

ГРУНИН

Сергей Викторович

**ЭНДОСКОПИЧЕСКАЯ КАЛЬКАНЕОПЛАСТИКА ПРИ ЛЕЧЕНИИ
ПАЦИЕНТОВ С ТЕНДОПАТИЕЙ ОБЛАСТИ ПРИКРЕПЛЕНИЯ
ПЯТОЧНОГО СУХОЖИЛИЯ**

3.1.8 – Травматология и ортопедия

А В Т О Р Е Ф Е Р А Т

диссертации на соискание ученой степени
кандидата медицинских наук

Работа выполнена в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Волгоградский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации

Научный руководитель:

доктор медицинских наук, профессор

Маланин Дмитрий Александрович

Официальные оппоненты:

Коробушкин Глеб Владимирович, доктор медицинских наук, доцент, федеральное государственное бюджетное учреждение "Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии имени Н.Н. Приорова" Министерства здравоохранения Российской Федерации, кафедра травматологии и ортопедии, доцент кафедры

Процко Виктор Геннадьевич - доктор медицинских наук, доцент, федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Российский университет дружбы народов» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, кафедра травматологии и ортопедии, доцент кафедры

Ведущая организация:

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Саратовский государственный медицинский университет имени В.И. Разумовского» Министерства здравоохранения Российской Федерации, г. Саратов.

Защита диссертации состоится «__» _____ 2021 г., в «__» часов, на заседании диссертационного совета 21.2.061.01 при федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Самарский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации (443079, г. Самара, пр. К. Маркса, 165 Б).

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке (443001, г. Самара, ул. Арцыбушевская, 171) и на сайте (<http://www.samsmu.ru/scientists/science/referats/>) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Самарский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации.

Автореферат разослан «__» _____ 2021 г

**Ученый секретарь
диссертационного совета**

кандидат медицинских наук, доцент

Долгушкин Дмитрий Александрович

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы исследования

Тендопатия области прикрепления пяточного сухожилия (ТОППС) относится к часто встречающейся патологии, возникающей у людей с разным уровнем физической активности, причем в 1/3 случаев локализация связана с дистальной частью сухожилия. Патология составляет от 20 до 24% всех заболеваний пяточного сухожилия (Коробушкин Г.В. с соавт., 2017; Chimenti R.L. et al., 2017; Longo U.G. et al., 2018). Традиционный консервативный подход к лечению пациентов с ТОППС включает ряд фармакологических, ортобиологических, физиотерапевтических методов, в том числе применение экстракорпоральной ударно-волновой терапии, признанной "золотым" стандартом; использование средств ортопедической коррекции, специальных комплексов упражнений лечебной физической культуры (Erroi D. et al., 2017; Mansur N.S. et al., 2017; Wei M. et al., 2017; Liu C.J. et al., 2019).

В 40% случаев, когда консервативное лечение оказывается неэффективным, пациентам с ТОППС рекомендуют выполнение операции. Большинство хирургических способов лечения объединены одним общим и важным этапом - кальканеопластикой - резекцией выступающей части бугра пяточной кости с целью предотвращения повышенного давления и соударения между экзостозом и передней поверхностью пяточного сухожилия (Карданов А.А. с соавт., 2016; Vaumbach S.F. et al., 2017; Maffulli N. et al., 2020). Тем не менее, от 20 до 30 % пациентов как после открытых, так и после эндоскопических операций отмечают возобновление характерной для ТОППС клинической симптоматики. В качестве возможной причины неудачи хирургического лечения чаще всего называют недостаточный или избыточный объем резекции бугра пяточной кости (Lohrer H. et al., 2016; Lui T.H. et al., 2019).

Степень разработанности темы исследования

Воззрения на причины и механизмы развития ТОППС остаются предметом обсуждения. Выявляемые по результатам фундаментальных исследований микроструктурные изменения тканей не свидетельствуют в пользу преимущественно воспалительной природы этого процесса (Bernier J. et al., 2015;

Maffulli N. et al., 2015; Cassel M. et al., 2019). Теории развития ТОППС учитывают особенности биомеханики, воздействия на ткани сухожилия теплового фактора, продуктов нарушенного метаболизма, ряда химических веществ, изменения микроциркуляции, хроническую травматизацию, особенности анатомического строения пяточной кости (Bullock M.J. et al., 2017).

Практический интерес к малоинвазивным методам лечения больных с ТОППС, в частности, к эндоскопической кальканеопластике был проявлен в начале XXI века. В одной из первых работ C.N. van Dijk et al. (2001) представили оригинальную операцию, которую отличает малая травматичность, короткий период восстановления пациентов. Наряду с этим хирурги отмечали нерешенные при данном методе вопросы предоперационного планирования и интраоперационной визуализации при резекции бугра пяточной кости (Процко В.Г. с соавт., 2013; Zellers J.A. et al., 2018; Xia Z. et al., 2019).

Развитие современных технологий открывает новые перспективы для планирования операций у больных ТОППС с использованием виртуальных топографо-анатомических сред и маркерных систем на основании мультифакторного математического моделирования нормы и индивидуальной деформации пяточной кости. Представляет интерес изучение персонифицированных анатомических предикторов, оказывающих влияние на результаты консервативного и хирургического лечения больных с ТОППС (Sanalla H. et al., 2018; Smith K.S. et al., 2018; Lui T.H. et al., 2019).

Цель исследования

Улучшение результатов хирургического лечения пациентов с тендопатией области прикрепления пяточного сухожилия за счет разработки нового персонифицированного подхода, включающего расчет индивидуального объема резекции бугра пяточной кости и совершенствование техники оперативного вмешательства.

Задачи исследования

1. Определить значимые морфометрические показатели области прикрепления пяточного сухожилия, строения пяточной кости для оценки

возможности развития тендопатии и прогнозирования неблагоприятного исхода консервативного лечения пациентов с данной патологией.

2. Установить референтные значения морфометрических показателей области прикрепления пяточного сухожилия и строения пяточной кости для определения показаний к хирургическому лечению больных с тендопатией области прикрепления пяточного сухожилия.

3. Разработать и применить на этапе предоперационного планирования кальканеопластики программу для ЭВМ с определением индивидуального объема резекции бугра пяточной кости.

4. Предложить и внедрить в клиническую практику новый способ эндоскопической ЭОП-вспомогательной кальканеопластики.

5. Оценить эффективность нового персонифицированного подхода к хирургическому лечению пациентов с тендопатией области прикрепления пяточного сухожилия.

Научная новизна работы

Определен комплекс значимых морфометрических показателей в норме и при ТОППС, являющихся предикторами неудовлетворительных результатов консервативного лечения пациентов.

Впервые разработана программа для предоперационного планирования – определения индивидуального объема резекции бугра пяточной кости (Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2020613045 от 06.03.2020 г.). Впервые предложен способ эндоскопической ЭОП-вспомогательной кальканеопластики (Патент на изобретение РФ № 2667626 от 21.09.2018 г.).

Теоретическая и практическая значимость

Полученные результаты анатомического и инструментального исследования области прикрепления пяточного сухожилия в норме и при ТОППС дополняют современные представления о вариативной и функциональной анатомии стопы. Предложенный комплекс морфометрических показателей позволяет выявить

предикторы к возникновению ТОППС, определить факторы риска неблагоприятного исхода консервативного лечения пациентов, провести математическое моделирование нормы и деформации пяточной кости с определением индивидуального объема резекции её бугра при эндоскопической кальканеопластике. Сравнительные клинические результаты лечения пациентов с ТОППС обосновывают преимущества нового персонифицированного подхода, включающего выполнение эндоскопической ЭОП-вспомогательной кальканеопластики с предварительно рассчитанным индивидуальным объемом резекции бугра пяточной кости.

Методология и методы исследования

Методология диссертационного исследования построена на изучении и обобщении научных данных по лечению пациентов с ТОППС. В соответствии с поставленной целью и задачами был разработан план выполнения этапов работы, выбраны объекты исследования. Использованы анатомические, клинические, инструментальные методы, статистического анализа, доказательной медицины. Вариационно-статистическую обработку данных проводили с помощью программ Excel 2010, Office XP (Microsoft Corp., США) с привлечением возможностей компьютерного приложения «STATISTICA 10.0» (Statsoft, США).

Основные положения, выносимые на защиту

1. Комплекс морфометрических показателей для оценки анатомического строения пяточной кости (угол А. Fowler, J.F. Philip, угол J. Steffensen и А. Evensen, высота деформации Хаглунда, общий пяточный угол, тест А. Denis и С. Huber–Levernieux, УЗИ-тест на наличие мягкотканного соударения, площадь области прикрепления пяточного сухожилия, угол инклинации) позволяет выявить предикторы к возникновению ТОППС, определить факторы риска неблагоприятного исхода консервативного лечения пациентов.

2. Индивидуальный объем резекции бугра пяточной кости может быть установлен на этапе предоперационного планирования путем математического моделирования нормального строения пяточной кости и её персональной деформации у пациента с использованием референтных значений морфометрических показателей.

3. Новый подход, включающий выполнение эндоскопической ЭОП-вспомогательной кальканеопластики с предварительно рассчитанным индивидуальным объемом резекции бугра пяточной кости персонифицирует и повышает эффективность хирургического лечения пациентов с ТОППС.

Степень достоверности результатов исследования

Достоверность научных выводов и положений основана на достаточном клиническом материале, современных методах исследования, статистической обработке данных. Результаты проанализированы с помощью традиционных методов описательной статистики с использованием вариационного, регрессионного, дисперсионного, системного многофакторного анализа с применением критериев доказательной медицины.

Апробация результатов работы

Результаты работы доложены на I, II и III конгрессах Российской Ассоциации хирургии стопы и голеностопного сустава с международным участием (Москва, 2015, 2017, 2019); научно-практической конференции «Патология стопы и голеностопного сустава: актуальные проблемы и современные пути их решения» (Волгоград, 2018); Конгрессе «Стопа & Голеностопный сустав ASTAOR-ESSKA-AFAS-RUSFAS» с международным участием (Москва, 2018); конференции «Хирургические технологии и медикаментозное сопровождение в лечении повреждений опорно-двигательного аппарата, а также заболеваний стопы и голеностопного сустава» (Волгоград, 2019); II Межрегиональной научно-практической конференции под эгидой Ассоциации травматологов-ортопедов России «Ортобиология – новые принципы и возможности сочетанной терапии» (Волгоград, 2020), Региональной образовательной школе травматологов-ортопедов «Патология стопы глазами различных специалистов» (Сочи, 2021).

Внедрение результатов исследования

Материалы работы внедрены в учебный процесс на кафедре травматологии, ортопедии и военно-полевой хирургии, кафедре хирургических болезней 2 Института непрерывного медицинского и фармацевтического образования, кафедре анатомии человека ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный медицинский университет» Минздрава России. Новый способ эндоскопической

ЭОП-вспомогательной кальканеопластики с расчётом индивидуального угла резекции бугра пяточной кости применяют в лечебной работе отделения травматологии и ортопедии ГУЗ «Клиническая больница №12», г. Волгоград.

Личный вклад автора

Автором определены цель и задачи исследования, осуществлён анализ современной отечественной и зарубежной литературы по изучаемой проблеме, разработан план исследования. Диссертант проводил анализ данных документации пациентов, принимал участие во всех этапах клинического исследования: обследовании и лечении пациентов, выполнении хирургических вмешательств, контроле реабилитации больных. Автором проведён подробный анализ полученных результатов с последующей статистической обработкой данных, сформулированы выводы и разработаны практические рекомендации.

Связь темы диссертации с планом основных научно-исследовательских работ университета

Диссертационная работа выполнена в соответствии с темой НИР кафедры травматологии, ортопедии и военно-полевой хирургии ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный медицинский университет» Минздрава России «Экспериментальное и клиническое обоснование малоинвазивных методов и способов хирургического и консервативного лечения при патологии суставов и деформациях конечностей» (регистрационный номер АААА-А17-117062810008-2).

Публикации по теме диссертации

По теме диссертации опубликовано 9 работ в отечественной печати, из них 3 – в журналах, рекомендованных Высшей аттестационной комиссией Министерства науки и высшего образования РФ. Получен 1 патент РФ на изобретение и 1 свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ.

Объем и структура диссертации

Работа изложена на 174 страницах машинописного текста, состоит из введения, обзора литературы, материалов и методов исследования, трех глав собственных результатов, заключения, выводов, практических рекомендаций.

Список литературы включает 199 источников, из них 38 –отечественных и 161 – зарубежный. Работа иллюстрирована 22 таблицами, 63 рисунками.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Дизайн исследования

На первом этапе работы анализировали исходы консервативного лечения пациентов с ТОППС, устанавливали основные причины неудовлетворительных результатов, их связь с морфометрическими показателями. На втором этапе выполняли анатомическое исследование, сравнительное инструментальное исследование здоровых добровольцев и больных с ТОППС для выявления значимых морфометрических предикторов неудовлетворительных результатов консервативного лечения и показаний к выполнению операции. На третьем этапе работы на основании выявленных критериев разрабатывали новый персонафицированный подход к хирургическому лечению больных с ТОППС, оценивали его эффективность.

Консервативное и хирургическое лечение 97 пациентов с ТОППС, физикальное и инструментальное исследование здоровых добровольцев и лиц без патологии заднего отдела стопы и пяточного сухожилия проводили в трех ЛПУ г. Волгограда: травматолого-ортопедическом отделении ГУЗ КБ №12, ГУЗ «Областной реабилитационный центр №1», ФКУЗ «МЧС МВД России по Волгоградской области» в период с 2010 по 2020 годы. Исследование было одобрено и регламентировано региональным независимым этическим комитетом (IRB 00005839 IORG 0004900 (OHRP) 27 марта 2010 г.).

Все пациенты с ТОППС были распределены на две группы в зависимости от вида лечения – хирургического и консервативного. В первой группе выделяли две подгруппы – 1 А (23 пациента), которым выполняли эндоскопическую кальканеопластику по общепринятому методу и 1 Б (25 больных), которым применяли новый персонафицированный подход, включающий выполнение эндоскопической ЭОП-вспомогательной кальканеопластики с индивидуально рассчитанным объемом резекции бугра пяточной кости. Вторая группа включала 49 пациентов с ТОППС, получавшим консервативное лечение.

Материалы и методы исследования

Анатомическое исследование. Материалом послужили 15 препаратов заднего отдела голеностопного сустава и стопы, полученные у лиц мужского (8) и женского (7) пола в возрасте от 30 до 60 лет. Морфометрию области прикрепления пяточного сухожилия осуществляли после его выделения и отсечения с последующим окрашиванием границы по периметру маркером. Описывали геометрическую форму энтезиса, с помощью линейки измеряли его длину (высоту) и ширину. В случае трапециевидной формы площадь рассчитывали по формуле $S = a + b : h \cdot 2$, при эллипсовидной форме - использовали формулу $S = \pi \cdot a \cdot b$. Полученные результаты документировали с помощью цифровой камеры «Canon CANON EOS 4000D KIT kit» (Япония).

Сравнительное инструментальное исследование

Ультразвуковое исследование Материалом для УЗИ послужили эхограммы 64 добровольцев – 35 мужчин и 29 женщин в возрасте от 19 до 49 лет, не имевших ранее повреждений, заболеваний стопы и пяточного сухожилия, а также эхограммы 86 пациентов – 47 мужчин и 39 женщин в возрасте от 18 до 46 лет из клинических групп больных с ТОППС. Результаты УЗИ были использованы для выявления и сравнительной оценки феномена мягкотканного соударения между передней поверхностью пяточного сухожилия и верхней частью бугра пяточной кости при нейтральном, тыльном и подошвенном сгибании стопы. УЗИ выполняли на аппаратах «Acuson Seguoia-512» (Siemens, Германия), «Logiq 400CL» (GE, США) с использованием линейных датчиков 7, 8 и 12 МГц.

Рентгенография и компьютерная томография. Материалом для исследования послужили 120 рентгенограмм стоп в двух проекциях и 27 компьютерных томограмм голеностопного сустава и стопы здоровых добровольцев - 71 мужчины и 76 женщин в возрасте от 18 до 50 лет. Также изучали 97 рентгенограмм стоп, полученных у 46 мужчин и 51 женщины из двух клинических групп больных с ТОППС в возрасте от 18 до 58 лет. На оцифрованных рентгенограммах и томограммах рассчитывали следующие морфометрические показатели: угол А. Fowler, J.F. Philip, угол J. Steffensen и А. Evensen, высоту деформации Хаглунда, общий пяточный угол, угол инклинации, оценивали тест А. Denis и С. Huber–Levernieux. Рентгенографию выполняли на аппаратах «РУМ-20»

(Россия), «Сириус-50» (Россия). КТ на спиральном компьютерном томографе «Somatom Emotion 6» (Siemens, Германия).

Магнитно-резонансная томография. Материалом послужили томограммы голеностопного сустава и стопы 115 здоровых добровольцев – 55 мужчин и 60 женщин в возрасте от 18 до 50 лет. Также исследовали томограммы 69 пациентов – 34 мужчин и 35 женщин из двух клинических групп больных с ТОППС. На коронарных и сагиттальных срезах определяли форму области прикрепления пяточного сухожилия, измеряли линейные размеры, рассчитывали площадь энтезиса. МРТ выполняли на магнитно-резонансном томографе «Magnetom Vision» (Siemens, Германия).

Методы лечения. Консервативное лечение пациентов проводили в соответствии со «Стандартом первичной медико-санитарной помощи при других энтезопатиях». Оно включало: ограничение физической активности, назначение нестероидных противовоспалительных средств и локальной криотерапии, иммобилизацию голеностопного сустава, использование ортопедической обуви и стелек, физиотерапевтическое лечение, комплекс лечебной физической культуры. Если болевой синдром после лечения сохранялся, то применяли ударно-волновую терапию. Продолжительность сеанса не превышала 8 минут, проводили около 2 000 ударов с частотой 8 Гц и глубиной проникновения волны до 1,5-2,0 см. Курс состоял из 5 сеансов кратностью 1 раз в неделю.

Эндоскопические хирургические вмешательства проводили, используя артроскопическую стойку и оборудование фирмы «Stryker» (США), холодноплазменный аблатор «Атлас» (Artrocare, США). Эндоскопическую кальканеопластику по известной методике Van Dijk C.N. et al. выполняли под спинномозговой анестезией. Устанавливали наружный порт, для чего вертикальный разрез кожи длиной 0,5 см располагали на границе верхнего края пяточной кости и дистальной части пяточного сухожилия. С внутренней стороны вводили иглу для спинномозговой анестезии и устанавливали внутренний порт. Тридцатиградусный артроскоп диаметром 4,5 мм попеременно вводили в позапяточное пространство через троакар. Костной фрезой шейвера диаметром 5,5 мм осуществляли резекцию экзостоза как из наружного, так и из внутреннего

доступов. С помощью радиочастотного электрода удаляли дебрис, оставшиеся части слизистой сумки. Критерием достаточности объема резекции являлось отсутствие соударения между пяточным сухожилием и бугром пяточной кости. Иммобилизацию голеностопного сустава ортезом после операции не проводили.

Характеристика пациентов клинических групп. Сравнительная характеристика групп пациентов по результатам инструментальных исследований будет дана ниже. Основными группами сравнения в работе стали подгруппы 1А и 1Б, пациенты которых получали разные виды оперативного лечения (Таблица 1).

Таблица 1 - Сравнительная характеристика пациентов подгрупп 1А и 1Б до выполнения оперативного лечения

Показатель	Группа исследования		Коэффициент достоверности различий по Стьюденту
	Группа 1А	Группа 1Б	
Количество пациентов, в т.ч.:	23	25	0.6
- мужчин	10 (43,5%)	13 (52,0%)	
- женщин	13(56,5%)	12(48,0)	
Средний возраст, годы	36 ± 18	37,5± 19,5	0.9
Индекс массы тела, кг/м ²	24,69±3,26	25,31±3,15	1.8
Продолжительность заболевания, месяцы	10	8	1
Уровень физической активности (van der Hart С.Р. et. al., 2008)			0.4
- низкий	14(60,9%)	13(54,2 %)	
- средний	6 (26.1 %)	7 (29,2 %)	
- высокий	3 (13 %)	4 (16,6%)	
Уплощение свода стопы, в т.ч.:	7 (30,4%)	10 (41,6%)	0.1
- продольного	2 (8,7%)	3 (12,5)	
- поперечного	5 (21,7%)	7 (28%)	

Подгруппы 1А и 1Б оказались однородными и сравнимыми между собой по количеству наблюдений, не имели существенных различий по основным физиологическим и общеклиническим параметрам, уровню физической активности

пациентов. У всех больных в динамике до лечения, через 6, 12 и 24 месяца после операции исследовали интенсивность болевого синдрома по шкале ВАШ.

Анализировали результаты по шкале клинической оценки заболеваний стопы и голеностопного сустава Американской Ассоциации Ортопедов Стопы и Голеностопного Сустава (AOFAS). Вариационно-статистическую обработку данных проводили с использованием программ Excel 2010, Office XP (Microsoft Corp., США) с привлечением возможностей компьютерного приложения «STATISTICA 10.0» (Statsoft, США).

ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Результаты консервативного лечения пациентов с ТОППС

Консервативное лечение получили 49 пациентов из второй группы в амбулаторных условиях. Степень выраженности болевого синдрома у больных по шкале ВАШ до начала лечения составляла в среднем $68,2 \pm 6,5$ мм. Через 6 и 12 месяцев практически у 45% пациентов болевой синдром сохранялся, но его выраженность существенно уменьшалась к 6 месяцу до уровня $45,5 \pm 6,1$ мм и вновь нарастала к 12 месяцу – $58,6 \pm 4,2$ мм. Боль возникала после продолжительной ходьбы или длительного пребывания на ногах.

Клинико-функциональная оценка состояния голеностопного сустава и стопы по шкале AOFAS, выразившаяся в хороших, удовлетворительных и неудовлетворительных результатах лечения была проведена параллельно с выявлением у больных характерных морфометрических показателей по данным инструментального исследования (Таблица 2). При анализе результатов лечения по шкале AOFAS было выявлено, что неудовлетворительные результаты чаще наблюдали у пациентов, имеющих определенные морфометрические показатели угла A. Fowler, J.F. Philip, угла Steffensen J. и Evensen A., общего пяточного угла, высоты деформации Хаглунда, угла инклинации, положительный тест A. Denis и C. Huber–Levernieux, наличие при УЗИ феномена мягкотканного соударения при определенном угле тыльного сгибания стопы. Для объективизации значимости этих предикторов неудовлетворительных результатов консервативного лечения больных с ТОППС, а также выявления особенностей области прикрепления пяточного сухожилия выполняли анатомическое исследование и сравнительное

инструментальное исследование здоровых добровольцев (пациентов, не имеющих патологии в заднего отдела стопы) и больных с ТОППС.

Таблица 2 – Частота встречаемости характерных морфометрических показателей пяточной кости и области прикрепления пяточного сухожилия в связи с результатами консервативного лечения пациентов по шкале AOFAS

Показатели	Интервал	Результат лечения, количество пациентов		
		Отличный и хороший результаты n=19	Удовлетворительный результат n=11	Неудовлетворительный результат n=19
«+»УЗИ-тест при разных углах тыльного сгибания стопы	19±2°	10 (100%)	0 (0%)	0 (0%)
	14±2°	7 (100%)	0 (0%)	0 (0%)
	< 12°	2 (6,2%)	11(34,4%)	19 (59,4%)
Угол A. Fowler, J.F. Philip	40-59°	16 (100 %)	0 (0%)	0 (0%)
	60-79°	3 (9,7%)	11 (35,5%)	17 (54,8%)
	≥80°	0 (0%)	0 (0%)	2 (100%)
Угол J.Steffensen и A. Evensen	20-39°	19 (70,4%)	8 (29,6%)	0 (0%)
	40-49°	0 (0%)	3 (20%)	12 (80%)
	≥50°	0 (0%)	0 (0%)	7 (100%)
Угол инклинации	20-29°	19 (86,4%)	3 (13,6%)	0 (0%)
	30-39°	0 (0%)	8 (29,6%)	19 (70,4%)
Общий пяточный угол	80-89°	15 (100%)	0 (0%)	0 (0%)
	90-99°	4 (13,8%)	11 (37,9%)	14 (48,3%)
	≥100°	0 (0%)	0 (0%)	5 (100%)
Высота деформации Хаглунда	4 - 7 мм	14 (100%)	0 (0%)	0 (0%)
	8-10 мм	5 (25%)	11 (55%)	4 (20%)
	≥11 мм	0 (0%)	0 (0%)	15 (100%)
Тест A. Denis и С. Huber–Levernieux	«+»	0 (0%)	0 (0%)	8 (100%)
	«-»	19 (46,4%)	11 (26,8%)	11 (26,8%)

Результаты анатомического исследования

Трапециевидная форма прикрепления была отмечена в 80% случаев (12 препаратов). Чаще встречали трапецию прямоугольной формы – 50%, равнобедренную трапецию – в 33,3% случаев, остроугольную форму трапеции в 16,7% наблюдений. Высота области прикрепления пяточного сухожилия в форме трапеции составляла в среднем $19,8 \pm 1,1$ мм, ширина верхнего основания – $23,8 \pm 1,7$ мм, нижнего основания – $31,2 \pm 2,3$ мм. Площадь достигала в среднем $5,47 \pm 0,7$ см². Только в трех анатомических препаратах (20%) форму области прикрепления пяточного сухожилия описывали как эллипс. Длина его большой полуоси составляла в среднем $15,9 \pm 0,8$ мм, малой полуоси – $12,1 \pm 1,1$ мм. Площадь области прикрепления достигала $6,0 \pm 0,9$ см²). Толщина сухожилия в зоне энтезиса в проксимальной части составляла $6 \pm 0,2$ мм, в дистальной – $2 \pm 0,2$ мм.

Результаты сравнительного инструментального исследования

УЗИ-признаки феномена мягкотканного соударения между передней поверхностью пяточного сухожилия и верхней частью бугра пяточной кости были выявлены у всех 64 (100%) исследуемых добровольцев без патологии, не имевших ранее повреждений, заболеваний стопы или пяточного сухожилия, а также у 97 (100%) пациентов клинических групп с ТОППС. У людей без патологии мягкотканное соударение возникало во время тыльного сгибания стопы на угол величиной 14° и более. Напротив, у большинства пациентов с ТОППС УЗИ-признаки феномена наблюдали при тыльном сгибании стопы на угол меньше 12° ($p < 0,05$).

Результаты сравнительных измерений угла Fowler A. и Philip J.F. представлены в Таблице 3. В большинстве случаев нормальные величины угла у лиц без патологии соответствовали интервалу 50° - 59° (52,5%). У больных с ТОППС эти показатели находились в диапазоне между 60° и 79° (70,8%).

Результаты сравнительных измерений угла Steffensen J. И Evensen A. представлены в Таблице 4. В большинстве случаев величины угла у лиц без патологии соответствовали интервалу 30° - 39° (57,1%). У больных с ТОППС эти показатели находились главным образом в диапазоне между 40° и 49° (33,3%) и более 50° (31,2%).

Таблица 3 - Результаты измерений угла Fowler А.и Philip J.F. у пациентов без патологии заднего отдела стопы и пяточного сухожилия и у больных с ТОППС

Результат/ пол	Группа 1(1А, 1Б)		Группа 2		Без патологии	
	♂	♀	♂	♀	♂	♀
40°-49°	1 (2,1%)	-	2(4,1%)	1(2,0%)	12(8,2%)	16(10,8%)
50°-59°	4 (8,3%)	6(12,5%)	5 (10,2%)	8 (16,3%)	36(24,5%)	41(28,0%)
60°-79°	16(33,3%)	18(37,5%)	15(30,6%)	16(32,6%)	23(15,6%)	19(12,9%)
≥80°	2(4,2%)	1(2,1%)	1(2,0%)	1(2,0%)	-	-
Итого	23(47,9%)	25(52,1%)	23(46,9%)	26(53,1%)	71(48,3%)	76(51,7%)
Всего	48 (100%)		49 (100%)		147(100%)	

Примечание: значимость различий ($p \leq 0,05$).

Таблица 4 - Результаты измерений угла Steffensen J. и Evensen A. у пациентов без патологии заднего отдела стопы и пяточного сухожилия и у больных с ТОППС

Результат	Группа (1А,1Б)		Группа 2		Без патологии	
	♂	♀	♂	♀	♂	♀
20°-29°	2 (4,17%)	2 (4,16%)	3 (6,1%)	4 (4,04%)	8 (8,2%)	9 (6,1%)
30°-39°	5 (10,4%)	8 (16,6%)	8 (16,3%)	12 (24,5%)	38 (25,8%)	46 (31,3%)
40°-49°	9 (18,7%)	7 (14,6%)	8 (16,3%)	7 (14,3%)	19 (12,9%)	17 (11,6%)
≥50°	7 (14,6%)	8 (16,6%)	4 (8,2%)	3 (6,1%)	6 (4,0%)	4 (2,7%)
Итого	23(47,9%)	25(52,1%)	23(46,9%)	26 (53,1%)	71 (48,3%)	76 (51,7%)
Всего	48 (100%)		49 (100%)		147 (100%)	

Примечание: значимость различий ($p \leq 0,05$).

При анализе высоты деформации Хаглунда было выявлено, что у лиц без патологии заднего отдела стопы и пяточного сухожилия наиболее часто встречающиеся значения параметра соответствовали интервалу 4-7 мм (71%). Величины в интервале 8-10 мм у пациентов с ТОППС встречались в 4-5 раз чаще ($p < 0,05$). Величины угла инклинации у лиц без патологии соответствовали интервалу 30°-39° (53%). У больных с ТОППС максимумы этих показателей находились в том же диапазоне, что свидетельствовало о неспецифичности данного

предиктора. Результаты сравнительных измерений общего пяточного угла представлены в Таблице 5. В большинстве случаев величины общего пяточного угла у лиц без патологии соответствовали интервалу 80°-89° (63,3%). У больных с ТОППС эти показатели находились максимально в диапазоне от 90° и 99° и больше (60,4%).

Таблица 5- Результаты измерений общего пяточного угла у пациентов без патологии заднего отдела стопы, пяточного сухожилия и у больных с ТОППС

Результат	Группа 1(1А,1Б)		Группа 2		Без патологии	
	♂	♀	♂	♀	♂	♀
80°-89°	7 (14,58%)	6 (12,5 %)	7 (14,3%)	8 (16,3%)	46 (31,3%)	47 (32,0 %)
90°-99°	13 (27,1%)	16 (33,3%)	14(28,6%)	15 (30,6%)	25 (17,0%)	29 (19,7 %)
≥100°	3 (6,25%)	3 (6,25%)	2 (4,0%)	3 (6,1%)	-	-
Итого	23 (47,9%)	25 (52,1%)	23(46,9%)	26 (53,1%)	71 (48,3%)	76 (51,7%)
Всего	48 (100%)		49 (100%)		147 (100%)	

В 98,6% случаев у лиц без патологии заднего отдела стопы и пяточного сухожилия тест Denis A. и Huber–Levernieux C. был отрицательным. Тот же тест у 20,8% пациентов с ТОППС имел положительный результат. Результаты МРТ области прикрепления пяточного сухожилия выявили значительное преобладание трапециевидной формы энтезиса, значения его площади и иных размеров не имели существенных отличий в норме и у больных с ТОППС.

Таким образом, проведя анализ морфометрических показателей, получили следующие предикторы неблагоприятного результата консервативного лечения пациентов с ТОППС и, по сути, показания к выполнению оперативного лечения: значение угла Fowler A., Philip J.F. более 60°, угла Steffensen J., Evensen A. более 50 °, общего пяточного угла более 100°, высоты деформации Хаглунда больше 8 мм, положительный тест Denis A. и Huber–Levernieux C., выявление при УЗИ-тесте феномена мягкотканного соударения при тыльном сгибании стопы менее 12°.

Новый персонифицированный подход к хирургическому лечению больных

На основании установленных морфометрических показателей нормального строения пяточной кости в области прикрепления пяточного сухожилия и

линии, проходящей через медиальный отросток бугра пяточной кости и основание кубовидной суставной поверхности пяточной кости. Указанная линия отделяла находящуюся проксимально и подлежащую резекции часть бугра пяточной кости.

Эндоскопическую ЭОП-вспомогательную кальканеопластику выполняли под спинномозговой анестезией. На данную методику получен патент РФ на изобретение «Способ кальканеопластики» № 2667626 от 21.09.2018. Предварительно определяли индивидуальный объем резекции бугра пяточной кости с помощью, разработанной программы для ЭВМ путем создания математической модели пяточной кости пациента. Операцию выполняли в положении больного лежа на животе с использованием пневматического турникета на средней трети бедра под давлением 350 мм рт. ст. Порты устанавливали аналогично известной методике (Рисунок 2А).



Рисунок 2 - Этапы эндоскопической ЭОП-вспомогательной кальканеопластики. А – Формирование эндоскопических доступов; Б – проведение маркера - спицы Киршнера с помощью угломера под рассчитанным в программе углом; В – ЭОП-контроль расположения расположения спицы Киршнера.

С помощью электронно-оптического преобразователя (ЭОП), выполняли установку метки (спицы Киршнера), проведенной через основание бугра пяточной кости под углом, предварительно рассчитанным с помощью компьютерной программы. Для этого использовали угломер, нижнюю branшу которого устанавливали на нижней прямой линии, проходящей через медиальный отросток бугра пяточной кости и нижний край кубовидной суставной поверхности пяточной кости, а верхнюю branшу выставляли под рассчитанным углом резекции (Рисунок 2Б). Через основание бугра пяточной кости к его вершине проводили спицу Киршнера под контролем ЭОП (Рисунок 2В).

Удаление экзостоза бугра пяточной кости осуществляли фрезами диаметром до 6-8 мм, вводимыми попеременно из наружного и внутреннего доступов под контролем ЭОП без артроскопа. Дебрис удаляли физиологическим раствором, промывая внутренний и наружный порты. Обработку костной фрезой диаметром 4,5 мм проксимальной части области прикрепления пяточного сухожилия выполняли под эндоскопическим контролем, что позволяло избежать излишнего повреждения сухожилия. Иммобилизацию голеностопного сустава ортезом не выполняли. Проводили контрольную рентгенографию пяточной кости, оцифровывали изображение и сопоставляли уровень резекции экзостоза с данными, полученными в ходе предоперационного планирования.

Сравнительные результаты хирургического лечения больных с ТОПС

Результаты лечения пациентов по шкалам ВАШ и AOFAS в динамике представлены в Таблице 6. Через полгода после операции степень выраженности болевого синдрома по шкале ВАШ у пациентов группы 1А ($27,5 \pm 4,1$ мм) оказалась значительно больше, чем у пациентов группы 1Б ($19,6 \pm 6,1$ мм); достоверные различия между средними показателями продолжали сохраняться и на поздних сроках наблюдения.

Таблица 6 – Сравнительные результаты хирургического лечения пациентов 1А и 1Б групп по шкалам ВАШ и AOFAS в динамике, в баллах

Сроки наблюдения	Группа 1А (эндоскопическая кальканеопластика)		Группа 1Б (эндоскопическая ЭОП- вспомогательная кальканеопластика)		Коэффициент достоверности различий по Стьюденту	
	ВАШ	AOFAS	ВАШ	AOFAS	ВАШ	AOFAS
До лечения	$66,2 \pm 8,9$	$55,62 \pm 8,24$	$65,9 \pm 9,3$	$57,92 \pm 6,22$	2,2*	0,1*
через 6 месяцев	$27,5 \pm 4,1$	$80,20 \pm 4,0$	$19,6 \pm 6,1$	$89,08 \pm 4,2$	9,5*	12,4*
через 12 месяцев	$24,4 \pm 4,9$	$82,0 \pm 3,6$	$18,4 \pm 5,2$	$92,0 \pm 4,4$	8,2*	13,6*
через 24 месяца	$25,6 \pm 5,2$	$78,2 \pm 3,2$	$19,0 \pm 5,6$	$90,2 \pm 3,9$	8,1*	18,7*

Примечание: * – уровень значимости $p \leq 0,05$.

Через 6 месяцев после операции средние оценки по шкале AOFAS были существенно лучше таковых на момент начала лечения в обеих клинических группах. Однако в группе 1Б прирост среднего показателя ($89,08 \pm 4,2$ балла)

оказался большим по сравнению с оценкой в группе 1А (80,20±4,0 балла). На поздних сроках через 24 месяца разница в качестве восстановления пациентов по результатам шкалы AOFAS становилась наиболее заметной -78,2 ± 3,2 балла в группе с выполнением обычной эндоскопической кальканеопластики против 90,2 ± 3,9 баллов в группе больных, которым был применен новый персонифицированный подход к планированию хирургического лечения. Оценка основных результатов лечения по шкале AOFAS позволила объективизировать преимущества нового подхода к хирургическому лечению пациентов с ТОППС (Таблица 7).

Таблица 7 - Статистический анализ показателей шкалы AOFAS у пациентов 1Б группы в динамике

Результат по шкале AOFAS	Статистический критерий	До операции	Через 12 месяцев	Через 18 месяцев	Через 24 месяца
Функциональный результат	t-критерий Стьюдента	0.4	1.6	2	6.8*
	U-критерий Манна-Уитни	279.5	233	207.5	70.5*
Максимальная дистанция	t-критерий Стьюдента	0.1	0.9	2	2.9*
	U-критерий Манна-Уитни	284	248.5	217.5	171*
Нарушение походки	t-критерий Стьюдента	0.8	1.2	2.1	4.1*
	U-критерий Манна-Уитни	245.5	230	215	134*

Примечание: * - уровень значимости $p \leq 0,05$.

Таким образом, лучшие функциональные результаты восстановления стопы и голеностопного сустава были получены у пациентов, которым был применен новый персонифицированный подход к хирургическому лечению, который включал индивидуальное предоперационное планирование объема резекции бугра пяточной кости и усовершенствованную ЭОП-вспомогательную технику эндоскопической кальканеопластики.

ВЫВОДЫ

1. Морфометрическими показателями, которые нужно учитывать при оценке возможности развития у пациента тендопатии области прикрепления пяточного сухожилия и прогнозировании неудовлетворительных результатов консервативного лечения являются - угол А. Fowler, J.F. Philip, угол J. Steffensen и

A. Evensen, высота деформации Хаглунда, общий пяточный угол, тест A. Denis и C. Huber–Levernieux, УЗИ-тест на наличие мягкотканного соударения, площадь области прикрепления пяточного сухожилия, угол инклинации.

2. Критериями, определяющими показания к выполнению оперативного лечения у пациентов с тендопатией области прикрепления пяточного сухожилия, являются значения: угла Fowler A., Philip J.F. более 60° , угла Steffensen J., Evensen A. более 50° , общего пяточного угла более 100° , высоты деформации Хаглунда больше 8 мм; положительный тест Denis A. и Huber–Levernieux C, выявление при УЗИ-тесте феномена мягкотканного соударения при тыльном сгибании стопы менее 12° ($p < 0,05$).

3. Разработанная программа для ЭВМ на этапе предоперационного планирования кальканеопластики позволяет рассчитать индивидуальный объем резекции бугра пяточной кости путем математического моделирования и совмещения нормального строения и реальной деформации пяточной кости у пациента с использованием референтных значений морфометрических показателей.

4. Новый способ эндоскопической ЭОП-вспомогательной кальканеопластики позволяет выполнить не только малоинвазивное оперативное вмешательство, но и осуществить индивидуальный объем резекции бугра пяточной кости, значительно снизить интенсивность болевого синдрома у пациентов в послеоперационном периоде и сохранить эту тенденцию в отдаленные сроки наблюдения – через 6 месяцев по шкале ВАШ $19,6 \pm 6,1$ мм против $27,5 \pm 4,1$ мм ($p < 0,05$) в группе пациентов после выполнения известного способа эндоскопической кальканеопластики.

5. Эффективность нового персонализированного подхода к хирургическому лечению больных с тендопатией области прикрепления пяточного сухожилия подтверждена лучшими функциональными результатами восстановления стопы и голеностопного сустава у пациентов по шкале AOFAS как в ближайшие через 6 месяцев после операции ($89,08 \pm 4,2$ балла против $80,20 \pm 4,0$ баллов, $p \leq 0,05$), так и в отдаленные сроки наблюдения - через 24 месяца после операции ($90,2 \pm 3,9$ балла против $78,20 \pm 3,2$ баллов, $p \leq 0,05$).

ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

1. Для прогноза эффективности консервативного лечения больных с ТОППС следует определять следующие морфометрические показатели - угол А. Fowler, J.F. Philip, угол J. Steffensen и А. Evensen, высоту деформации Хаглунда, общий пяточный угол, тест А. Denis и С. Huber–Levernieux, УЗИ-тест на наличие мягкотканного соударения, площадь области прикрепления пяточного сухожилия, угол инклинации.

2. Определение у пациентов с ТОППС значений угла Fowler А., Philip J.F. более 60°, угла Steffensen J., Evensen А. более 50 °, общего пяточного угла более 100°, высоты деформации Хаглунда больше 8 мм, положительного тест Denis А. и Huber–Levernieux С, выявление при УЗИ-тесте феномена мягкотканного соударения при тыльном сгибании стопы менее 12° является показанием к выполнению оперативного лечения.

3. Для индивидуального предоперационного планирования кальканеопластики необходимо использовать разработанную программу для ЭВМ, позволяющую рассчитать оптимальный объем резекции бугра пяточной кости.

4. У пациентов с кальцифицирующей ТОППС, положительным тестом Denis А. и Huber–Levernieux С. целесообразно выполнять открытую кальканеопластику.

5. В качестве малоинвазивного способа лечения больных с ТОППС целесообразно выполнять эндоскопическую ЭОП-вспомогательную кальканеопластику, используя как маркер для индивидуальной резекции бугра пяточной кости спицу Киршнера.

ПЕРСПЕКТИВЫ ДАЛЬНЕЙШЕЙ РАЗРАБОТКИ ТЕМЫ

Совершенствование помощи больным с ТОППС может заключаться в дальнейшей разработке персонифицированных программ консервативного и малоинвазивного хирургического лечения с применением современных принципов ортобиологии, интраоперационной компьютерной навигации.

СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

1. Грунин С.В. Методика рентгеноанатомической оценки строения пяточных костей / Грунин С.В., Маланин Д.А., Краюшкин А.И., Сучилин И.А. // Астраханский медицинский журнал. – 2012. – Т. 7. № 4. – С. 93-95.

2. Грунин С.В. Определение оптимального уровня резекции угла пяточной кости у пациентов с болезнью Хаглунда под контролем компьютерного программного комплекса/ Грунин С.В., Маланин Д.А., Данилов Д.И., Трегубов А.С.//Актуальные проблемы экспериментальной и клинической медицины. Материалы 72-й открытой научно-практической конференции молодых ученых и студентов ВолгГМУ с международным участием.- 2014. – Волгоград, С. 104.

3. Грунин С.В. Определение оптимального уровня резекции бугра пяточной кости у пациентов с деформацией Хаглунда под контролем компьютерного программного комплекса/ Грунин С.В., Маланин Д.А., Тетерин О.Г., Харютин А.С. // Вестник Волгоградского государственного медицинского университета. – 2015. – № 2 (54). – С. 37-41.

4. Грунин С.В. Определение вариантов рентгеноанатомического строения пяточной кости под контролем компьютерного программного комплекса (Determination embodiments of the calcaneus X-Ray-Anatomicheskogo structure under control computer program complex) / Грунин С.В., Маланин Д.А., Харютин А.С. // Врач-аспирант. – 2015. – Т. 72. № 5.2. – С. 204-208.

5. Грунин С.В. Рентгенологические особенности строения пяточной кости у пациентов с инсерционной тендинопатией Ахиллова сухожилия/ Грунин С.В., Маланин Д.А. // Технологические инновации в травматологии, ортопедии и нейрохирургии: интеграция науки и практики: сборник материалов всероссийской научно-практической конференции с международным участием,. 2017 . – Саратов, С. 91-93.

6. Грунин С.В. Обогащенная тромбоцитами плазма в лечении инсерционной тендинопатии пяточного сухожилия/ Грунин С.В. // Сборник тезисов научно-практической конференции «Новые концепции диагностики и лечения остеоартроза». 2018 г. – Астрахань, С. 11-12.

7. Грунин С.В. Эндоскопическая и ЭОП-вспомогательная кальканеопластика при лечении пациентов с инсерционной тендинопатией Ахиллова сухожилия/ Грунин С.В., Маланин Д.А. // Сборник тезисов III конгресса Российской Ассоциации хирургов стопы и голеностопного сустава. – 2019. – Москва, С. 8-9.

8. Грунин С.В. Применение плазмы, обогащенной тромбоцитами в лечении инсерционной тендинопатии пяточного сухожилия/ Грунин С.В., Маланин Д.А. // Современные аспекты травматологии, ортопедии и реконструктивной хирургии. Материалы научно-практической конференции с международным участием, посвященной 90-летию со дня рождения профессора Н.П. Демичева. – 2019. – Астрахань, С. 27-28.

9. Грунин С.В. Эндоскопическая кальканеопластика при лечении пациентов с инсерционной тендинопатией пяточного сухожилия/ Грунин С.В., Маланин Д.А., Ласков И.Г. // Технологические инновации в травматологии, ортопедии и нейрохирургии: интеграция науки и практики. Сборник материалов всероссийской научно-практической конференции. – 2019. – Саратов, С. 54-55.

АВТОРСКИЕ СВИДЕТЕЛЬСТВА, ПАТЕНТЫ

1. Пат. 2667626 РФ, МПК А 61 В 17/56, Способ кальканеопластики /Д.А.Маланин, С.В. Грунин (РФ). № 2017144713/14 Заявл. 19.12.2017; Опубликовано. 21.09.2018 Бюл. № 27.

2.Д.А. Маланин, С.В. Грунин, Д.А./Определение оптимального угла резекции бугра пяточной кости у пациентов с инсерционной тендинопатией ахиллова сухожилия (деформацией Хаглунда) // Свидетельство РФ о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2020613045. Заявка № 2020611591 от 17.02.2020 г., опублик. 6.03.2020 г.