

**На правах рукописи**

**АЛЬ ДВЕЙМЕР Исмаил Халиль Мохаммад**

**НАУЧНОЕ ОБОСНОВАНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ БИОМЕХАНИЧЕСКИХ  
МЕТОДОВ В КОМПЛЕКСНОЙ ОЦЕНКЕ И МОНИТОРИНГЕ  
СОСТОЯНИЯ ПАЦИЕНТОВ ПОСЛЕ ХИРУРГИЧЕСКОГО ЛЕЧЕНИЯ  
HALLUX VALGUS**

**14.01.15 - травматология и ортопедия**

**АВТОРЕФЕРАТ**  
**диссертации на соискание ученой степени**  
**кандидата медицинских наук**

**Санкт-Петербург – 2017**

Работа выполнена в Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации.

**Научный руководитель:**

доктор медицинских наук профессор **Безгодков Юрий Алексеевич**

**Официальные оппоненты:**

**Корышков Николай Александрович** – д.м.н., ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии имени Н.Н. Приорова» Минздрава России, группа патологии стопы и голеностопного сустава, руководитель

**Савинцев Александр Михайлович** – д.м.н. профессор СПб ГБУЗ «Городская Покровская больница», отделение травматологии и ортопедии, заведующий

**Ведущая организация:**

ФГБОУ ВО «Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет имени академика И.П. Павлова» Минздрава России.

Защита состоится «\_\_» \_\_\_\_\_ 2017 г. в \_\_ часов на заседании диссертационного совета Д999.037.02 на базе ФГБУ «Российский ордена Трудового Красного знамени научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии им. Р.Р. Вредена» Министерства здравоохранения Российской Федерации (195427, г. Санкт-Петербург, ул. Академика Байкова, д. 8)

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

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

Ученый секретарь

диссертационного совета Д999.037.02

кандидат медицинских наук



Денисов А.О.

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

### Актуальность темы исследования

Проблема лечения больных с деформацией hallux valgus, часто сочетающейся с другими статическими деформациями стоп, сохраняет свою актуальность до настоящего времени. Она определяется широкой распространенностью данной патологии, приводящей к существенному ухудшению качества жизни пациентов, необходимостью хирургического лечения, трудностью обоснованного выбора оптимальной методики среди большого числа существующих, наличием послеоперационных осложнений и остаточных клинических проявлений, ограниченным использованием современных биомеханических технологий для отбора наиболее эффективных существующих методик и разработки новых.

Плоскостопие, считающееся причиной hallux valgus и сочетающееся с ним, в начале прошлого века составляло 23,4% всех деформаций. Отмечалась максимальная интенсивность его развития в возрасте 10-20 лет, его выявляли у 40% военнослужащих и у 50% рабочих [Вреден Р.Р., 1930, 1936; Куслик М.И., 1935]. В настоящее время нарушение функций стопы вследствие ее деформаций так же часто приводит к существенным ограничениям в активной жизни человека.

Плоскостопие диагностируется в возрасте 6-9 лет у 44% детей, а к 11-14 годам – у 53,6% [Андрианов В.Л. и др., 1988]. Около 40% детей и до 70–80% людей в возрасте 50–60 лет страдают статическими деформациями стоп и их дисфункцией разной степени [Свириденок А.И. и др., 2008].

В США ежегодно около 85 миллионов жителей обращаются к врачам с жалобами, связанными с нарушением функции стопы, в том числе до 15% из них взрослые. Hallux valgus страдает более 3,6 миллиона американцев, что составляет более 1% населения, а среди женщин старше 60 лет их насчитывается 9% [Корнилов Н.В., 2006; DuVries H., 1959; Karasick D. et al., 1990; John M.M. et al., 2010].

Hallux valgus считается относительно частой деформацией у детей и подростков (22-36%) и преобладает у девочек. Частая причина в этом возрасте – гипермобильность плюснефалангового сустава и косое расположение эпифиза I плюсневой кости, при этом, несмотря на молодость, ряд пациентов вынуждены лечиться хирургически [Petratos D.V. et al., 2008].

Hallux valgus в сочетании с поперечным плоскостопием считается наиболее распространенной (до 64%) статической деформацией стопы и преобладает среди женщин (до 98%) [Мерков А.М. и др., 1974; Воронцов А.В. и др., 1976; Волкова З.А. и др., 1980; Попов А.В. и др., 2000; Несенюк Е.Л., 2000; Черкес-Заде Д.И. и др., 2002; Процко В.Г., 2004; Беленький А.Г., 2005; Корнилов Н.В., 2006; Богданов С.В., 2006; Макинян Л.Г., 2009; Barouk L.S. et al., 1991].

Плоскостопие составляет 26,4% от всей ортопедической патологии и занимает первое место (81,5%) среди деформаций стоп, а второе – деформация hallux valgus, сочетающаяся с продольным плоскостопием у 75-78% больных и у 100% - с поперечным [Котельников Г.П., Миронов С.П., Мирошниченко В.Ф., 2006].

Отмечается частое сочетание поперечного плоскостопия и hallux valgus с

патологией клапанов вен нижних конечностей (35%) [Батенкова Г. И., 1975, Савинцев А.М., 2006].

Данная патология значима и для Вооруженных Сил, в частности из-за ее распространенности среди военнослужащих женщин [Ткаченко С.С., 1985, Шаповалов В.М., 2004; Гамолин С.В., 2011].

Медицинская и социальная значимость данной патологии заключается в том, что ею часто страдают люди трудоспособного возраста, нуждающиеся в высоких функциональных способностях [Карданов А.А., 2008]. Вальгусное отклонение I пальца стопы приводит к серьезным физическим и моральным страданиям пациентов [Дегтярь Д.И., 1976; Кузьмин В.И., 2003]. Больные жалуются на боль и чувство скованности в переднем отделе стопы после функциональной нагрузки, трудность или невозможность подобрать обычную, а иногда и ортопедическую обувь, косметический дефект, что делает человека малоподвижным, раздражительным и существенно ухудшает качество жизни, а тяжелые степени деформации могут приводить к инвалидности [Третьяков А.С. и др., 1967; Савинцев А.М., 2006; Saro C. et al., 2007].

Существуют различные консервативные методики лечения и профилактики вальгусного отклонения I пальца и других деформаций стоп [Аржанникова Е.Е. и др., 1991, 1996, 1999; Батенкова Г.И. и др., 1983; Болотова, А.Ф., 1976, 1978; Болтрукевич С.И. и др., 2006; Гаджиев М.Г. и др., 1994; Карапетян С.В. и др., 2009, 2010; Кудрявцев В.А. и др., 2000, 2006, 2009; Менделевич И.А., 1989; Огородников В.И., 1988; Свириденко А.И. и др., 2009; Смирнова Л.М. и др., 1994; Michaud T.C., 1997; Wu K.K., 1990], однако, они неэффективны для устранения уже сформировавшейся деформации [Сорокин Е.П. и др., 2011]. Поэтому широко распространено хирургическое лечение, на сегодняшний день насчитывающее множество методик [Карданов А.А., 2009], в том числе следующие.

Резекционная артропластика: резекция основания проксимальной фаланги I пальца [Волошин Я.М., 1936; Keller W.L., 1904; Brandes M., 1924] с тенденцией к применению сберегательных модификаций [Marks R., 2009]; резекция головки I плюсневой кости [Вреден Р.Р., 1930; Mayo С.Н., 1908; Singley J.D., 1913]; краевая резекция выступающей медиальной части головки I плюсневой кости [Schede F., 1928; Silver D., 1923; McBride E.D., 1928].

Корректирующие остеотомии I плюсневой кости условно разделяют на дистальные, диафизарные и проксимальные.

Из дистальных остеотомий наиболее распространена «шеvronная» [Austin D.W. et al., 1981], имеющая различные модификации [Kitaoka et al., 1991; Mann R.A. et al., 1991; Vogler H.W., 1989].

Среди диафизарных остеотомий I плюсневой кости косые предложены раньше, но менее распространены сегодня [Beischer A.D. et al., 2005; Ludloff K., 1918; Mau C. et al., 1926], также как и «поперечная ступенеобразная» [Mitchell C. et al., 1958], а наиболее популярной стала Z-образная остеотомия «SCARF» [Barouk L.S., 2000; Weil L.S., 2000], неоднократно модифицированная [Barouk

L.S., 1992, 2000; Gill L.H. et al., 1997; Kristen K.H. et al., 2002; Miller J.M. et al., 1994; Pollack R.A. et al., 1989].

Для дистальной «шеvronной» и SCARF остеотомий возможно специфическое осложнение - вколачивание фрагментов с потерей высоты кости (*metatarsus elevates*) и метатарзалгией. После применения методики SCARF выявлены осложнения: «вколачивание» - 35%, сращение с ротационной деформацией - 30%, перелом плюсневой кости - 10%, ранний возврат деформации - 25% [Coetzee J.C., 2003].

Проксимальные остеотомии I плюсневой кости: закрытоугольные [Поликарпова Т.Ф., 1980; Loison M., 1901; Balacescu J., 1903], открытоугольные [Trethowan J., 1923; Trott A.W., 1972], «полулунная - crescentic» [Mann R.A. et al., 1981, 1992; Wester J.U., 2016], проксимальная «шеvronная» [Sammarco G.J. et al., 1993]. Их достоинство – возможность значительной коррекции. С внедрением пластин и винтов с угловой стабильностью эти остеотомии стали использоваться чаще [Saragas N.P., 2009; Budny A.M. et al. 2009].

При гипермобильной стопе применяется корригирующий артродез I плюсне-клиновидного сустава [Альбрехт Г.А., 1911; Шаповалов В.М. и др., 2008; Юсевич Я.С. и др., 1966; Lapidus P.W., 1934].

Для выпрямления I пальца при его деформации популярна закрытоугольная остеотомия основной фаланги [Akin O., 1925] или ее модификации.

Корригирующие остеотомии часто сочетаются с вмешательствами на мягких тканях I плюснефалангового сустава [Silver D., 1923; McBride E.D., 1928].

Использование представленных методик с учетом их достоинств и недостатков показывает, что оптимальные еще не выбраны [Canale S.T. et al., 2016]. При всех них возможны осложнения (10-55%), в том числе метатарзалгия (28,4%), рецидив *hallux valgus* (26,8%), *hallux varus* (5%), ятрогенный артроз и тугоподвижность I плюсне-фалангового сустава (5,2%), гиперэкстензия I пальца (1,5%) [Несенюк Е.Л., 2000; Машков В.М. и др., 2010; Петросян А.С., 2013; Barouk P., 2014; Duan X. et al., 2012; Maceira E. et al., 2014; Raikin S.M. et al., 2014; Richardson, E.G., 2013]. Большинство хирургов считает, что оперативное лечение статических деформаций стоп эффективно, но в основном носит симптоматический характер [Карданов А.А., 2009; Saxena A., 2012].

Международное общество травматологов-ортопедов считает, что объективный патогенетический анализ с использованием современной биомеханики - основа совершенствования хирургического лечения, максимально устраняющего деформацию, восстанавливающего функцию и косметический вид [Chao E.Y.S., 1996]. Несмотря на высокую информативность, биомеханические исследования при *hallux valgus* ограничены. Опубликованные данные не дают практикующему врачу до конца ясной и четкой картины эффективности применяемых сегодня методик. Поэтому дальнейшие исследования в этом направлении актуальны и позволят представить больше объективной информации о достоинствах и недостатках имеющихся и разрабатываемых методик, и, таким образом, улучшить результаты лечения больных.

### **Степень разработанности темы**

Вопрос выбора способа хирургического лечения больных с hallux valgus до сих пор является широко обсуждаемым. Исследование опубликованных данных указывает на то, что трудности выбора связаны с большим числом методик, при этом отсутствует достаточное обоснование их эффективности, представленное преимущественно клинико-рентгенологической оценкой. Операции часто носят «симптоматический» характер, то есть, направлены преимущественно на устранение основных компонентов деформации, следствием чего является неполное восстановление функции. Нередки осложнения.

Анализ публикаций показывает, что сегодня основной нерешенной задачей обоснованного выбора оперативной методики и дальнейшего совершенствования хирургического лечения больных с hallux valgus следует считать крайне ограниченное применение современных методов оценки функциональных результатов, позволяющих объективно оценивать эффективность применяемых методик. В изученной литературе практически отсутствуют полноценные исследования, в которых с патогенетических позиций обосновывается целесообразность комплексной оценки и мониторинга функций стопы у здоровых людей и больных с hallux valgus до и после операции с использованием современных высокоинформативных биомеханических методов для улучшения эффективности лечения.

В связи с этим диссертационное исследование посвящено научному обоснованию применения биомеханических методов в комплексной оценке и мониторинге состояния пациентов до и после хирургического лечения hallux valgus.

### **Цель исследования**

Улучшить результаты хирургического лечения больных с hallux valgus посредством разработки алгоритма оценки и мониторинга функций стопы с использованием современных высокоинформативных биомеханических методов.

### **Задачи исследования**

1. Изучить состояние опорной и двигательной функций стопы у здоровых людей с помощью компьютерного биомеханического комплекса «ДиаСлед».
2. Выявить наиболее информативные биомеханические показатели опорной и двигательной функций стопы для мониторинга больных, перенесших хирургическое лечение hallux valgus.
3. Разработать новый метод хирургического лечения, позволяющий более эффективно корректировать сложные деформации hallux valgus.
4. Провести сравнительный анализ основных статических и динамических биомеханических показателей у здоровых людей и больных, перенесших хирургическое лечение hallux valgus.
5. Предложить новый объективный способ оценки разной длины нижних конечностей для обследования больных с hallux valgus.
6. Разработать алгоритм оценки и мониторинга опорной и двигательной

функций у больных до и после хирургического лечения hallux valgus и апробировать его в клинике.

### **Научная новизна работы**

Впервые на большом клиническом материале определены количественные и качественные контрольные биомеханические показатели для сравнительной оценки состояния опорной и двигательной функций у больных с hallux valgus на основании обследования группы здоровых людей с помощью компьютерного комплекса «ДиаСлед».

В результате обследования большого контингента здоровых людей и больных с hallux valgus выявлены наиболее информативные биомеханические показатели опорной и двигательной функций стоп, получаемые при использовании компьютерного комплекса «ДиаСлед», для мониторинга состояния этих пациентов в процессе лечения и динамического наблюдения.

Разработан новый более эффективный метод хирургического лечения сложных деформаций hallux valgus (патент на изобретение РФ №2565374).

На основании сравнительного анализа результатов обследования здоровых людей и больных определена динамика изменений основных статических и динамических биомеханических показателей до и после хирургического лечения hallux valgus методиками резекционной артропластики (Мейо - Вредена, Шеде - Брандеса), SCARF и предложенной.

Предложен новый объективный способ биомеханической оценки разной длины нижних конечностей у больных с hallux valgus (не имеющий аналогов «пионерский» патент на изобретение РФ №2532880).

Разработан и научно обоснован алгоритм оценки и мониторинга опорной и двигательной функций в системе комплексного наблюдения за состоянием больных до и после хирургического лечения hallux valgus.

### **Теоретическая и практическая значимость работы**

Выявленные количественные и качественные биомеханические показатели опорной и двигательной функций, полученные с помощью компьютерного комплекса «ДиаСлед» у здоровых людей, отражают их оптимальное состояние и могут использоваться как контрольные параметры для сравнительной оценки у больных с hallux valgus и другими деформациями стоп.

Установленные наиболее информативные биомеханические показатели опорной и двигательной функций больных с hallux valgus, получаемые при использовании компьютерного комплекса «ДиаСлед», позволяют улучшить диагностику состояния стоп пациента до лечения и в процессе динамического наблюдения.

Предложенный новый метод хирургического лечения hallux valgus (патент на изобретение РФ №2565374) позволяет эффективно корригировать сложные деформации hallux valgus и восстанавливать утраченную функцию.

Определение динамики основных статических и динамических биомеханических показателей, отражающих восстановительный процесс опорной

и двигательной функций у больных, перенесших хирургическое лечение hallux valgus, позволяет оценивать его эффективность, а также диагностировать и прогнозировать некоторые осложнения.

Разработанный новый объективный способ биомеханической оценки разной длины нижних конечностей («пионерский» патент на изобретение РФ №2532880) позволяет точно оценивать и обоснованно компенсировать эту разницу у больных с hallux valgus.

Разработанный алгоритм оценки и мониторинга опорной и двигательной функций в системе комплексного наблюдения за состоянием больных до и после хирургического лечения hallux valgus позволяет более обоснованно назначать лечебные и реабилитационные мероприятия и оценивать их эффективность по сравнению с традиционным клинико-рентгенологическим контролем.

### **Методология и методы исследования**

Методология диссертационного исследования построена на изучении и обобщении данных литературы по исследуемой теме, оценке степени ее разработанности и актуальности. В соответствии с поставленной целью и задачами разработан план выполнения всех этапов диссертационной работы, выбраны объекты исследования и подобран комплекс современных методов исследования. Объектами исследования стали 34 здоровых человека и 113 больных с деформацией hallux valgus. В исследовании использованы клинические, рентгенологические и функциональные (биомеханический диагностический комплекс «ДиаСлед») методы обследования. Математическая обработка данных проводилась с использованием современных компьютерных технологий. Исследование состоит из двух этапов. На первом этапе изучены механизмы обеспечения опорной и двигательной функций стоп у здоровых людей, для чего обследована группа из 34 человек без деформаций стоп и проявлений других заболеваний опорно-двигательной системы, полученные данные проанализированы, отобраны наиболее информативные нормативные показатели для сравнения с больными. На следующем этапе изучено влияние различных методов хирургического лечения деформации hallux valgus на степень ее коррекции и восстановление опорной и двигательной функций стоп, для чего обследована группа из 113 больных, разделенная на подгруппы: в подгруппе I выполнялась резекционная артропластика I плюснефалангового сустава (операции Мейо - Вредена и Шеде - Брандеса), в подгруппе II - остеотомия SCARF, в подгруппе III - проксимальная ротационная остеотомия I плюсневой кости (синонимы: crescentic, полулунная, желобовидная, цилиндрическая). Результаты обследования больных сравнивались между подгруппами и группой здоровых людей. Полученные данные систематизированы и статистически обработаны. На основании этого сделаны выводы и даны практические рекомендации.

Обследование группы здоровых людей, обследование и лечение больных с hallux valgus выполнено на базах кафедры госпитальной хирургии с курсами травматологии и военно-полевой хирургии ФГБОУ ВО «СПбГПМУ» Минздрава России, в том числе в ФГБУ «РНИИТО им. Р.Р.Вредена» Минздрава России.

Стабилометрию, динамометрию и подографию выполняли на современном биомеханическом диагностическом компьютерном комплексе «ДиаСлед» (ООО «ВИТ», ООО «ДиаСервис», Санкт-Петербург).

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

1. В системе комплексной оценки и мониторинга состояния здоровых людей и больных до и после хирургического лечения hallux valgus целесообразно использовать биомеханическую оценку наиболее информативных показателей опорной и двигательной функций диагностического комплекса «ДиаСлед», включающую стабилометрию, динамометрию, подографию.

2. Разработанную новую методику хирургического лечения hallux valgus (патент РФ №2565374) следует использовать для коррекции сложных деформаций, так как она позволяет более эффективно ликвидировать анатомические и функциональные нарушения стопы.

3. Обоснована целесообразность исследования опорной и двигательной функций больного до и после хирургического лечения hallux valgus при помощи современных высокоинформативных биомеханических тестов для объективизации оценки функциональных результатов, определения эффективности хирургических методик и уточнения показаний к их дальнейшему использованию.

4. Предложенный «способ оценки функционального укорочения нижней конечности» (патент РФ №2532880) целесообразно использовать до и после хирургического лечения hallux valgus при коррекции разной длины нижних конечностей для лучшего восстановления функций стопы.

5. Предложенный алгоритм оценки и мониторинга опорной и двигательной функций у больных до и после хирургического лечения hallux valgus позволяет объективизировать результаты обследования и прогнозировать эффективность лечения.

### **Степень достоверности работы**

Достоверность научных выводов и положений основана на достаточном числе наблюдений, применении многофакторного анализа данных, полученных с помощью современных методов клинического, рентгенологического и особенно объективного функционального биомеханического обследования для оценки состояния пациента, однородности выборок групп исследования, адекватной статистической обработке данных с позиций доказательной медицины.

### **Апробация результатов**

Основные положения диссертации доложены и обсуждены на: конференции молодых ученых «Перспективы развития медицинской науки и практики» (СПб., 2014); научно-практической конференции с международным участием «Илизаровские чтения» (Курган, 2015); «Московском Международном Салоне образования» (М., 2015) где награждены дипломами и медалями; всероссийском студенческом научном форуме с международным участием «Студенческая наука - 2016» (СП., 2016); Всероссийском научном форуме студентов и молодых ученых с

международным участием «Студенческая наука – 2017» (СП., 2017); Всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Технологические инновации в травматологии, ортопедии и нейрохирургии: интеграция науки и практики» (Саратов, 2017).

#### **Внедрение результатов исследования**

Результаты работы применяются при обучении студентов, интернов, клинических ординаторов, аспирантов и врачей травматологов-ортопедов и хирургов, а также для лечения больных на базах кафедры госпитальной хирургии с курсами травматологии и ВПХ ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет» Минздрава России.

#### **Личный вклад автора**

Автором лично проведен обзор литературных источников по теме исследования, выполнено планирование, осуществлен поиск, подбор и анализ медицинской документации пациентов, разработаны и реализованы методы обработки результатов и их представления, произведена статистическая обработка и анализ полученных данных. Автор принимал непосредственное участие в разработке изобретений, лечении 57 больных, в клиническом и биомеханическом обследовании всех пациентов и здоровых людей контрольной группы.

#### **Связь темы диссертации с планом основных научно-исследовательских работ университета**

Работа выполнена в рамках комплексной научной темы кафедры «Хирургическое лечение деформаций стоп» ФГБОУ ВО «СПбГПМУ» Минздрава России. Номер государственной регистрации темы № 01200900856.

#### **Соответствие паспорту специальности**

Диссертационная работа соответствует паспорту специальности 14.01.15 – травматология и ортопедия по нескольким областям.

1. Изучение этиологии, патогенеза и распространенности заболеваний опорно-двигательной системы.

3. Разработка и усовершенствование методов диагностики и профилактики заболеваний и повреждений опорно-двигательной системы.

4. 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 16 работ, из них 3 в журналах, включенных ВАК Минобрнауки РФ в перечень рецензируемых научных изданий. Получено 2 патента РФ на изобретение, патент РФ №2532880 не имеет аналогов и является «пионерским».

#### **Структура и объем диссертации**

Диссертация изложена на 167 страницах машинописного текста. Состоит из введения, основной части, заключения, выводов, практических рекомендаций, списка использованной литературы. Работа иллюстрирована 18 таблицами и 15

рисунками. Библиографический указатель содержит 275 источника, в том числе 148 отечественных и 127 иностранных.

## ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

### Материалы и методы исследования

Для обоснования применения биомеханических методов в комплексной оценке и мониторинге состояния больных до и после хирургического лечения *hallux valgus* обследованы две группы людей. Первая (контрольная) группа представлена 34 здоровыми людьми (68 стоп). Наличие этой группы определялось необходимостью получения нормативных биомеханических показателей, характеризующих статическое положение и походку людей без деформаций стоп и другой патологии опорно-двигательной системы. Во вторую (основную) группу вошли 113 больных (138 стоп, 25 человек оперировано с двух сторон) с выраженной (II – III ст.) деформаций *hallux valgus*, они обследовались до операции, в динамике, но в соответствии с целью и задачами исследования результаты представлены в среднем через  $5,6 \pm 0,7$  года (от 4 до 19 лет). Пациенты основной группы разделены на подгруппы в зависимости от особенностей операции. В подгруппе I выполнялась резекционная артропластика I плюснефалангового сустава (47 больных, 60 стоп): в подгруппе I-I операция Мейо - Вредена (7 больных, 14 стоп) и в подгруппе I-II операция Шеде-Брандеса (40 больных, 46 стоп). В остальных подгруппах применялись сберегающие I плюснефаланговый сустав корригирующие операции: в подгруппе II - методика SCARF (43 больных, 50 стоп), а в подгруппе III - новая методика (патент РФ №2565374), включающая проксимальную «ротационную» остеотомию I плюсневой кости (23 больных, 28 стоп). Результаты биомеханического обследования сравнивались между подгруппами больных с *hallux valgus* до и после хирургического лечения и группой здоровых людей.

Из общего числа больных преобладали женщины (96,6%). Возраст оперированных в среднем в группе составил  $47,5 \pm 9,4$  года (24 - 78 лет). Большинство больных находилось в трудоспособном возрасте. Достоверного различия по полу и возрасту между группами не установлено. В основную группу включены больные со статической деформацией *hallux valgus*, а пациенты с другой этиологией (врожденной, нейрогенной, посттравматической) не принимались для исследования для обеспечения однородности групп. В исследование не включались больные диабетом, имеющие особенности поражения стопы. Больные старшего возраста обычно имели сопутствующую патологию других органов и систем вне обострения этих заболеваний, но эта патология не являлась определяющей для выбора методики операции. Практически все женщины страдали патологией вен нижних конечностей вне обострения на момент операции. Наличие венозной патологии косвенно подтверждало статический характер деформации. Больным с гипермобильностью I луча, как правило, сопровождавшейся другими проявлениями недостаточности соединительной ткани, учитывая значительный отечественный и зарубежный опыт, рекомендовали и выполняли корригирующий

артродез I плюсне-клиновидного сустава, поэтому такие пациенты не включены в настоящее исследование для обеспечения однородности групп. Обследование людей контрольной группы, обследование и лечение больных основной группы выполнено на базах кафедры госпитальной хирургии с курсами травматологии и ВПХ ФГБОУ ВО «СПбГПМУ» МЗ РФ.

Для оценки состояния стопы в до- и послеоперационном периоде использовали клиническую бальную шкалу Американской ассоциации хирургов стопы и голеностопного сустава (AOFAS) и клинико-рентгенологическую бальную шкалу Грулье. Для объективной оценки влияния особенностей операции на степень восстановления статической позы и на походки использованы современные биомеханические методы исследования: стабилметрия, динамометрия и подография выполнялась на биомеханическом диагностическом компьютерном комплексе «ДиаСлед» (производство ООО «ВИТ», программное обеспечение ООО «ДиаСервис», Санкт-Петербург). Результаты исследования обрабатывались статистически с использованием компьютерных программных комплексов «Statistica» для Windows фирмы StatSoft (США) и «Mathcad» компании MathSoft (США).

### Результаты исследования и их обсуждение

Состояние больных до хирургического лечения hallux valgus характеризовалось выраженными клинико-рентгенологическими нарушениями, а в отдаленные сроки наблюдалось улучшение, наименее выраженное в подгруппе I (табл.1, 2). В соответствии с целью и задачами исследования при изучении результатов хирургического лечения hallux valgus особое внимание уделялось анализу биомеханических показателей.

Таблица 1. Динамика состояния стопы в подгруппах по шкале AOFAS ( $M \pm \sigma$ )

Основная группа	До операции	Отдаленный результат
Подгруппа I-I	$48 \pm 8^1$	$54 \pm 7^5$
Подгруппа I-II	$50 \pm 10^2$	$67 \pm 7^6$
Подгруппа II	$49 \pm 11^3$	$87 \pm 8^7$
Подгруппа III	$51 \pm 9^4$	$93 \pm 6^8$

1-5; 2-6; 3-7; 4-8; 5-6-7-8 -  $p < 0,05$ . 1-2-3-4 -  $p > 0,05$ .

Таблица 2. Динамика состояния стопы в подгруппах по шкале Грулье ( $M \pm \sigma$ )

Основная группа	До операции	Отдаленный результат
Подгруппа I-I	$39 \pm 7^1$	$54 \pm 5^5$
Подгруппа I-II	$41 \pm 8^2$	$63 \pm 7^6$
Подгруппа II	$40 \pm 9^3$	$76 \pm 6^7$
Подгруппа III	$39 \pm 8^4$	$81 \pm 3^8$

1-5; 2-6; 3-7; 4-8; 5-6-7-8 -  $p < 0,05$ . 1-2-3-4 -  $p > 0,05$ .

#### Биомеханическое исследование статики.

Стабилметрия. Положение общего центра масс относительно оси X. При стабилметрии у больных перед хирургическим лечением наблюдалось достоверное увеличение смещения общего центра масс от нейтрального

положения по оси X относительно показателей контрольной группы (на 5,2%). В отдаленные сроки среднее значение данного показателя стабилизировалось без существенного отличия в подгруппах и приближалось к значению контрольной группы здоровых людей, кроме показателя подгруппы I-I (табл. 3).

Таблица 3. Отклонение общего центра масс от нейтрального положения по оси X в статике (%)

Группа обследования		М	σ
Контрольная группа		0,8 <sup>1</sup>	3
Больные до лечения		6 <sup>2</sup>	4
Отдален- ный результат	Подгруппа I-I	9 <sup>6</sup>	4
	Подгруппа I-II	4 <sup>3</sup>	3
	Подгруппа II	3 <sup>4</sup>	2
	Подгруппа III	3 <sup>5</sup>	2

1-(2, 3, 4, 5, 6); 2-(3, 4, 5, 6) -  $p < 0,05$ . 3-4-5 -  $p > 0,05$ .

Положение центра масс оперированной конечности относительно продольной оси стопы (табл. 4). Положение центра масс конечности у больных до операции смещалось латерально от средней линии стопы (на 5%). Очевидно, этот эффект наблюдался вследствие элевационного компонента деформации hallux valgus и компенсаторного перераспределения нагрузки с медиального на латеральный отдел стопы.

Таблица 4. Смещение центра масс нижней конечности по оси X в статике относительно средней линии стопы (%)

Группа обследования		М	σ
Контрольная группа		0,5 <sup>1</sup>	1
Больные до лечения		- 5 <sup>2</sup>	3
Отдален- ный результат	Подгруппа I-I	3 <sup>6</sup>	3
	Подгруппа I-II	- 4 <sup>3</sup>	3
	Подгруппа II	- 3 <sup>4</sup>	2
	Подгруппа III	1 <sup>5</sup>	1

2-(1, 5, 6); 5-(3, 4) -  $p < 0,05$ . 3-4; 1-5 -  $p > 0,05$ .

После операции в отдаленные сроки в подгруппе I-I значение показателя не улучшалось, а изменялось на противоположный – центр масс смещался медиально от средней линии стопы, что свидетельствовало о перегрузке медиального отдела. В подгруппах I-II, II и III наблюдалось улучшение значения показателя и приближение его к значению контрольной группы здоровых людей, наиболее выраженное в последней подгруппе.

Динамометрия. При обследовании больных с hallux valgus до операции изменялось распределение нагрузки на стопу по сравнению с группой здоровых людей: на опорной поверхности так же можно было выделить 3 основные опорные зоны ( $p < 0,05$ ): область пятки, область основания головки V плюсневой кости, но нагрузка из области основания головки I плюсневой кости перемещалась в область головок II-III плюсневых костей. Эта особенность

свидетельствует об уменьшении устойчивости положения стопы и всей ноги в целом, поскольку, хотя проекция центра масс конечности и находится внутри опорного контура основных опорных зон, но опорный контур ограничивается во фронтальной плоскости и смещается латерально по опорной поверхности стопы. Этим, в частности, можно объяснить повышенную утомляемость стоп у таких больных вследствие более выраженного напряжения мышц, требующегося для поддержания равновесия. У больных подгруппы I-II общее распределение нагрузки не улучшалось, а в подгруппе I-I даже ухудшалось ( $p < 0,05$ ). У больных подгруппы II после остеотомии SCARF наблюдалось незначительное увеличение нагрузки в области головки I плюсневой кости, и только в подгруппе III после «шарнирной остеотомии» основание головки I плюсневой кости полноценно вовлекалось в опорный процесс ( $p < 0,05$ ).

Биомеханическое исследование походки. Поскольку при обследовании здоровых людей установлено, что величина максимального давления на стопу при ходьбе в 2,0 раза превышает значение соответствующего показателя при стоянии на двух ногах, то особое внимание уделялось оценке биомеханических параметров при движении больных.

Стабилометрия. Анализ амплитуды траектории центра масс нижней конечности у больных с hallux valgus продемонстрировал ее уменьшение по сравнению с контрольной группой (на 11%,  $p < 0,05$ ), а после операции наблюдалось существенное восстановление этого показателя у всех, кроме больных подгруппы I-I (табл. 5).

Таблица 5. Амплитуда траектории центра масс нижней конечности по оси Y при ходьбе (%)

Группа обследования		М	σ
Контрольная группа		59 <sup>1</sup>	10
Больные до лечения		48 <sup>2</sup>	9
Отдаленный результат	Подгруппа I-I	45 <sup>3</sup>	8
	Подгруппа I-II	54 <sup>4</sup>	6
	Подгруппа II	56 <sup>5</sup>	7
	Подгруппа III	55 <sup>6</sup>	7

1-(2, 3); 2-(3, 4, 5); -  $p < 0,05$ .      2-3; 4-5-6 -  $p > 0,05$ .

Динамометрия. При обследовании до операции группы больных с hallux valgus установлено, что, распределение нагрузки по опорной поверхности стопы при ходьбе изменяется относительно контрольной группы следующим образом. На стопе вместо 4 основных опорных зон остаются 3 ( $p < 0,05$ ): область пятки, область основания головок средних плюсневых костей и область I пальца. При этом давление на область I пальца и, соответственно, его толчковая функция существенно снижаются.

Изучение динамограмм у больных в отдаленном периоде показало, что у всех больных подгруппы I-I после операции Мейо - Вредена наблюдается отрицательная динамика - увеличение нагрузки на головки средних плюсневых

костей и значительное снижение толчковой функции I пальца ( $p < 0,05$ ). У больных подгруппы I-II после операции Шеде - Брандеса распределение давления существенно не меняется ( $p > 0,05$ ). В подгруппе II после операции SCARF наблюдается неполное восстановление опороспособности зоны под головкой I плюсневой кости ( $p < 0,05$ ). В группе III после «шарнирной остеотомии» наблюдается существенное и практически полное восстановление опороспособности головки I плюсневой кости ( $p < 0,05$ ).

Основной коэффициент медио-латерального соотношения. Для определения устойчивости стопы и равномерности нагрузки на нее при ходьбе использовался коэффициент медио-латерального соотношения. Его анализ у больных с hallux valgus до операции продемонстрировал уменьшение коэффициента по сравнению с контрольной группой (на 0,12,  $p < 0,05$ ), что свидетельствовало о перегрузке латерального отдела стопы.

Таблица 6. Значения основного коэффициента медио-латерального соотношения при ходьбе

Группа обследования		М	$\sigma$
Контрольная группа		1,0 <sup>1</sup>	0,2
Больные до лечения		0,88 <sup>2</sup>	0,14
Отдален- ный результат	Подгруппа I-I	1,15 <sup>3</sup>	0,14
	Подгруппа I-II	0,82 <sup>4</sup>	0,12
	Подгруппа II	0,79 <sup>5</sup>	0,13
	Подгруппа III	1,0 <sup>6</sup>	0,15

2-(1, 3, 4, 5, 6); 1-(3, 4, 5) -  $p < 0,05$ . 4-5, 1-6 -  $p > 0,05$ .

У больных подгруппы I-I наблюдалось его увеличение, демонстрирующее перегрузку медиального отдела. В подгруппе I-II и подгруппе II наблюдалось уменьшение коэффициента, показывающее перегрузку латерального отдела стопы. В подгруппе III после «ротационной остеотомии» наблюдалось наиболее полное восстановление коэффициента и, соответственно, наиболее равномерное нагружение медиального и латерального отделов стоп (табл. 6).

Коэффициент соотношения сил переднего и заднего толчков. Анализ этого коэффициента у больных с hallux valgus до операции превышал значение этого показателя в контрольной группе (на 0,19,  $p < 0,05$ ), что говорит об уменьшении заднего толчка вследствие снижения толчковой функции поперечного свода и пальцев, особенно первого.

После операции в подгруппе I-I наблюдалось существенное уменьшение коэффициента, что свидетельствовало о чрезмерном увеличении заднего толчка и перегрузке переднего отдела стопы при ходьбе. В подгруппе I-II различие с предоперационным значением было небольшим. В подгруппе II и особенно в подгруппе III наблюдалось улучшение коэффициента и приближение к значению показателя контрольной группы (табл. 7).

Подография. Функциональное состояние больных с hallux valgus перед операцией по данным подографии характеризуется ухудшением по сравнению

с контрольной группой за счет увеличения длительности двойного шага (на 0,14 сек,  $p < 0,05$ ) и выраженного изменения структуры периода опоры в виде увеличения длительности переднего (на 0,08 сек,  $p < 0,05$ ) и заднего (на 0,13 сек,  $p < 0,05$ ) толчков вследствие ограничения межтолчкового периода (на 0,1 сек,  $p < 0,05$ ) (табл. 8).

Таблица 7. Значения коэффициента соотношения сил переднего и заднего толчков

Группа обследования		М	$\sigma$
Контрольная группа		0,87 <sup>1</sup>	0,13
Больные до лечения		1,06 <sup>2</sup>	0,15
Отдаленный результат	Подгруппа I-I	0,66 <sup>3</sup>	0,17
	Подгруппа I-II	0,97 <sup>4</sup>	0,16
	Подгруппа II	0,93 <sup>5</sup>	0,16
	Подгруппа III	0,89 <sup>6</sup>	0,15

2-(1, 3, 4, 5, 6); 1-(3, 4, 5) -  $p < 0,05$ . <sup>1-6</sup> -  $p > 0,05$ .

Таблица 8. Подографические показатели у лиц контрольной группы и больных (сек (%))

Показатель	Контрольная группа	Больные до лечения	Отдаленные результаты в подгруппах			
			I-I	I-II	II	III
Длительность двойного шага	1,08±0,09	1,22±0,11	1,27±0,10	1,12±0,09	1,09±0,10	1,07±0,08
Период опоры	0,62±0,06 (57,41±5,56)	0,73±0,07 (59,84±5,74)	0,76±0,06 (59,84±4,72)	0,65±0,06 (58,04±5,36)	0,63±0,06 (57,80±5,51)	0,62±0,05 (57,94±4,67)
Период переноса	0,46±0,04 (42,59±3,7)	0,49±0,04 (0,16±3,28)	0,51±0,05 (40,16±3,94)	0,47±0,05 (41,96±4,46)	0,46±0,04 (42,20±3,67)	0,45±0,04 (42,06±3,74)
Передний толчок	0,14±0,01 (22,58±1,61)	0,22±0,02 (30,14±2,74)	0,30±0,03 (39,47±3,95)	0,22±0,02 (33,85±3,08)	0,16±0,02 (25,40±3,17)	0,15±0,02 (24,19±3,23)
Межтолчковый период	0,35±0,03 (56,45±4,84)	0,25±0,02 (34,25±2,74)	0,31±0,03 (40,79±3,95)	0,27±0,03 (41,54±4,62)	0,29±0,03 (46,03±4,76)	0,32±0,03 (51,61±4,84)
Задний толчок	0,13±0,01 (20,97±1,61)	0,26±0,02 (35,61±2,74)	0,15±0,02 (19,74±2,63)	0,16±0,02 (24,61±3,08)	0,18±0,02 (28,57±3,17)	0,15±0,02 (24,20±3,23)

У больных подгруппы I-I в отдаленные сроки после операции функциональные исходы характеризуются ухудшением по сравнению с исходным предоперационным состоянием преимущественно за счет увеличения длительности двойного шага (на 0,05 сек,  $p < 0,05$ ) и изменения структуры периода опоры в виде компенсаторного увеличения длительности

переднего толчка (на 0,08 сек,  $p < 0,05$ ) (табл. 8).

У больных подгруппы I-II после операции в отдаленные сроки функциональные исходы улучшаются относительно предоперационных значений – уменьшается длительность двойного шага (на 0,10 сек,  $p < 0,05$ ), увеличивается межтолчковый интервал (на 0,02 сек (7,29%),  $p < 0,05$ ), уменьшается длительность заднего толчка (на 0,1 сек (11,00%),  $p < 0,05$ ), но структура опорного периода не восстанавливается до значений контрольной группы, а показатели периода опоры в этой группе лучше, чем у пациентов подгруппы I-I (табл. 8).

Функциональные исходы у больных подгруппы II после операции улучшаются относительно предоперационных значений за счет восстановления длительности и структуры двойного шага ( $p < 0,05$ ) и улучшения структуры опорного периода – увеличения межтолчкового интервала (на 0,04 сек (11,78%,  $p < 0,05$ ), уменьшения длительность переднего (на 0,06 сек (4,74%,  $p < 0,05$ ) и заднего (на 0,08 сек (7,04%),  $p < 0,05$ ) толчков. Но структура опорного периода не восстанавливается до значений контрольной группы, а показатели периода опоры (передний толчок и межтолчковый интервал) у больных этой группы лучше, чем у пациентов подгруппы I (табл. 8).

В подгруппе III функциональные исходы значительно улучшаются относительно предоперационных значений и приближаются к значениям контрольной группы, а значения показателей существенно лучше, чем в подгруппах I-I, I-II и II за счет уменьшения длительности двойного шага относительно подгруппы I-I, более выраженного восстановления структуры периода опоры вследствие более равномерного сокращения времени переднего и заднего толчков, что говорит о лучшем восстановлении толчковой функции, более значимого увеличения межтолчкового периода, что свидетельствует о более выраженном улучшении амортизационной функции стопы (табл. 8).

Коэффициент ритмичности рассчитывался для характеристики симметрии основных фаз шага правой и левой нижних конечностей. Его значение в контрольной группе близко к оптимальному (0,96; табл. 9).

Таблица 9. Коэффициент ритмичности

Группа обследования		М	$\sigma$
Контрольная группа		0,96 <sup>1</sup>	0,03
Больные до лечения		0,91 <sup>2</sup>	0,04
Отдален- ный результат	Подгруппа I-I	0,79 <sup>3</sup>	0,09
	Подгруппа I-II	0,89 <sup>4</sup>	0,07
	Подгруппа II	0,95 <sup>5</sup>	0,04
	Подгруппа III	0,96 <sup>6</sup>	0,04

2-(1, 3, 5, 6); 1-(2, 3, 4) -  $p < 0,05$ .      2-4; 1-5-6 -  $p > 0,05$ .

До операции у больных с hallux valgus наблюдается достоверное уменьшение коэффициента ритмичности по сравнению с контрольной группой (на 0,05). В отдаленные сроки в подгруппе I-I выявлено ухудшение этого

показателя (на 0,12), в подгруппе I-II не определено существенной положительной динамики, а в подгруппах II и III значение коэффициента ритмичности улучшалось и приближалось к значению контрольной группы (табл. 9).

После хирургической коррекции hallux valgus из общего числа больных отобрано 24 с разной длиной нижних конечностей (до 1,5 см). У 50% обследованных наблюдалось укорочение оперированной ноги и еще у 50% – контрлатеральной. Применение биомеханического контроля по предложенной методике («пионерский» патент на изобретение РФ №2532880) позволило эффективно подобрать степень компенсации укорочения (табл. 10).

Таблица 10. Асимметрия мощности шага у обследованных людей (%)

Группа обследования	М	σ
Контрольная группа	3,2 <sup>1</sup>	0,3%
Больные после хирургической коррекции hallux valgus до компенсации разной длины ног	10,7 <sup>2</sup>	4,8
Больные после хирургической коррекции hallux valgus после компенсации разной длины ног	2,4 <sup>3</sup>	0,6

<sup>1-2, 2-3</sup> -  $p < 0,05$ . <sup>1-3</sup> -  $p > 0,05$ .

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, анализ полученных результатов свидетельствует о высокой эффективности предложенного комплексного подхода для оценки состояния опорной и двигательной функций у больных до и после хирургического лечения hallux valgus, что обосновывает использование апробированных биомеханических тестов и методик их интерпретации как алгоритм оценки опорной и двигательной функций в процессе мониторингового обследования больных до операции, в процессе реабилитации и дальнейшего наблюдения.

### ВЫВОДЫ

1. Состояние опорной и двигательной функций стопы у здоровых людей характеризуется следующими основными показателями: в статике положение общего центра масс по оси X  $-0,8 \pm 3,0\%$ , центр масс конечности располагается на продольной оси стопы ( $0,5 \pm 1,0\%$ ), нагрузка осуществляется на 3 основные опорные зоны (пятку, основания головок V и I плюсневых костей); при ходьбе амплитуда центров масс нижних конечностей  $59,3 \pm 10,0\%$ , нагрузка осуществляется на 4 основные последовательно нагружаемые опорные зоны (пятку, основания головок V и I плюсневых костей и I палец), коэффициент медио-латерального соотношения  $1,0 \pm 0,2$ , коэффициент соотношения сил переднего и заднего толчков  $0,87 \pm 0,13$ , асимметрия мощности шага  $3,2 \pm 0,3\%$ , длительность двойного шага  $1,08 \pm 0,09$  сек, длительность периода переноса  $0,46 \pm 0,04$  сек, длительность периода опоры  $0,62 \pm 0,06$  сек, передний толчок  $0,14 \pm 0,01$  сек, межтолчковый период  $0,35 \pm 0,03$  сек, задний толчок  $0,13 \pm 0,01$  сек, коэффициент ритмичности  $0,96 \pm 0,03$ .

2. Для мониторинга больных с hallux valgus наиболее информативными являются биомеханические показатели двигательной функции: амплитуда центров масс нижних конечностей, распределение нагрузки по основным опорным зонам стопы, коэффициент медио-латерального соотношения, коэффициент соотношения сил переднего и заднего толчков, длительность двойного шага, периодов переноса и опоры, переднего и заднего толчков, межтолчкового периода.

3. Предложенный «способ лечения вальгусной деформации I пальца и варусной деформации I плюсневой кости» позволяет выполнять эффективную коррекцию выраженных деформации hallux valgus и получать положительный клиничко-рентгенологический и функциональный результат.

4. Сравнительный анализ результатов обследования здоровых людей и больных перед хирургическим лечением hallux valgus свидетельствует об ухудшении биомеханических показателей у больных: амплитуда траектории центра масс нижней конечности уменьшается на 11%, на стопе вместо 4 основных опорных зон остаются 3 - пятка, основание головок средних плюсневых костей и ограниченно I палец, коэффициент медио-латерального соотношения уменьшается на 0,12, коэффициент соотношения сил переднего и заднего толчков увеличивался на 0,19, длительность двойного шага увеличивается на 0,14 сек за счет периода опоры (на 0,11 сек) и периода переноса (на 0,03 сек), передний и задний толчки увеличиваются на 0,08 и 0,13 сек, межтолчковый период сокращается на 0,1 сек. В отдаленные сроки в подгруппе I после операции Мейо - Вредена почти все показатели ухудшаются, после операции Шеде - Брандеса большинство показателей незначительно улучшается, только после реконструктивных операций в подгруппах II и особенно III наблюдается значительное улучшение и приближение к показателям здоровых людей.

5. Предложенный «способ оценки функционального укорочения нижней конечности» является высокоинформативными в комплексной оценке двигательной функции пациентов с разной длиной нижних конечностей, страдающих hallux valgus.

6. Предложенный алгоритм оценки и мониторинга опорной и двигательной функций у больных до и после хирургического лечения hallux valgus позволяет объективизировать результаты комплексного обследования по сравнению с традиционными клиничко-рентгенологическими методиками и прогнозировать эффективность лечения пациентов с hallux valgus.

### **ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ**

1. Для мониторинга пациентов после хирургического лечения hallux valgus следует учитывать значения следующих биомеханических показателей, характерных для людей без патологии стоп и опорно-двигательной системы в целом в качестве контрольных: в статике положение общего центра масс по оси X  $-0,8 \pm 3,0\%$ , центр масс конечности располагается на продольной оси стопы

( $0,5\pm 1,0\%$ ), нагрузка осуществляется на 3 основные опорные зоны (пятку, основания головок V и I плюсневых костей); при ходьбе амплитуда центров масс нижних конечностей  $59,3\pm 10,0\%$ , нагрузка осуществляется на 4 основные последовательно нагружаемые опорные зоны (пятку, основания головок V и I плюсневых костей и I палец), коэффициент медио-латерального соотношения  $1,0\pm 0,2$ , коэффициент соотношения сил переднего и заднего толчков  $0,87\pm 0,13$ , асимметрия мощности шага  $3,2\pm 0,3\%$ , длительность двойного шага  $1,08\pm 0,09$  сек, длительность периода переноса  $0,46\pm 0,04$  сек, длительность периода опоры  $0,62\pm 0,06$  сек, передний толчок  $0,14\pm 0,01$  сек, межтолчковый период  $0,35\pm 0,03$  сек, задний толчок  $0,13\pm 0,01$  сек, коэффициент ритмичности  $0,96\pm 0,03$ .

2. После хирургического лечения больных с hallux valgus для мониторинга показано использование следующих наиболее информативных биомеханических показателей двигательной функции: амплитуды центров масс нижних конечностей, распределения нагрузки по основным опорным зонам стопы, коэффициента медио-латерального соотношения, коэффициента соотношения сил переднего и заднего толчков, длительности двойного шага, периодов переноса и опоры, переднего и заднего толчков, межтолчкового периода.

3. Для эффективной коррекции выраженных деформаций hallux valgus и получения положительных клинико-рентгенологических и функциональных результатов следует применять предложенный «способ лечения вальгусной деформации I пальца и варусной деформации I плюсневой кости».

4. При определении показаний к хирургическому лечению больных с hallux valgus, а также для последующего мониторинга результатов следует учитывать, что выраженное нарушение опорной и двигательной функций стоп характеризуется следующими основными биомеханическими показателями: при ходьбе амплитуда траектории центра масс нижней конечности  $48\pm 9\%$ , на стопе вместо 4 основных опорных зон остаются 3 - пятка, основание головок средних плюсневых костей и ограниченно I палец, коэффициент медио-латерального соотношения  $0,88\pm 0,14$ , коэффициент соотношения сил переднего и заднего толчков  $1,06\pm 0,15$ , длительность двойного шага  $1,22\pm 0,11$  сек, период опоры  $0,73\pm 0,07$  сек, период переноса  $0,49\pm 0,04$  сек, передний и задний толчки  $0,22\pm 0,02$  и  $0,26\pm 0,02$  сек, межтолчковый период  $0,25\pm 0,02$  сек. После операции для контроля за процессом реабилитации и профилактики возможных осложнений следует осуществлять мониторинг состояния опорной и двигательной функций стоп по данным биомеханического компьютерного комплекса «ДиаСлед». Для получения положительных функциональных результатов не следует использовать операцию Мейо - Вредена, а методику Шеде - Брандеса следует использовать ограниченно в случаях невысокого требования пациента к функциональному исходу. Реконструктивные операции SCARF и особенно новая методика показаны для значительного восстановления функции при выраженной деформации (II – III ст.)

5. В комплексной оценке двигательной функции пациентов с hallux valgus, имеющих разную длину нижних конечностей, для ее эффективной коррекции следует применять предложенный «способ оценки функционального укорочения нижней конечности».

6. Предложенный алгоритм оценки и мониторинга опорной и двигательной функций у больных до и после хирургического лечения hallux valgus, позволяющий улучшить результаты их комплексного обследования, может быть рекомендован для клинического использования в учреждениях здравоохранения, осуществляющих данный вид медицинской помощи и последующее наблюдение за этим контингентом больных.

#### **Перспективы дальнейшей разработки темы**

Перспективой дальнейшей разработки темы диссертационной работы является широкое внедрение полученных результатов в работу амбулаторного и стационарного звеньев травматолого-ортопедической службы, в том числе разработанных методик и алгоритма оценки и мониторинга опорной и двигательной функций у больных до и после хирургического лечения hallux valgus, с последующим изучением их эффективности в клинической практике.

#### **СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ИССЕРТАЦИИ**

1. Корин, Ю.Ю. Возможности трехмерной визуализации анатомических объектов по исходным данным в формате DICOM на примере стопы с использованием свободно распространяемого программного обеспечения / Ю.Ю. Корин, И.Х. Аль Двеймер // Конференция молодых ученых «Перспективы развития медицинской науки и практики». – Санкт-Петербург: издание СПбГПМУ, 2014. – С. 144-145.
2. Безгодков, Ю.А. Хирургическое лечение статических деформаций стоп / Ю.А. Безгодков, И.Х. Аль Двеймер, А.Г. Осланова, К.М. Саидова // Реферативный журнал «Научное обозрение. Медицинские науки». – 2015. – №1. – С. 70-71.
3. Безгодков, Ю.А. Биомеханические исследования у больных с деформациями стоп / Ю.А. Безгодков, И.Х. Аль Двеймер, А.Г. Осланова // Реферативный журнал «Научное обозрение. Медицинские науки». – 2015. – №1. – С. 71.
4. Безгодков, Ю.А. Обзор хирургических методов лечения статических деформаций стоп / Ю.А. Безгодков, И.Х. Аль Двеймер // Научно-практическая конференция с международным участием «Илизаровские чтения». – Курган, 2015. – С. 133-134.
5. Яценко А.В. Биомеханические особенности патогенеза статических деформаций стоп / А.В. Яценко, И.Х. Аль Двеймер // Всероссийский студенческий научный форум с международным участием «Студенческая наука – 2016». – Санкт-Петербург: издание СПбГПМУ, 2016. – С. 106.
6. Яценко, А.В. Хирургическое лечение hallux valgus и поперечного плоскостопия / А.В. Яценко, О.А. Фомылина, И.Х. Аль Двеймер // Всероссийский студенческий научный форум с международным участием «Студенческая наука – 2016». – Санкт-Петербург: издание СПбГПМУ, 2016. – С. 107.

7. Фомылина, О.А. Новый метод лечения hallux valgus / О.А. Фомылина, А.В. Яценко, И.Х. Аль Двеймер // Всероссийский студенческий научный форум с международным участием «Студенческая наука – 2016». – Санкт-Петербург: издание СПбГПМУ, 2016. – С. 107-108.
8. Фомылина, О.А. Новые возможности лечения hallux valgus / О.А. Фомылина, И.Х. Аль Двеймер // Всероссийский научный форум студентов и молодых ученых с международным участием «Студенческая наука – 2017». – Санкт-Петербург: издание СПбГПМУ, 2017. – С. 202.
9. Fomylyna, O.A. Surgical treatment of forefoot deformities / O.A. Fomylyna, I.Kh. Al Dveymer // Всероссийский научный форум студентов и молодых ученых с международным участием «Студенческая наука – 2017». – Санкт-Петербург: издание СПбГПМУ, 2017. – С. 544.
10. Безгодков, Ю.А. Новые возможности лечения hallux valgus / Ю.А. Безгодков, О.А. Фомылина, И.Х. Аль Двеймер // Всероссийская научно-практическая конференция с международным участием «Технологические инновации в травматологии, ортопедии и нейрохирургии: интеграция науки и практики». – Саратов: ООО «Амирит», 2017. – С. 56-58.

#### Публикации в журналах ВАК

11. Безгодков, Ю.А. Биомеханические исследования у больных с деформациями стоп / Ю.А. Безгодков, И.Х. Аль Двеймер, А.Г. Осланова // Современные проблемы науки и образования. – 2014. – № 2; URL: <http://www.science-education.ru/ru/article/view?id=12480> (дата обращения: 18.11.2016).
12. Безгодков, Ю.А. Хирургическое лечение статических деформаций стоп / Ю.А. Безгодков, И.Х. Аль Двеймер, А.Г. Осланова, К.М.Саидова // Современные проблемы науки и образования. – 2014. – № 3; URL: <http://www.science-education.ru/ru/article/view?id=13648> (дата обращения: 18.11.2016).
13. Безгодков, Ю.А. Совершенствование хирургического лечения Hallux Valgus / Ю.А. Безгодков, И.Х. Аль Двеймер // Современные проблемы науки и образования. – 2015. – № 6.; URL: <http://www.science-education.ru/ru/article/view?id=23530> (дата обращения: 18.11.2016).

#### Публикации о патентах

14. Безгодков, Ю.А. Способ оценки функционального укорочения нижней конечности. Заявка на изобретение РФ № 2013115318/14 / Ю.А. Безгодков, А.Л. Федотов, А.Б. Аболин, А.С. Сенько, И.Х. Аль Двеймер // Бюллетень «Изобретения. Полезные модели». – 2014. – №28; URL: [http://www1.fips.ru/Archive/PAT/2014FULL/2014.10.10/Index\\_ru.htm](http://www1.fips.ru/Archive/PAT/2014FULL/2014.10.10/Index_ru.htm) (дата обращения: 18.11.2016).
15. Безгодков, Ю.А. Способ оценки функционального укорочения нижней

конечности. Описание изобретения к патенту РФ № 2532880 / Ю.А. Безгодков, А.Л. Федотов, А.Б. Аболин, А.С. Сенько, И.Х. Аль Двеймер // Бюллетень «Изобретения. Полезные модели». – 2014. – №31; URL: [http://www1.fips.ru/Archive/PAT/2014FULL/2014.11.10/Index\\_ru.htm](http://www1.fips.ru/Archive/PAT/2014FULL/2014.11.10/Index_ru.htm) (дата обращения: 18.11.2016).

16. Безгодков, Ю.А. Способ лечения вальгусной деформации первого пальца и варусной деформации первой плюсневой кости стопы. Описание изобретения к патенту РФ № 2565374 / Ю.А. Безгодков, И.Х. Аль Двеймер, К.М. Саидова // Бюллетень «Изобретения. Полезные модели». – 2015. – №29; URL: [http://www1.fips.ru/Archive/PAT/2015FULL/2015.10.20/Index\\_ru.htm](http://www1.fips.ru/Archive/PAT/2015FULL/2015.10.20/Index_ru.htm) (дата обращения: 18.11.2016).