абсолютного риска (риск получить результат менее чем отличный) составило $85\% - 53\% = 32\%$ [95% ДИ 4–55]%, снижение относительного риска (COR) – $32\%/47\% = 68\%$ [95% ДИ 2–89]%. Данному значению CAP и COR соответствует ЧБНЛ - 3 (95% ДИ: 2–24). Это означает, что разработанный метод следует применить у 3 пациентов, чтобы гарантированно помочь одному дополнительному человеку. Отношение шансов равно 0,19 [0,04-0,87] ($p=0,04$).

При анализе результатов лечения пациентов с продолжительностью заболевания более 6 лет было выявлено, что результат, ниже отличного был получен у 2 пациентов в основной группе (20% случаев) и у 6 пациентов из группы контроля (75%). Снижение абсолютного риска (риск получить результат менее чем отличный) составило $75\% - 20\% = 55\%$ [95% ДИ 9–77]%, снижение относительного риска (COR) – $55\%/75\% = 73\%$ [95% ДИ 2–92]%. Данному значению CAP и COR соответствует ЧБНЛ - 2 (95% ДИ: 1–11). Это означает, что разработанный метод следует применить у 2 пациентов, чтобы гарантированно помочь одному дополнительному человеку. Отношение шансов равно 0,08 [0,009-0,77] ($p=0,05$).

Учитывая полученные нами результаты оценки эффективности различных диагностических методов, результаты оценки эффективности методов анатомического восстановления и пластики ЛСА ГС на разных

сроках заболевания, а также опыт отечественных и зарубежных коллег, нами был составлен алгоритм ведения пациентов, страдающих хронической посттравматической латеральной нестабильностью голеностопного сустава.

1. Сбор жалоб, анамнеза, клинический осмотр с проведением стресс-тестов.
2. Инструментальные исследования: МРТ голеностопного сустава с шириной среза 3 мм. В сомнительных случаях – УЗИ связок голеностопного сустава. Функциональные методы исследования: подометрия, стабилметрия. Оценка функции голеностопного сустава по шкале AOFAS.

При функциональной нестабильности – консервативное лечение (занятия с реабилитологом, физиотерапия, ЛФК, до стабилизации функции мышц - ортезирование). Оперативное лечение не показано.

При наличии органического повреждения латерального связочного аппарата (т.е. при механической и смешанной нестабильности) – срок консервативного лечения 3 месяца. При неэффективности – оперативное лечение.

3. При длительности заболевания до трёх лет целесообразно анатомическое восстановление латерального связочного аппарата.

При длительности заболевания от 3 до 6 лет – возможно применение как методов анатомического восстановления, так и аутопластики латерального связочного аппарата.

При длительности заболевания свыше 6 лет показано выполнение пластики латерального связочного аппарата голеностопного сустава.

Предложенный новый способ пластики, реконструкции латерального связочного аппарата голеностопного сустава при застарелых повреждениях доказал свою эффективность, что подтверждено критериями доказательной медицины.

ВЫВОДЫ

1. Поздняя обращаемость пациентов за медицинской помощью, дефекты диагностики и консервативного лечения острых повреждений латерального связочного аппарата голеностопного сустава являются причинами развития его хронической латеральной нестабильности в 20-40% случаев, равно как и неверный выбор хирургической тактики при застарелых повреждениях приводит в 15% случаев к рецидиву патологии.

2. Предложенный новый способ анатомической реконструкции латерального связочного аппарата голеностопного сустава при его застарелых повреждениях (патент РФ на изобретение № 2758131 от 26.10.2021) заключается в проведении сухожильного аутотрансплантата *m. semitendinosus* через каналы в шейке таранной кости, наружной лодыжке и пяточной кости, отверстия которых соответствуют местам нативного прикрепления передней таранно-малоберцовой и пяточно-малоберцовой связок с фиксацией трансплантата кортикальной пуговицей и интерферентным винтом.

3. Точность определения застарелого повреждения ПТМС клиническими стресс-тестами составила 75,6%, ПМС – 68,3%; методом стресс-рентгенографии 90,2% и 80,4% соответственно; методом МРТ и УЗИ – 100% для обеих связок. При этом выявляемость повреждений связок методом стресс-рентгенографии статистически значимо не отличалась от результатов клинических тестов ($p=0,14$ для ПТМС, $p=0,11$ для ПМС), а частота выявления повреждений связок методом МРТ или УЗИ была статистически значимо выше, чем при клинических стресс-тестах ($p=0,001$ для ПМС, $p<0,001$ для ПМС), и, соответственно, при стресс-рентгенографии.

4. Сравнение эффективности нового способа анатомической реконструкции и классического способа анатомического восстановления латерального связочного аппарата голеностопного сустава по способу Brostrom в модификации Gould показали значимое преимущество новой

операции - в срок 3 месяца и 1 год после неё баллы по шкале AOFAS были статистически значимо выше в основной группе по сравнению с контрольной: 97(89,25;98,5) против 84(80;98) ($p=0,005$) и 99(92,5;100) против 92(80;100) ($p<0,001$) соответственно.

5. При застарелом повреждении латерального связочного аппарата голеностопного сустава до 3 лет целесообразно его анатомическое восстановление местными тканями; от 3 до 6 лет – возможно применение как методов анатомического восстановления, так и аутопластики латерального связочного аппарата; при травме свыше 6 лет показано только выполнение анатомической реконструкции латерального связочного аппарата, в частности, новым предложенным способом (САР= 55% [95% ДИ 9–77]%, СОР = 73% [95% ДИ 2–92]%, ОШ =0,08 [0,009-0,77], $p=0,05$).

ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

1. В первичном звене (поликлиниках, травматологических пунктах) для своевременного выявления застарелых повреждений латерального связочного аппарата голеностопного сустава необходимо выполнять больному стресс-тесты – ADT и варус-тест при клиническом обследовании, дополняя их выполнением стресс-рентгенографии.
2. В качестве альтернативы стресс-рентгенографии, сопровождающейся лучевой нагрузкой, в первичном звене травматолого-ортопедической помощи при оснащении и обучении врачей целесообразно выполнение УЗИ голеностопного сустава с помощью портативного аппарата.
3. В стационарах выявление застарелых повреждений латерального связочного аппарата голеностопного сустава необходимо выполнять только с помощью УЗИ или МРТ с толщиной среза 3 мм и получением изображений в T1- и T2-режимах.
4. При застарелых повреждениях латерального связочного аппарата голеностопного сустава свыше 6 лет с момента травмы целесообразно выполнять его анатомическую реконструкцию предложенным способом.
5. При невозможности формирования в малоберцовой кости Г-образного канала (из-за отсутствия направителя, контроля ЭОП), следует создать V-образный канал, проведя трансплантат через сквозной канал из точки нативного прикрепления передней таранно-малоберцовой связки в переднее-заднем направлении, а затем через второй сквозной канал от задней поверхности малоберцовой кости к вершине - месту нативного прикрепления пяточно-малоберцовой связки.

ПЕРСПЕКТИВЫ ДАЛЬНЕЙШЕЙ РАЗРАБОТКИ ТЕМЫ

Дальнейшее развитие темы состоит в обеспечении индивидуального предоперационного планирования, выборе и создании новых типов трансплантатов, в том числе модифицируемых биологических и синтетических, снижении травматичности оперативного вмешательства, разработке персональных реабилитационных программ для пациентов.

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ И УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ

ADT – anterior drawer test, тест «переднего выдвигающего ящика»

AOFAS – American Ortopaedic Foot and Ankle Society Ankle-Hindfoot scale

KPSS – The Karlsson and Peterson Scoring System for Ankle function, оценочная шкала Karlsson – Peterson

MBG – Modified Brostrom-Gould procedure, операция Brostrom в модификации Gould

VAS (ВАШ) – Visual Analogue Scale, визуальная аналоговая шкала

ГС – голеностопный сустав

ДМБС – дистальный межберцовый синдесмоз

ЗГ – закрытые глаза

ЛСА – латеральный связочный аппарат

ЛФК – лечебная физкультура

МРТ – магнитно-резонансная томография

ОГ – открытые глаза

ОШ – отношение шансов

ПАП – повышение абсолютной пользы

ПМС – пяточно-малоберцовая связка

ПТМС – передняя таранно-малоберцовая связка

УЗИ – ультразвуковое исследование

ХПЛНГС – хроническая посттравматическая латеральная нестабильность голеностопного сустава

ЦД – центр давления

ЧБНЛ – число пациентов, которое необходимо лечить

ЧИК – частота исходов в группе контроля

ЧИЛ – частота исходов в группе лечения

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Анализ существующих методов лечения артистов балета при травмах голеностопного сустава. Обзор литературы / К. А. Михалева, М. А. Еремушкин, В. С. Михалев [и др.] // Вестник восстановительной медицины. – 2022. – Т. 21, № 2. – С. 53–60.
2. Андреев, Д. А. Интегральная характеристика эффективности постурального контроля как концептуальная платформа для оптимизации реабилитационных и восстановительных программ в спорте / Д. А. Андреев, В. В. Кармазин, С. А. Парастаев // Вестник РГМУ. – 2017. – № 6. – С. 5–11.
3. Артродезирование при нестабильности эндопротеза голеностопного сустава / П. П. Зуев, К. А. Гражданов, И. А. Норкин [и др.] // Технологические инновации в травматологии, ортопедии и нейрохирургии: интеграция науки и практики. Сборник научных трудов. – Саратов : Амирит, 2021. – С. 93–95.
4. Баранхин, О. В. Метод профилактики и предотвращения часто встречающихся травм опорно-двигательного аппарата у занимающихся игровыми видами спорта / О. В. Баранхин // Спортивные игры в физическом воспитании, рекреации и спорте : материалы XV Международной научно-практической конференции. – Смоленск : ФГБОУ ВО «Смоленская государственная академия физической культуры, спорта и туризма», 2021. – С. 37–41.
5. Бобров, Д. С. Эндопротезирование голеностопного сустава: особенности и исходы вмешательства (обзор литературы) / Д. С. Бобров, К. Д. Артемов // Кафедра травматологии и ортопедии. – 2021. – № 2(44). – С. 30–40.
6. Бородина, К. М. Хроническая нестабильность голеностопного сустава: биомеханика и патомеханика повреждений связок и связанных с ними повреждений / К. М. Бородина // Региональный вестник. – 2020. – № 7(46). – С. 23–24.

7. Глухарева, М. Р. Укрепление голеностопного сустава волейболистов 15-16 лет посредством специальных упражнений / М. Р. Глухарева // Олимпийский спорт: педагогическое наследие Д. П. Коркина и современное олимпийское движение. Материалы IV Международной науч.-практич. конф. в рамках проведения международного турнира по вольной борьбе, посвященного памяти заслуженного тренера СССР Д.П. Коркина. – Якутск : Северо-Восточный федеральный университет им. М. К. Аммосова, 2021. – С. 55–57.
8. Голубев, В. Г. Выбор метода реконструкции связок при лечении хронической нестабильности голеностопного сустава / В. Г. Голубев, М. А. Куров, Ю. Г. Постнов // Организационные и клинические вопросы оказания помощи больным в травматологии и ортопедии : сборник тезисов XIV межрегиональной науч.-практич. конф. (Воронеж, 30 ноября – 01 декабря 2018 года). – Воронеж : Научная книга, 2018. – С. 34–36.
9. Голубев, В. Г. Роль артроскопии по улучшению клинических результатов проведения операций при хронической нестабильности голеностопного сустава / В. Г. Голубев, М. А. Куров // Весенние дни ортопедии. Тезисы Международного конгресса (Москва, 01–02 марта 2019 года) / под ред. Н. В. Загороднего. – Москва : Российский университет дружбы народов (РУДН), 2019. – С. 31–34.
10. Голубев, В. Г. Целесообразность применения МРТ в диагностике хронической нестабильности голеностопного сустава / В. Г. Голубев, М. А. Куров // Медицинская помощь при травмах. Новое в организации и технологиях. Перспективы импортозамещения в России : сборник тезисов Пятого юбилейного конгресса с международным участием (Санкт-Петербург, 28–29 февраля 2020 года). – Санкт-Петербург : Санкт-Петербургская общественная организация «Человек и его здоровье», 2020. – С. 70–71.

11. Диагностика и реабилитация нарушений функции ходьбы и равновесия при синдроме центрального гемипареза в восстановительном периоде инсульта / Национальная ассоциация по борьбе с инсультом, Всероссийское общество неврологов, Общероссийская общественная организация содействия развитию медицинской реабилитологии, Союз реабилитологов России, Российская ассоциация по спортивной медицине и реабилитации больных и инвалидов. – 2016. – 28 с. – URL: https://rehabrus.ru/Docs/2020/Rek_po_gemiparezu.pdf.
12. Ежов, М. Ю. Стопа. Дегенеративно-дистрофические заболевания суставов стопы и голеностопного сустава / М. Ю. Ежов. – Нижний Новгород : Ремедиум Поволжье, 2011. – 320 с.
13. Здравоохранение в России 2021. Статистический сборник. – Москва, 2021. – 171 с.
14. Карданов, А. А. Хирургическая коррекция деформаций стопы / А. А. Карданов. – Москва : Изд-ий Дом «МЕДПРАКТИКА М», 2016. – 220 с.
15. Каторкин, С. Е. Новая клинико-патогенетическая концепция диагностики и хирургического лечения больных с хронической венозной недостаточностью нижних конечностей : специальность 14.01.17 «Хирургия» : диссертация на соискание ученой степени кандидата медицинских наук / Каторкин Сергей Евгеньевич. – Самара, 2018. – 306 с.
16. Котельников, Г. П. Доказательная медицина : учебное пособие / Г. П. Котельников, А. С. Шпигель. – Самара : ГОУ ВПО СамГМУ, 2009. – 90 с.
17. Куров, М. А. Метод артроскопии в диагностике и лечении хронической нестабильности голеностопного сустава / М. А. Куров, Ю. Г. Постнов, В. Г. Голубев // Технологические инновации в травматологии, ортопедии и нейрохирургии: интеграция науки и практики. Сборник материалов Всероссийской науч.-практ. конф. с международным участием, (Саратов, 28–29 июня 2018 года). – Саратов : Саратовский государственный медицинский университет имени В.И. Разумовского, 2018. – С. 132–134.

18. Куров, М. А. Оценка клинических результатов реконструкции связок при хронической нестабильности голеностопного сустава / М. А. Куров, В. Г. Голубев // Медицинская помощь при травмах и неотложных состояниях в мирное и военное время. Новое в организации и технологиях : Четвёртый всероссийский конгресс с международным участием (Санкт-Петербург, 15–16 февраля 2019 года). – Санкт-Петербург : Санкт-Петербургская общественная организация «Человек и его здоровье», 2019. – С. 136–138.
19. Куров, М. А. Подходы к выбору метода и тактики оперативного лечения хронической нестабильности голеностопного сустава / М. А. Куров, В. Г. Голубев, Ю. Г. Постнов // Инновационные технологии в медицине: взгляд молодого специалиста. Материалы IV Всероссийской науч. конф. молодых специалистов, аспирантов, ординаторов с Международным участием (Рязань, 11–12 октября 2018 года). – Рязань : Рязанский государственный медицинский университет имени академика И. П. Павлова, 2018. – С. 50–53.
20. Куров, М. А. Роль факторов риска в развитии хронической посттравматической нестабильности голеностопного сустава / М. А. Куров, В. Г. Голубев // Российский медико-биологический вестник имени академика И. П. Павлова. – 2018. – Т. 26, № 3. – С. 430–439.
21. Куров, М. А. Современные представления о патогенезе хронической нестабильности голеностопного сустава. Обзор литературы / М. А. Куров, В. Г. Голубев // Кремлевская медицина. Клинический вестник. – 2018. – № 4. – С. 98–106.
22. Ларионов, В. А. Анатомические методы восстановления латерального связочного комплекса голеностопного сустава / В. А. Ларионов // Всероссийская науч.-практ. конф. с международным участием «АСПИРАНТСКИЕ ЧТЕНИЯ - 2021: молодые ученые - медицине». SIMS - 2021. Samara International Medical Science : сборник материалов / под ред. ректора СамГМУ, проф. РАН А. В. Колсанова и акад. РАН, проф. Г. П. Котельникова. – Самара : ООО «СамЛюксПринт», 2021. – С. 18–22.

23. Менькова, И. С. Анатомические варианты строения, предрасполагающие к развитию латеральной нестабильности голеностопного сустава: современные аспекты лучевой диагностики / И. С. Менькова // Конгресс российского общества рентгенологов и радиологов (Москва, 06–08 ноября 2019 года). – Москва : Санкт-Петербургская общественная организация «Человек и его здоровье», 2019. – С. 129–130.
24. Мечниковские чтения-2015. Материалы 88-й конф. студенческого науч. общества. 23–24 апреля 2015 года. Трансляционная медицина: от теории к практике. Материалы 3-й науч.-практ. конф. молодых ученых и специалистов / под ред. д.м.н. А. В. Силина и д.м.н. С. В. Костюкевича. Ч. II. – Санкт-Петербург : Изд-во СЗГМУ им. И.И. Мечникова, 2015. – 324 с.
25. Орлецкий, А. К. Оперативное лечение свежих и застарелых повреждений капсульно-связочного аппарата голеностопного сустава / А. К. Орлецкий, Д. О. Васильев, К. В. Шкуро // Кафедра травматологии и ортопедии. – 2022. – № 3(49). – С. 41–46.
26. Оценка показателей гониометрии голеностопного сустава в комплексной реабилитации спортсменов с тендинопатией малоберцовых сухожилий / А. Д. Репетюк, Е. Е. Ачкасов, А. П. Середа [и др.] // Спортивная медицина: наука и практика. – 2022. – Т. 12, № 2. – С. 40–45.
27. Патент RU 2691519 С1 Российская Федерация, МПК А61В 6/00. Способ и устройство для диагностики нестабильности голеностопного сустава : заявка № 2018144272, 14.12.2018 : опубл. 14.06.2019 / Г. М. Кавалерский, Д. С. Бобров, А. С. Карев [и др.]. – Бюл. № 17. – 14 с.
28. Патент RU 2692577 С1 Российская Федерация, МПК А61В 17/56. Способ аутопластики латерального стабилизирующего комплекса голеностопного сустава сухожилием малоберцовой мышцы : заявка № 2018113219, 11.04.2018 : опубл. 25.06.2019 / В. Ю. Жиленко, А. Е. Медведчиков, Е. В. Буров [и др.]. – Бюл. № 18. – 12 с.

29. Патент RU 2758131 С1 Российская Федерация, МПК А61В 17/56. Способ хирургического лечения пациентов с латеральной нестабильностью голеностопного сустава : заявка № 2021112502, 28.04.2021 : опубл. 26.10.2021 / Г. П. Котельников, Ю. Д. Ким, Д. С. Шитиков, А. В. Шмельков, В. А. Ларионов [и др.]. – Бюл. № 30. – 7 с.
30. Патент UR 2782834 С1 Российская Федерация, МПК А61В 17/56. Способ выбора тактики хирургического лечения после неудачи тотального эндопротезирования голеностопного сустава : заявка № 2021132071, 02.11.2021 : опубл. 03.11.2022 / П. П. Зуев, К. А. Гражданов, Л. А. Кесов. – Бюл. № 31. 9С
31. Петров, М. А. Латеральная нестабильность голеностопного сустава у детей / М. А. Петров, Д. Д. Павлова // Медицинская помощь при травмах. Новое в организации и технологиях. Перспективы импортозамещения в России : сборник тезисов Пятого юбилейного конгресса с международным участием (Санкт-Петербург, 28–29 февраля 2020 года). – Санкт-Петербург : Санкт-Петербургская общественная организация «Человек и его здоровье», 2020. – С. 185–186.
32. Повреждение дистального межберцового синдесмоза, пути улучшения результатов лечения (обзор литературы) / Д. А. Никифоров, М. А. Панин, В. Г. Процко [и др.] // Гений ортопедии. – 2022. – Т. 28, № 1. – С. 141–149. [28]
33. Результаты эндопротезирования голеностопного сустава третьим поколением моделей эндопротезов / К. С. Михайлов, А. А. Булатов, Д. Г. Плиев [и др.] // Кафедра травматологии и ортопедии. – 2018. – № 1(31). – С. 40–45.
34. Репетюк, А. Д. Оценка комплексной программы физической реабилитации при повреждениях сухожилий малоберцовых мышц у спортсменов / А. Д. Репетюк, Е. Е. Ачкасов, А. П. Серeda // Теория и практика физической культуры. – 2022. – № 1. – С. 79–81.
35. Скворцов, Д. В. Клинический анализ движений. Анализ походки / Д. В. Скворцов. – Иваново : Изд-во НППЦ – «Стимул», 1996. – 344 с. : ил.

36. Тотальное эндопротезирование таранной кости с применением индивидуального керамического эндопротеза в сочетании с тиббиальным компонентом эндопротеза голеностопного сустава: клинический случай / В. В. Кузнецов, В. В. Скребцов, С. К. Тамоев [и др.] // XII Всероссийский съезд травматологов-ортопедов : сборник тезисов (Москва, 01–03 декабря 2022 года). – Санкт-Петербург : Санкт-Петербургская общественная организация «Человек и его здоровье», 2022.
37. Хальфманн, Й. Понять стопу : анатомия, биомеханика, изучение, анализ походки : учебное пособие / Йорг Хальфманн ; пер. с нем. – Санкт-Петербург : Изд-во СПбГЭУ, 2018. – 122 с.
38. Хирургическое лечение пациентов с тотальной неудачей эндопротезирования голеностопного сустава (систематический обзор) / И. А. Норкин, П. П. Зуев, Ю. А. Барабаш [и др.] // Политравма. – 2021. – № 4. – С. 69–75.
39. Хирургическое лечение хронической нестабильности голеностопного сустава у детей. Клиническое наблюдение с обзором литературы / В. В. Коротеев, А. В. Семенов, Н. Г. Трусова [и др.] // Российский вестник детской хирургии, анестезиологии и реаниматологии. – 2021. – Т. 11, № 5. – С. 78.
40. Ходжиев, А. С. Хирургическое лечение деформирующего остеоартроза суставов заднего отдела стопы : специальность 14.01.15 «Травматология и ортопедия» : диссертация на соискание ученой степени кандидата медицинских наук / Ходжиев Артур Сафарович. – Москва, 2016. – 140 с.
41. Швыгина, Н. В. Восстановление двигательной способности спортсменов с проявлениями нестабильности голеностопного сустава / Н. В. Швыгина // Ученые записки университета им. П.Ф. Лесгафта. – 2018. – № 12(166). – С. 284–292.
42. Ширмазанян, А. Г. Артроскопическое восстановление капсульно-связочного аппарата голеностопного сустава при хронической наружной нестабильности : специальность 14.01.15 «Травматология и ортопедия» : диссертация на соискание ученой степени кандидата медицинских наук / Ширмазанян Авет Гагикович. – Москва, 2021. – 117 с.: ил.

43. Шкуро, К. В. Одноплоскостная поперечная остеотомия пяточной кости как метод коррекции заднего отдела стопы при приобретенных статодинамических деформациях / К. В. Шкуро, В. Т. Зейналов // Кафедра травматологии и ортопедии. – 2019. – № 2(36). – С. 21–31.
44. Эндопротезирование и артродез голеностопного сустава. Сравнение результатов лечения / Д. Л. Мирошников, О. В. Сабодашевский, А. А. Афаунов [и др.] // Инновационная медицина Кубани. – 2018. – № 2(10). – С. 29–36. [26]
45. Эндопротезирование при лечении пациентов с аваскулярным остеонекрозом таранной кости: обзор литературы / В. В. Кузнецов, С. К. Тамоев, С. А. Оснач [и др.] // Гений ортопедии. – 2023. – Т. 29, № 3. – С. 329–340.
46. A randomized comparison between lateral ligaments augmentation using suture-tape and modified Broström repair in young female patients with chronic ankle instability / B. K. Cho, J. K. Park, S. M. Choi [et al.] // Foot and Ankle Surgery. – 2019. – Apr. 1, vol. 25(2). – P. 137–142.
47. Accuracy of MRI findings in chronic lateral ankle ligament injury: comparison with surgical findings / H. J. Park, S. D. Cha, S. S. Kim [et al.] // Clin. Radiol. – 2012. – Apr., vol. 67(4). – P. 313–318.
48. Acevedo, J. I. Ankle instability and arthroscopic lateral ligament repair / J. I. Acevedo, P. Mangone // Foot Ankle Clin. – 2015. – Mar. 1, vol. 20(1). – P. 59–69.
49. Advanced conservative treatment of complete acute rupture of the lateral ankle ligaments: Verifying by stabilometry / J. Řezaninová, L. Hrazdira, D. Moc Králová [et al.] // Foot Ankle Surg. – 2018. – Feb. 1, vol. 24(1). – P. 65–70.
50. Aicale, R. Chronic Lateral Ankle Instability: Topical Review / R. Aicale, N. Maffulli // Foot & Ankle International. – 2020. – Vol. 41(12). – P. 1571–1581. [47]
51. All-arthroscopic anatomical reconstruction of anterior talofibular ligament using semitendinosus autografts / B. Song, C. Li, N. Chen [et al.] // Int. Orthop. – 2017. – May 1, vol. 41(5). – P. 975–982.

52. All-inside arthroscopic lateral collateral ligament repair for ankle instability with a knotless suture anchor technique / J. Vega, P. Golanó, A. Pellegrino [et al.] // *Foot Ankle Int.* – 2013. – Dec., vol. 34(12). – P. 1701–1709.
53. All-inside arthroscopic modified Broström operation for chronic ankle instability: a biomechanical study / K. T. Lee, E. S. Kim, Y. H. Kim [et al.] // *Knee Surg. Sports Traumatol. Arthrosc.* – 2016. – Apr. 1, vol. 24(4). – P. 1096–1100.
54. Alshahrani, M. S. Relationship between Kinesiophobia and Ankle Joint Position Sense and Postural Control in Individuals with Chronic Ankle Instability—A Cross-Sectional Study / M. S. Alshahrani, R. S. Reddy. – Text : electronic // *Int. J. Environ Res. Public Health.* – 2022. – Feb. 27, vol. 19(5). – 2792. – URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35270483/>.
55. Anatomic Knot Suture Anchor Versus Knotless Suture Anchor Technique for Anterior Talofibular Ligament Repair: A Biomechanical Comparison / H. Li, H. Xu, Y. Hua [et al.]. – Text : electronic // *Orthop. J. Sports Med.* – 2020. – Jan. 1, vol. 8(1). – 232596711989812. – URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32047832/>.
56. Anatomic lateral ligament reconstruction in the ankle: a hybrid technique in the athletic population / J. G. Kennedy, N. A. Smyth, A. M. Fansa [et al.] // *Am. J. Sports Med.* – 2012. – Oct., vol. 40(10). – P. 2309–2317.
57. Anatomic reconstruction of anterior talofibular ligament with tibial tuberosity-patellar tendon autograft for chronic lateral ankle instability / C. Chen, H. Lu, J. Hu [et al.]. – Text : electronic // *J. Orthop. Surg. (Hong Kong).* – 2018. – May 1, vol. 26(2). – 2309499018780874. – URL: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/29890893>.
58. Anatomic reconstruction of the anterior talofibular and calcaneofibular ligaments using a semitendinosus tendon allograft and interference screws / H. G. Jung, T. H. Kim, J. Y. Park [et al.] // *Knee Surg. Sports Traumatol. Arthrosc.* – 2012. – Aug., vol. 20(8). – P. 1432–1437.
59. Anatomic stabilization of chronic lateral instability of the ankle : Gold technique / T. Diermeier, B. Scheiderer, L. Lacheta [et al.] // *Oper. Orthop. Traumatol.* – 2017. – Dec. 1, vol. 29(6). – P. 520–524.

60. Anatomic stabilization techniques provide superior results in terms of functional outcome in patients suffering from chronic ankle instability compared to non-anatomic techniques / G. Vuurberg, H. Pereira, L. Blankevoort [et al.] // *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*. – 2018. – Jul. 14, vol. 26(7). – P. 2183–2195.
61. Anatomic suture anchor versus the Broström technique for anterior talofibular ligament repair: a biomechanical comparison / N. E. Waldrop, C. A. Wijdicks, K. S. Jansson [et al.] // *Am. J. Sports Med.* – 2012. – Nov., vol. 40(11). – P. 2590–2596.
62. Anatomical reconstruction of the anterior talofibular and calcaneofibular ligaments with an all-arthroscopic surgical technique / S. Guillo, G. Cordier, B. Sonnery-Cottet [et al.] // *Orthop. Traumatol. Surg. Res.* – 2014. – Dec. 1, vol. 100(8 Suppl). – P. S413–S417.
63. Anatomical reconstruction of the lateral ligaments of the ankle with semitendinosus allograft / Y. Hua, S. Chen, Y. Jin [et al.] // *Int. Orthop.* – 2012. – Oct., vol. 36(10). – P. 2027–2031.
64. Ankle instability patients exhibit altered muscle activation of lower extremity and ground reaction force during landing: A systematic review and meta-analysis / H. G. Jeon, S. Y. Lee, S. E. Park [et al.] // *J. Sports Sci. Med.* – 2021. – Vol. 20(2). – P. 373–390.
65. Applying the minimal detectable change of a static and dynamic balance test using a portable stabilometric platform to individually assess patients with balance disorders / J. De la Torre, J. Marin, M. Polo [et al.]. – Text : electronic // *Healthcare (Basel)*. – 2020. – Oct. 14, vol. 8(4). – 402. – URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33066627/>.
66. Arthroscopic anatomical reconstruction of the lateral ankle ligaments / S. Guillo, M. Takao, J. Calder [et al.] // *Knee Surg. Sports Traumatol. Arthrosc.* – 2016. – Apr. 1, vol. 24(4). – P. 998–1002.
67. Arthroscopic anterior talofibular ligament repair for chronic ankle instability with concomitant lesions of the ankle / J. S. Kim, K. W. Young, H. K. Cho [et al.] // *Arthroscopy and Orthopedic Sports Medicine*. – 2020. – May 1, vol. 7(1). – P. 1–7.

68. Arthroscopic classification of chronic anterior talo-fibular ligament lesions in chronic ankle instability / A. Thès, H. Odagiri, M. Elkaïm [et al.] // *Orthop. Traumatol. Surg. Res.* – 2018. – Dec. 1, vol. 104(8S). – P. S207–S211.
69. Arthroscopic Evaluation of Impingement and Osteochondral Lesions in Chronic Lateral Ankle Instability / S. Odak, R. Ahluwalia, D. G. Shivarathre [et al.] // *Foot Ankle Int.* – 2015. – Sep. 4, vol. 36(9). – P. 1045–1049.
70. Arthroscopic four-step treatment for chronic ankle instability / A. Ventura, C. Terzaghi, C. Legnani [et al.] // *Foot Ankle Int.* – 2012. – Jan., vol. 33(1). – P. 29–36.
71. Arthroscopic Lateral Ligament Repair Through Two Portals in Chronic Ankle Instability / J. P. Batista, J. J. del Vecchio, L. Patthauer [et al.] // *Open Orthop J.* – 2017. – Jul. 31, vol. 11(1). – P. 617–632.
72. Arthroscopic repair of lateral ankle ligament complex by suture anchor / J. Wang, Y. Hua, S. Chen [et al.] // *Arthroscopy.* – 2014. – Jun., vol. 30(6). – P. 766–773.
73. Arthroscopic suture anchor repair of the lateral ligament ankle complex: a cadaveric study / E. Giza, E. C. Shin, S. E. Wong [et al.] // *Am. J. Sports Med.* – 2013. – Nov., vol. 41(11). – P. 2567–2572.
74. Arthroscopic treatment of chronic ankle instability: Prospective study of outcomes in 286 patients / R. Lopes, M. Andrieu, G. Cordier [et al.] // *Orthop. Traumatol. Surg. Res.* – 2018. – Dec. 1, vol. 104(8). – P. S199–S205.
75. Aslan, A. Ankle Ligament Injury: Current Concept / A. Aslan, H. Sofu, V. Kirdemir. – Text : electronic // *OA Orthopaedics.* – 2014. – Mar. 11, vol. 2(1). – URL: <https://www.researchgate.net/publication/261510098>.
76. Associations between MRI findings and symptoms in patients with chronic ankle sprain / D. G. Kwon, K. H. Sung, C. Y. Chung [et al.] // *J. Foot Ankle Surg.* – 2014. – Vol. 53(4). – P. 411–414.
77. Bäcker, H. Treatment of Chronic Lateral Ankle Instability - A Review / H. Bäcker, F. G. Krause, M. C. Attinger. – Text : electronic // *JSM Foot Ankle.* – 2017. – Vol. 2(1). – 1018. – URL: https://boris.unibe.ch/109947/1/B%20C3%A4cker_footankle-2-1018.pdf.

78. Bedside ultrasonography by emergency physicians for anterior talofibular ligament injury / C. Gün, E. E. Unlüer, N. Vandenberg [et al.] // *J. Emerg. Trauma Shock*. – 2013. – Jul., vol. 6(3). – P. 195–198.
79. Bhudiya, J. Study of different ankle pathologies on MRI / J. Bhudiya, B. Suthar // *International Journal of Radiology and Diagnostic Imaging Comprehensive Publications*. – 2020. – Jan. 1, vol. 3(1). – P. 129–134.
80. Biomechanical comparison of an all-soft suture anchor with a modified Broström-Gould suture repair for lateral ligament reconstruction / C. A. Brown, D. Hurwit, A. Behn [et al.] // *Am. J. Sports Med.* – 2014. – Feb., vol. 42(2). – P. 417–422.
81. Broström, L. Surgical treatment of “chronic” ligament ruptures / L. Broström, V. I. Sprained ankles // *Acta Chir Scand*. – 1966. – Nov., vol. 132(5). – P. 551–565. [59]
82. Burks, R. T. Anatomy of the Lateral Ankle Ligaments / R. T. Burks, J. Morgan // *Am. J. Sports Med.* – 1994. - Jan. 23, vol. 22(1). – P. 72–77.
83. Burn hand or finger goniometric measurements: Sum of the isolated parts and the composite whole / R. Richard, I. S. Parry, A. Santos [et al.] // *Journal of Burn Care and Research*. – 2017. – Nov 1, vol. 38(6). – P. E960–E965.
84. Castaing, J. Entorse à répétition ou subluxation récidivante de la tibio-tarsienne. Une technique simple de ligamentoplastie externe / J. Castaing, P. L. Le Chevallier, M. Meunier // *Rev. Chir. Orthop.* 1961. – Vol. 47. – P. 598–608.
85. Cheng, Y. Value of ultrasonography for detecting chronic injury of the lateral ligaments of the ankle joint compared with ultrasonography findings / Y. Cheng, Y. Cai, Y. Wang. – Text : electronic // *Br. J. Radiol.* – 2014. – Jan. 1, vol. 87(1033). – 20130406. – URL: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24352708>.
86. Chew, C. P. Periosteal flap augmentation of the Modified Broström-Gould procedure for chronic lateral ankle instability / C. P. Chew, K. O. T. Koo, D. T. T. Lie. – Text : electronic // *J. Orthop. Surg. (Hong Kong)*. – 2018. – Jan. 1, vol. 26(1). – 2309499018757530. – URL: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/2945563>.

87. Choi, H. J. Modified Broström Procedure Using Distal Fibular Periosteal Flap Augmentation vs Anatomic Reconstruction Using a Free Tendon Allograft in Patients Who Are Not Candidates for Standard Repair / H. J. Choi, D. W. Kim, J. S. Park // *Foot Ankle Int.* – 2017. – Nov 24, vol. 38(11). – P. 1207–1214.
88. Chrisman, O. D. Reconstruction of lateral ligament tears of the ankle. An experimental study and clinical evaluation of seven patients treated by a new modification of the Elmslie procedure / O. D. Chrisman, G. A. Snook // *J. Bone Joint. Surg. Am.* – 1969. – Jul., vol. 51(5). – P. 904–912.
89. Chronic Lateral Ankle Instability in Highly Active Patients: A Treatment Algorithm Based on the Arthroscopic Assessment of the Calcaneofibular Ligament / I. K. Triantafyllopoulos, D. G. Economopoulos, A. Panagopoulos [et al.]. – Text : electronic // *Cureus.* – 2021. – Apr. 5, vol. 13(4). – e14310. – URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33968520/>
90. Chung, H. J. Anatomical Repair for Chronic Lateral Ankle Instability / H. J. Chung // *J. Korean Orthop. Assoc.* – 2014. – Feb., vol. 49(1). – P. 13–21.
91. Clinical Guidelines for the Surgical Management of Chronic Lateral Ankle Instability: A Consensus Reached by Systematic Review of the Available Data / Y. Song, H. Li, C. Sun [et al.]. – Text : electronic // *Orthop J. Sports Med.* – 2019. – Sep. 1, vol. 7(9). – 232596711987385. – URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31579683/>.
92. Clinical results and functional evaluation of the Chrisman-Snook procedure for lateral ankle instability in athletes / D. Kramer, R. Solomon, C. Curtis [et al.] // *Foot Ankle Spec.* – 2011. – Feb., vol. 4(1). – P. 18–28.
93. Clinical stabilometry standardization: Feet position in the static stabilometric assessment of postural stability / F. Scoppa, G. Messina, G. Belloni [et al.] // Article in *Acta Medica Mediterranea.* – 2017. – Vol. 33. – P. 707–713.
94. Colville, M. R. Surgical Treatment of the Unstable Ankle / M. R. Colville // *Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons.* – 1998. – Nov., vol. 6(6). – P. 368–377.

95. Comparison of All-Inside Arthroscopic and Open Techniques for the Modified Broström Procedure for Ankle Instability / E. D. Yeo, K. T. Lee, I. H. Sung [et al.] // *Foot Ankle Int.* – 2016. – Oct. 1, vol. 37(10). – P. 1037–1045.
96. Comparison of Magnetic Resonance Imaging and Stress Radiographs in the Evaluation of Chronic Lateral Ankle Instability / S. Jolman, J. Robbins, L. Lewis [et al.] // *Foot Ankle Int.* – 2017. – Apr. 1, vol. 38(4). – P. 397–404.
97. Comparison of modified Broström and Evans procedures in simulated lateral ankle injury / T. Fujii, H. B. Kitaoka, K. Watanabe [et al.] // *Med. Sci Sports Exerc.* – 2006. – Jun., vol. 38(6). – P. 1025–1031.
98. Comparison of the effects of reconstruction of the lateral ankle ligaments using peroneus longus and peroneus brevis tendon graft / Z. Yang, F. Liu, L. Cui [et al.]. – Text : electronic // *Medicine. NLM (Medline)*. – 2020. – Nov. 13, vol. 99(46). – e22912. – URL: <https://journals.lww.com/10.1097/MD.00000000000022912>.
99. Concentric evertor strength differences and functional ankle instability: a meta-analysis / B. L. Arnold, S. W. Linens, S. J. de la Motte [et al.] // *J. Athl. Train.* 2009. – Vol. 44(6). – P. 653–662.
100. Consensus in chronic ankle instability: aetiology, assessment, surgical indications and place for arthroscopy / S. Guillo, T. Bauer, J. W. Lee [et al.] // *Orthop. Traumatol. Surg. Res.* – 2013. – Dec., vol. 99(8 Suppl). – P. S411–S419.
101. Consistency and Reliability of Ankle Stress Radiography in Patients with Chronic Lateral Ankle Instability / J. H. Choi, K. J. Choi, C. Y. Chung [et al.]. – Text : electronic // *Orthop. J. Sports Med.* – 2021. – May 18, vol. 9(5). – 232596712110040. – URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34046507/>.
102. Correlation between Physical Performance and Stabilometric Parameters in Older Adults / N. Labata-Lezaun, V. González-Rueda, J. Rodríguez-Sanz [et al.]. – Text : electronic // *Medicina (Lithuania)*. – 2022. – Sep. 2, vol. 58(9). – 1211. – URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36143889>.
103. Cruz, A. Functional Ankle Instability Prevalence and Associated Risk Factors in Male Football Players / A. Cruz, R. Oliveira, A. G. Silva // *Open. J. Orthop.* – 2020. – Vol. 10(04). – P. 77–92.

104. Current Concept Review: State of Acute Lateral Ankle Injury Classification Systems / D. Lacerda, D. Pacheco, A. T. Rocha [et al.] // *The Journal of Foot and Ankle Surgery*. – 2023. – Jan. 1, vol. 62(1). – P. 197–203.
105. Dale, R. B. Principles of Rehabilitation / R. B. Dale // *Physical Rehabilitation of the Injured Athlete* / J. R. Andrews, G. L. Harrelson, K. E. Wilk. – 4th ed. – Elsevier Health Sciences, 2012. – P. 41–66.
106. Deltoid Ligament and Tibiofibular Syndesmosis Injury in Chronic Lateral Ankle Instability: Magnetic Resonance Imaging Evaluation at 3T and Comparison with Arthroscopy / K. Y. Chun, Y. S. Choi, S. H. Lee [et al.] // *Korean J. Radiol.* – 2015. – Sep. 1, vol. 16(5). – P. 1096–1103.
107. Dierckman, B. D. Anatomic Reconstruction with a Semitendinosus Allograft for Chronic Lateral Ankle Instability / B. D. Dierckman, R. D. Ferkel // *Am. J. Sports Med.* – 2015. – Aug. 4, vol. 43(8). – P. 1941–1950.
108. Diezhandino, A. A. Important articles for the surgical treatment of lateral ankle instability / A. A. Diezhandino // *Rev. Esp. Artrosc Cir. Articul. En.* 2022. – Vol. 29(3). – P. 186–191.
109. Differences between mechanically stable and unstable chronic ankle instability subgroups when examined by arthrometer and FAAM-G / H. Lohrer, T. Nauck, D. Gehring [et al.]. – Text : electronic // *J. Orthop. Surg. Res.* – 2015. – Mar. 8, vol. 10(1). – 32. – URL: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25890204>.
110. DiGiovanni, C. W. Current concepts: lateral ankle instability / C. W. DiGiovanni, A. Brodsky // *Foot Ankle Int.* – 2006. – Oct., vol. 27(10). – P. 854–866.
111. Do grade II ankle sprains have chronic effects on the functional ability of ballet dancers performing single-leg flat-foot stance? An observational cross-sectional study / B. D. Bodini, G. Lucenteforte, P. Serafin [et al.]. – Text : electronic // *Applied Sciences (Switzerland)*. – 2020. – Jan. 1, vol. 10(1). – URL: <https://core.ac.uk/display/491497363?source=2>.
112. Dos Santos, M. J. Individuals with chronic ankle instability exhibit decreased postural sway while kicking in a single-leg stance / M. J. dos Santos, A. L. Gorges, J. L. Rios // *Gait Posture*. – 2014. – Vol. 40(1). – P. 231–236.

113. Dynamic Balance Deficits 6 Months Following First-Time Acute Lateral Ankle Sprain: A Laboratory Analysis / C. Doherty, C. Bleakley, J. Hertel [et al.] // *J. Orthop. Sports Phys. Ther.* – 2015. – Aug., vol. 45(8). – P. 626–633.
114. Effect of Functional Ankle Instability and Surgical Treatment on Dynamic Postural Stability and Leg Stiffness Variables during Vertical-Drop Landing / K. Jeon, K. Kim, C. C. Ryew [et al.] // *Korean Journal of Sport Biomechanics.* – 2018. – Vol. 28(2). – P. 135–141.
115. Effectiveness of ultrasonography in diagnosing chronic lateral ankle instability: a systematic review / A. Radwan, J. Bakowski, S. Dew [et al.] // *Int. J. Sports Phys. Ther.* – 2016. – Apr., vol. 11(2). – P. 164–174.
116. Efficacy and Safety of Split Peroneal Tendon Lateral Ankle Stabilization / N. Shibuya, D. I. Bazán, A. M. Evans [et al.] // *J. Foot Ankle Surg.* – 2016. – Jul. 1, vol. 55(4). – P. 812–816.
117. Elmslie, R. C. Recurrent Subluxation of the Ankle-Joint / R. C. Elmslie // *Ann. Surg.* – 1934. – Aug., vol. 100(2). – P. 364–367.
118. Emmeans: Estimated Marginal Means, aka Least-Squares Means. R package version 1.6.1. / Russell V. Lenth, Ben Bolker, Paul Buerkner [et al.]. – 2021. – URL: <https://CRAN.R-project.org/package=emmeans>.
119. Evaluation of anterior talofibular ligament injury with stress radiography, ultrasonography and MR imaging / K. Oae, M. Takao, Y. Uchio [et al.] // *Skeletal Radiol.* – 2010. – Jan., vol. 39(1). – P. 41–47.
120. Evans, D. L. Recurrent instability of the ankle; a method of surgical treatment / D. L. Evans // *Proc. R. Soc. Med.* – 1953. – May, vol. 46(5). – P. 343–344.
121. Evidence review for the 2016 International Ankle Consortium consensus statement on the prevalence, impact and long-term consequences of lateral ankle sprains / P. A. Gribble, C. M. Bleakley, B. M. Caulfield [et al.] // *Br. J. Sports Med.* – 2016. – Dec., vol. 50(24). – P. 1496–1505.

122. Fractures and other bone and joint injuries. By R. Watson-Jones, B.Sc., M.Ch. Orth., F.R.C.S., Hon. Orthopædic Surgeon, Liverpool Royal Infirmary, and Robert Jones and Agnes Hunt Orthopædic Hospital. 9 3/4 × 7 in. Pp. 723 + xii, with 1040 illustrations, some coloured. – Edinburgh : E. & S. Livingstone, 1939. – 50 s. net // *British Journal of Surgery*. – 1940. – Jan., vol. 27(107). – P. 616–617.
123. Freeman, M. A. Instability of the foot after injuries to the lateral ligament of the ankle / M. A. Freeman // *J. Bone Joint. Surg. Br.* – 1965. – Nov., vol. 47(4). – P. 669–677.
124. Functional deficits in chronic mechanical ankle instability / M. Wenning, D. Gehring, M. Mauch [et al.]. – Text : electronic // *J. Orthop. Surg. Res.* – 2020. – Aug. 6, vol. 15(1). – 304. – URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32762704>.
125. Fundamentals of diagnostic radiology / ed. W. E. Brant, C. A. Helms. – Lippincott Williams & Wilkins, 2012. – 1472 p.
126. Gait abnormalities in patients with chronic ankle instability can improve following a non-invasive biomechanical therapy: a retrospective analysis / S. Tenenbaum, O. Chechik, J. Bariteau [et al.] // *J. Phys. Ther. Sci.* – 2017. – Apr., vol. 29(4). – P. 677–684.
127. Gould, N. Early and Late Repair of Lateral Ligament of the Ankle / N. Gould, D. Seligson, J. Gassman // *Foot Ankle*. – 1980. – Sep. 17, vol. 1(2). – P. 84–89.
128. Gschwend, N. Die fibularen Bandläsionen. Eine häufig verkannte Folge der Fußverstauchungen / N. Gschwend // *Praxis*. – 1958. – Vol. 47. – P. 809–809. [101]
129. Gutiérrez-Vilahú, L. Footprint measurement methods for the assessment and classification of foot types in subjects with Down syndrome: a systematic review / L. Gutiérrez-Vilahú, M. Guerra-Balic. – Text : electronic // *J. Orthop. Surg. Res.* – 2021. – Aug. 27, vol. 16(1). – 537. – URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34452620>.
130. Haig, H. Repair of ligaments in recurrent subluxation of the ankle joint / H. Haig // *J. Bone Joint Surg.* – 1950. – Vol. 32(B). – P. 751–755.
131. Hambly, E. Recurrent Dislocation of Ankle due to Rupture of External Lateral Ligament / E. Hambly // *BMJ*. – 1945. – Mar. 24, vol. 1(4394). – P. 413–413.

132. Hamilton, W. G. The modified Brostrom procedure for lateral ankle instability / W. G. Hamilton, F. M. Thompson, S. W. Snow // *Foot Ankle*. – 1993. – Jan., vol. 14(1). – P. 1–7.
133. Hamstring Tendon Regeneration After Harvesting: A Systematic Review / M. A. M. Suijkerbuijk, M. Reijman, S. J. M. Lodewijks [et al.] // *Am. J. Sports Med.* – 2015. – Oct. 1, vol. 43(10). – P. 2591–2598.
134. Hertel, J. An updated model of chronic ankle instability / J. Hertel, R. O. Corbett // *J. Athl. Train.* – 2019. – Vol. 54(6). – P. 572–588.
135. High-resolution US and MR imaging of peroneal tendon injuries / M. S. Taljanovic, J. N. Alcalá, L. H. Gimber [et al.] // *Radiographics*. – 2015. – Jan. 1, vol. 35(1). – P. 179–199.
136. Imaging diagnosis for chronic lateral ankle ligament injury: a systemic review with meta-analysis / S. Cao, C. Wang, X. Ma [et al.]. – Text : electronic // *J. Orthop. Surg. Res.* – 2018. – May 22, vol. 13(1). – 122. – URL: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/29788978>.
137. Increased ligament thickness in previously sprained ankles as measured by musculoskeletal ultrasound / K. Liu, G. Gustavsen, T. Royer [et al.] // *J. Athl. Train.* – 2015. – Feb. 1, vol. 50(2). – P. 193–198.
138. Instrumental Assessment of Balance Functional Performance. A Numerical Score to Discriminate Defective Subjects: A Retrospective Study / M. Gallamini, G. Piastra, D. P. Matteo Ronchi [et al.]. – Text : electronic // *J. Nov. Physiother.* – 2016. – Vol. 6(5). – 305. – URL: <https://www.researchgate.net/publication/308888963>.
139. Intra-articular lesions in chronic lateral ankle instability: comparison of arthroscopy with magnetic resonance imaging findings / S. Do.Cha, H. S. Kim, S. T. Chung [et al.] // *Clin. Orthop. Surg.* – 2012. – Dec., vol. 4(4). – P. 293–299.
140. Isolated anterior talofibular ligament Broström repair for chronic lateral ankle instability: 9-year follow-up / N. Maffulli, A. Del Buono, G. D. Maffulli [et al.] // *Am. J. Sports Med.* – 2013. – Apr., vol. 41(4). – P. 858–864.

141. Jäger, M. Homologe Bindegewebestransplantation. Biomechan. Untersuchungen z. Frage d. Transplantateignung verschieden strukturierter u. konservierter Bindegewebstexturen in d. orthopäd. Chirurgie. – Stuttgart : Thieme, 1970. – 94 p.
142. Jeong, B. O. Effect of Preoperative Stress Radiographic Findings on Radiographic and Clinical Outcomes of the Modified Broström Procedure for Chronic Ankle Instability / B. O. Jeong, T. Y. Kim, W. J. Song // J. Foot Ankle Surg. – 2016. – Jan. 1, vol. 55(1). – P. 125–128.
143. Karlsson, J. Evaluation of ankle joint function: the use of a scoring scale / J. Karlsson, L. Peterson // The Foot. – 1991. – Apr., vol. 1(1). – P. 15–19.
144. King, B. M. Statistical reasoning in the behavioral sciences / B. M. King, P. J. Rosopa, E. W. Minium. – John Wiley & Sons, 2018. – 496 p.
145. Kirk, K. L. Technique tip: periosteal flap augmentation of the Brostrom lateral ankle reconstruction / K. L. Kirk, L. C. Schon // Foot Ankle Int. – 2008. – Feb. 1, vol. 29(2). – P. 254–255.
146. Lateral and syndesmotic ankle sprain injuries: A narrative literature review / J.C. Dubin, D. Comeau, R. I. McClelland [et al.] // Journal of Chiropractic Medicine. – 2011. – Sep., vol. 10(3). – P. 204–219.
147. Lee, H. G. Surgical Repair in Recurrent Dislocation of the Ankle Joint / H. G. Lee // J. Bone Joint Surg. – 1957. – Jul., vol. 39(4). – P. 828–834.
148. Liu, W. Quantitative magnetic resonance imaging (MRI) analysis of anterior talofibular ligament in lateral chronic ankle instability ankles pre- and postoperatively / W. Liu, H. Li, Y. Hua. – Text : electronic // BMC Musculoskelet Disord. – 2017. – Dec. 12, vol. 18(1). – 397. – URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28899377>.
149. LMA Gielen, J. Musculoskeletal ultrasound imaging in sports / J. LMA Gielen // International SportMed. Journal. – 2012. – Vol. 13(4). – P. 141–152.
150. Long-term results of Watson-Jones tenodesis of the ankle: Clinical and radiographic findings after ten to eighteen years of follow-up / K. Sugimoto, Y. Takakura, K. Akiyama [et al.] // Journal of Bone and Joint Surgery. – 1998. – Nov., vol. 80(11). – P. 1587–1596.

151. Luchs J. MRI Ankle and Hindfoot . 2017 Sept 4. Available from: <https://premierradiologyservices.com/knowledge-base/mri-ankle-hindfoot/>
152. Lukman, R. Tensile strength comparison between peroneus longus and hamstring tendons: A biomechanical study / R. Lukman, E. Mustamsir, K. Y. Phatama // International Journal of Surgery Open. – 2017. – Vol. 9. – P. 41–44.
153. Magnetic resonance imaging abnormalities after lateral ankle trauma in injured and contralateral ankles / N. van Putte-Katier, J. M. van Ochten, M. van Middelkoop [et al.] // Eur. J. Radiol. – 2015. – Dec., vol. 84(12). – P. 2586–2592.
154. Magnetic Resonance Imaging Analysis of Biological Ligament Healing after Suture-Tape Augmentation for Chronic Lateral Ankle Instability / B. K. Cho, M. Y. An, Y. H. Kim [et al.] // Journal of Korean Foot and Ankle Society. – 2021. – Sep. 15, vol. 25(3). – P. 117–125.
155. Magnetic Resonance Imaging and Stress Radiography in Chronic Lateral Ankle Instability / H. G. Jung, N. R. Kim, T. H. Kim [et al.] // Foot Ankle Int. – 2017. – Jun. 1, vol. 38(6). – P. 621–626.
156. Management and prevention of acute and chronic lateral ankle instability in athletic patient populations / B. J. McCriskin, K. L. Cameron, J. D. Orr [et al.] // World Journal of Orthopedics. – 2015. – Mar. 18, vol. 6(2). – P. 161–171.
157. Maquieira, G. J. Technique Tip: Percutaneous Chrisman-Snook Lateral Ankle Ligament Reconstruction / G. J. Maquieira, B. K. Moor, N. Espinosa // Foot Ankle Int. – 2009. – Mar 1, vol. 30(3). – P. 268–270.
158. Margetić, P. Comparative assessment of the acute ankle injury by ultrasound and magnetic resonance / P. Margetić, R. Pavić // Coll. Antropol. – 2012. – Jun., vol. 36(2). – P. 605–610.
159. McHugh, M. L. Interrater reliability: the kappa statistic / M. L. McHugh // Biochem. Med. (Zagreb). – 2012. – Vol. 22(3). – P. 276–282.
160. Meehan, T. M. Aftermath of Ankle Inversion Injuries: Spectrum of MR Imaging Findings / T. M. Meehan, E. L. Martinez-Salazar, M. Torriani // Magn. Reson. Imaging Clin. N. Am. – 2017. – Feb. 1, vol. 25(1). – P. 45–61.

161. Minimally invasive reconstruction of the lateral ankle ligaments using semitendinosus autograft or tendon allograft / X. Xu, M. Hu, J. Liu [et al.] // *Foot Ankle Int.* – 2014. – Oct. 11, vol. 35(10). – P. 1015–1021.
162. MRI in acute ligamentous injuries of the ankle / I. Martella, E. Azzali, G. Milanese [et al.] // *Acta Biomed.* – 2016. – Jul. 28, vol. 87, suppl 3. – P. 13–19.
163. MRI of the anterior talofibular ligament, talar cartilage and os subfibulare: Comparison of isotropic resolution 3D and conventional 2D T2-weighted fast spin-echo sequences at 3.0 T / J. Yi, J. G. Cha, Y. K. Lee [et al.] // *Skeletal Radiol.* – 2016. – Jul. 1, vol. 45(7). – P. 899–908.
164. Nag, K. Lateral Ankle Ligament Repair: Evolution of Technique from Open to Arthroscopy / K. Nag, K. J. Tan // *Journal of Foot and Ankle Surgery (Asia Pacific)*. – 2014. – Dec., vol. 1(2). – P. 65–68.
165. New method of diagnosis for chronic ankle instability: comparison of manual anterior drawer test, stress radiography and stress ultrasound / K. T. Lee, Y. U. Park, H. Jegal [et al.] // *Knee Surg. Sports Traumatol. Arthrosc.* – 2014. – Jul., vol. 22(7). – P. 1701–1707.
166. Nilsonne, H. Making a new ligament in ankle sprain / H. Nilsonne // *J. Bone Joint Surg.* – 1932. – Apr., vol. 14(2). – P. 380–381.
167. Norkin, C. C. Measurement of joint motion : a guide to goniometry / C. C. Norkin, D. J. White. – USA : F. A. Davis, 2016. – 571 p. – URL: https://www.google.ru/books/edition/Measurement_of_Joint_Motion/TSluDQAAQBAJ?hl=ru&gbpv=0.
168. Okazaki, K. Anatomic Reconstruction of the Lateral Ligament of the Ankle Using a Periosteal Flap from the Fibula / K. Okazaki, S. Miyagi, J. Tokunaga // *Tech. Foot Ankle Surg.* – 2005. – Jun., vol. 4(2). – P. 98–103.
169. Open Broström-Gould Repair vs Arthroscopic Anatomical Repair of the Anterior Talofibular Ligament for Chronic Lateral Ankle Instability / G. Zeng, X. Hu, W. Liu [et al.] // *Foot Ankle Int.* – 2020. – Jan. 1, vol. 41(1). – P. 44–49.
170. Operative Treatment of Lateral Ankle Instability / Y. Yasui, C. D. Murawski, A. Wollstein [et al.] // *JBS Rev.* – 2016. – May 31, vol. 4(5). – P. 1–11.

171. Outcomes of the Chrisman-Snook and modified-Broström procedures for chronic lateral ankle instability. A prospective, randomized comparison / W. L. Hennrikus, R. C. Mapes, P. M. Lyons [et al.] // *Am. J. Sports Med.* – 1996. – Jul. 23, vol. 24(4). – P. 400–404.
172. Periosteal flap reconstruction of the external ankle ligaments. Results of a follow-up study / E. Glas, O. Paar, V. Smasal [et al.] // *Unfallchirurg.* – 1985. – May, vol. 88(5). – P. 219–222.
173. Peroneus quartus and functional ankle instability / G. Lotito, J. Pruvost, H. Collado [et al.] // *Ann. Phys. Rehabil. Med.* – 2011. – Jul., vol. 54(5). – P. 282–292. [145]
174. Postural-stability tests that identify individuals with chronic ankle instability / S. W. Linens, S. E. Ross, B. L. Arnold [et al.] // *J. Athl. Train.* – 2014. – Jan., vol. 49(1). – P. 15–23.
175. Pouzet, F. Plastie ligamentaire externe de l'articulation tibio-tarsienne / F. Pouzet // *Lyon chir.* – 1954. – Vol. 49. – P. 618–619.
176. Predictive Factors of Hamstring Tendon Regeneration and Functional Recovery After Harvesting: A Prospective Follow-up Study / M. A. M. Suijkerbuijk, M. Reijman, E. H. G. Oei [et al.] // *Am. J. Sports Med.* – 2018. – Apr. 1, vol. 46(5). – P. 1166–1174.
177. Preoperative MRI is helpful but not sufficient to detect associated lesions in patients with chronic ankle instability / K. Staats, M. Sabeti-Aschraf, S. Apprich [et al.] // *Knee Surg. Sports Traumatol. Arthrosc.* – 2018. – Jul. 1, vol. 26(7). – P. 2103–2109.
178. Ramdass, R. S. A Comparison of Split Peroneus Brevis Tendon and Semitendinosus Allograft Tendon for Lateral Ankle Ligament Reconstruction / R. S. Ramdass, K. R. Grierson // *The Journal of Foot and Ankle Surgery.* – 2019. – Nov. 1, vol. 58(6). – P. 1197–1202.
179. Reconstruction of lateral ligaments of the ankle with allogeneic tendon grafts / S. Horibe, K. Shino, I. Taga [et al.] // *J. Bone Joint. Surg. Br.* – 1991. – Sep., vol. 73(5). – P. 802–805.

180. Reconstruction of the lateral ankle ligaments using the anterior half of peroneus longus tendon graft / Y. Sun, H. Wang, Y. Tang [et al.] // *Foot and Ankle Surgery*. – 2019. – Apr. 1, vol. 25(2). – P. 242–246.
181. Reconstruction of the lateral ligaments of the ankle for chronic lateral instability / J. Karlsson, T. Bergsten, O. Lansinger [et al.] // *J. Bone Joint Surg. Am.* – 1988. – Apr., vol. 70(4). – P. 581–588.
182. Regeneration of the hamstring tendons after harvesting for arthroscopic anterior cruciate ligament reconstruction: a histological study in 11 patients / K. Okahashi, K. Sugimoto, M. Iwai [et al.] // *Knee Surg. Sports Traumatol. Arthrosc.* – 2006. – Jun., vol. 14(6). – P. 542–545.
183. Reliability and Validity of Magnetic Resonance Imaging for the Evaluation of the Anterior Talofibular Ligament in Patients Undergoing Ankle Arthroscopy / Y. S. Kim, Y. B. Kim, T. G. Kim [et al.] // *Arthroscopy*. – 2015. – Aug. 1, vol. 31(8). – P. 1540–1547.
184. Reliability and validity of preoperative MRI for surgical decision making in chronic lateral ankle instability / A. Morvan, S. Klouche, A. Thes [et al.] // *Eur. J. Orthop Surg. Traumatol.* – 2018. – May 1, vol. 28(4). – P. 713–719.
185. Results of Anatomic Lateral Ankle Ligament Reconstruction with Tendon Allograft / S. J. Ellis, B. R. Williams, H. Pavlov [et al.] // *HSS Journal*. – 2011. – Jul., vol. 7(2). – P. 134–140.
186. Rudert, M. Reconstruction of the lateral ligaments of the ankle using a regional periosteal flap / M. Rudert, N. Wülker, C. J. Wirth // *J. Bone Joint Surg. Br.* – 1997. – May 1, vol. 79(3). – P. 446–451.
187. Searching for consensus in the approach to patients with chronic lateral ankle instability: ask the expert / F. Michels, H. Pereira, J. Calder [et al.] // *Knee Surg. Sports Traumatol. Arthrosc.* – 2018. – Jul. 1, vol. 26(7). – P. 2095–2102.
188. Selection criteria for patients with chronic ankle instability in controlled research: a position statement of the International Ankle Consortium / P. A. Gribble, E. Delahunt, C. M. Bleakley [et al.] // *J. Athl. Train.* – 2014. – Jan., vol. 49(1). – P. 121–127.

189. Shakked, R. Acute and Chronic Lateral Ankle Instability Diagnosis, Management, and New Concepts / R. Shakked, S. Sheskier // Bull. Hosp. Jt. Dis. (2013). – 2017. – Jan., vol. 75(1). – P. 71–80.
190. Snook, G. A. Long-term results of the Chrisman-Snook operation for reconstruction of the lateral ligaments of the ankle / G. A. Snook, O. D. Chrisman, T. C. Wilson // J. Bone Joint Surg. Am. – 1985. – Jan., vol. 67(1). – P. 1–7.
191. Storen, H. A new method for operative treatment of insufficiency of the lateral ligaments of the anklejoint / H. Storen // Acta Chir. Scand. – 1959. – Oct. 24, vol. 117. – P. 501–509.
192. Subgroup characteristics of patients with chronic ankle instability in primary care / A. K. E. Mailuhu, E. H. G. Oei, J. M. van Ochten [et al.] // J. Sci. Med. Sport. – 2019. Aug. 1, vol. 22(8). – P. 866–870.
193. Surgical management of chronic lateral ankle instability: a meta-analysis / Y. Cao, Y. Hong, Y Xu [et al.]. – Text : electronic // J. Orthop. Surg. Res. – 2018. – Dec. 25, vol. 13(1). – 159. – URL: <https://josr-online.biomedcentral.com/articles/10.1186/s13018-018-0870-6>.
194. Surgical treatment of chronic lateral instability of the ankle joint / J. Karlsson, T. Bergsten, O. Lansinger [et al.] // Am. J. Sports Med. – 1989. – Mar. 23, vol. 17(2). – P. 268–274.
195. T2 -Mapping evaluation of early cartilage alteration of talus for chronic lateral ankle instability with isolated anterior talofibular ligament tear or combined with calcaneofibular ligament tear / H. Tao, Y. Hu, Y. Qiao [et al.] // J. Magn. Reson Imaging. – 2018. – Jan. 1, vol. 47(1). – P. 69–77.
196. Tajima, A. The Relationship between Chronic Ankle Instability and Functional Movement Impairment in Division I Female Athletes : thesis submitted in partial fulfillment of the requirements for the degree of Masters of Science in Kinesiology / A. Tajima : Texas State University–San Marcos. – University of Arkansas, 2012. – 51 p. – URL: <https://scholarworks.uark.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1285&context=etd>.

197. Tan, D. W. Accuracy of magnetic resonance imaging in diagnosing lateral ankle ligament injuries: A comparative study with surgical findings and timings of scans / D. W. Tan, D. J. W. The, Y. H. Chee // *Asia Pac. J. Sports Med. Arthrosc Rehabil Technol.* – 2017. – Jan. 1, vol. 7. – P. 15–20.
198. Tay, K. S. Effect of Periosteal Flap Augmentation on Outcomes of Modified Broström-Gould Procedure for Chronic Lateral Ankle Instability / K. S. Tay, C. P. Chew, D. T. T. Lie. – Text : electronic // *Foot Ankle Orthop.* – 2020. – Jul. 1, vol. 5(3). – 247301142093473. – URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35097395>.
199. Tenodesis Versus Carbon Fiber Repair of Ankle Ligaments / H. P. Becker, D. Rosenbaum, G. Zeithammel [et al.] // *Clin. Orthop. Relat. Res.* – 1996. – Apr., vol. 325. – P. 194–202.
200. The bright rim sign on MRI for anterior talofibular ligament injury with arthroscopic correlation / M. H. Lee, J. G. Cha, Y. K. Lee [et al.] // *AJR Am. J. Roentgenol.* – 2012. – Apr., vol. 198(4). – P. 885–890.
201. The effect of chronic ankle instability on muscle activations in lower extremities / C. I. Lin, M. Khajooei, T. Engel [et al.]. – Text : electronic // *PLoS One.* – 2021. – Feb. 1, vol. 16(2). – e0247581. – URL: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/33617592>.
202. The Effect of Peroneal Muscle Strength on Functional Outcomes After the Modified Broström Procedure for Chronic Ankle Instability / B. K. Cho, J. K. Park, S. M. Choi [et al.] // *Foot Ankle Int.* – 2018. – Jan. 1, vol. 39(1). – P. 105–112.
203. The role of the angle of the fibularis longus tendon in foot arch support / A. S. Sumal, G. E. Jarvis, A. R. Norrish [et al.] // *Clin. Anat.* – 2021. – May 8, vol. 34(4). – P. 651–658.
204. Three-dimensional isotropic T2-weighted fast spin-echo (VISTA) ankle MRI versus two-dimensional fast spin-echo T2-weighted sequences for the evaluation of anterior talofibular ligament injury / H. J. Park, S. Y. Lee, N. H. Park [et al.] // *Clin. Radiol.* – 2016. – Apr. 1, vol. 71(4). – P. 349–355.
205. Treatment and prevention of acute and recurrent ankle sprain: An overview of systematic reviews with meta-analysis / C. Doherty, C. Bleakley, E. Delahunt [et al.] // *British Journal of Sports Medicine.* – 2017. – Jan., vol. 51(2). – P. 113–125.

206. Twenty-six-year results after Broström procedure for chronic lateral ankle instability / S. J. Bell, T. S. Mologne, D. F. Sitler [et al.] // *Am. J. Sports Med.* – 2006. – Jun. 30, vol. 34(6). – P. 975–978.
207. Types and Causes of Injuries / R. Bahr, H. Alfredson, M. Järvinen [et al.] // *The IOC Manual of Sports Injuries* Wiley. – 2012. – Jun. 22. – P. 1–24.
208. Ultrasound examination for the diagnosis of chronic anterior talofibular ligament injury / Y. Hua, Y. Yang, S. Chen [et al.] // *Acta Radiol.* – 2012. – Dec. 1, vol. 53(10). – P. 1142–1145.
209. Ultrasound Imaging in Sport-Related Muscle Injuries: Pitfalls and Opportunities / M. Paoletta, A. Moretti, S. Liguori [et al.]. – Text : electronic // *Medicina (Kaunas)*. – 2021. – Sep. 29, vol. 57(10). – 1040. – URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34684077/>.
210. Usefulness of the oblique coronal plane in ankle MRI of the calcaneofibular ligament / H. J. Park, S. Y. Lee, N. H. Park [et al.] // *Clin. Radiol.* – 2015. – Apr. 1, vol. 70(4). – P. 416–423.
211. Value of stress ultrasound for the diagnosis of chronic ankle instability compared to manual anterior drawer test, stress radiography, magnetic resonance imaging, and arthroscopy / J. H. Cho, D. H. Lee, H. K. Song [et al.] // *Knee Surg. Sports Traumatol. Arthrosc.* – 2016. – Apr. 1, vol. 24(4). – P. 1022–1028.
212. Van der Rijt, A. The long-term results of Watson-Jones tenodesis / A. van der Rijt, G. Evans // *J. Bone Joint Surg. Br.* – 1984. – May, vol. 66-B(3). – P. 371–375.
213. Walankar, P. P. Impact of kinesiophobia on physical function and quality of life in functional ankle instability individuals: an observational study / P. P. Walankar, V. P. Panhale, K. M. Vyas. – Text : electronic // *Bulletin of Faculty of Physical Therapy*. – 2021 Dec 28, vol. 26(14). – URL: <https://www.researchgate.net/publication/356292342>.
214. Wang, B. Minimally invasive reconstruction of lateral ligaments of the ankle using semitendinosus autograft / B. Wang, X. Y. Xu // *Foot Ankle Int.* – 2013. – May, vol. 34(5). – P. 711–715.

215. Wang, W. Allograft tendon reconstruction of the anterior talofibular ligament and calcaneofibular Ligament in the treatment of chronic ankle instability / W. Wang, G. H. Xu. – Text : electronic // BMC Musculoskelet Disord. – 2017. – Apr. 8, vol. 18(1). – P. 150. – URL: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/28388886>.
216. Windfeld, P. Treatment of undue mobility of the ankle joint following severe sprain of the ankle with avulsion of the anterior and middle bands of the external ligament / P. Windfeld // Acta Chir. Scand. – 1953. – Vol. 105(1–4). – P. 299–304.
217. Woo, B. J. Arthroscopic Versus Open Broström-Gould Repair for Chronic Ankle Instability / B. J. Woo, M. C. Lai, K. Koo // Foot Ankle Int. – 2020. – Jun. 24, vol. 41(6). – P. 647–653.
218. Woo, S. H. What Happens without Treating Chronic Lateral Ankle Instability / S. H. Woo, H. J. Chung // Journal of Korean Foot and Ankle Society. – 2021. – Mar. 15, vol. 25(1). – P. 6–9.
219. Yang, J. Modified Chrisman–Snook repair for the treatment of chronic ankle ligamentous instability in children and adolescents / J. Yang, M. A. Morscher, D. S. Weiner // J. Child. Orthop. – 2010. – Dec. 1, vol. 4(6). – P. 561–570.
220. Yong, R. Ankle Lateral Ligament Reconstruction for Chronic Instability / R. Yong, K. W. Lai, L. H. Ooi // Journal of Orthopaedic Surgery. – 2015. – Apr. 1, vol. 23(1). – P. 62–65.

ПРИЛОЖЕНИЕ

Шкала AOFAS

Ankle-Hindfoot Scale (100points Total)

I Pain (40 points)

None	40
Mild, occasional	30
Moderate, daily	20
Severe, almost always present	0

II Function (50 points)

Activity limitations, support requirement	
No limitations, no support	10
No limitation of daily activities, limitation of recreational activities, no support	7
Limited daily and recreational activities, cane	4
Severe limitation of daily and recreational activities, walker, crutches, wheelchair, brace	0

Maximum walking distance, blocks	
Greater than 6	5
4-6	4
1-3	2
Less than 1	0

Walking surfaces	
No difficulty on any surface	5
Some difficulty on uneven terrain, stairs, inclines, ladders	3
Severe difficulty on uneven terrain, stairs, inclines, ladders	0

Gait abnormality	
None, slight	8
Obvious	4
Marked	0

Sagittal motion (flexion plus extension)	
Normal or mild restriction (30° or more)	8
Moderate restriction (15°-29°)	4
Severe restriction (less than 15°)	0

Hindfoot motion (inversion plus eversion)	
Normal or mild restriction (75%-100% normal)	6
Moderate restriction (25%-74% normal)	3
Marked restriction (less than 25% normal)	0

Ankle-hindfoot stability (anteroposterior, varus-valgus)	
Stable	8
Definitely unstable	0

III Alignment (10 points)

Good, plantigrade foot, midfoot well aligned	15
Fair, plantigrade foot, some degree of midfoot malalignment observed, no symptoms	8
Poor, nonplantigrade foot, severe malalignment, symptoms	0

Total=100

American Orthopaedic Foot and Ankle Society
From: <http://www.aofas.org/i4a/pages/index.cfm?pageid=3494>