

*На правах рукописи*

**Болотов Алексей Викторович**

**КОМПЛЕКСНОЕ ЛЕЧЕНИЕ ПЛОСКО-ВАЛЬГУСНОЙ ДЕФОРМАЦИИ  
СТОП У ДЕТЕЙ И ПОДРОСТКОВ С УЧЕТОМ СОСТОЯНИЯ  
НЕЙРОМЫШЕЧНОГО АППАРАТА НИЖНИХ КОНЕЧНОСТЕЙ**

**14.01.15 – Травматология и ортопедия**

**14.03.11 - Восстановительная медицина, лечебная физкультура и  
спортивная медицина, курортология и физиотерапия**

**АВТОРЕФЕРАТ**

**диссертация на соискание ученой степени  
кандидата медицинских наук**

**Москва 2015**

Работа выполнена в Государственном бюджетном учреждении «Центральном научно – исследовательском институте травматологии и ортопедии» им. Н.Н. Приорова» Министерства здравоохранения Российской Федерации

**Научные руководители:**

доктор медицинских наук **Кожевников Олег Всеволодович**

доктор медицинских наук **Косов Игорь Семенович**

**Официальные оппоненты:**

**Кузьмин Вячеслав Иванович** – доктор медицинских наук, Медицинский центр Центральный банк Российской Федерации, заведующий отделением травматологии и ортопедии

**Попов Павел Алексеевич** – кандидат медицинских наук, Филиал федерального автономного учреждения Министерства обороны Российской Федерации «Центральный спортивный клуб Армии» (ЦСК ВВС, г. Самара), начальник врачебно – спортивного диспансера, врач спортивной медицины

**Ведущая организация:**

Государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Российский национальный исследовательский медицинский университет им. Н.И. Пирогова» Министерства здравоохранения Российской Федерации

Защита состоится 30 октября 2015 года в 12.00 на заседании диссертационного совета Д 208.112.01 в Федеральном государственном бюджетном учреждении «Центральном научно – исследовательском институте травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова» Министерства здравоохранения Российской Федерации (127299, г. Москва, ул. Приорова, д. 10).

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ФГБУ «ЦИТО им. Н.Н. Приорова» (127299, г. Москва, ул. Приорова, д.10) и на сайте [www.cito-priorov.ru](http://www.cito-priorov.ru)

Автореферат разослан «\_\_» \_\_\_\_\_ 2015 г.

Ученый секретарь

Диссертационного совета

Бухтин Кирилл Михайлович

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

**Актуальность исследования.** Плоско-вальгусная деформация стоп (ПВДС) является трудной проблемой детской ортопедии, имеющей социальное значение, что обусловлено ее распространенностью и склонностью к прогрессированию. Несмотря на то, что изучению этой проблемы посвящено много исследований, она остается актуальной для всех возрастных групп.

Консервативное лечение ПВДС далеко не всегда эффективно даже при легких формах деформации, не дает стойкого результата и вынуждает больного постоянно использовать ортопедические пособия. По нашему мнению, это связано с недостаточной изученностью патогенетических элементов этого заболевания, отсутствием четких сведений о нейромышечном механизме стабилизации костей стопы. В силу особенности своего расположения, стопа принимает на себя нагрузку всей массы тела. Поэтому она имеет функционально обусловленное анатомическое строение, решая задачи амортизации, балансировки, стабилизации. Обязательным условием реализации этих функций является стабильность биокинематической цепи, которая обеспечивается не только пассивными, но и активными стабилизаторами.

Одним из перспективных направлений в этой области является изучение изменений нейромышечного аппарата нижних конечностей с последующим применением в схеме комплексного лечения метода функционального биоуправления (ФБУ). Однако литературные сведения об этой методике единичны, а ее использование основывается на эмпирических данных. Нет сведений о применении дифференцирующей методики тренировки мышц с обратной связью по ЭМГ.

Хирургическое лечение тяжелых форм ПВДС различается по технике и объему вмешательства (Кузнечихин Е.П. и соавт., 2005). Предлагаемые оперативные вмешательства очень разнообразны - от операций на мягких тканях с исправлением положения таранной кости в сочетании с сухожильно-мышечными пересадками, до операций на костных структурах с использованием различных фиксаторов. Несмотря на то, что оперативные коррекции способны исправить нарушенные взаимоотношения, отдаленный эффект этих операций далеко не всегда соответствует ожиданиям, как врача, так и пациента (Шапошников В.И., 2002; Arai K. et al., 2007; Benthien R.A., 2007).

Значительные изменения анатомии стопы, сопровождающиеся выраженными статодинамическими нарушениями, нуждаются в дальнейшем изучении и оптимизации подходов к выбору тактики лечения.

**Цель исследования:** улучшение анатомо-функциональных результатов лечения плоско-вальгусной деформации стоп у детей на основе сочетания оперативных методов коррекции с функциональным биоуправлением.

**Задачи исследования:**

1. Разработать алгоритм обследования больных с плоско - вальгусной деформацией стоп.
2. Изучить состояние нейромышечного аппарата нижних конечностей у пациентов с разными типами плоско-вальгусной деформации (врожденные, статические, нейрогенные).
3. Определить показания и противопоказания к различным методам оперативного лечения в зависимости от вида и степени плоско-вальгусной деформации.
4. Разработать алгоритм восстановительного лечения с использованием метода функционального биоуправления.
5. Дать объективный анализ оценки качества жизни больных с плоско-вальгусной деформацией стоп после комплексного лечения.

**Научная новизна исследования**

1. Впервые на основании изучения математических моделей биомеханики ходьбы больных с плоско-вальгусной деформацией стоп объективизировано функциональное состояние нейромышечного аппарата нижних конечностей, выявлены характерные изменения походки и нарушения опорности нижних конечностей с проведением корреляционных исследований различных групп пациентов. Изучены особенности патогенеза поражения мышц при ПВДС.
2. Уточнен характер дислокации костных структур стопы при плоско-вальгусной деформации стоп с помощью компьютерной томографии с технологией 3D-моделирования.
3. Впервые доказана эффективность и целесообразность малоинвазивного метода коррекции ПВДС с введением современных имплантов в подтаранный синус.
4. Впервые в комплексе лечебно-реабилитационных мероприятий больных с данной патологией использован метод функционального биоуправления с целью нормализации мышечного баланса.

**Научно-практическая значимость исследования**

Разработан алгоритм обследования и комплексного лечения больных с плоско-вальгусной деформации стоп, позволивший улучшить результаты, сократить срок лечения, повысить качество жизни пациентов, что имеет высокую социальную значимость. Разработаны четкие показания для различных видов хирургической коррекции. Разработана методика малоинвазивной коррекции ПВДС. Разработана методика комбинированного метода хирургической коррекции плоско-вальгусной деформации стоп, включающая в себя как вмешательство на мягких тканях, так и последующий артрорез стопы имплантом.

### **Внедрение результатов исследования в практику**

Результаты исследований внедрены в практику отделения детской травматологии и ортопедии Адыгейской республиканской детской клинической больницы, в отделении нейроортопедии и ортопедии ФГБУ НЦЗД РАМН. Полученные результаты исследований используются при обучении врачей травматологов-ортопедов на базе отделения детской ортопедии ФГБУ ЦИТО им. Н.Н. Приорова. Предложенные методы хирургического лечения целесообразно внедрять в клиническую практику в специализированных отделениях детской ортопедии.

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

1. Формирование плоско-вальгусной деформации стоп у детей до 18 лет, сопровождается образованием адаптационного двигательного навыка в процессе психомоторного развития с его последующей автоматизацией.

2. Коррекция врожденной плоско-вальгусной деформации стоп является сложной комплексной проблемой, решение которой требует рациональной последовательности лечебных мероприятий с учетом изменений скелета стопы и нейро-мышечной системы.

### **Апробация работы**

Основные положения диссертационной работы доложены и обсуждены на конференции с международным участием «Проблема остеопороза в травматологии и ортопедии» (Москва, 2009г.), на III международной конференции «Лечение врожденных деформаций стоп у детей» (Ярославль, 2009г.), международной конференции SICOT (Прага, 2011г).

### **Публикации**

По материалам диссертации опубликовано 12 научных работ, в том числе 4 статьи в рецензируемых журналах.

### **Объем и структура диссертации**

Диссертация изложена на 145 страницах машинописного текста и состоит из введения, 5 глав, заключения, выводов, практических рекомендаций, библиографии из 268 источников (отечественных – 126, зарубежных – 142). Диссертация иллюстрирована 62 рисунками и 20 таблицами.

### **Степень личного участия аспиранта в получении результатов исследования**

Автор принимал личное участие в анализе данных историй болезней, обследовании, консервативном и хирургическом лечении больных, обработке клинического материала, непосредственно осуществлял статистическую и графическую обработку результатов исследования. Автором написан текст диссертации, а также все публикации по теме исследования.

## МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Лечение пациентов с ПВДС различной степени и генеза проводили в отделении детской ортопедии ФГБУ ЦИТО им. Н.Н. Приорова за период с 2007 года по 2013 год по методике, разработанной в отделении. В работу вошло 122 пациента с ПВДС различной степени тяжести в возрасте от 1,5 до 18 лет. Необходимым условием включения пациентов в исследование было информированное согласие родителей ребенка. До обращения в ЦИТО 67 (89,3%) больных лечились консервативно, 8 (10,7%) пациентов лечения не получали. Оперативное лечение выполнено 75 детям с ПВДС средней и тяжелой степени. Консервативное лечение проведено 47 пациентам (94 стопы), вошедшими в группу сравнения, сопоставимых по возрасту и полу (табл.1). В своей работе опирались на этиопатогенетическую классификацию ПВДС, предложенную П.В. Рыжовым (2007), по анатомическому признаку выделяли три степени плоско-вальгусной деформации стоп (Яременко Д.А., 1984).

**Таблица 1**

### Возрастное распределение больных в основной группе и группе сравнения

Возраст	Основная группа	Группа сравнения
1,5 - 3 года	13 (17,5%)	7 (14,8%)
4-7 лет	17 (22,8%)	10 (21,2%)
8-12 лет	37 (49,1%)	23 (48,9%)
13-18 лет	8 (10,5%)	7 (14,8%)
Итого	75 пациентов (100%)	47 пациентов (100%)

Пациенты, получившие хирургическое лечение (75 человек), были разделены на 3 группы в зависимости от этиологии заболевания (табл.2). Доля пациентов с истинной врожденной ПВДС («вертикальный таран», «стопа-качалка») составила 9,4% (все в возрасте до 3-х лет), вторичную ПВДС (на фоне ДЦП, миодистрофии, полинейропатии) вследствие нарушения статико -динамических взаимоотношений в нижней конечности имели 14,6% в возрасте 12-18 лет. Группа больных с миелодиспластической ПВДС была наибольшей – 76%.

**Таблица 2**

### Распределение прооперированных пациентов по этиологии и степени деформации

Степень	Этиология				Всего
	Врожденная	Нейрогенная		вторичная	
		Миелодисплазия	ДЦП		
Первая	-	-	-	-	-
Вторая	2	21	-	3	26
Третья	3	36	5	5	49
Итого	5	57	5	8	75

Распределение прооперированных больных по возрасту и полу представлено в таблице

Распределение прооперированных больных по возрасту и полу

Возраст	Всего	Мальчики	Девочки
6 мес. - 3 года	21 (28%)	6 (15,8%)	5 (13,6%)
4 - 7 лет	11 (14,6%)	10 (26,3%)	11 (29,7%)
8 – 12 лет	19 (25,3%)	8 (21,1%)	11 (29,7%)
13 – 16 лет	24 (32%)	14 (36,8%)	10 (27,0%)
<b>Всего</b>	<b>75 (100%)</b>	<b>38 (100%)</b>	<b>37 (100%)</b>

Обследование больных включало следующие методы: клинический, лучевую диагностику - рентгенография и компьютерная томография (КТ), изучение биомеханики ходьбы, электромиография (ЭМГ), электронейромиография (ЭНМГ), механомиография (ММГ), компьютерная подография (КП). Для изучения элементов двигательного навыка и особенностей нервно-мышечной системы при деформации стопы нами был использован комплексный подход с применением средств электрофизиологических и биомеханических исследований.

Клиническое обследование включало сбор анамнеза, осмотр, пальпацию, оценку тонуса, силу мышц и функцию нижней конечности путем измерения активных и пассивных движений голеностопного сустава, измерение длины и окружности сегментов нижней конечности; фиксацию изменений указанных параметров на этапах лечения при помощи цифровой фотографии.

Ретроспективный анализ ортопедического лечения установил, что наиболее частыми недостатками предыдущего лечения являлись: позднее начало лечения; его бессистемность и непродолжительность; низкая активность со стороны родителей в участии лечения ребенка; неадекватность внешней фиксации конечности после достижения коррекции или недостаточные ее сроки; отсутствие консервативного лечения непосредственно перед операцией и короткий восстановительный период после хирургического вмешательства.

Всем пациентам проводилась клиническая оценка функциональных возможностей и состояния пораженных стоп. За основу взято наличие 3-х основных компонентов: вальгус пяточного отдела, смещение головки таранной кости в спонтанном положении при активной и пассивной коррекции. Всем детям с ПВДС выполнялось комплексное исследование с целью оценки состояния костных структур стопы и голеностопного сустава. Определялись также опороспособность конечности, правильность площади опоры и особенности походки. Большинство пациентов (57,3%) имели тяжелые ригидные формы деформации, с трудом поддающиеся пассивной коррекции; у 42,7% больных деформация была достаточно мобильной, легко поддающаяся пассивной коррекции.

Рентгенография поврежденных конечностей выполнялась на рентгенаппаратах duo «DIAGNOST» (Philips) и PROTEUS XR/a в отделении лучевой диагностики (руководитель – д.м.н. профессор А.К. Морозов). По данным рентгенографии были изучены взаимоотношения суставных концов костей стопы, дислокация таранной кости. При помощи компьютерной томографии (КТ) с технологией 3D с моделированием, выполненном на аппаратах «PHILIPS AURA» и «GENERAL ELECTRIC», уточнялся характер дислокации костных структур стопы при ПДСВ, что позволяло получить более точные данные о строении костей стопы и голеностопного сустава. Ребенка укладывали в окно компьютерного томографа таким образом, чтобы центрация светового луча соответствовала участку стоп и голеностопных суставов.

С целью объективизации двигательных нарушений исследована биомеханика ходьбы по методике Motion Capture на установке «ELITE-2002», реализующей технологию квантификации перемещения пассивных маркеров, размещенных на реперных точках тестируемого. Регистрация производилась с помощью 8 видеокамер, а получаемые данные обрабатывались в контроллере. Электрофизиологические методы исследования включали в себя изучение произвольной и вызванной биоэлектрической и механической активности мышц. Электрофизиологические исследования проведены в лаборатории клинической физиологии и биомеханики ФГБУ ЦИТО (зав. - д.м.н. Косов И.С.). Обследование большинства пациентов проводилось до лечения и после лечения через 3, 6, 12 месяцев.

Электронейромиографические исследования (ЭНМГ) проведены на миографах «Keypoint», фирмы «Dantec» (США–Дания) и «НейроМВП» производства «ФизиоМед» (Россия). Оценивались параметры вызванной биоэлектрической активности (БЭА) мышцы: амплитуда супрамаксимального М-ответа, латентный период (терминальная латентность), длительность и площадь М-ответов. Использовали методику накожной глобальной ЭМГ. Анализ произвольной активности передней большеберцовой и икроножной мышцы при выполнении двигательных заданий проводился по качественным и количественным параметрам в соответствии с классификацией Ю.С. Юсевича с оценкой регулярности амплитуды колебаний. Определяли интегральные характеристики амплитуды сигнала и его спектрального состава. Анализ глобальных ЭМГ проводили с использованием технологии многоканальной оцифровки аналоговых сигналов и цифровой обработки биопотенциалов на аппаратно-программном комплексе ConAn. Исследования проводили по разработанному в лаборатории клинической физиологии и биомеханики протоколу комплексного изучения функции активных стабилизаторов стопы. В качестве «контрольных данных» выступали показатели функции стабилизации стоп у 23 здоровых «добровольцев» 7–16 лет.

Компьютерная подография (КП) выполнена на модуле «ПлантоСкан» комплекса «ДиаСлед-Скан».

Статистическая обработка проведена с использованием алгоритмов общеизвестных программ (Microsoft Excel, Statistica 6.0 и SPSS 17.0) и включала составление и анализ вариационных рядов с вычислением относительных и средних величин, корреляционных зависимостей, построение графических изображений. Средние показатели количественных величин представлены в виде  $M \pm m$ . Для сравнения средних значений двух количественных выборок с нормальным распределением использовали t-критерий Стьюдента, трех и более – однофакторный дисперсионный анализ. Для выборок с распределением, не отвечающим условиям нормальности, использовали критерии Манна-Уитни и Вилкоксона. В случае с номинальными и порядковыми данными использовали критерий  $\chi^2$ . Корреляционный анализ проводили с расчетом коэффициента корреляции  $\rho$ -Спирмена для оценки силы связи между двумя количественными переменными.

### РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Основной целью лечения детей с ПВДС, является улучшение функциональных результатов хирургического вмешательства с использованием метода функционального биоуправления. Нами впервые на основании изучения математических моделей биомеханики ходьбы больных с ПВДС объективизировано функциональное состояние нейромышечного аппарата нижних конечностей, выявлены характерные изменения походки и нарушения опорности нижних конечностей с проведением корреляционных исследований различных групп пациентов. Изучены особенности патогенеза поражения мышц при ПВДС.

Установлено, что амплитуда БЭА икроножных мышц при исследовании в режиме «открытого» биокинематического контура (без осевой нагрузки) у больных с ПВДС была снижена в пределах 21–36%, а показатели амплитуды активности передней большеберцовой мышцы соответствовали норме. Результаты стимуляционной ММГ выявили выраженные качественные изменения формы кривой ответа икроножных мышц. По соотношению длительности фаз сокращения и расслабления их механические ответы характерны для «быстрых» фазических мышц, в то время как в норме эти мышцы относятся к преимущественно «медленным» тоническим. Спектральный анализ обнаружил расширение спектра ЭМГ икроножных мышц со снижением низкочастотной составляющей, свидетельствующее о снижении количества функционирующих тонических мышечных волокон. При исследовании активности передних большеберцовых и икроножных мышц у больных с ПВДС обнаружено снижение активности мышц задней группы голени в реализации голеностопной стратегии стабилизации стопы, проявляющейся в снижении амплитуд ЭМГ икроножных мышц на фоне сохраненного антагонистического ритма возбуждения. Выявлено сохранение нормального антагонистического ритма и амплитудных показателей ЭМГ при исследовании активности передних большеберцовых и икроножных мышц в ходьбе. Спектральный анализ выявил

значительное расширение спектра ЭМГ икроножных мышц со снижением низкочастотной составляющей. Следовательно, формирование ПВДС сопровождается образованием адаптационного двигательного навыка в процессе психомоторного развития с его последующей автоматизацией.

В ходе исследования было установлено, что независимо от этиологического фактора, формы и степени выраженности ПВДС, характер поражения мышц и формирования патологического двигательного навыка, были сходными. Укорочение ахиллова сухожилия формируется в процессе роста ребенка и развития ПВДС, и является следствием комплексного поражения мышц при формировании адаптивного двигательного навыка. Основное различие состояло в степени выраженности изменений, что объясняется различными этиологическими факторами, приводящими к развитию ПВДС.

Для восстановления адекватных реципрокных отношений мышц голени с целью восстановления функции заинтересованных мышц и снижения степени поражения двигательного уровня «А» использовали метод функционального биоуправления (ФБУ). Базовым средством являлись тренировки с БОС по ЭМГ. Использовали модуль Biofeedback Myomed 932 (Enraf Nonius), а также аппаратно-программный комплекс «ConAn» при индивидуальном подходе к каждому больному. Тренировки проводили с помощью электронной приставки, средством сигнализации служили мультимедийные игровые сюжеты, управляемые интенсивностью биоэлектрической активности тренируемых мышц. Использовали дифференцирующий режим - биоэлектрическая активность икроножной мышцы выступала в роль положительной обратной связи, передней большеберцовой - отрицательной.

Для качественной и количественной оценки эффективности лечения при анализе ЭМГ использовали коэффициент реципрокности (КР), который рассчитывали по формуле:

$$КР = \frac{БЭАпб/б}{БЭАикроножной} \times 100.$$

Показания КР отражали координаторные отношения мышц антагонистов и судили об адекватности выполнения мышцами голени стабилизирующей функции. Длительность курса составляла 15 процедур (3 недели) и условно делится на три этапа: подготовительный, основной, заключительный.

При проведении тренировок с БОС по ЭМГ электромиографические электроды укрепляли в проекции двигательных точек передних большеберцовых и икроножных мышц (рис. 1).



*Рис. 1. Фиксация электродов при проведении тренировки мышц голени с БОС по*

На первом этапе добивались появления у пациента ощущения напряжения икроножных мышц, время напряжения до 20 сек. Следующие сеансы были направлены на развитие способности длительного удержания напряжения (до 90–120 сек) с одновременным торможением активности передних большеберцовых мышц, при этом порог чувствительности прибора соответствовал 30–50% от максимального напряжения. Общая длительность первых процедур составляла до 12 мин, к 8-й продолжительность тренировок доводилась до 20 минут. Использование в качестве средств сигнализации компьютерных мультимедийных игр в значительной степени повышали фактор мотивации при лечении. Все процедуры проводились при активном участии пациента. Отмечено, что во всех случаях появление ощущения напряжения тренируемых мышц происходило после 2–3 занятий.

В дальнейшем, в соответствии с анализом данных инструментальных обследований, разрабатывался план лечения и выбирался тот метод, который приведет к наиболее благоприятному исходу в каждом конкретном случае. На наш взгляд, отрицательные результаты оперативного лечения могут быть связаны с недооценкой анатомо-функциональных особенностей стопы при ПВДС.

В зависимости от тяжести патологии и возраста пациента, нами выполнено 3 вида оперативных вмешательств:

1. У пациентов с врожденной ПВДС и вторичной ПВДС в возрасте до 8 лет выполнялась операция по Куммеру-Коэлу-Рамсею в модификации отделения.
2. У пациентов с вторичной ПВДС в возрасте старше 8 лет выполнялся артрорез стопы с использованием погружного импланта, при необходимости дополняемый присбориванием задней большеберцовой мышцы и удлинением ахиллова сухожилия.
3. У пациентов с вторичной ПВДС старше 8 лет с ригидной деформацией стопы выполнялась 2-х этапная коррекция деформации, включающая в себя: 1) задне-медиальный релиз стопы; 2) артрорез стопы погружным имплантом.

*Техника операции по Куммеру-Коэлу-Рамсею в модификации отделения.*

Хирургический доступ включал дугообразные медиальный и задний разрезы кожи. Задний дугообразный разрез кожи выполняли в проекции ахиллова сухожилия с вершиной дуги по латеральной поверхности голени. Послойно осуществляли доступ, выделяли и Z-образно удлинняли ахиллово сухожилие во фронтальной плоскости. Далее рассекали заднюю глубокую фасцию, открывали доступ к задним отделам голеностопного и подтаранного суставов. Выполняли заднюю капсулотомию обоих суставов. Из доступа по медиальной поверхности стопы выполняли капсулотомию подтаранного, таранно-ладьевидного суставов. Осуществляли мобилизацию и устраняли дислокацию таранной кости. Спицами фиксировали стопу в положении коррекции: первоначально восстанавливали взаимоотношения таранной и ладьевидной костей с помощью спицы, проведенной через таранную кость, а затем устраняли эквинус пяточного отдела и фиксировали спицами. Далее выполняли отсечение порции или всей медиальной части сухожилия передней большеберцовой мышцы от места прикрепления к ладьевидной кости. В шейке таранной кости при помощи сверла формировали канал 2,8 мм и выполняли транспозицию части сухожилия в канал. При необходимости выполняли тенodes задней большеберцовой мышцы. Из порции ахиллова сухожилия формировали пяточно-ладьевидную связку. Послойно ушивали раны. Проводили фиксацию в циркулярной гипсовой повязке от верхней трети бедра до кончиков пальцев (рис.2). Данный вид вмешательства выполнен у 22 пациентов (44 стопы).

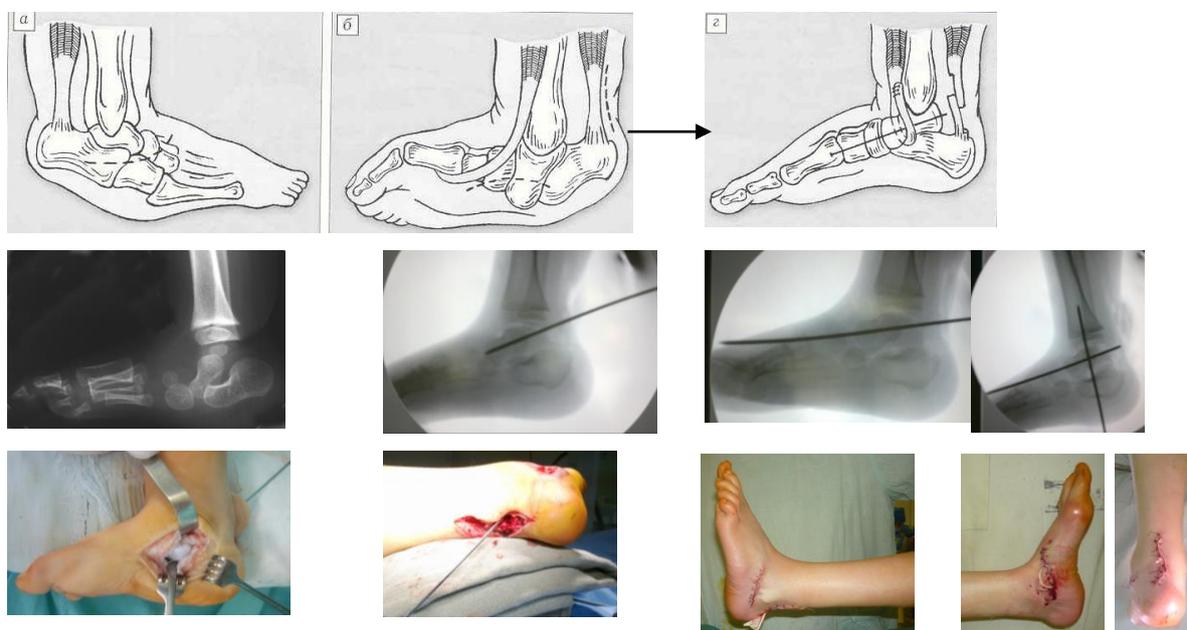


Рис. 1. Этапы операции по Куммеру-Коэлу-Рамсею в модификации отделения.

В проведенном исследовании нами впервые доказана эффективность и целесообразность малоинвазивного метода коррекции ПВДС с введением современных имплантов в подтаранный синус.

**Техника выполнения артроэреза стопы.** Суть операции заключается в том, что с помощью малоинвазивного вмешательства осуществляется репозиция таранной кости и ее фиксация в положении коррекции с помощью импланта, введенного в подтаранный синус. Тем самым, он блокирует смещение таранной кости кпереди, кзади и медиально, без помехи нормальным движениям в подтаранном суставе, также блокируется избыточная пронация стопы. Всего было использовано 2 вида имплантов:

1) биодеградируемый имплант Flat-Foot Stryker (23 пациента, 46 стоп), который представляет собой конусный цилиндр из полимера молочной кислоты с анкерным винтом, расклинивающим имплант в подтаранном суставе; особенностью является его полное рассасывание в течение 3-5 лет после установки. Размерный ряд имплантов включал в себя изделия диаметром 8, 10 мм;

2) поскольку фирма Stryker прекратила поставки биодеградируемый имплант Flat-Foot в Россию, впоследствии нами применялся конусовидный имплант Kalix фирмы Integra с полимерным покрытием и титановым сердечником (10 пациентов, 20 стоп); данный имплант имеет больший размерный ряд – от 9 до 17 мм, отличается более удобной и точной установкой импланта в подтаранный синус, однако требует удаления по окончании роста ребенка (рис. 2).



Рис.2. Пациентка Е., 10 лет, и/б Н2011-324. Плоско-вальгусная деформация стоп 2 степени. Артрорез биополимерным имплантом Flat-Foot (на КТ его расположение показано стрелкой).

**Техника операции артроэреза стопы с применением импланта Stryker.** В области ахиллова сухожилия выполнялось 2 кожные насечки и дистально отсекалась латеральная порция сухожилия, а проксимально - медиальная. Далее выполняли редрессацию, удлиняя ахиллово сухожилие. Затем, кпереди и дистальнее латеральной лодыжки выполняли дугообразный разрез кожи до 1 – 1,5 см. С помощью специального инструментария проникали в тарзальный синус, после чего, с помощью бужей диаметром 6-10 мм, устраняли дислокацию таранной кости и формировали канал под имплант соответствующего размера (рис. 3).



Рис.3. На рентгенограммах: этап формирования канала в подтаранном синусе под имплант Flat-Foot.

Следующим этапом вводили имплант и с помощью специального винта фиксировали его в подтаранном синусе.

Выполняли разрез по латеральной поверхности стопы длиной до 1,5 см. С помощью бужей формировали канал в подтаранном синусе. Поочередно бужами диаметром от 6 до 10 мм в подтаранный синус с помощью проводника погружали имплант нужного размера, фиксировали его стопорным винтом. При необходимости артроэрез дополняется подкожным удлинением ахиллова сухожилия и тенодезом сухожилия задней большеберцовой мышцы.

#### ***Техника выполнения 2-х этапной коррекции деформации***

**1 этап.** Хирургический доступ включал дугообразные медиальный и задний разрезы кожи. Задний дугообразный разрез кожи выполняли в проекции ахиллова сухожилия с вершиной дуги по латеральной поверхности голени. Послойно осуществляли доступ, выделяли и Z-образно удлинняли ахиллово сухожилие во фронтальной плоскости. Далее рассекали заднюю глубокую фасцию, открывали доступ к задним отделам голеностопного и подтаранного суставов. Выполняли заднюю капсулотомию обоих суставов. Из доступа по медиальной поверхности стопы выполняли капсулотомию подтаранного, таранно-ладьевидного суставов. Осуществляли мобилизацию и устраняли дислокацию таранной кости. Спицами фиксировали стопу в положении коррекции: первоначально восстанавливали взаимоотношения таранной и ладьевидной костей с помощью спицы, проведенной через таранную кость, затем устраняли эквинус пяточного отдела и фиксировали спицами.

**2 этап** выполнялся через 6 недель после первого этапа (это объясняется сроками сращения ахиллова сухожилия). Второй этап включал в себя удаление спиц и артроэрез по описанной выше технологии. Фиксация в послеоперационном периоде выполнялась в гипсовой повязке в течение 2 недель. В раннем послеоперационном периоде проводились курсы ФБУ.

**Особенности ведения послеоперационного периода.** В зависимости от выполненного вмешательства, в послеоперационном периоде тактика ведения пациентов была различной. Так, при артроэрезе стопы, без удлинения ахиллова сухожилия, пациент стопа фиксировалась в циркулярной гипсовой повязке в течение 3 недель, в течение которых проводился курс ФБУ.

Через три недели гипсовые повязки снимались, и пациент активизировался в таторах с полной нагрузкой на ногу. В течение месяца пациент ходил в таторах, после чего изготавливались индивидуальные супинаторы с выкладкой продольного свода стопы, которые дополнялись ортопедической обувью с жестким задником. Одновременно с этим, пациент ежедневно занимался ЛФК и получал повторные курсы ФБУ, массаж сводоподдерживающих мышц нижних конечностей. Через год после вмешательства, пациент переходил на ношение рациональной обуви (обувь с выкладкой продольного свода и жестким задником, которая не препятствовала перекату стопы, и активным движениям в стопе и голеностопном суставе. В случае, если при артроэрезе производили удлинение ахиллова сухожилия, то накладывалась циркулярная гипсовая повязка от кончиков пальцев до с\3 бедра на 3 недели. Через 3 недели производили укорочение гипсовой повязки и пациент активизировался в гипсовой повязке с полной нагрузкой на ногу. Через три недели гипсовая повязка менялась на татора и далее ведение пациента было сходным.

При операции по Куммеру-Коэлу-Рамсею в нашей модификации, в послеоперационном периоде накладывалась окончатая гипсовая повязка на 6 недель, в течение которых проводился курс ФБУ. Через 6 недель выполнялось удаление спиц и снятие гипсовой повязки, замены ее на татора. В дальнейшем, ведение таких пациентов не отличалось от пациентов других групп, за исключением того, что сроки перехода на рациональную обувь у каждого пациента было индивидуальным и зависело от степени деформации и нейро-мышечного состояния нижних конечностей.

При двухэтапной коррекции, пациент, также находился в гипсовой повязке 6 недель, после чего, после выполнения второго этапа, выполнялась фиксация в гипсовой повязке в течение трех недель, но разрешалась нагрузка в гипсовой повязке. Затем пациент ходил в таторах в течение 2 месяцев, далее также, как и при других вариантах лечения.

Особое внимание следует уделить изготовлению индивидуальных стелек в послеоперационном периоде. Учитывая разную степень деформации стопы, необходимо было выполнять индивидуальное изготовление супинаторов, так как готовые варианты не давали в полном объеме поддержку сводов стопы. Поэтому, в течение восстановительного периода все пациенты получали курсы ФБУ и регулярно занимались ЛФК, а затем переводились на рациональную обувь и супинаторы, которые с одной стороны осуществляли поддержку стопы в физиологическом положении, а с другой, не препятствовали ее функции.

Для проведения сравнительной оценки результатов консервативного и комплексного хирургического лечения, у больных обеих клинических групп изучали анатомо-функциональное состояние стоп, до начала и после проведения коррекции. Результаты

проведенного хирургического лечения оценивались в сроки от 6 месяцев до 3 лет, консервативного – от 1 до 4 лет.

В результате хирургической коррекции восстанавливались костно-суставные взаимоотношения в стопе, однако сохранялись нарушенными двигательные функции активных стабилизаторов стопы. Для их восстановления за счет нормализации афферентно-эфферентных взаимоотношений между ЦНС и опорно-двигательным аппаратом пациентам проводился курс функционального биоуправления по электромиографии. При этом больной, получая информацию о процессах, происходящих в его мышцах в виде сигналов обратной связи, учился проводить контроль над активностью определенных мышц голени, восстанавливая баланс активных стабилизаторов стопы. Нами впервые разработан алгоритм восстановительного лечения больных с ПДСВ с использованием метода функционального биоуправления. Этапные 15-дневные курсы функционального биоуправления, проводимые в сроки 3, 6 и 12 месяцев в послеоперационном периоде у больных с плоско-вальгусной деформацией стоп, нормализуют мышечный баланс нижних конечностей.

Используемые нами методики, в частности, операция по Куммеру-Коэлу-Рамсею в модификации ЦИТО позволяет восстановить как костно-суставные взаимоотношения стопы, так и хорошую функцию стоп. Восстановление нормальной архитектоники позволяет правильно формировать скелет стопы. Выявленные патологические изменения диктуют необходимость формирования адекватного двигательного навыка у пациентов после коррекции деформации на уровне пассивных стабилизаторов стопы.

Результаты лечения по данным компьютерной подографии представлены в таблице 4.

**Таблица 4**

**Показатели компьютерной подографии до и после лечения (n=75)**

Показатель, единицы измерения	До лечения (M±m)	После лечения (M±m)	p
Угол Шопарова сустава, °	158,6±1,9	167,6±1,6*	0,002
Угол отклонения первого пальца, °	16,80±1,83	10,70±1,07*	0,002
Линейный показатель высоты свода	0,79±0,04	0,65±0,05*	0,035
Подометрический индекс, %	9,13±0,92	14,4±0,67*	0,001
Угол вальгусного отклонения оси пяточного отдела стопы относительно вертикали, °	10,40±1,16	5,71±0,98*	0,004
Наибольшая высота супинатора пяточного отдела стопы, мм	3,76±0,39	2,36±0,37*	0,014
Показатель дуги свода, мм	3,45±0,56	8,64±0,55*	0,001
Индекс высоты внутреннего продольного свода, %	1,74±0,27	4,26±0,30*	0,001
Высота костного свода, мм	17,39±1,57	3,91±2,39*	0,001

Итоговой оценкой функционального состояния конечности явился интегральный показатель (ИП) или средний балл (частное от деления общей суммы баллов на число учтенных признаков), получаемый по результатам на момент обследования. Средневзвешенное значение интегрального показателя (ИП) рассчитывалось по формуле: количество больных (%) умноженное на балл и разделенное на 100. Средневзвешенное значение интегрального показателя по всем исследуемым признакам составляло до лечения - 1,57; после проведенного лечения – 4,35; прирост ИП составил 2,78, что свидетельствует о достоверном переходе состояния конечности из стадии декомпенсации в стадию компенсации.

Изменение интегрального показателя биоэлектрической активности пораженных мышц в период тренировок с БОС по ЭМГ представлено в таблице 5.

Таблица 5

**Изменение интегрального показателя биоэлектрической активности мышц голени при тренировке с БОС по ЭМГ**

Выборка	Отведение	Интегральный показатель биоэлектрической активности тренируемых мышц (мкВ·с <sup>-1</sup> )			
		исходное	3-й сеанс	8-й сеанс	15-й сеанс
Основная	Передняя большеберцовая мышца	287±36	271±30	255±33	231±31*
	Икроножная мышца	94±21	146±37	296±41*	433±37*
Контроль	Передняя большеберцовая мышца	291±34	287±40	306±54	327±29*
	Икроножная мышца	92±24	130±29	176±35*	221±26*

Анализ полученных данных свидетельствует о выраженной инверсии амплитудных показателей произвольной биоэлектрической активности исследованных мышц в обеих группах в начале лечения. В его процессе отмечается снижение интегрального показателя (ИП) ЭМГ передних большеберцовых мышц в основной выборке в 1,2 раза, в контроле — повышение в 1,1 раза ( $p<0,05$ ), для икроножных мышц отмечен прирост ИП в 4,6 в основной и в 2,4 в контрольной группах ( $p<0,05$ ), что свидетельствует об улучшении функции уровня «А».

Для качественной и количественной оценки эффективности лечения при анализе ЭМГ использовали коэффициент реципрокности (КР). Динамика коэффициента реципрокности представлена в таблице 6.

## Изменение коэффициента реципрокности при тренировке с БОС по ЭМГ

Группа	Коэффициент реципрокности			
	исходное	3-й сеанс	8-й сеанс	15-й сеанс
Основная	305±33	186±42	<b>86±26*</b>	<b>53±14*</b>
Контрольная	316±38	221±48	<b>174±29*</b>	<b>148±25*</b>

Анализ полученных результатов показал возможность восстановления деятельности сегментарного аппарата нейромышечной системы, связанной с деятельностью уровня «В». Эффект применения средств ФБУ свидетельствует о высокой подверженности двигательной сферы детей с ПВДС моторному обучению и возможности формирования адекватных двигательных навыков при повышении уровня мотивации во время тренировок.

Проведен анализ отдаленных результатов по шкале AOFAS у 104 больных с ПВДС, пролеченных как хирургическим способом лечения в комбинации курсами ФБУ (69 пациентов), так и исключительно консервативными методами воздействия (35 пациентов). Результаты проведенного хирургического лечения оценивались в сроки до 1 года, консервативного - от 1 до 1,5 лет после начатого лечения (табл. 7).

## Оценка функции стопы по шкале AOFAS до и после лечения

Функция стопы после Лечения	Группы больных			
	Сравнения		Основная	
	До лечения	После лечения	До лечения	После лечения
Норма	0	0	0	27 (39,2%)
Компенсация	0	6 (17,1%)	0	34(49,2%)
Субкомпенсация	29 (85,7%)	26 (74,3%)	44 (63,8%)	6 (8,7%)
Декомпенсация	5 (14,3%)	3 (8,6%)	25 (36,2%)	2 (2,9%)
Всего	35(100%)	35(100%)	69(100%)	69(100%)
Средний балл AOFAS	<b>71,43</b>	<b>77,25</b>	<b>64,15</b>	<b>93,63</b>

Представленные данные свидетельствуют о большей степени восстановления формы и функции пораженной конечности у больных основной клинической группы. На стадии декомпенсации осталось 2 детей с тяжелыми стопами-качалками, коррекции которых в полной мере достичь не удалось. В итоге средний балл по шкале AOFAS возрос на 29,48 единиц. Применения консервативных способов лечения ПВДС в основном оказало стабилизирующее воздействие.

Проведена оценка стабильности достигнутого состояния. Результаты проведенного хирургического и консервативного лечения оценивались у 122 больных на 244 стопах в сроки от 1 до 3 лет. В этом случае выраженность эффективности коррекции оценивали по

трехбалльной системе. Анатомическое устранение деформации, отсутствие функциональных нарушений и хорошую толерантность к физической нагрузке оценивали, как хороший результат. Оценку «удовлетворительно» ставили при частичном анатомическом и функциональном устранении деформации (деформация II-III степени корригирована до значений деформации I степени). Результат считали неудовлетворительным при отсутствии положительной динамики состояния стопы (табл. 8).

Таблица 8

**Зависимость эффективности лечения от характера проведенной коррекции ПВДС и сроков наблюдения**

Оценка Характер коррекции	Хорошо		Удовлетворительно		Неудовлетворительно		Всего стоп
	1 год	3 года	1 год	3 года	1 год	3 года	
Операция по Куммеру-Коэлу-Рамсею	53	41	29	41	2	2	84
Артроэрез	51	45	14	20	1	1	66
Комбинирован. Вмешательство	3	3	1	1	0	0	4
Консервативное Лечение	12	8	66	70	12	12	90
Итого:	120	98	111	133	13	13	244

Из таблицы 8 следует, что коррекция ПВДС, в большей части, была обеспечена за счет хирургического вмешательства. Результаты характеризовались стабильностью, особенно после артроэреза стопы и комбинированного вмешательства, когда механически удерживать положение коррекции помогала конструкция импланта, введенного в подтаранный синус. Наблюдение в течение 3 лет выявило некоторую потерю коррекции на 19 стопах (12,3%). В 12 случаях после операции по Куммеру-Коэлу мы связали это с нарушением дисциплины, нежеланием носить рациональную обувь, отсутствием регулярности и усердия при проведении консервативной восстановительной терапии, в шести – с повышенной резорбцией костной ткани вокруг подтаранного импланта. Консервативное лечение в группе контроля дало лишь незначительное улучшение состояния, а в 13,3 % случаев не принесло желаемого результата. В тоже время, консервативное лечение показало хорошие стабилизирующие качества.

Использованная нами методика малоинвазивного лечения статической ПВДС позволяет одномоментно восстановить костно-суставные взаимоотношения и обеспечить в дальнейшем хорошую функцию стоп. При этом следует отметить малый травматизм операции, быстрое восстановление опорности в послеоперационном периоде. Проведение функционального биоуправления позволяет закрепить полученные результаты и значительно улучшить анатомо-функциональное состояние стопы и повысить качество жизни пациентов.

## ВЫВОДЫ

1. Разработанная комплексная программа обследования детей с плоско-вальгусной деформацией стоп, включающая биомеханический анализ ходьбы, компьютерную томографию с 3D-моделированием и компьютерную подографию, позволила уточнить характер дислокации костных структур стопы и определить показания к применению метода функционального биоуправления (ФБУ), обеспечить дифференцированный выбор средств лечения в зависимости от степени двигательных нарушений и оценить эффективность лечения
2. Изменения нервно-мышечной системы у больных с плоско-вальгусной деформацией стоп характеризуются снижением функциональной состоятельности икроножных мышц на 28,5 % с наличием дефицита тонической функции, но с сохранением адекватного профиля реципрокных отношений мышц-стабилизаторов стопы в условиях открытого и закрытого биокинематического контуров. Укорочение ахиллова сухожилия формируется в процессе роста ребенка и развития ПВДС, и является следствием комплексного поражения мышц при формировании адаптивного двигательного навыка.
3. Тип плоско-вальгусной деформации, степень ее выраженности и возраст пациента определяют показания к 3 типам оперативного вмешательства: пациентам с врожденной и вторичной ПВДС в возрасте до 8 лет - операция по Куммеру-Коэлу-Рамсею в модификации отделения; пациентам с вторичной ПВДС старше 8 лет - артрорез стопы с использованием погружного импланта, при необходимости дополняемый присбориванием задней большеберцовой мышцы и удлинением ахиллова сухожилия; пациентам с вторичной ПВДС старше 8 лет с ригидной деформацией стопы - 2-х этапная коррекция деформации, включающая задне-медиальный релиз стопы и артрорез стопы погружным имплантом.
4. Использование метода ФБУ в комплексном лечении больных с плоско-вальгусной деформацией стоп оказывает благоприятное влияние на восстановление функционального состояния мышц голени, что выражается в повышении активности икроножных мышц в 4,6 раз (против 2,4 в контрольной группе) и снижении коэффициента реципрокности в 5,8 раз (против 2,1 в контрольной группе).
5. Использование малоинвазивных методов оперативного лечения с применением погружных имплантов в подтаранный синус (артрорез) у больных с миелодиспластической плоско-вальгусной деформацией стопы способствует ранней активизации пациентов, малой травматичности вмешательства, повышению качества жизни пациентов, что подтверждается данными, полученными по шкале AOFAS до и после проведенного комплексного лечения.

### ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

1. С целью повышения качества диагностики у больных с плоско-вальгусной деформацией стопы в алгоритм обследования целесообразно включить компьютерную томографию с 3D-моделированием, компьютерную подографию и исследование биомеханики ходьбы.

2. У больных с миелодиспластической плоско-вальгусной деформацией стопы рекомендовано использование малоинвазивных методов оперативного лечения с применением погружных имплантов в подтаранный синус (артроэрез) и методику комбинированного метода хирургической коррекции плоско-вальгусной деформацией стопы, включающую в себя как вмешательство на мягких тканях, так и последующий артроэрез стопы имплантом.

3. С целью улучшения результатов лечения рекомендовано в алгоритм восстановительного лечения у больных с плоско-вальгусной деформацией стоп включить этапные 15-дневные курсы функционального биоуправления в сроки 3, 6 и 12 месяцев в послеоперационном периоде.

**СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ**

<b>БОС</b>	- биологическая обратная связь
<b>БЭА</b>	- биоэлектрическая активность
<b>ГБО</b>	- гипербарическая оксигенация
<b>ИП</b>	- интегральный показатель
<b>КР</b>	- коэффициент реципрокности
<b>КТ</b>	- компьютерная томография
<b>ЛФК</b>	- лечебная физкультура
<b>ММТ</b>	- мануальное мышечное тестирование
<b>ОС</b>	- обратная связь
<b>ПВДС</b>	- плоско-вальгусная деформация стоп
<b>ФБУ</b>	- функциональное биоуправление
<b>ЦНС</b>	- центральная нервная система
<b>ЭМГ</b>	- электромиография
<b>ЭНМГ</b>	- электронейромиографическое исследование

**СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ**

1. Иванов А.В., **Болотов А.В.**, Каджая Л.К. Плоско-вальгусная деформация стоп у детей и подростков – современные подходы к лечению. VI съезд травматологов-ортопедов республики Узбекистан. 5 - 6 ноября 2009 г. Сборник тезисов. Ташкент - 2009 С. 1911.

2. Кожевников О.В., Косов И.С., Иванов А.В., **Болотов А.В.** Современные подходы к лечению плоско-вальгусной деформации стоп у детей и подростков // Кубанский научный медицинский вестник. – 2010 № 6 (120), с. 51-55

3. Кожевников О.В., Иванов А.В., **Болотов А.В.** Применение биодеградируемого импланта в лечении плоско-вальгусной деформации стоп у детей и подростков. Сб. работ Всероссийской научно-практической конференции «Применение искусственных кальциево-фосфатных биоматериалов в травматологии и ортопедии. Москва, 11-12 февраля 2010 года. с. 26-27.

4. Кожевников О.В., Иванов А.В., **Болотов А.В.** Современные методы лечения и реабилитации детей с плоско-вальгусной деформацией стоп. Материалы всероссийской научно-практической конференции «Илизаровские чтения» 3-4 июня 2010 г. Курган С.175.

5. Кожевников О. В., Иванов А. В., **Болотов А. В.** Лечение плоско-вальгусной деформации стоп у детей и подростков. Материалы V Съезда травматологов-ортопедов республики Армения с международным участием 1-3 октября 2010 Ереван –Цахкадзор.

6. Кралина С.Э., **Болотов А.В.** Отдаленный результат комплексного лечения плоско-вальгусной деформации стоп (клинический случай) // Кубанский научный медицинский вестник. – 2011 № 4 (127), с. 131-134.

7. Кожевников О.В., Косов И.С., Иванов А.В., **Болотов А.В.**, Лысиков В.А. Комплексное лечение плоско-вальгусной деформации стоп у детей и подростков с использованием методов функционального биоуправления. Труды научно-практической конференции «Реабилитация при патологии опорно-двигательного аппарата» к 95-летию со дня рождения А.Ф. Каптелина. , Москва, 4-5 марта 2011, С.43

8. Кожевников О.В., Косов И.С., **Болотов А.В.** Использование методов функционального биоуправления в комплексном лечении плоско-вальгусной деформации стоп у детей и подростков. Тезисы докладов Всероссийской конференции с международным участием «Реабилитация в детской травматологии и ортопедии», Екатеринбург, 21-22 сентября 2011г, стр. 110-111

9. Косов И. С., Кожевников О.В., Михайлова С.А., **Болотов А. В.** Изучение особенностей нейромышечных нарушений у больных с плоско-вальгусной деформации стоп // Кубанский научный медицинский вестник. – 2012. - № 1. с. 95-97

10. Кожевников О.В., Грибова И.В., **Болотов А.В.** Комплексное лечение плоско-вальгусной деформации стоп у детей и подростков. Российский вестник детской хирургии анестезиологии и реаниматологии, 2012г, Приложение, Труды 10 Всероссийской научно-практической конференции «Актуальные проблемы хирургии детского возраста» с.68., Москва, гостиница Космос, 23-25 октября 2012г

**11. Кожевников О.В., Косов И.С., Иванов А.В., Грибова И.В., Болотов А.В. Сравнительная оценка результатов комплексного и консервативного лечения плоско-вальгусной деформации стоп у детей // Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова - №2/2015 стр. 55-59**

12. Oleg Kozhevnikov, Igor Kosov, Aleksey Ivanov, **Aleksey Bolotov.** Modern technology of surgical correction of congenital flatfoot with use of functional biomanagment. Прага Чешская республика, XXV Trinniel World Congress SICOT 6-9 .09.2011, Abstract book, abstract no. 28994, p.437