

**МИНИСТЕРСТВО ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**

**ГОСУДАРСТВЕННОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
«БЕЛОРУССКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ  
ТРАВМАТОЛОГИИ И ОРТОПЕДИИ»**

**УДК 617.586 – 072.7 – 053.2**

**Аносов  
Виктор Сергеевич**

**КОМПЬЮТЕРНО – ФОТОПЛАНТОГРАФИЧЕСКАЯ ДИАГНОСТИКА И  
КОНТРОЛЬ КОРРЕКЦИИ ДЕФОРМАЦИЙ СТОПЫ У ДЕТЕЙ**

**14.00.22 – травматология и ортопедия**

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

**Минск, 2007**

Работа выполнена в Учреждении образования «Гродненский государственный медицинский университет»

Научный руководитель

**Болтрукевич С.И.**, доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой травматологии, ортопедии и ВПХ Гродненского государственного медицинского университета.

Официальные оппоненты:

**Бродко Г.А.**, доктор медицинских наук, заведующий травматолого-ортопедическим отделением для детей ГУ Бел НИИТО.

**Михнович Е.Р.**, кандидат медицинских наук, доцент кафедры травматологии и ортопедии Белорусского государственного медицинского университета.

Оппонирующая организация

учреждение образования «**Гомельский государственный медицинский университет**».

Защита состоится «21» сентября 2007 г. В 14<sup>00</sup> часов на заседании совета по защите диссертаций Д 03.04.01 при ГУ «Белорусский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии» (220024, г. Минск, ул. Кижеватова, 60, корп. 4, тел. (017) 277-37-05).

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ГУ «Белорусский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии».

Автореферат разослан «\_\_» августа 2007 г.

Ученый секретарь  
совета по защите диссертаций,  
кандидат биологических наук



**Заровская А.В.**

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

### **Связь работы с крупными научными программами, темами**

Тема диссертации и научный руководитель утверждены на заседании Совета лечебного факультета УО «Гродненский государственный медицинский университет» 23 декабря 2003 года (протокол №4).

Согласно рекомендациям Всемирной Организации Здравоохранения период с 2000 по 2010 годы объявлен всемирной декадой костно-суставных заболеваний. Одной из задач программы является улучшение диагностики и лечения детских мышечно-скелетных нарушений.

Работа выполнена в соответствии с заданием государственного комитета по науке и научным технологиям – «Лечебно – диагностические технологии», подпрограмма «Хирургия» по теме: «Разработать комплексную систему для функциональной диагностики, профилактики и ортопедической коррекции патологии стоп» (№ГР–20032025, договор №6/01-П от 20.11.2001г., дополнительное соглашение №6 от 19.04.2004г.). Срок выполнения диссертационной работы 2003-2007 годы.

### **Цель и задачи исследования**

*Целью настоящего исследования* явилось улучшение результатов ранней функциональной возрастной диагностики и контроля коррекции ортопедических заболеваний стопы у детей путем использования динамической компьютерной цифровой фотоплантографии.

#### *Задачи исследования:*

1. Разработать цифровой компьютерно–фотоплантографический комплекс для определения возрастных характеристик и контроля коррекции деформаций стопы у детей и определить информативность предлагаемой методики.
2. Обосновать целесообразность и научно–практическую значимость методики измерения торсии костей голени и степени формирования сводов в эволюции стопы у детей.
3. Разработать алгоритм диагностики, профилактики и контроля коррекции заболеваний стопы у детей.

*Объектом исследования* явились 206 детей в возрасте от 3 до 18 лет, объединенных в следующие группы: контрольная – 166 детей, группа пациентов с различной патологией стопы – 40. Обследование детей проводилось на базе дошкольных учреждений, школ и среди пациентов детских ортопедических отделений г. Могилёва и г. Гродно с различной патологией стопы. Для уточнения характера и степени деформации мы использовали предложенный нами метод динамической цифровой компьютерной фотоплантографии.

*Предмет исследования* – определение закономерностей формирования стопы для осуществления ранней доклинической диагностики и профилактики её заболеваний.

### **Основные положения диссертации, выносимые на защиту:**

1. Фотоплантографический комплекс и методика анализа реакции стопы на нагрузку, в зависимости от интенсивности свечения отпечатка опорной поверхности, отражающее распределение давления под костными структурами стопы и оценка зон патологических нагрузок в трех стандартных положениях выявляет нарушение рессорной функции стопы до формирования костных деформаций в 95-97% случаев.
2. Впервые проведенная возрастная оценка изменений индекса свода, опоры переднего и заднего отдела стопы при нарастающей нагрузке (в положениях сидя, стоя на двух ногах и стоя на одной ноге) позволяет количественно оценить рессорную функцию стопы и разделить деформации на мобильные и ригидные. Превышение индексом опоры переднего отдела стопы значения 0,31 говорит об уплощении продольного свода стопы на уровне клино-ладьевидного сустава. Увеличение индекса опоры заднего отдела стопы свыше значения 0,4 связано со снижением высоты продольного свода на уровне таранно-ладьевидного сустава.
3. Фотоплантографические методики оценки торсии костей голени, высоты и угла продольного свода стопы являются прямыми и достоверными способами измерения перечисленных характеристик, позволяют осуществлять раннюю дифференциальную диагностику нарушений формирования стопы у детей непосредственно во время осмотра без использования рентгенографического исследования, МРТ и КТ и осуществлять соответствующее лечение.
4. Алгоритм диагностики, профилактики и контроля коррекции патологии стопы включающий скрининговое фотоплантографическое исследование, выполняемое в 3 года, 6 и 9 лет, и контроль лечения являются объективным критерием оценки течения деформации.

**Личный вклад соискателя.** Планирование и организация исследования осуществлены автором и руководителем работы. Литературный обзор, анализ полученных данных, статистическая обработка произведены самостоятельно соискателем. Статья [6], разработана самостоятельно. В статьях [1-5,7], самостоятельно собраны и проанализированы фотоплантограммы. В публикациях [8-16], выполнен сбор и подготовка материала для публикаций. Патенты и положительные решения [17-21] подготовлены совместно. Самостоятельно выполнено оформление полученных результатов в виде диссертационной работы.

Нами впервые разработана методика цифровой динамической фотоплантографии с компьютерным анализом полученных данных, что позволило осуществлять раннюю, функциональную, динамическую диагностику и контроль эффективности лечения патологии стопы в детском возрасте (защищено патентом №1805 Республики Беларусь). Впервые при комплексном обследовании выявлены закономерности формирования стопы, имеющие прогностическое значение в её развитии. Определены особенности формирования

продольного свода стопы. Предложена методика оценки торсии костей голени и высоты продольного свода (положительное решение о выдаче патента № u20060731 от 11.01.2007г., заявка о выдаче патента № a20061054 от 25.10.06г., патент №2267 Республики Беларусь). Предлагаемый способ использовался для комплексной оценки и наблюдения за течением деформаций стопы в развитии ребенка. Данные о динамике реакции стопы на нагрузку позволили определить рессорную функцию поперечного свода стопы (положительное решение о выдаче патента № a20040226 от 21.11.2006г.).

**Апробация результатов диссертации.** Результаты исследования и основные положения диссертации представлены в виде устных докладов, стендовых сообщений, изложены и обсуждены на конференции «Человек и его здоровье» (Санкт – Петербург, 2003); конференции «Травматология, ортопедия: современность и будущее» (Москва, 2003); областной конференции хирургов (Могилев, 2004); съезде детских хирургов Беларуси (Могилев, 2005); 16 съезде детских ортопедов Японии (Мориока, 2005); второй восточно-европейской конференции по ДЦП (г. Варшава, 2006); конференции «Стопа и голеностопный сустав» (г. Ястарня, Польша, 2007); кафедре травматологии, ортопедии и военно–полевой хирургии Гродненского медицинского университета (Гродно, 2003 – 2007); конференции травматологов – ортопедов Беларуси (Минск, 2007).

**Опубликованность результатов.** По теме диссертации опубликовано 22 работы. Из них 7 журнальных статей, 9 работ в материалах научно-практических конференций, 4 патента, положительное решение о выдаче патента, инструкция по применению. Содержание журнальных статей изложено на 4,7 авторских листах, другие публикации составили 10 страниц, содержание патентов и положительных решений изложено на 22 страницах.

**Структура и объем диссертации.** Настоящая работа изложена на 119 страницах печатного текста (основной текст – 92, иллюстрации и таблицы – 22, приложения – 5) и состоит из введения, 4 глав, отражающих основные положения диссертации, заключения, выводов, содержит обзор литературы, посвященный исследованию патологии нижних конечностей у детей. Диссертация иллюстрирована 66 рисунками, содержит 9 таблиц и диагностический алгоритм. Указатель литературы включает 170 библиографических источников (85 отечественных и 85 зарубежных) и 22 публикации соискателя.

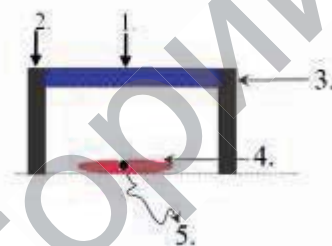
## **ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ**

### **Материалы и методы исследования**

Исследование проводилось среди детей от 3 до 18 лет на базе детских дошкольных учреждений, школ и в отделениях детской ортопедии г.Могилёва и г.Гродно. Собраны материалы обследования 206 детей. Из них 136 здоровых детей (измерено 272 фотоплантограммы в трёх стандартных положениях нагрузки) для определения средних значений динамики изменения опорных

индексов стопы, 30 здоровых детей для определения точности проводимых исследований (при исследовании высоты свода стопы – 15, повторяемости исследования – 10, торсии голени - 5) и 40 детей с патологией стоп: 10 человек с вальгусной деформацией первого пальца стопы, 30 – с различной патологией стопы (аддукторная деформация переднего отдела стопы-1, косолапость-7, полая стопа-3, плосковальгусная-11, эквинусная деформация-1, вальгусная деформация первого пальца стопы-2, аномалии стопы-5). В лечении выявленных заболеваний применялись консервативные и оперативные методы.

**Комплекс компьютерной фотоплантографии.** Суть предлагаемой нами компьютерной фотоплантографии, внедренной в клиническую практику, заключается в регистрации плантограмм при возрастающей нагрузке и компьютерном анализе полученных данных. Для этих целей использовался модернизированный стеклянный плантограф [М.С.Михович, 2004; В.С.Аносов, 2005]. Устройство состоит из прочного опорного стекла с размерами 45\*40см и толщиной 2 см, в торцевой части которого расположены бестеневые лампы. Стекло находится в опорной раме на расстоянии 50 см от пола. Под центром опорной поверхности, на горизонтальной плоскости расположен цифровой фотоаппарат подключаемый к компьютеру (рисунок 1).



1 – опорное стекло, 2 – опорная рама, 3 - стеклянный плантограф,  
4 – цифровой фотоаппарат, 5 – компьютер

**Рисунок 1 - Схема фотоплантографа**

На мониторе компьютера регистрируется изображение опорной поверхности стоп в режиме реального времени. При включении подсветки бестеневой лампы зона контакта кожи и стекла приобретает зеленое свечение. Интенсивное свечение наблюдалось под нагруженными зонами опорной поверхности стопы [J. Nowotny, 1984; С.И. Болтрукевич, 2005]. Плантограммы выполняли в положениях сидя, стоя на двух ногах и стоя на одной ноге. В *первом* положении (сидя) коленный сустав располагается над стопой, голень – перпендикулярно опорной поверхности. Во *втором* положении (стоя на двух ногах) - обследуемый равномерно распределяет вес на обе стопы, при этом коленный сустав находится в положении легкого сгибания, над средним отделом стопы, что позволяет равномерно распределить нагрузку между передним и задним отделом. В *третьем* положении (стоя на одной ноге) коленный сустав располагался над средним отделом, подошвенные мышцы стопы расслаблены.

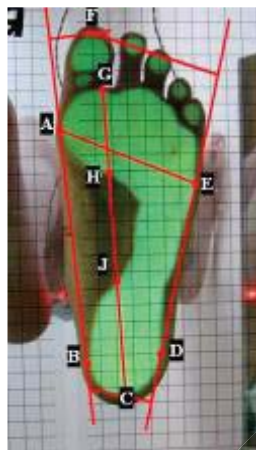
Измерения фотоплантограмм, выполненных в положениях сидя, стоя на двух ногах и стоя на одной ноге проводились с помощью компьютера. На фотоплантограмме различали область отпечатка (зеленого свечения) и область контура стопы (зона темного цвета вокруг отпечатка). Интенсивное свечение наблюдается под более нагруженной зоной опорной поверхности. Для анализа фотоплантограммы необходима стандартизация методики определения точек отсчета (рисунок 2). Проводилась касательная к наружному краю стопы – ED, соединяющая наиболее латеральные точки переднего и заднего отделов отпечатка и касательная ко внутреннему краю отпечатка (AB). От линии ED восстанавливались перпендикуляры, касающиеся вершины отпечатка первого пальца (точка F) и вершины заднего отдела отпечатка (точка C). Для оценки рессорного свода проводили отрезок GC. Точка G расположена на отпечатке под наружным краем основания первого пальца стопы, точка C является вершиной заднего отдела отпечатка. Отрезки GH и JC характеризуют соответственно дистальную и проксимальную опору рессорного свода. Определяли процентное увеличение отрезков GH и JC при возрастающей нагрузке (в трех положениях). Ширина отпечатка стопы определялась при измерении длины перпендикуляра восстановленного из точки A к линии ED. Известно, что в положении без нагрузки головки плюсневых костей образуют арку (поперечный свод стопы). При нагрузке на стопы поперечный свод стопы упруго «распластывается». Данный механизм смягчает механические воздействия на передний отдел стопы при ходьбе.

Для определения точности измерений фотоплантограммы исследование проводилось на фоне стандартной сетки, размер ячейки которой составляет один сантиметр. По центру снимка опорной поверхности стопы и по его краям размер ячейки сетки при измерениях не изменялся. На основании этого можно судить об отсутствии значимых геометрических искажений оптической системы. Измерение ячеек стандартной сетки возможно с точностью  $1 \pm 0,009$  см. Полученный результат подтверждает высокую репрезентативность проводимых измерений.

Отпечаток стопы отражает строение скелета стопы. Оценка плантограмм позволяет косвенно судить о высоте свода. Для непосредственной оценки уплощения и рессорных свойств продольного свода предложено устройство, состоящее из нерастягиваемой нити, противовеса и направляющего блока (рисунок 3). На нити обозначен отрезок, длина которого известна. Устройство позволило по фотоплантограмме (снимок отпечатка стопы в горизонтальной плоскости) определять высоту продольного свода стопы (величина, измеряемая в сагиттальной плоскости).

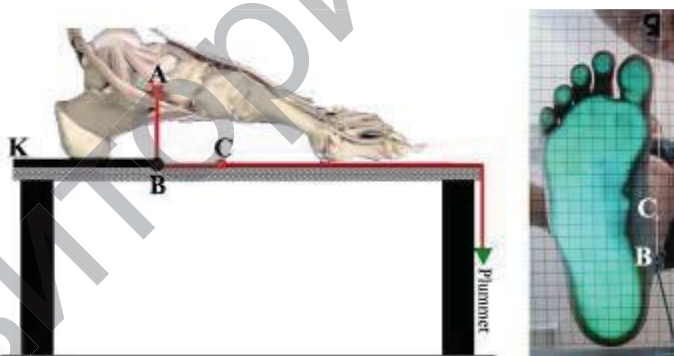
Торсия костей голени представляет взаиморасположение осей голеностопного и коленного суставов. Пространственное расположение осей коленного и голеностопного суставов влияет на биомеханику ходьбы. Оценка торсии костей голени важна при планировании тактики лечения. Патологическая

торсия ведет к чрезмерной наружной либо внутренней ротации стопы во время ходьбы, что приводит к снижению скорости, увеличению энергетических затрат, вызывает вторичные деформации стопы и нарушает биомеханику поперечного сустава предплюсны. Торсия приблизительно измеряется при осмотре. Общепринятым методом измерения торсии костей голени считается компьютерная томография и магниторезонансная томография [B. Schneider, 1997; A. Eyadah, 2001].



**Рисунок 2 - Схема измерения индексов опоры**

Примечание - ED – касательная к наружному краю отпечатка, AB – касательная к внутреннему краю отпечатка, CG – опора продольного свода стопы, CJ – проксимальная опора продольного свода, GH – дистальная опора продольного свода, AE – ширина отпечатка стопы



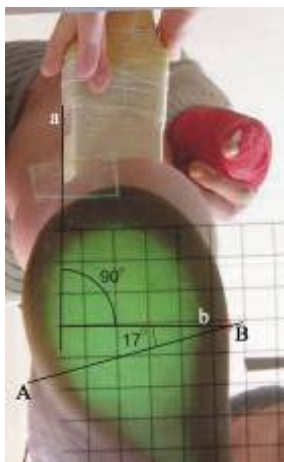
**Рисунок 3 - Пример измерения высоты продольного свода стопы**

Примечание - Отрезок AC был отмечен на нити. Длина отрезка AC постоянна и известна (AC = 10см). Свободный конец отрезка (точка A) фиксировался над местом крепления сухожилия задней большеберцовой мышцы к ладьевидной кости. Нить проходила через блок KB под прямым углом и шла вдоль стекла. Длина отрезка CB измерялась по фотоплантограммам. Путем вычитания из 10см длины отрезка CB мы узнавали длину отрезка AB.

Нами предложена методика прямого измерения торсии костей голени с помощью УЗИ при фотоплантографии. Измерение торсии производилось следующим образом. Под верхушками лодыжек устанавливаются светодиоды, которые указывают положение оси голеностопного сустава в горизонтальной плоскости. Стопы исследуемого располагаются на стеклянном фотоплантографе. Голень размещается вертикально над оптической осью объектива. Исследование выполнялось в положении стоя на двух ногах. Ультразвуковой датчик прямоугольной формы располагали в подколенной



области параллельно задней поверхности эпифиза большеберцовой кости. Угол между осью голеностопного сустава и перпендикуляром к боковой поверхности датчика и есть искомая величина торсии костей голени (рисунок 4).



**Рисунок 4 - Методика измерения торсии костей голени**

Примечание - Прямая *a* проведена вдоль корпуса УЗИ датчика, Прямая *b* – перпендикуляр к прямой *a* (параллелен рабочей поверхности датчика). Отрезок АВ – ось голеностопного сустава.

Обследование проводилось в рамках разработанного нами алгоритма. При обследовании, анализе, оценке результатов лечения использованы методики клинического осмотра, рентгенологические, антропометрические, фотоплантографические с компьютерной оценкой полученных данных, ультразвукографические, компьютерная томография, математические, статистические. Собирались анамнез обследуемых детей. При клиническом осмотре определялась эластичность капсульно–связочных структур суставов, высота сводов стопы. Фотоплантографическое исследование проводилось для полной оценки структур стопы и динамики развития деформации и эффективности ее коррекции. УЗИ использовалось для оценки торсии костей голени. Для объективизации взаимосвязи между общепринятыми методиками обследования и предлагаемой методикой производились измерения выбранных параметров несколькими методами, использовалось рентгенологическое исследование стопы и компьютерная томография. Клинические данные обработаны стандартными методами математической статистики с применением компьютерной техники.

## **КОМПЬЮТЕРНО–ФОТОПЛАНТОГРАФИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ОСОБЕННОСТЕЙ РАЗВИТИЯ СТОПЫ У ДЕТЕЙ**

В соответствии с ранее поставленными задачами в данном разделе работы приведены исследования возможности применения предлагаемой методики и информативности получаемых данных.

Для выявления закономерностей развития опорной поверхности стопы обследована группа здоровых детей, при сборе анамнеза и визуальном осмотре

которых не выявлено никаких отклонений от нормального развития стопы. В соответствии с этапами развития стопы описанными в литературе, выделено три возрастных группы здоровых детей (таблица 1), для каждой из которых оценивались опорные индексы и динамика их изменения в трёх положениях нагрузки.

**Таблица 1** - Распределение детей по возрастным группам

<b>Возрастная группа</b>	<b>Мальчики</b>	<b>Девочки</b>	<b>Всего</b>
3 – 5 лет	39(78 стоп)	33 (66 стоп)	72 (144 стопы)
6 – 9 лет	18 (36 стоп)	17 (76 стоп)	35 (70 стоп)
10лет и старше	19 (38 стоп)	10 (76 стоп)	29 (58 стоп)
<b>Всего</b>	76	60	<b>136 (272 стопы)</b>

**Индекс свода стопы (ИСС).** ИСС характеризует отношение ширины её отпечатка на уровне вершины продольного свода к ширине заднего отдела. В первой возрастной группе ИСС возрастает при переходе из положения сидя в положение стоя на двух ногах на 60%, во второй возрастной группе на 71%, в третьей - на 95%. Данное изменение ИСС свидетельствует о том, что рессорные свойства продольного свода увеличиваются с ростом ребенка. Межгрупповое снижение значений ИСС доказывает, что высота свода с ростом увеличивается. Если при переходе из положения стоя на двух ногах в положение стоя на одной ноге процент повышения ИСС составлял 15%, то в средней и старшей возрастной группе увеличение составило 21% и 19% соответственно. Полученные данные подтверждают факт повышения рессорных свойств стопы и в условиях максимальных нагрузок с ростом ребенка. В младшей возрастной группе наблюдаются наибольшие абсолютные значения ИСС, что так же отражает рост высоты продольного свода стопы и снижение толщины слоя подошвенной жировой клетчатки.

**Индекс передней и задней опоры продольного свода стопы.** Измерение индекса передней и задней опоры продольного свода позволяет определить уровень и степень максимального уплощения продольного свода и его характер. Методика измерения индексов представлена на рисунке 2. Межгрупповое изменение индексов опоры продольного свода стопы в сравнении с характером межгруппового изменения ИСС значительно меньше. Данный факт связан с меньшим влиянием гипертрофированного слоя подкожной жировой клетчатки, который расположен именно под средним отделом стопы (где мы и измеряем ИСС), на индексы опоры продольного свода стопы, что делает измерение данных индексов в младшей возрастной группе более объективным. В младшей возрастной группе ИОП возрастает при переходе из положения сидя в положение стоя на двух ногах на 33%, в средней возрастной группе на 21%, в старшей возрастной группе – на 18%. При переходе из положения стоя на двух ногах в положение стоя на одной ноге ИОП в младшей возрастной группе изменяется на 3%, в средней на 7% и в старшей на 8%. ИОЗ в младшей

возрастной группе возрастает при переходе из положения сидя в положение стоя на двух ногах на 19%, в средней возрастной группе – на 16%, в старшей возрастной группе – на 10%. При переходе из положения стоя на двух ногах в положение стоя на одной ИОЗ в младшей возрастной группе изменяется на 0%, в средней группе изменяется на 5% и в старшей – на 3%. Эти данные подтверждают, что для ИОП и ИОЗ в младшей возрастной группе при переходе из положения стоя на двух ногах в положение стоя на одной ноге практически не изменяются, что свидетельствует о недостаточно развитых рессорных свойствах стопы. Данная особенность характерна и для ИСС. Значительное изменение ИСС при переходе из положения сидя в положение стоя на двух ногах (60%-71%-95%) и намного меньшее снижение ИОП (33%-21%-18%) и ИОЗ (19%-16%-10%) свидетельствует о том, что при снижении высоты продольного свода не происходит значительного увеличения площадей передней и задней опоры продольного свода стопы, свод упруго расплывается, сохраняя энергию в структурах продольного свода. ИОЗ, наиболее стабильный индекс, незначительно изменяется с возрастом. Большой процент уплощения под нагрузкой определяется для индекса передней опоры продольного свода. Стандартное отклонение при измерении ИОП и ИОЗ значительно меньше, чем при измерении ИСС, это говорит о большей точности индексов опоры в оценке плантограммы. Изменения значений индексов опоры с ростом ребенка незначительны, что упрощает применение данного индекса в практике для характеристики нормальной стопы и плоской (до второй степени), так и полой стопы. ИСС при оценке полой стопы из-за отсутствия опоры среднего отдела отпечатка применить невозможно.

**Измерение высоты продольного свода.** По описанной выше методике выполнено определение высоты продольного свода стопы над точкой крепления сухожилия задней большеберцовой мышцы к ладьевидной кости. Для выявления корреляций между рентгенологическим и предлагаемым способом оценки высоты продольного свода стопы обследовано 15 пациентов подросткового возраста рентгенологически и фотоплантографически (таблица 2). Рентгенограммы оценивались методом, предложенным Ф.Р.Богдановым. С помощью коэффициента корреляции Пирсона оценена сила связи между высотой продольного свода стоя на одной стопе, определяемая двумя методами. На рисунке 5 схематично представлены отрезки измерения высоты продольного свода. Также возможно исследование динамики изменения высоты продольного свода стопы при нарастающей нагрузке. В группе, состоящей из 11 человек, в возрасте от десяти лет и старше проведено исследование динамики изменения высоты продольного свода при нарастающей нагрузке в трех стандартных положениях. Высота продольного свода стопы при переходе из положения сидя в положение стоя на двух ногах уменьшилась на  $(6,70 \pm 0,85)\%$  ( $M \pm s$ ), а при переходе из положения стоя на двух ногах в положение стоя на одной ноге высота свода уменьшилась на  $(2,50 \pm 0,56)\%$ . Наши

результаты согласуются с данными Hennig, проводившем подобные исследования с помощью УЗИ.

Таблица 2 – Высота продольного свода стопы

Пациент	Высота продольного свода стопы (стоя на одной стопе) мм.			Отношение Z/Y	Отношение X/Y
	Y Высота по фотопланто- грамме	рентгенологически			
		Z (уровень клино- ладьевидного сустава)	X (уровень таранно- ладьевидного сустава)		
1.	55,50	26,40	31,70	0,48	0,57
2.	54,50	24,00	32,20	0,44	0,59
3.	64,50	32,00	42,00	0,50	0,65
4.	61,60	31,00	40,00	0,50	0,65
5.	58,10	28,10	34,90	0,48	0,60
6.	55,30	26,80	36,00	0,48	0,65
7.	44,0	28,00	34,90	0,64	0,79
8.	47,50	29,00	33,00	0,61	0,69
9.	47,20	26,00	32,00	0,55	0,68
10.	53,50	32,00	37,00	0,60	0,69
11.	56,00	30,00	42,00	0,54	0,75
12.	45,70	24,00	26,40	0,53	0,58
13.	52,00	27,00	33,10	0,52	0,64
14.	58,50	27,00	40,00	0,46	0,68
15.	46,00	24,00	31,00	0,52	0,67
				0,52±0,06 (M±s)	0,66±0,06 (M±s)

Примечание – Сила взаимосвязи, оцененная методом Пирсона между Y и Z составила 0,55 (связь средней силы), между Y и X - 0,74 (сильная связь). Сильная связь между Y и X обусловлена тем, что именно эти отрезки характеризовали высоту продольного свода на уровне таранно-ладьевидного сустава.

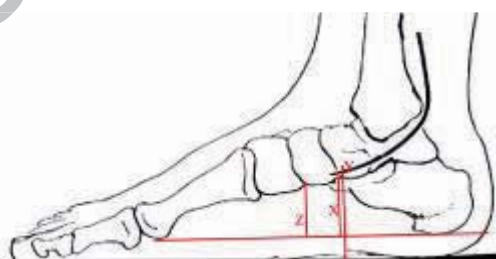


Рисунок 5 – Схема измерения высоты продольного свода

Примечание – Y – высота свода над сухожилием задней большеберцовой мышцы, X – высота свода у таранно-ладьевидного сустава, Z – высота свода у ладьевидно-клиновидного сустава

**Индекс поперечного свода стопы.** Индекс отражает процент расширения переднего отдела стопы при переходе из положения сидя в положение стоя на двух ногах. Индекс измерен по фотоплантограммам 272 стоп в положении сидя и стоя на двух ногах (544 измерений).

$$\text{Индекс поперечного свода} = \frac{(\text{Ширина стопы стоя} - \text{ширина стопы сидя}) \times 100\%}{\text{Ширина стопы сидя}}$$

Индекс составил в первой группе (11±3)%, во второй – (10,4±1,7)%, в третьей - (8,7±1,5)%. С ростом ребенка происходит постепенное снижение значений ИПС. В первой возрастной группе ИПС на 5% больше, чем во второй. Среднее значение ИПС во второй возрастной группе в сравнении с третьей больше на 16%. Постепенное снижение ИПС с возрастом обусловлено увеличением жесткости капсульно-связочного аппарата и скелета стопы. С помощью данного индекса оценивали рессорную функцию поперечного свода стопы. Значения индекса менее 7% расценивались как снижение рессорной функции стопы. Оценка данного индекса позволяет проводить коррекцию при выявлении нарушений рессорных свойств переднего отдела стопы на доклиническом этапе, до появления болевого синдрома и вальгусной деформации первого пальца стопы.

В группе пациентов с поперечным плоскостопием и без такового выполнен сравнительный анализ реакции поперечного свода стопы на нагрузку. Обследованы дети старшей возрастной группы. У пациентов первой группы ширина отпечатка стопы увеличивалась менее чем на 7%. У здоровых детей ширина стопы увеличивалась в среднем более чем на 10%. Можно предположить, что при выявлении слабой реакции поперечного свода на нагрузку (увеличение его ширины менее чем на 7%) имеется снижение его высоты и упруго-эластичных свойств. Следовательно, существует предрасположенность у данного пациента к развитию клинической картины поперечного плоскостопия и вальгусной деформации первого пальца стопы. Оценка реакции поперечного свода стопы на нагрузку у пациента позволит на раннем этапе развития деформации провести консервативное лечение и наблюдать за его эффективностью и течением деформации у данного пациента.

**Измерение торсии костей голени.** Торсия костей голени оценивалась по предложенной нами методике. Для установления корреляционной связи между предлагаемым методом и МРТ способом оценки торсии костей голени обследовано 5 пациентов (10 голени). Результаты представлены в таблице 3.

Измерение торсии предлагаемым методом в среднем на 11° меньше результата измерения торсии МРТ. Так как проксимальные линии измерения торсии двумя методами определяются одинаково, то разница в результатах исследования связана с различиями в способах определения дистальной линии при оценке торсии. Ось голеностопного сустава, определенная методом МРТ, проходит впереди вершины внутренней лодыжки, что вызывает увеличение измеренных значений торсии костей голени. При фотоплантографическом исследовании дистальная линия проходит через светодиоды, которые расположены у вершечек лодыжек, где и проходит ось голеностопного сустава. Процесс построения линии голеностопного сустава на фотоплантограмме

значительно проще и точнее чем по снимкам, полученным при МРТ исследовании. Измерение торсии костей голени методом компьютерной томография или магниторезонансной томографии требует проведения дорогостоящего длительного исследования, применяемого крайне редко. При выполнении томографии ребенок должен постоянно находиться в неподвижном состоянии. Это затруднительно для детей младшего возраста. Описанные особенности затрудняют широкое применение методик прямого измерения торсии. Предложенный способ позволяет напрямую измерить торсию костей голени и доступен в практике. Для исследования не требуется использования дорогостоящего медицинского оборудования, сокращается время обследования.

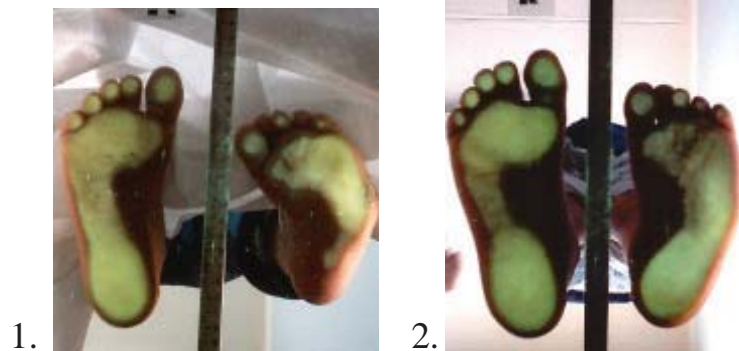
Таблица 3 – Измерение торсии предлагаемым методом и методом МРТ

Пациент	Сторона	Плантографическ	МРТ	разница
1.	Справа	34 <sup>0</sup>	47 <sup>0</sup>	13
	Слева	36 <sup>0</sup>	45 <sup>0</sup>	9
2.	Справа	27 <sup>0</sup>	37 <sup>0</sup>	10
	Слева	23 <sup>0</sup>	34 <sup>0</sup>	11
3.	Справа	24 <sup>0</sup>	37 <sup>0</sup>	13
	Слева	30 <sup>0</sup>	43 <sup>0</sup>	13
4.	Справа	29 <sup>0</sup>	41 <sup>0</sup>	12
	Слева	23 <sup>0</sup>	35 <sup>0</sup>	12
5.	Справа	31 <sup>0</sup>	41 <sup>0</sup>	10
	Слева	29 <sup>0</sup>	40 <sup>0</sup>	11

Примечание - Коэффициент корреляции Пирсона между полученными результатами равен 0,95, что свидетельствует о сильной взаимосвязи двух способов оценки торсии костей голени

### **КОРРЕКЦИЯ ДЕФОРМАЦИЙ СТОПЫ И КОМПЬЮТЕРНО-ФОТОПЛАНТОГРАФИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ ЛЕЧЕНИЯ**

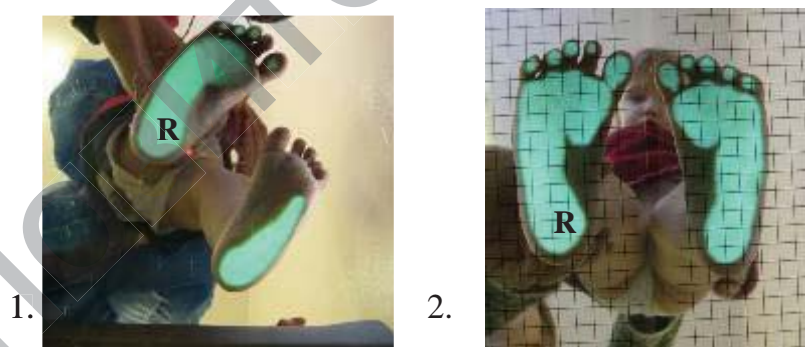
Динамическая фотоплантография позволяет проводить контроль коррекции деформаций стопы. Пациентам проводилось как оперативное, так и консервативное лечение. Применение фотоплантографии при обследовании пациентов до и после оперативного и в процессе консервативного лечения расширило возможности для объективного наблюдения за результатом и эффективностью проводимой терапии. В качестве клинических примеров приводятся фотоплантограммы ряда пациентов. Так, ребенку в возрасте пяти лет с врожденной впервые диагностированной эквинополоварусной деформацией правой стопы выполнено исследование до и после операции (периталлярная мобилизация из доступа Cincinnati). Применение фотоплантографии позволило улучшить результаты диагностики патологии стопы и объективизировать наблюдение за течением заболевания и уточнить тактику ведения (рисунок б).



**Рисунок 6 – Пример исследования**

Примечание – 1 – эквиноповарусная деформация правой стопы до операции, 2 – после операции появилась опора на задний отдел стопы, уменьшилось приведение переднего отдела.

Если до операции у ребенка, фотоплантограмма которого представлена на рисунке 6, ИОЗ не определялся (эквинусная деформация заднего отдела стопы), после операции ИОЗ составил 0,41, что говорит о появлении нормальной опоры на задний отдел стопы. Сохраняется приведение переднего отдела левой стопы, но в значительно меньшей степени. Результат оперативного вмешательства с пересадкой сухожилия передней большеберцовой мышцы на тыл стопы представлен на рисунке 7. У двухлетней пациентки после выполненного вмешательства в возрасте одного года по поводу врожденной косолапости (периталлярная мобилизация из доступа Цинциннати) сохранилась выраженная супинация переднего отдела левой стопы, ИОП не определялся (рисунок 7–1). После выполнения пересадки передней большеберцовой мышцы на тыл левой стопы определяется восстановление опорной функции переднего отдела стопы, ИОП составил 0,36 (рисунок 7–2), что говорит о восстановлении опоры переднего отдела стопы.



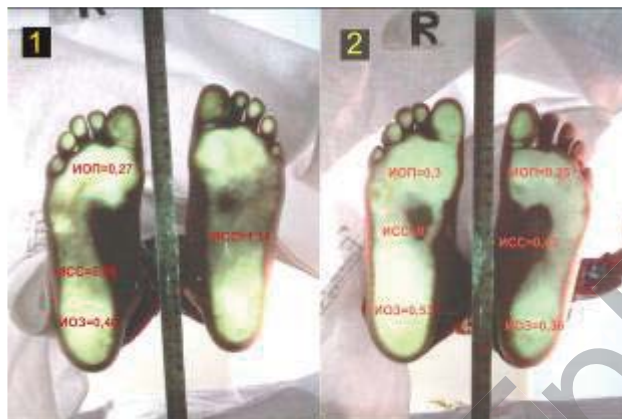
**Рисунок 7 – Результат оперативного лечения**

Примечание – 1 – фотоплантограмма до пересадки mta, 2 – повторная фотоплантограмма через 9 месяцев (результат пересадки mta).

Данный результат трудно оценить без применения фотоплантографического исследования. Использование предлагаемой методики в клинике позволило объективно оценивать результат оперативных вмешательств, выполненных на стопе.

Продольное плоскостопие второй степени (мобильная форма), сопровождающееся болевым синдромом, оперировано по методике Джонса. Суть методики заключается в формировании дополнительной связки, поддерживающей

продольный свод стопы из медиальной части ахиллова сухожилия. Так, пациенту К. (6 лет) с продольным плоскостопием левой стопы второй степени, сопровождавшимся болевым синдромом, было выполнено оперативное вмешательство по методике предложенной Джонсоном. Фотоплантограммы пациента до и после лечения представлены на рисунке 8.



**Рисунок 8 – Результат оперативного лечения продольного плоскостопия левой стопы**

Примечание – 1 – ИСС левой стопы до операции 1,11, опорные индексы правой стопы изменены не значительно, 2 – После операции через 1 год ИСС слева в пределах нормы, а опорные индексы правой стопы значительно ухудшились.

Снижение высоты продольного свода правой стопы у пациента К., вероятно, связано с перегрузкой правой стопы во время иммобилизации и курса восстановительного лечения левой стопы. Использование фотоплантографического исследования позволяет объективизировать и расширить наши возможности в ведении послеоперационных пациентов. Пациенту Л. (5 лет) с аномалией развития пятой плюсневой кости правой стопы произведено оперативное вмешательство (рисунок 9). По рентгенограмме (рисунок 10 – 2) создается ложное впечатление о наличии экзостоза пятой плюсневой кости. Но при более углубленном обследовании выявлено наличие аномалии развития стопы. Адекватное оперативное вмешательство позволило восстановить опороспособность головок четвертой и пятой плюсневых костей, длину плюсневой кости, опору мизинца, это видно на плантограмме, выполненной через 6 месяцев после операции. У 25 пациентов после проведенного консервативного и оперативного лечения наблюдалось улучшение характеристик опорной поверхности стоп и ослабление болевого синдрома. В 3-х случаях плосковальгусной деформации у детей до 6-ти лет произошло спонтанное увеличение высоты продольного свода. У одного пациента с артрогрипотической деформацией стоп был рецидив деформации из-за нарушения пациентом плана лечения.





1 – фотоплантограмма до операции, 2 – Rtg до операции, 3 – схема операции, 4 – результат через 6 месяцев, 5 – Rtg после операции

**Рисунок 9 – аномалия развития 5 плюсневой кости**

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Проведенные биомеханические и клинические исследования позволили нам впервые разработать компьютерно–фотоплантографический комплекс для проведения контроля лечения и профилактики нарушений развития стопы у детей с помощью цифрового стеклянного фотоплантографа с последующей компьютерной оценкой полученных данных. Анализ отпечатка подошвенной поверхности стопы, основанный на разной степени свечения опорной поверхности в зависимости от давления в области контакта (пять степеней нагрузки) и оценка зон патологических нагрузок в трех стандартных положениях характеризует мобильность деформации и рессорную функцию стопы [1,3,4,5,8,9,22].

2. Впервые разработана и обоснована методика прямого измерения торсии костей голени, высоты и угла продольного свода стопы у детей, дающая возможность количественной оценки данных параметров на доклиническом этапе формирования деформации. Снижение значения индекса поперечного свода стопы менее 7% свидетельствует о нарушении рессорной функции поперечного свода и требует проведения соответствующей коррекции [4,15,16,17,18,19,20]. Выявлены возрастные закономерности изменений опорных индексов при нарастающей нагрузке, с помощью которых количественно оценивалась рессорная функция стопы, степень и характер уплощения продольного свода [12].

3. Предложенный алгоритм диагностики, профилактики и контроля коррекции деформаций стопы увеличивает выявляемость патологии до 95-97% и определяет течение деформации у данного пациента [2,7].

4. Внедрение предлагаемой методики диагностики патологии стопы у детей улучшает результаты лечения, предоставляет возможность проведения скрининговых ортопедических осмотров. Повышение выявляемости заболеваний стопы на ранних этапах развития деформации приводит к снижению случаев запущенных деформаций стопы и позволяет получить положительный экономический эффект [6,10,11,13,14,21].

#### **Практические рекомендации**

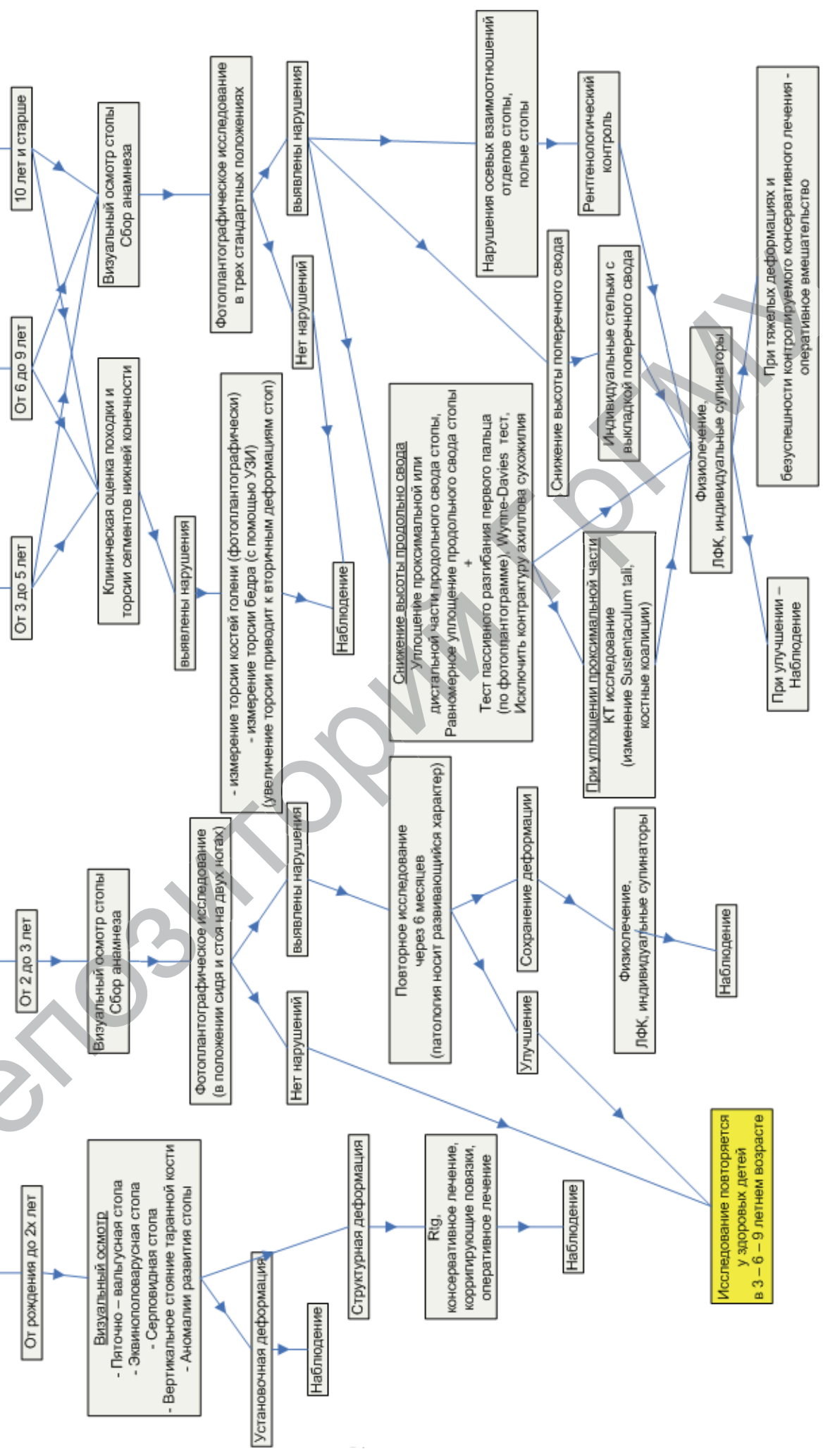
1. Диагностика и лечение деформаций стопы у детей должны базироваться на современных объективных методиках. Для эффективного лечения ортопедических заболеваний стопы необходимо проведение скрининговых осмотров детских коллективов и выявление деформаций на ранних этапах их развития. У детей до двухлетнего возраста при скрининговых осмотрах проводится визуальная оценка состояния нижних конечностей. Отмечаются видимые осевые и ротационные нарушения. При необходимости выполняются дополнительные исследования (рентгенография, УЗИ, МРТ, КТ) [17,18,19].

2. При осмотрах детей старше двух летнего возраста необходимо использовать объективные методики диагностики и контроля патологии стопы. Регистрация выявленных нарушений позволит наблюдать за течением деформации. Патология стопы носит развивающийся характер, у детей младшей возрастной группы возможна спонтанная коррекция плоскостопия и вальгусной деформации заднего отдела стопы. Измерение высоты продольного свода стопы и торсии костей голени во время осмотра является объективной методикой, не несущей лучевой нагрузки, определяющей характер изменений у данного ребенка, расширяющей наши возможности при постановке диагноза [20].

3. Динамическая фотоплантография в сравнении с обычными подходами при выявлении деформаций стопы обладает несомненными преимуществами. Оценка мобильности деформации важна при планировании тактики лечения. Мобильная деформация имеет благоприятный прогноз и тенденцию к спонтанной коррекции. Выявленные изменения продольного свода стопы учитываются при изготовлении индивидуальных подошвенных ортезов. Сохранение фотоплантограмм дает возможность во время проведения повторного исследования оценить течение деформации у данного пациента. Проведение оперативного лечения требует оценки результата операции и реабилитации. Применяя компьютерную фотоплантографию мы контролировали эффективность лечения деформаций стопы и проводили своевременную коррекцию тактики ведения пациента [17,21].

Соискатель \_\_\_\_\_/Аносов В.С./

# Алгоритм профилактики, диагностики и коррекции патологии стоп у детей



## Список публикаций соискателя

### Статьи в научных журналах

1. Михович, М.С. Фотоплантографическое исследование стоп у детей. Динамическая подометрия / М.С. Михович, В.С. Аносов // Медицинские новости. – 2004. – № 6. – С. 108–111.
2. Аносов, В.С. Динамическая фотоплантография с компьютерным анализом в диагностике и лечении продольного плоскостопия у детей / В.С. Аносов, С.И. Болтрукевич, М.С. Михович, В.В. Кочергин // Журнал Гродненского государственного медицинского университета. – 2005. – №3. – С. 151–155.
3. Аносов, В.С. Динамическая фотоплантография. Развитие продольного свода стопы / В.С. Аносов, М.С. Михович // Рецепт. – 2005. – № 40 (прил.). – С. 27–29.
4. Болтрукевич, С.И. Новый способ ранней функциональной диагностики и контроля ортопедической коррекции патологии стоп / С.И. Болтрукевич, С.И. Свиреденок, Э.И. Точицкий, В.В. Кочергин, В.В. Лашковский, Л.З. Сычевский, А.А. Замилацкий, В.С. Аносов // Журнал Гродненского государственного медицинского университета. – 2005. – №4. – С. 115–121.
5. Болтрукевич, С.И. Особенности формирования стопы у детей школьного возраста / С.И. Болтрукевич, В.В. Кочергин, В.В. Лашковский, В.С. Аносов // Журнал Гродненского государственного медицинского университета. – 2005. – №4. – С. 55–57.
6. Аносов, В.С. Компьютерно – фотоплантографическая методика диагностики патологии стоп / В.С. Аносов // Рецепт. – Минск, 2006. – №6. – С.153–158.
7. Mikhovich M. A new method for foot pathology diagnostics / M. Mikhovich, V. Anosov // J. Japanis pediatric orthopaedic association. – 2007. – Vol. 16. – №.1. – P.127–130.

### Материалы конференций

8. Аносов, В.С. Патология стоп – актуальная проблема / В.С. Аносов, А.Г. Мармыш // Материалы научно-практической конференции молодых ученых и студентов ГрГМУ, 19 апреля 2002г. – Гродно, 2002. – С.148–149.
9. Болтрукевич, С.И. Новый метод ранней диагностики патологии стоп / С.И. Болтрукевич, В.В. Кочергин, В.В. Лашковский, Я. Сидун, А.А. Замилацкий, В.С. Аносов // Конференция: современные технологии диагностики, лечения и реабилитации повреждений и заболеваний опорно – двигательного аппарата, 3-5 октября 2002г. – Гомель, 2002. – С. 258–262.
10. Михович, М.С. Возможности динамической фотоплантографии в диагностике плоскостопия. Индивидуальная коррекция плоскостопия / М.С. Михович, В.В. Кочергин, В.С. Аносов // Конференция «Человек и его здоровье», 24-26 ноября 2003г. – Санкт – Петербург, 2003. – С. 60.
11. Михович, М.С. Фотоплантография, как скрининг метод в диагностике патологии стоп / М.С. Михович, В.С. Аносов // Травматология, ортопедия

- современность и будущее: материалы конференции. – М., 2003. – С. 371–372.
12. Anosov, V. Dynamic photoplantography examination of child foot / V. Anosov., M. Mikhovich // *Ortopedia, traumatologia, rehabilitacja*. – 2004. – Vol. 6, suppl. 1. – P.121.
  13. Михович, М.С. Опыт хирургического лечения врожденной косолапости / М.С. Михович, М.А. Рудько, В.В. Ламнёв, В.С. Аносов // 1 Международная конференция по патологии стопы и голеностопного сустава: тезисы, Москва, 31.03-01.04.2006. – М., 2006. – С. 68–69.
  14. Mikhovich, M.S. Operative treatment of cavus foot deformity with children with neurorthopedic disorders / M.S. Mikhovich, V.S. Anosov // *Advances in rehabilitation*. – Warszawa, 2006. – Suppl. №4. – P. 63.
  15. Аносов В.С. Способ прямого измерения торсии костей голени / В.С. Аносов, С.И. Болтрукевич, М.С. Михович // Научн. практ. конф. травматологов – ортопедов Республики Беларусь: материалы. – Минск, 2006. – С. 201–207.
  16. Mikhovich M. A new method for tibial torsion measurement / M. Mikhovich, V. Anosov // 1st Polish foot & Ankle meeting: conference materials. – Poland, 2007. – P. 29.

#### **Патенты и положительные решения о выдаче патента**

17. Способ диагностики поперечного плоскостопия с помощью фотоплатографии: пат. 9151 Респ. Беларусь, МПК 7 А 61В 5/107 / В.С. Аносов, В.В. Лашковский, С.И. Болтрукевич; заявитель Гродненский гос. мед. ун–т. – № а20040226, от 18.03.2004; опубл. 30.04.2007 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2007. – № 2. – С. 47.
18. Модернизированная модель стеклянного плантографа для получения фотоплантограмм: пат. 1805 Респ. Беларусь, МПК А ФЧ61В 5/103 / В.С. Аносов, С.И. Болтрукевич, М.С. Михович; заявитель Гродненский гос. мед. ун–т. – № u20040712 от 12.07.2006; опубл. 03.30.2005 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2005. – № 1. – С. 205-206.
19. Приспособление для определения деформации заднего отдела стопы при фотоплантографии: пат. 2267 Респ. Беларусь, МПК А 61В 5/103 / В.С. Аносов, С.И. Болтрукевич, М.С. Михович; заявитель Гродненский гос. мед. ун–т. – № u20050159 от 28.03.2005; опубл. 30.12.2005 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2005. – № 4. – С. 11.
20. Приспособление для определения высоты продольного свода стопы на фотоплантограмме: положительное решение о выдаче патента Респ. Беларусь, МПК (2006) А 61В 5/00 / В.С. Аносов, С.И. Болтрукевич, М.С. Михович; заявитель Гродненский гос. мед. ун–т. – № u20060731, заявл. 08.11.2006.
21. Механо–компьютерный комплекс для диагностики патологии стоп: пат. 3374 Респ. Беларусь, МПК 7 А 61F 5/00 / С.И. Болтрукевич, А.И. Свириденко, Э.И. Точицкий, В.В. Кочергин, В.Г. Татур, С.Е. Сергеенко, В.В. Лашковский, Л.З. Сычевский, М.И. Игнатовский, А.Д. Максименко, В.С. Аносов, А.Г.

Мармыш; заявитель Гродненский гос. мед. ун-т.–№ u20060437, заявл. 29.06.2006; опубл. 28.02.2007 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. –2007.– № 1. – С. 151-152.

#### **Инструкция по применению**

22. Болтрукевич, С.И. Способ ранней функциональной диагностики и контроля ортопедической коррекции патологии стоп / С.И. Болтрукевич, С.И. Свиреденок, Э.И. Точицкий, В.В. Кочергин, Б.А. Карев, В.В. Лашковский, А.А. Замилацкий, Л.З. Сычевский, В.С. Аносов, М.И. Игнатовский, Ю.И. Тарадай, С.Е. Сергеенко // Инструкция по применению. – Гродно, 2005. –19с.

Репозиторий ГРГМУ

## РЭЗІЮМЭ

Аносаў Віктар Сяргеевіч

### **Камп'ютэрна – фотаплантаграфічная дыягностыка і кантроль карэкцыі дэфармацый ступні ў дзяцей**

**Ключавыя словы:** дынамічная фотаплантаграфія, торсія костак галёнкі, індэксы апорнай паверхні ступні.

**Мэта працы:** мэтай гэтага даследвання з'явілася паляпшэнне вынікаў ранняй функцыянальнай дыягностыкі і кантроля карэкцыі артапедычных захворванняў ступні ў дзяцей шляхам ужывання камп'ютэрнай дынамічнай цыфравой фотаплантаграфіі.

**Метады даследвання:** выкарыставаны рэнтгеналагічная, антрапаметрычная, фотаплантаграфічная з камп'ютэрным аналізам атрыманых дадзеных, ультрасанаграфічная, матэматычная, статыстычная метадыкі, метадыка клінічнага агляда і камп'ютэрная тамаграфія.

**Атрыманыя вынікі і іх навізна:** распрацаваныя фотаплантаграфічны комплекс і метадыка аналізу рэакцыі ступні на нагрузку ў залежнасці ад інтэнсіўнасці свячэння адбітка апорнай паверхні, якая адлюстроўвае размеркаванне ціска пад структурамі костак ступні, выяўляюць парушэнне рэсорнай функцыі ступні да фарміравання дэфармацый костак у 95-97% выпадкаў. Праведзенае ўзроставае ацэньванне змяненняў індэкса скляпення, апоры пярэдняга і задняга аддзелаў ступні пры нарастанні нагрузцы (у становішчах седзячы, стоячы на дзвюх нагах і на адной назе) дазваляе зрабіць колькасную ацэнку рэсорнай функцыі ступні і падзяліць дэфармацыі на мабільныя і рыгідныя формы. Значэнне індэкса апоры пярэдняга аддзела ступні большае за 0,31 сведчыць аб сплашчэнні прадольнага скляпення ступні на ўзроўні кліна-ладдзьявіднага сустава. Павелічэнне індэкса апоры задняга аддзела ступні большае за 0,4 звязана з памяншэннем вышыні прадольнага скляпення на ўзроўні таранна-ладдзьявіднага сустава.

Распрацаваныя намі фотаплантаграфічныя метадыкі ацэнкі торсіі костак галёнкі, вышыні і вугла прадольнага скляпення ступні з'яўляюцца прамымі і дакладнымі спосабамі іх вымярэння, дазваляюць ажыццяўляць раннюю дыферэнцыяльную дыягностыку парушэнняў фарміравання ступні ў дзяцей непасрэдна падчас агляда без выкарыстання рэнтгенаграфічнага даследвання, МРТ і КТ і праводзіць лячэнне. Алгарытм дыягностыкі, прафілактыкі і кантроля карэкцыі паталогіі ступні з'яўляецца вызначальным метадам скрынінгавых даследванняў і аб'ектыўным крытэрыем ацэнкі выніка лячэння.

**Рэкамендацыі па выкарыстанню:** атрыманыя дадзеныя рэкамендуюцца да выкарыстання ў практычнай артапедыі для выяўлення дэфармацый ступні падчас скрынінгавых аглядаў і кантроля эфектыўнасці лячэння.

**Вобласць выкарыстання:** артапедыя, навукова-даследчы і вучэбны працэс на кафедрах траўматалогіі і артапедыі РБ.

## РЕЗЮМЕ

Аносов Виктор Сергеевич

### **Компьютерно – фотоплантографическая диагностика и контроль коррекции деформаций стопы у детей**

**Ключевые слова:** динамическая фотоплатография, торсия костей голени, индексы опорной поверхности стопы.

**Цель работы:** целью настоящего исследования явилось улучшение результатов ранней функциональной диагностики и контроля коррекции ортопедических заболеваний стопы у детей путем использования динамической компьютерной цифровой фотоплантографии.

**Методы исследования:** использованы методики клинического осмотра, рентгенологические, антропометрические, фотоплантографические с компьютерной оценкой полученных данных, ультрасонографические, компьютерная томография, математические, статистические.

**Полученные результаты и их новизна:** разработанный фотоплантографический комплекс и методика анализа реакции стопы на нагрузку в зависимости от интенсивности свечения отпечатка опорной поверхности, отражающего распределение давления под костными структурами стопы, выявляет нарушение рессорной функции стопы до формирования костных деформаций в 95-97% случаев. Проведенная возрастная оценка изменений индекса свода, опоры переднего и заднего отдела стопы при нарастающей нагрузке (в положении сидя, стоя на двух ногах и стоя на одной ноге) позволяет количественно оценить рессорную функцию стопы и разделить деформации на мобильные и ригидные формы. Превышение индекса опоры переднего отдела стопы значение 0,31 говорит об уплощении продольного свода стопы на уровне клино-ладьевидного сустава. Увеличение индекса опоры заднего отдела стопы более 0,4 связано со снижением высоты продольного свода на уровне таранно – ладьевидного сустава.

Разработанные фотоплантографические методики оценки торсии костей голени, высоты и угла продольного свода стопы являются прямыми и достоверными способами их измерения, позволяют осуществлять раннюю дифференциальную диагностику нарушений формирования стопы у детей непосредственно во время осмотра без использования рентгенографического исследования, МРТ и КТ и осуществлять соответствующее лечение. Алгоритм диагностики, профилактики и контроля коррекции патологии стопы является определяющим методом скрининговых исследований и объективным критерием оценки результата лечения.

**Рекомендации по использованию:** полученные данные рекомендуются к использованию в практической ортопедии для определения деформаций стопы во время скрининговых осмотров и контроля эффективности лечения.

**Область применения:** ортопедия, научно-исследовательский и учебный процесс на кафедрах травматологии и ортопедии РБ.



## SUMMARY

Victor Sergeevich Anosov

### **Computer - photoplantographic diagnostics and control of correction of deformations of child's foot**

**Keywords:** dynamic photoplantography, torsion of shin bones, indices of bearing area of foot.

**Aim of the study:** the aim of the present research was to improve the results of early functional diagnostics and the control of correction of orthopedic diseases of child's foot by using the method of computer dynamic photoplantography.

**Research methods:** techniques of clinical survey, radiological, anthropometrical, photoplantographic techniques with computer estimation of the received data, ultrasonographic, computer tomography, mathematical, statistical techniques have been used.

**The received results and their novelty:** the developed photoplantographic complex and the technique of analysis of foot reaction on loading depending on intensity of luminescence of the print of the bearing area reflecting the distribution of pressure under bone structures of foot reveals an infringement of spring function of foot before formation of bone deformations in 95-97 % of cases. The carried out age estimation of index changes of the arch, of the support of front and back departments of foot at accruing loading (in sitting, standing on two feet and on one foot positions) allows to estimate quantitatively the spring function of foot and to divide deformations into mobile and rigid forms. The value of support index of front department of foot exceeding 0,31 means the flattening of longitudinal arch of foot at level of naviculocuneiform joint. Increasing of index of support of back foot department more than 0,4 is connected with decrease in height of the longitudinal arch at level of talonavicular joint.

The developed photoplantographic techniques of estimation of shin bones torsion, of the height and the corner of longitudinal arch of foot are direct and authentic ways of their measurement and allow to carry out early differential diagnostics of infringements of child's foot formation directly during the medical examination, without use of radiographic research, MRI and CT, and to carry out corresponding treatment. The algorithm of diagnostics, preventive maintenance and control of correction of foot pathology is the defining method of screening researches and an objective estimation criterion of treatment results.

**Recommendations for practice:** the obtained data are recommended to be used in practical orthopedy for definition of foot deformations during screening examinations and control of treatment efficiency.

**Application area:** orthopedy, research and training process at traumatology and orthopedy faculties in medical universities of RB.