

На правах рукописи

УХАНОВ

Константин Андреевич

ОПТИМИЗАЦИЯ ЧРЕСКОСТНОГО ОСТЕОСИНТЕЗА  
ПРИ ДЕФОРМАЦИЯХ СРЕДНЕГО И ЗАДНЕГО ОТДЕЛОВ СТОПЫ  
(топографо-анатомическое, экспериментальное и клиническое исследование)

14.01.15 – травматология и ортопедия

14.03.01 – анатомия человека

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени

кандидата медицинских наук

Санкт-Петербург - 2017

Работа выполнена в Федеральном государственном бюджетном учреждении «Российский ордена Трудового Красного Знамени научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии имени Р.Р. Вредена» Министерства здравоохранения Российской Федерации

**Научные руководители:**

доктор медицинских наук профессор **Соломин Леонид Николаевич**

доктор медицинских наук профессор **Фомин Николай Федорович**

**Официальные оппоненты:**

**Корышков Николай Александрович** – доктор медицинских наук, ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии имени Н.Н. Приорова» Министерства здравоохранения Российской Федерации, группа патологии стопы и голеностопного сустава, руководитель;

**Трунин Евгений Михайлович** – доктор медицинских наук профессор ФГБОУ ВО «Северо-Западный государственный медицинский университет им. И.И. Мечникова» Министерства здравоохранения Российской Федерации, кафедра оперативной и клинической хирургии с топографической анатомией, заведующий кафедрой

**Ведущая организация** – ФГБУ «Российский научный центр «Восстановительная травматология и ортопедия им. акад. Г.А. Илизарова» Министерства здравоохранения Российской Федерации

Защита состоится 22 декабря 2017 года в \_\_\_\_ часов на заседании объединенного диссертационного совета Д 999.037.02 в ФГБУ «Российский ордена Трудового Красного Знамени научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии имени Р.Р. Вредена» Министерства здравоохранения Российской Федерации (195427, Санкт-Петербург, ул. акад. Байкова, дом 8)

С диссертацией можно ознакомиться в научной библиотеке ФГБУ «РНИИТО им. Р.Р.Вредена» Минздрава России и на сайте <http://dissovet.rniito.ru/>

Автореферат разослан «\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2017 г.

Ученый секретарь диссертационного совета Д 999.037.02  
кандидат медицинских наук



Денисов А.О.

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

### Актуальность темы исследования

В тех случаях, когда имеются противопоказания к одномоментной коррекции и внутренней фиксации, аппарат Илизарова и технология его применения до настоящего времени являются золотым стандартом при коррекции деформаций *среднего и заднего* отделов стопы (Ли А.Д. и др., 2002.; А. Kirienko et al., 2004.; Шевцов В.И., 2008.; Оганесян О.В., 2004г.; Бейдик О.В. и др., 2002; Paley D., 1993; Wallander H. et al., 1996; Kocaoglu M. et al., 2002; El-Mowafi H. et al., 2004; Freedman J.A. et al., 2006). Однако до настоящего времени имеется ряд нерешенных вопросов.

Известные схемы для проведения чрескостных элементов через кости стопы (Бейдик О.А. и др., 2002; Шевцов В.И. и др., 2008; Catagni M.A., 2002; Kirienko A. et al., 2004) не лишены недостатков: приводимое количество уровней не удовлетворяют все потребности чрескостного остеосинтеза при фиксации опор к костям стопы; принципы формирования системы координат указанных атласов затрудняют практическое использование изложенного материала; все известные атласы не учитывают смещение мягких тканей относительно костей стопы.

Корректное планирование устранения деформаций стоп возможно только при использовании референтных линий и углов (РЛУ) (Lamm B.M. et al., 2004; Kirienko A. et al., 2004; Shalaby H. et al., 2007; Lamm B.M. et al., 2016). К сожалению, методики определения вершины деформации (в англоязычной литературе Center of Rotation of Angulation – CORA) описаны только для заднего отдела стопы (Paley D., 2002) и среднего отдела стопы во фронтальной плоскости (Lamm B.M. et al., 2016). Известные РЛУ среднего и заднего отделов стопы в сагиттальной плоскости (Chi T.D. et al., 1999; Kirienko A. et al., 2004; Lamm B.M., et al., 2016; Tudor H., 2011) позволяют констатировать наличие деформации и, отчасти, определить ее величину. Определение вершины деформации и планирования ее коррекции с их использованием затруднено.

При коррекции многоплоскостных многокомпонентных деформаций методом Илизарова использование классических “унифицированных” репозиционных узлов достаточно сложно и требует от хирурга виртуозного владения методом. Кроме того, даже продвинутые в этой области специалисты не смогут точно (до градуса или мм) предугадать положение перемещаемого отдела стопы в каждый момент периода коррекции. При этом необходимость повторных перемонтажей (замены) узлов является, по существу, частью рутинной процедурой коррекции деформации по Илизарову (Шевцов В.И., 2008; Kirienko A., 2004). С 2006 для коррекций деформаций стоп с успехом стали использоваться аппараты, работающие на основе пассивной компьютерной навигации – т.н. ортопедические гексаподы (Eidelman M. et al., 2006; Floerkemeier T. et al., 2011; Taylor J., 2008, 2013). Основное преимущество гексаподов - это возможность направленного трехплоскостного взаимного перемещения костных фрагментов по «интегральной» траектории, что исключает многократные перемонтажи репозиционных узлов (Виленский В.А. и соавт., 2009; Taylor J., 1997, 2013; Paley D., 2000).

### **Степень разработанности темы исследования**

Изучение степени научной разработанности проблемы, составляющей предмет нашего исследования, показывает наличие многих нерешенных вопросов. Так, схемы проведения чрескостных элементов содержат малое (3-5) количество уровней, которые не содержат информацию о позициях с минимальным смещением мягких тканей при отсутствии значимых сосудов и нервов - т.н. “рекомендуемых позициях”. Отсутствуют референтные линии и углы, которые позволили бы оценить деформацию среднего и заднего отделов стопы в сагиттальной плоскости и осуществить планирование деформации с определением должной длины стопы. Отсутствует технология применения российского ортопедического гексапода Орто-СУВ для коррекции деформаций стоп.

Все вышеперечисленное обусловили цель и задачи настоящего диссертационного исследования.

**Цель исследования:** на основе топографо-анатомических, экспериментальных и клинических исследований разработать основы новой эффективной технологии применения ортопедического гексапода при лечении пациентов с деформациями среднего и заднего отделов стопы.

**Задачи исследования:**

1. Выполнить топографо-анатомическое обоснование рекомендуемых позиций для проведения чрескостных элементов через кости стопы.

2. Разработать рабочую классификацию степеней сложности деформаций среднего и заднего отделов стоп на основе учета компонентов, плоскостей деформации и их сочетания.

3. Разработать оригинальные методы планирования и оценки результатов коррекции деформаций среднего и заднего отделов стопы в сагиттальной плоскости.

4. Разработать оптимальные компоновки аппарата Орто-СУВ для коррекции деформаций среднего, заднего отделов стопы и при комбинированных деформациях с учетом их репозиционных возможностей.

5. Апробировать в клинике предложенные и усовершенствованные методики планирования и выполнения реконструктивных операций на стопе у профильных пациентов.

6. Определить необходимое оснащение, особенности предоперационной подготовки, работы с компьютерной программой, послеоперационного ведения пациентов при использовании аппарата Орто-СУВ.

**Научная новизна исследования**

1. При помощи оригинального устройства (Патент РФ на полезную модель № 172036) получены новые данные по смещению мягких тканей относительно костей стопы.

2. Определены оригинальные референтные линии и углы для среднего и заднего отделов стопы в сагиттальной плоскости (приоритетные справки по заявкам на изобретения №2016147240 и №2016133699).

3. Получены новые данные по репозиционным возможностям ортопедического гексапода Орто-СУВ применительно к коррекции деформаций среднего и заднего отделов стопы.

4. Получены новые данные об особенностях лечения пациентов с деформациями среднего и заднего отделов стоп при помощи ортопедического гексапода: точность репозиции, длительность коррекции, осложнения.

### **Практическая значимость работы**

1. Разработан комплекс из 17 схем (атлас) с определением *рекомендуемых позиций* для проведения чрескостных элементов через кости стопы. Использование рекомендуемых позиций призвано исключить повреждение магистральных сосудов и нервов, уменьшить опасность возникновения инфекционных осложнений и контрактур.

2. Разработаны новые способы анализа, планирования коррекции и оценки результатов коррекции деформаций среднего и заднего отделов стопы в сагиттальной плоскости, использование которых не зависит от положения стопы в голеностопном суставе, наличия сопутствующей деформации смежного отдела стопы или дистального отдела голени.

3. Оригинальная классификация деформаций среднего и заднего отделов стопы позволяет определить оптимальный тип репозиционного узла, который должен быть использован для конкретного случая: унифицированный по Илизарову или ортопедический гексапод.

4. Разработаны оптимальные компоновки аппарата Орто-СУВ для коррекции деформаций на уровне среднего и заднего отделов стопы, а также для коррекции комбинированных двухуровневых деформаций, обладающие наилучшими репозиционными возможностями и свойствами модульной трансформации (Патенты на изобретения РФ № 2489106 и № 2578841).

5. Разработаны основы новой технологии лечения больных со сложными деформациями стоп на основе применения ортопедического гексапода Орто-СУВ, направленной на снижение рисков развития осложнений, свойственных для чрескостного остеосинтеза, упрощения планирования и выполнения коррекции, улучшения анатомо-функциональных результатов.

### **Методология и методы исследования**

Работа включала в себя 4 взаимосвязанных фрагмента: топографо-анатомический, аналитический, экспериментальный и клинический.

*Топографо-анатомическое* исследование включала в себя две части. В первой части, используя 8 замороженных трупных препаратов, определяли расположение сосудов и нервов на каждом из 17 уровней стопы. В результате были определены “позиции запрета” и “позиции доступности” для проведения чрескостных элементов. Во второй части, на нефиксированном материале (10 комплексов голень-стопа) исследовали смещаемость мягких тканей стопы, что позволило определить “рекомендуемые позиции”. Проведены два *аналитических* исследования. В результате первого была разработана классификация деформаций среднего и заднего отделов стопы по степени их сложности. Благодаря второму были определены оригинальные РЛУ стопы. В ходе *экспериментального* исследования разработаны оптимальные компоновки аппарата Орто-СУВ для коррекции деформаций стоп. При *клинической* апробации проведен анализ лечения 35 пациентов с деформациями стоп.

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

1. Использование определенных в результате топографо-анатомического исследования “*Рекомендуемых позиций*” для проведения чрескостных элементов в кости стопы направлено на исключение повреждения магистральных сосудов и нервов, уменьшение риска развития трансфиксационных контрактур и инфекционных осложнений.

2. Полученные в ходе аналитических исследований новые референтные линии и углы позволяют провести точный анализ деформации среднего и заднего отделов стопы в сагиттальной плоскости, выполнить планирование коррекции, определить тип репозиции (одномоментная или во времени) и оценить результат коррекции.

3. Разработанные компоновки ортопедического гексапода Орто-СУВ для коррекции деформаций среднего и заднего отделов стопы обеспечивают максимально возможное перемещение костных фрагментов и обладают возможностью модульной трансформации аппарата.

4. Разработаны основы новой эффективной технология лечения пациентов со сложными деформациями стопы, которую отличают высокая точность коррекции деформаций, сокращение времени коррекции и количества осложнений.

### **Степень достоверности и апробация результатов исследования**

Результаты диссертационного исследования получены при проведении анализа 197 профильных научных публикаций, анализе рентгенограмм, прикладном топографо-анатомическом, экспериментальном и сравнительном клиническом исследованиях. В ходе топографо-анатомической части работы были использованы адекватные задачам современные методики исследования. Кроме этого было разработано оригинальное устройство, которое позволило получить данные по смещаемости мягких тканей стопы (патент РФ на полезную модель № 172036, “Устройство для определения величин смещения мягких тканей стопы”). При определении новых данных по РЛУ стопы в сагиттальной плоскости был проведен анализ 64 рентгенограмм, выполненных в боковой проекции. При разработке оптимальных компоновок для каждой модели проводили по 10 серий экспериментов. По разработанным моделям компоновок получены патенты на изобретения РФ №№ 2489106, 2578841. Клиническая часть работы включала лечение и анализ 35 пациентов, которые для статистически



достоверного количества группировались по одинаковым признакам. Все полученные количественные данные были подвергнуты статистической обработке. С учетом сказанного результаты проведенных исследований представляются достоверными, а сделанные выводы – обоснованными.

По теме диссертации опубликовано 23 печатные работы, в том числе 3 статьи - в рецензируемых научных журналах, рекомендованных ВАК РФ для публикаций результатов диссертационных исследований, 13 тезисов и 5 глав в трех монографиях.

Основные положения работы были доложены на следующих научно-практических конференциях: 25<sup>th</sup> SICOT Triennial World Congress (Прага, 2011); 7<sup>th</sup> ASAMI International and Bone Reconstruction Congress (Тессалоники, 2012); «Илизаровские чтения» (Курган, 2012); Конференции молодых ученых Северо-Западного федерального округа (Санкт-Петербург, 2013); 34<sup>th</sup> SICOT Orthopaedic World Congress (Хайдарабад, 2013); ILLRS Congress (Майами, 2015); 2<sup>nd</sup> Combined ASAMI-BR & ILLRS Meeting (Брисбен, 2016), 3<sup>rd</sup> World Ortho ReCon (LLRS and ASAMI) Congress (Лиссабон, 2017).

Результаты диссертационного исследования внедрены в практическую работу при лечении пациентов в ФГБУ “РНИИТО им. Р.Р. Вредена” Минздрава России. Кроме этого, материалы диссертации используются при обучении клинических ординаторов, аспирантов и травматологов-ортопедов, проходящих усовершенствование по программам дополнительного образования на базе института. Разработанные методы анализа и планирования коррекции деформаций стопы используются в программе международных курсов по удлинению и коррекции деформаций конечностей (Baltimore, USA), для чего они введены в планировщик “BoneNinja”.

### **Личное участие автора в получении результатов**

Автор самостоятельно провел анализ отечественной и зарубежной профильной научной литературы для обоснования цели и задач диссертационного исследования. Соискатель самостоятельно разработал

устройство по определению смещения мягких тканей на стопе и с его использованием получил необходимые для определения “рекомендуемых позиций” сведения; определил значения новых референтных линий и углов и предложил способы их применения; самостоятельно разработал оптимальные компоновки аппарата Орто-СУВ. В ходе клинической части работы автор самостоятельно проводил монтаж аппарата Орто-СУВ, планирование коррекции, работу с компьютерной программой и осуществлял в процессе коррекции клинический и рентгенологический контроль. Кроме того им выполнялось непосредственное участие в сборе данных по отдаленным клиническим и рентгенологическим результатам. Все протоколирование, требуемое для данного исследования, велось непосредственно автором. Он принимал активное участие в подготовке научных публикаций и заявок на изобретения, выступил с научным докладом по результатам проведенных исследований. Им также были сформулированы выводы и практические рекомендации диссертационной работы, написан текст диссертации.

### **Объем и структура диссертации**

Материалы диссертационного исследования представлены на 279 страницах. Диссертация состоит из введения, обзора литературы, главы по материалам и методам исследования, трех глав собственных исследований, заключения, выводов, практических рекомендаций, списка сокращений, списка литературы и приложений. Работа содержит 22 таблицы и 176 рисунков. Список литературы включает 197 источников, из них 78 – отечественных и 119 – иностранных авторов.

### **СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ**

**Во введении** обоснована актуальность темы, сформулированы цель и задачи исследования, освещены его научная новизна и практическая значимость, изложены основные положения, выносимые на защиту, представлены сведения о реализации и апробации работы, объеме и структуре диссертации.

**В первой главе** диссертации представлен аналитический обзор отечественных и зарубежных публикаций, в ходе которого обозначен ряд нерешенных вопросов, встречающихся при лечении деформаций среднего и заднего отдела стопы аппаратами внешней фиксации. Анализ литературы определил недостатки известных атласов по проведению чрескостных элементов и показал отсутствие практических классификаций деформаций стоп, которые бы позволили обосновать выбор типа репозиционного узла: унифицированного по Илизарову или универсального на основе гексапода. Были проанализированы известные референтные линии и углы, используемые при оценке и планирования коррекции деформаций среднего и заднего отделов стопы, и определены их недостатки. Установлено, что ортопедические гексаподы становятся все более используемы при коррекции деформаций стоп, что обуславливает необходимость развития отечественной технологии.

**Во второй главе** описаны материалы и методы исследования. В топографо-анатомической части при разработке комплекса схем “рекомендуемых позиций” (РП) для проведения чрескостных элементов в кости стопы количество уровней было выбрано, исходя из принципов необходимости и достаточности: 14 поперечных уровней и три дополнительных “косых” уровня. Исследование проведено на кафедре оперативной хирургии с топографической анатомией Военно-медицинской академии им. С.М.Кирова. Для точного обозначения РП был использован модифицированный метод унифицированного обозначения чрескостного остеосинтеза (Соломин Л.Н., 2005, Solomin L., et al. 2012). Определение “позиций доступности” производилось на 8 замороженных трупных препаратах, включающих стопу дистальную половину голени. С фотографии каждого среза выполнялась зарисовка схемы. В дополнение к этому, для уточнения топографической анатомии стопы, проводился анализ сканов пластинированных прозрачных распилов стопы (техника пластинации

эпоксидной смолой по технологии Д.А. Старчика, 2015). На всех уровнях (срезах) отмечались позиции, в которых проходят сосуды и нервы. Они были обозначены как “позиции запрета”. Остальные обозначались как “позиции доступности”. Изучение смещения мягких тканей выполнено с использованием оригинального устройства и метода его использования (патент РФ на полезную модель №172036) в эксперименте на 10 трупных комплексах голень-стопа вне состояния трупного окоченения. Исследование величин смещения мягких тканей проводилось при сгибании и разгибании межфаланговых, плюснефаланговых суставах и в голеностопном суставе. Позиции, в которых отсутствуют значимые сосуды и нервы, а смещение мягких тканей (кожа, фасция, мышцы и сухожилия) минимально, до 10 мм, отмечали как “рекомендуемые позиции” для проведения чрескостных элементов.

Для разработки классификаций деформаций среднего и заднего отделов стопы были приняты во внимание три плоскости и 5 возможных компонентов деформаций. Для разработки новых способов анализа, планирования коррекции и оценки результатов коррекции деформаций среднего и заднего отделов стопы в сагиттальной плоскости, на основе 64 рентгенограмм недеформированных стоп, изучались углы пересечения суставной линии блока таранной кости с механической и анатомической осями первой плюсневой кости и осью пяточной кости. Кроме этого определялись коэффициенты, позволяющие определить должную длину среднего и заднего отделов стопы. Для определения компоновок аппарата Орто-СУВ, позволяющих производить коррекцию наибольших по величине деформаций, исследованы 5 вариантов компоновок для среднего отдела и 3 варианта – для заднего отдела.

Для определения клинической эффективности разработанных компоновок и методик, был произведен анализ лечения 35 пациентов со сложными деформациями стоп. Были исследованы следующие показатели:

точность и время коррекции, функциональные результаты лечения по оценочным шкалам SF-36, AOFAS и LEFS, а также возникшие в ходе лечения осложнения, используя классификацию J. Caton (1985).

**В третьей главе** представлены результаты проведенного топографо-анатомического исследования. Итогом стал разработанный комплекс схем “рекомендуемых позиций”, “позиций доступности” и “позиций запрета” для проведения чрескостных элементов через кости стопы. Комплекс включил в себя 17 уровней, на каждом из которых все типы позиций определены для каждой из костей (рис. 1).

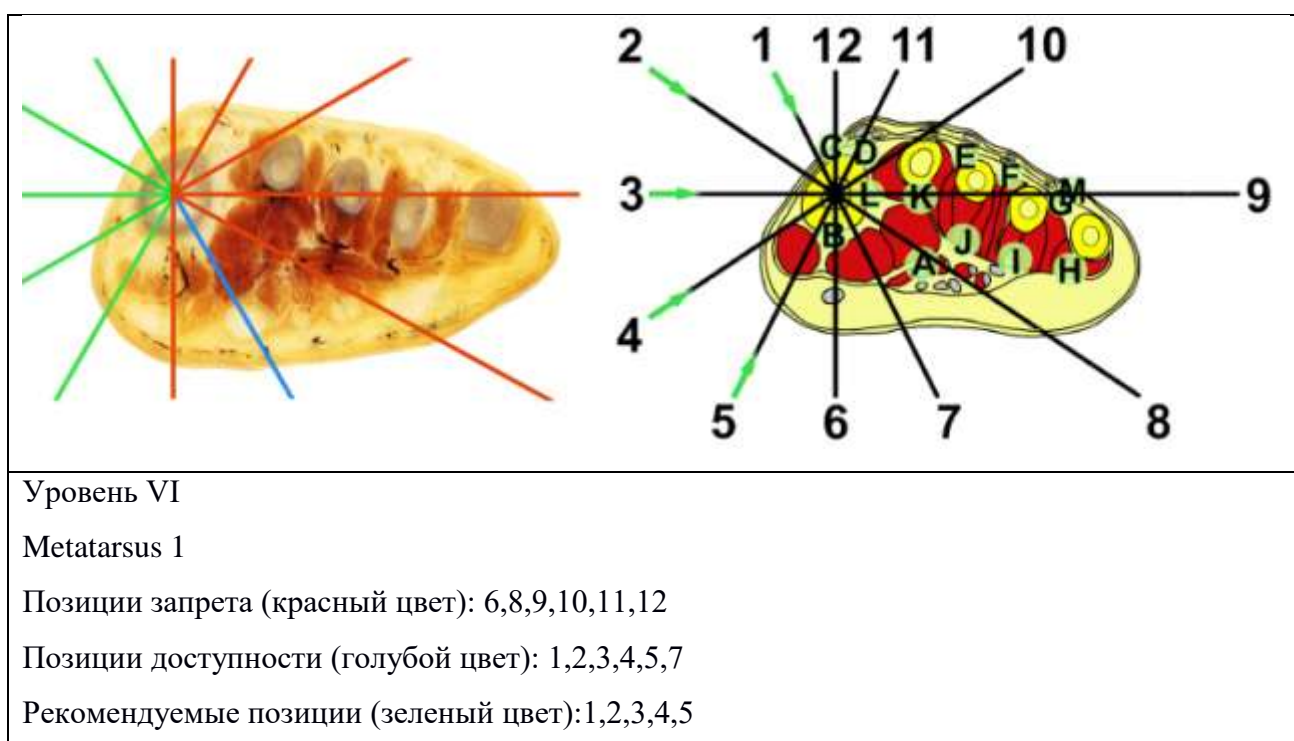


Рис. 1. Пример среза с обозначением позиций: уровень VI, первая плюсневая кость

По результатам проведенного исследования сделан вывод, что начиная с уровня V каждую кость окружают крупные сосудисто-нервные пучки, ограничивая доступ к ним (от 40% до 70–80% от всех рассматриваемых позиций). Большая часть ограничений приходится на тыльную и подошвенную области стопы. Наиболее доступными для проведения чрескостных элементов через кости стопы являются с медиальной и

латеральной сторон позиции 2, 3, 4 и 8–10, которые могут трактоваться как «позиции доступности» – около 50% от всех исследуемых (представленных) зон. Наибольшая амплитуда смещения мягких тканей приходится на сухожилия длинных мышц, располагающиеся между ними листки фасции и покрывающий их кожный покров, которые так же расположены по тылу и подошве стопы. Таким образом, большая часть позиций, которые мы можем рекомендовать для проведения чрескостных элементов, располагается с медиальной и латеральной сторон стопы.

**В четвертой главе** представлены результаты проведенных аналитических и экспериментальных исследований. Результатом первого аналитического исследования явилась разработка рабочих классификаций деформации стоп. Для каждого отдела было определено по 3 степени сложности. С учетом одинакового количества компонентов (по 5 для каждого отдела) количество вариантов деформаций для каждой степени было одинаковым как для среднего, так и для заднего отделов:

*Простые деформации* (одноплоскостные-однокомпонентные). Определено 5 вариантов деформаций, при лечении которых целесообразно использование аппарата Илизарова или его аналогов;

*Деформации средней степени сложности* (одноплоскостные-двухкомпонентные – двухплоскостные-двухкомпонентные). Определено 24 варианта деформаций, при лечении которых возможно применение как аппарата Илизарова, так и ортопедических гексаподов;

*Сложные деформации* (двухплоскостные-трехкомпонентные – трехплоскостные-четыре- и более компонентные). Определено 8 вариантов деформаций, при коррекции которой следует использовать гексаподы.

Оригинальные референтные линии и углы для среднего и заднего отделов стопы в сагиттальной плоскости представлены на рис. 2. На способ их использования при планировании коррекции и анализа результатов

среднего и заднего отделов стоп получены положительные решения на патенты РФ по заявкам на изобретения №2016147240 и №2016133699).

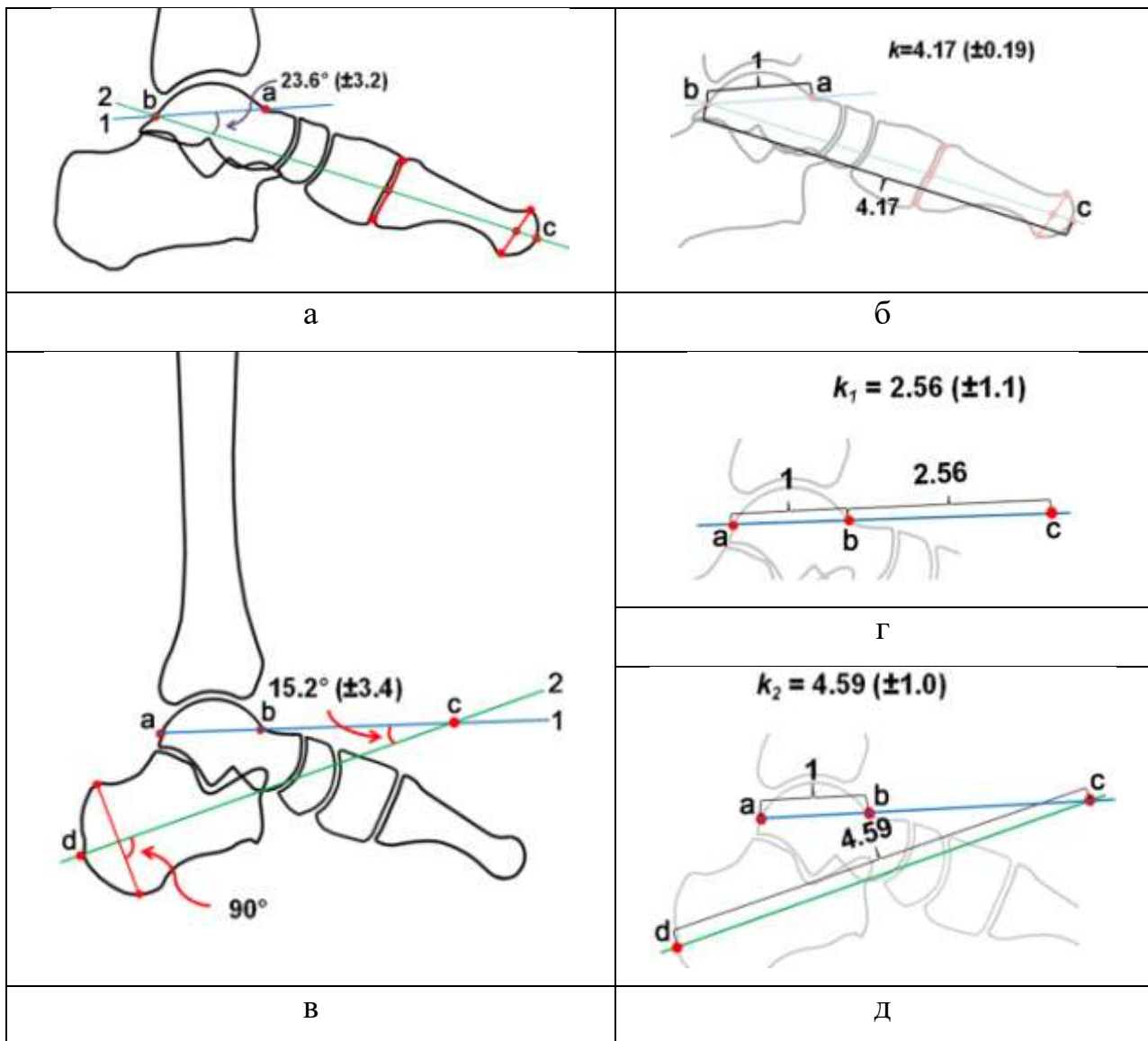


Рис. 2. РЛУ среднего (а,б) и заднего (в,г,д) отделов стопы. а – угол пересечения суставной линии блока таранной кости и механической оси первой плюсневой кости; б – коэффициент для определения длины среднего отдела стопы; в – угол пересечения суставной линии блока таранной кости и оси пяточной кости; г,д - коэффициенты для определения длины заднего отдела стопы

Оптимальные компоновки для среднего и заднего отделов стопы представлены на рис. 3.

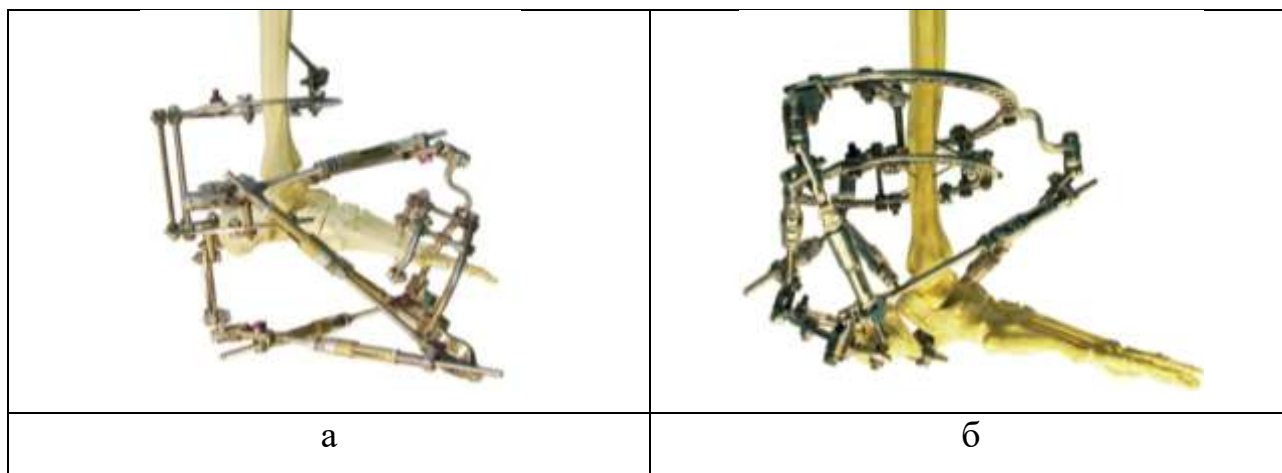


Рис. 3. Оптимальные компоновки Орто-СУВ для коррекции деформаций стоп: а – для среднего отдела; б – для заднего отдела

Оптимальная компоновка для коррекции деформаций среднего отдела стопы (патент на изобретение РФ № 2489106) позволяет одноэтапно осуществить коррекцию всех компонентов деформации в пределах  $50^\circ$ . Оптимальная компоновка для коррекции деформаций на уровне заднего отдела стопы (патент на изобретение РФ № 2578841) позволяет выполнить коррекцию до  $96^\circ$ . После коррекции деформации может быть выполнена модульная трансформация аппарата: замена репозиционного узла Орто-СУВ на фиксирующие шарниры и демонтаж дополнительных опор. Это позволяет уменьшить громоздкость конструкции и обеспечить возможность опоры на стопу.

**В пятой главе** представлены результаты клинической апробации новой технологии лечения пациентов с применением “рекомендуемых позиций”, новых методов планирования коррекции деформаций и оптимальных компоновок аппарата Орто-СУВ. При оценке точности коррекции деформаций было установлено, что для среднего отдела она составляет  $2,0\text{--}2,6^\circ$ , а для заднего отдела –  $1,4^\circ$ . Это можно объяснить тем, что фиксация опоры к пяточной кости более стабильная; нет такого фактора, как



“множественность суставов”, присущая среднему отделу стопы. Сравнение длительности коррекции у пациентов с деформациями средней степени тяжести и с деформациями тяжёлой степени, существенной разницы не показало: 25,2 ( $\pm 9,1$ ) и 27,3 ( $\pm 14,7$ ) дней соответственно.

Проведённое анкетирование по оценочным шкалам показало следующие результаты: до лечения средняя оценка своего состояния пациентами была ниже удовлетворительного. В сроки через 6 и 12 месяцев после коррекции пациенты оценивали своё состояние как хорошее. Согласно опроса на основе SF-36, проведённого через 12 мес. после демонтажа аппарата, социальное адаптивное выросло на 15%, что вызвало подъём эмоционального функционирования на 8%, а психологического статуса – на 18%. Показатели опросника. Функциональное состояние нижней конечности по шкале AOFAS до лечения составляло  $21,3 \pm 15,8$  (от 4 до 64), а через 12 мес. после окончания коррекции -  $77,9 \pm 9,3$  (от 56 до 89) баллов. Исходя из данных опросника LEFS, функция нижней конечности до лечения в среднем оценивалась как «значительное ограничение». Через 6 мес. после коррекции данные опросника показывали “умеренное ограничение”. Через 12 мес. после коррекции, когда было завершено реабилитационное лечение, функция восстанавливалась до «небольшого ограничения».

Осложнения, которые возникли за весь период лечения пациентов, мы разделили в соответствии с категориями осложнений по Статистический анализ показал, что осложнения категории I (Caton J., 1985), т.е. не требующие дополнительного оперативного лечения, встретились в 100% случаев. Осложнения категории II, которые потребовали дополнительного оперативного лечения, но не повлияли на сроки и результат лечения, наблюдались в 40% наблюдений. И, наконец, осложнения категории III, которые потребовали дополнительной госпитализации и негативно повлияли на результат лечения, встретились в 17,1%. Этот показатель оказался в 2,6 раза меньше, чем при использовании зарубежных аналогов.

Необходимо отметить, что осложнения всех трех категорий присущи чрескостному остеосинтезу в целом. Осложнений, связанных непосредственно с металлоконструкцией аппарата Орто-СУВ и компьютерной программой, нами не отмечено.

**В заключении** подведены общие итоги проведенной работы, представлены сведения по решению всех пяти задач диссертационного исследования и кратко обсуждены полученные результаты.

## **ВЫВОДЫ**

1. Топографо-анатомическое исследование сосудов, нервов и изучение смещаемости мягких тканей (кожи, фасций, сухожилий и мышц) стопы с помощью оригинального устройства (патент РФ на полезную модель №172036) позволяют обосновать благоприятные и неблагоприятные зоны и направления для проведения чрескостных элементов в виде “рекомендуемых позиций”, “позиций доступности” и “позиций запрета”. Средний отдел стопы наиболее опасный для проведения чрескостных элементов: доля “рекомендуемых позиций” в переднем (уровни I–IV) и заднем (уровни XIII–XIV) отделах стопы составляет более половины изученных секторов (от 50 до 80%), а в среднем отделе - менее половины (от 30 до 50%).

2. Оригинальные классификации деформаций среднего и заднего отделов стопы позволяют определить оптимальный тип репозиционного узла (унифицированный по Илизарову или ортопедический гексапод), который следует использовать в каждом конкретном случае с учётом имеющегося количества компонентов деформации и плоскостей.

3. Реализация новых способов анализа, планирования коррекции и оценки результатов лечения деформаций среднего и заднего отделов стопы (положительные решения на выдачу патентов РФ по заявкам на изобретение № 2016147240 и №2016133699) не зависит от положения стопы в голеностопном суставе, наличия сопутствующих деформаций смежного отдела стопы или дистального отдела голени.

4. Разработанные компоновки основанного на компьютерной навигации аппарата Орто-СУВ для коррекции деформаций на уровне среднего и заднего отделов стопы (патенты РФ на изобретения № 2489106 и № 2578841) обеспечивают максимальные перемещения костных фрагментов. Компоновка для коррекции деформации на уровне среднего отдела позволяет без перемонтажей производить трехплоскостную коррекцию до  $50^\circ$ , а компоновка для коррекции на уровне заднего отдела стопы – устранение угловой деформации до  $96^\circ$ .

5. Клиническое использование аппарата Орто-СУВ обеспечивает точность коррекции до  $1,6-2,6^\circ$  на уровне среднего отдела стопы и до  $1,3-2,3^\circ$  на уровне заднего её отдела, что не уступает результатам применения зарубежных аналогов. Возникшие в процессе коррекции осложнения I и II категорий по классификации J. Caton (1985) были сопоставимы с зарубежными аналогами, а осложнений III категории в наших наблюдениях возникло в 2,6 раза меньше, чем после применения зарубежных гексаподов и в 3,6 раза меньше, чем при применении аппарата Илизарова. Осложнений, связанных непосредственно с аппаратом Орто-СУВ и его компьютерной программой, не возникло.

6. Апробированная технология лечения пациентов с деформациями среднего и заднего отделов стопы, включающая использование «рекомендуемых позиций» и оптимального репозиционного узла, новые способы планирования коррекции деформаций, особенности применения внешней конструкции и компьютерной программы ортопедического гексапода Орто-СУВ, характеризуется достаточно высокой эффективностью и представляется перспективной для дальнейшего использования.

### **ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ**

1. Перед тем, как начинать применение ортопедического гексапода (включая аппарат Орто-СУВ), пользователь должен овладеть основами

чрескостного остеосинтеза в целом и чрескостного остеосинтеза стопы – в частности.

2. Для коррекции деформаций стоп необходимо иметь набор аппарата Орто-СУВ, включающий шесть страт короткого типоразмера, шесть страт среднего типоразмера, шесть прямых и шесть Z-образных платиков. Указанный набор позволяет, выполнить 1-2 коррекции деформаций в месяц. Соответственно, при наличие более плотного потока больных, необходимо иметь большее количество комплектов.

3. При проведении рентгенографии обязательно присутствие лечащего врача, который должен проследить за правильностью выполнения стандартных, а при необходимости – дополнительных проекций. Обязательно использование линейки, позволяющей выполнить масштабирование.

4. В случае, если имеется подозрение на выраженное изменение топографии сосудов и нервов (врождённая патология), следует использовать дополнительные методы исследования: МРТ, КТ-ангиографию.

5. При компоновке аппарата следует уделить особое внимание стабилизации голеностопного сустава для исключения как вторичных подвывихов, так и ротационного смещения блока таранной кости, т.к. это неминуемо скажется на точности коррекции деформации.

6. После завершения коррекции, при отсутствии противопоказаний, следует сменить внешнюю фиксацию на внутреннюю с целью уменьшения опасности возникновения осложнений, связанных с чрескостным остеосинтезам и профилактики рецидива деформации.

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

Во время выполнения диссертационного исследования были разработаны схемы рекомендуемых позиций для проведения чрескостных элементов через кости стопы, классификации деформаций стоп, оригинальные способы анализа, планирования коррекции и оценки результатов коррекции деформаций среднего и заднего отделов стопы.

Разработанные компоновки аппарата Орто-СУВ для коррекции среднего и заднего отделов стопы позволяют перемещать фрагменты на максимально возможную величину. Апробация предложенной технологии показала ее достаточно высокую эффективность. Таким образом, мы полагаем, что поставленные задачи были решены, цель – достигнута, а данное направление является перспективным для дальнейшего использования и развития.

### **СПИСОК ОСНОВНЫХ РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ**

1. Solomin, L.N. Atlas for the Insertion of Transosseous Element Reference Positions. Foot. In: The Basic Principles of External Skeletal Fixation using the Ilizarov and Other Devices / L.N. Solomin, N.F. Fomin, S.V. Majkov, K.A. Ukhanov // Solomin L.N. – editor. Springer-Verlag: Sturtz GmbH, Wurzburg, 2012-13. – P. 142-159.

2. Solomin, L.N. Reference Lines and Angles of the Foot. In: The Basic Principles of External Skeletal Fixation using the Ilizarov and Other Devices. / L.N. Solomin, K.A. Ukhanov // Solomin L.N. – editor. Springer-Verlag: Sturtz GmbH, Wurzburg, 2012-13. – P. 969-978.

3. **Соломин, Л.Н. Атлас «Рекомендуемых Позичий» для проведения чрескостных элементов через стопу / Л.Н. Соломин, Н.Ф. Фомин, С.В. Майков, К.А. Уханов // Гений Ортопедии. - 2014. - №1. С. 61-66.**

4. Соломин, Л.Н. Атлас «Рекомендуемых Позичий» для проведения чрескостных элементов через стопу. / Л.Н. Соломин, Н.Ф. Фомин, Майков С.В., Уханов К.А. // Основы чрескостного остеосинтеза. под ред. Л.Н. Соломина, 2-е издание. – 2014. - Т. 1. С. 134-161.

5. **Соломин, Л.Н. Определение оптимальных компоновок основанного на компьютерной навигации аппарата Орто-СУВ для коррекции сложных деформаций стоп / Л.Н. Соломин, К.А. Уханов, В.М. Машков, М.И. Глузман // Травматология и ортопедия России. – 2014. – №1. - С. 72-79.**

6. Solomin, L.N. Two-Stage Complex Foot Deformity Correction / L.N. Solomin, E.A. Shchepkina, K. Ukhanov // In: Rozbruch SR, Hamdy RC (Eds.) Limb Lengthening and Reconstruction Surgery Case Atlas. Trauma - Foot and Ankle. Springer International Publishing. – 2015. - P. 515-521.

7. Solomin, L.N. Complex Foot Deformity Correction Using V-Shaped Osteotomy and Software-Based Hexapod / L.N. Solomin, E. Sorokin, K. Ukhanov // In: Rozbruch SR, Hamdy RC (Eds.) Limb Lengthening and Reconstruction Surgery Case Atlas. Trauma - Foot and Ankle. Springer International Publishing. – 2015. - P. 491-497.

8. Соломин, Л.Н. Способ определения референтных линий и углов среднего отдела стопы в боковой проекции / Л.Н. Соломин, К.А. Уханов, А.В. Бойченко // Актуальные проблемы тр. и ортоп.: сборн. статей, посв. 110-летию РНИИТО. – СПб.: РНИИТО. – 2016. – С. 260-263.

9. Уханов К.А., Фомин Н.Ф., Соломин Л.Н., Аболин А.Б. Устройство для определения величины смещения мягких тканей стопы / К.А. Уханов, Н.Ф. Фомин, Л.Н. Соломин, А.Б. Аболин // Актуальные проблемы тр. и ортоп.: сборн. статей, посв. 110-летию РНИИТО. – СПб.: РНИИТО. – 2016. – С. 277-281.

10. Соломин, Л.Н. Анализ и планирование коррекции деформаций заднего отдела стопы в сагиттальной плоскости / Л.Н. Соломин, К.А. Уханов, Е.П. Сорокин, Дж. Херценберг // Травматология и ортопедия России. – 2017. – № 1. – С. 24–32.

**ПАТЕНТЫ НА ИЗОБРЕТЕНИЯ И ПОЛЕЗНЫЕ МОДЕЛИ**

1. Пат. РФ 2489106. Способ остеосинтеза аппаратом Орто-СУВ при деформациях среднего отдела стопы / Соломин Л.Н., Виленский В.А., Утехин А.И., Уханов К.А. – 2011144281/14; заявл. 01.11.11; опубл. 10.08.13. Бюл. № 22.

2. Пат. РФ 2578841. Способ остеосинтеза аппаратом Орто-СУВ при деформациях заднего отдела стопы / Соломин Л.Н., Уханов К.А., Утехин А.И., Виленский В.А. – 2015113012/14; заявл. 08.04.2015; опубл. 27.03.2016. Бюл. № 9.

3. Патент РФ на полезную модель № 172036 от 26.06.17г. Устройство для определения величин смещения мягких тканей стопы.

4. Положительное решение на получение патента РФ на изобретение № 2016147240 от 01.12.16. «Способ определения степени деформации стопы на уровне среднего отдела для предоперационного планирования хирургической коррекции».

5. Положительное решение на получение патента РФ на изобретение № 2016166699 от 16.08.16. «Способ расчёта коррекции при деформациях заднего отдела стопы».