

Атрощенко Екатерина Сергеевна

**ЗАКОНОМЕРНОСТИ АНАТОМО-ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ
И МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ СТОПЫ В
СОМАТОТИПОЛОГИЧЕСКИХ АСПЕКТАХ У ЛИЦ ЮНОШЕСКОГО
ВОЗРАСТА**

14.03.01 Анатомия человека

Автореферат
диссертации на соискание ученой степени
кандидата медицинских наук

Волгоград – 2017

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

Научный руководитель:

Краюшкин Александр Иванович доктор медицинских наук, профессор

Официальные оппоненты:

Алешкина Ольга Юрьевна

доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой анатомии человека Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Саратовский государственный медицинский университет имени В. И. Разумовского» Министерства здравоохранения Российской Федерации.

Удочкина Лариса Альбертовна

доктор медицинских наук, доцент, заведующий кафедрой анатомии человека Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Астраханский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации.

Ведущая организация:

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Башкирский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации.

Защита диссертации состоится «__» _____ 2017 года в __ часов на заседании диссертационного совета Д.208.008.01 при Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Волгоградский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации по адресу: 400131, г. Волгоград, пл. Павших Борцов, 1.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке и на сайте Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Волгоградский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации (400131, г. Волгоград, пл. Павших Борцов, 1. www.volgmed.ru).

Автореферат разослан «__» _____ 2017 г.

Ученый секретарь диссертационного
совета, доктор медицинских наук

Григорьева Наталья Владимировна

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность проблемы

Изменения со стороны опорно-двигательного аппарата, в том числе стоп, часто выявляются при профилактических осмотрах в детском и юношеском возрасте (Мирская Н.Б., 2009; Перепелкин А.И. и др., 2015; Абрахамс П., 2016; Towers J.D. et al., 2003; Willson J.D. et al., 2015; Pourghasem M. et al., 2016). Этими и многими другими факторами обусловлено повышенное внимание отечественных и зарубежных анатомов, физиологов, судебных медиков, антропологов и хирургов к изучению их анатомии и функции (Коннова О. В. и др., 2009; Prachgosin T. et al., 2015; Pourghasem M. et al., 2016; Vega J. et al., 2017).

Стопа, как целостный морфофункциональный объект, является важнейшим структурным сегментом опорно-двигательного аппарата человека, обеспечивающего его стато-локомоторную функцию (Тадтаев Х. Б., 2001; Чистикин А. Н. и др., 2012; Левкин С.С., 2016; Zifchock R.A. et al., 2006; Zuil-Escobar J.C. et al., 2016).

На развитие структуры стоп влияют различные внутренние (наследственность, конституциональные, соматотипологические, гормональные изменения) и внешние факторы (культурные, социальные, климатические, географические) (Лашковский В. В. и др., 2010; Иванова Г. Д., 2014; Varati A.N. et al., 2013; Alabi S.A. et al., 2016). Определенная связь прослеживается между расой и индивидуальными-типологическими особенностями строения стопы. Уникальное географическое расположение России между Европой и Азией, современные интеграционные и социально-культурные процессы, увеличение межэтнических контактов и урбанизация тесно связаны с процессами изменчивости строения тела человека, в том числе формы и структуры его стопы (Тишевская, И. А., 2000; Авдеев В.Б., 2009; Тахмезов Р.Т., 2013; Гумилев Л.Н., 2014). Представители стран Азии интегрированы во все слои российского общества. Нередко они обращаются за медицинской помощью в различные лечебные учреждения. Вместе с тем, без знания антропометрических, соматотипологических и механических особенностей стопы, которые у них мало изучены, не всегда позволяют четко дифференцировать различия между нормой и патологией (Тараскаев С. А., 2009; Varati A.N. et al., 2013; Puzovic V. et al., 2015). Своевременное выявление морфофункциональных особенностей состояния стопы является существенным элементом, как в профилактике, так и в лечении ряда нарушений опорно-двигательного аппарата у этой группы населения (Кабанов А.Н., Чабовская А.П., 2010; Krishan K., 2008; Faria A. et al., 2010; Butterworth P.A. et al., 2014).

Фундаментальные разработки закономерностей изменений основных структурных элементов стопы, ее функции в зависимости от возраста, пола и расовой принадлежности являются актуальными не только для фундаментальной науки, но и для обеспечения выбора методов консервативного и оперативного

лечения, проектирования и изготовления корригирующих приспособлений и изделий (Шевцов В. И. и др., 2011; Шибков А.А., 2012; Кавалерский Г. М. и др., 2014; Конюхов М.П. и др., 2015; Резников Я.З. и др., 2016; Jelen K. et al., 2005; Abrams G.D., 2012).

Изучение закономерностей морфофункциональных параметров стоп в юношеском возрасте с учетом расовой принадлежности, индивидуально-типологических особенностей и пола является актуальной задачей и имеет существенное теоретическое и практическое значение.

Цель исследования – выявить закономерности изменчивости анатомических и механических параметров стопы у лиц европеоидной и монголоидной рас в возрасте 17 – 21 года с учетом их пола и соматотипа.

Задачи исследования:

1. Изучить антропометрические параметры юношей и девушек европеоидной и монголоидной рас с различными типами телосложения.
2. Изучить анатомические параметры стопы у юношей и девушек европеоидной и монголоидной рас в возрасте от 17 до 21 года в зависимости от пола и соматотипа.
3. Определить на основании выявленных анатомических особенностей основные свойства упругих характеристик стопы в юношеском периоде онтогенеза у лиц европеоидной и монголоидной рас с использованием модуля Юнга, коэффициентов Пуассона, упругости и деформации.
4. Выявить взаимосвязи между антропометрическими параметрами тела и анатомическими характеристиками стопы у юношей и девушек европеоидной и монголоидной рас с различными типами телосложения.

Научная новизна исследования

Впервые исследованы антропометрические параметры тела у юношей и девушек европеоидной и монголоидной рас в зависимости от пола и типа телосложения.

Приоритетными являются сведения об анатомических особенностях стопы у лиц юношеского возраста европеоидной и монголоидной рас в зависимости от типа телосложения.

Впервые выявлены корреляционные взаимосвязи между антропометрическими параметрами (масса тела, рост, окружность грудной клетки) и анатомическими характеристиками стопы у лиц юношеского возраста европеоидной и монголоидной расовых групп в зависимости от соматотипа.

Впервые определены механические свойства стопы в юношеском возрасте у лиц различных расовых групп и типов телосложения с использованием модуля Юнга, коэффициентов Пуассона, упругости и деформации. Впервые изучен

коэффициент деформации стопы вдоль трех ее осей.

Научно-практическая значимость

Полученные данные расширяют имеющиеся представления о закономерностях организации опорно-двигательного аппарата человека в юношеском возрасте в норме с учетом расовой принадлежности, телосложения и пола.

Методика определения механических параметров стопы человека (патент РФ №2550931 “Способ исследования упругих свойств стопы человека”) не имеет аналогов в мировой научно-практической деятельности.

Впервые полученные параметры механических свойств стопы человека могут быть использованы в работе лечебно-профилактических, спортивных и образовательных учреждений.

Результаты исследования будут полезны в учебном процессе на кафедрах анатомии человека, нормальной физиологии, травматологии и ортопедии, физической культуры и здоровья, физической реабилитации и спортивной медицины, а также при протезировании и в обувной промышленности.

Основные положения, выносимые на защиту

1. Частота распределения типов телосложения и их анатомические особенности в возрастной группе юношей и девушек 17-21 года зависят от пола и расы.

2. Основные параметры формы и структуры стопы в возрастной группе от 17 до 21 года у лиц монголоидной и европеоидной рас находятся в зависимости от пола и соматотипа.

3. Изученные характеристики упругих свойств стопы в юношеском возрасте имеют индивидуально-типологические особенности, зависящие от принадлежности к расовой группе и полу.

Апробация работы

Материалы диссертации были представлены и обсуждены на 71-ой, 72-ой, 73-ей и 74-ой научно-практических конференциях молодых ученых и студентов с международным участием (Волгоград, 2013-2015), Международной научно-практической конференции «Современные проблемы формирования и укрепления здоровья» (Брест, 2013); Конференция, посвященная 250-летию кафедры анатомии человека Первого МГМУ им. И.М. Сеченова (1764–2014) (Москва, 2014); Международной научно-практической конференции «Современные тенденции в науке и образовании» 2015; Международной научно-практической конференции «Перспективы развития науки и образования (Тамбов, 2015); Международной научно-практической конференции «Актуальные проблемы и достижения в медицине» (Самара, 2015); V международной научно-практической

конференции "Наука в современном информационном обществе" (North Charleston, USA, 2015); «Стратегия и тренды развития науки в современных условиях» (Уфа, 2015 г.); Межуниверситетской научной конференции для студентов и молодых ученых с международным участием на английском языке «Topical Issues of Medicine» (Stavropol, 2015); II Международной научно-практической конференции «О некоторых вопросах и проблемах современной медицины» (Челябинск, 2015); VII Международном академическом конгрессе «Inovation in the Modern World» (Australia, Sydney, 2015); 7-ом Международном симпозиуме по клинической и прикладной анатомии (ISCAA) (Bratislava, Slovakia, 2015); Научно-практической конференции профессорско-преподавательского коллектива, посвященной 80-летию Волгоградского государственного медицинского университета (Волгоград, 2015); II-Международном электронном симпозиуме «Наука вчера, сегодня, завтра» (Махачкала, 2016); Международной научно-практической конференции «Развитие науки и образования в современном мире» (Люберцы, 2016г); II Международной научно-практической конференции «Стратегии и тренды развития наук в современных условиях» (Уфа, 2016); XXI региональной конференции молодых исследователей Волгоградской области (Волгоград, 2016); на проблемной комиссии морфологических дисциплин ФГБОУ ВО ВолГМУ 4 марта 2017 г. Работа поддержана грантом ВолГМУ в 2015 году.

Внедрение результатов исследования

Основные положения и выводы диссертации внедрены в учебный процесс на кафедрах анатомии человека ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный медицинский университет» Минздрава России, а также в диагностический процесс травматолого-ортопедического отделения ГБУЗ «Волгоградская областная детская клиническая больница».

Публикации по теме диссертации

По теме диссертации опубликовано 32 работы, из них 9 - в журналах перечня рецензируемых научных изданий Высшей Аттестационной Комиссии при Министерстве образования и науки Российской Федерации, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук; получен патент РФ на изобретение.

Объем и структура диссертации

Диссертационная работа изложена на 128 страницах компьютерного текста, состоит из введения и 6 глав: обзора литературы, описания материалов и методов, результатов анатомо-функциональных исследований стопы, результатов изучения механических свойств стопы, анализа корреляционных связей и обсуждения результатов, а также содержит выводы, практические рекомендации и список использованной литературы, включающий 214 источников, в том числе 119 отечественных и 95 зарубежных авторов. Работа иллюстрирована 29 рисунками и 35 таблицами.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ.

Материал и методы исследования

В исследовании приняли участие 142 девушки и 178 юношей европеоидной расы, а также 71 юноша и 60 девушек монголоидной расы в возрасте 17-21 лет, являющихся студентами медицинского университета. На I этапе исследования установлена расовая принадлежность каждого из ее участников по В.В. Гинзбургу (1963). В основе классификации лежит определение пигментации тела и волос, формы и жесткости волос, развитие третичного оволосенения, профилировка лица, строение носа, губ и верхнего века.

Были определены такие антропометрические параметры, как рост, масса тела, окружность грудной клетки. На основании полученных результатов вычисляли индекс Пинье, в соответствие с которым были определены соматотипы всех участников исследования. Классификацию типов телосложения проводили по М.В. Черноруцкому.

На II этапе изучали анатомо-функциональные параметры стопы у юношей и девушек обеих расовых групп при помощи автоматизированного программно-аппаратного комплекса (ООО «Ортопед», Волгоград), включающий системный анализ и графоаналитическую расшифровку ее цифрового изображения. Были установлены линейные (ширина, общая длина стопы, длина переднего, среднего и заднего отдела, высота свода стопы), угловые (угол I и V пальцев, пяточный угол) параметры стопы у юношей и девушек обеих расовых групп рассматриваемого возраста. Отдельно установлены анатомические параметры стопы при нагрузке на нее, равные 50 и 80% от массы тела.

В качестве основы характеристики упругих свойств стопы у лиц юношеского возраста европеоидной и монголоидной расы, в контексте данного исследования, был взят математический расчет таких параметров как модуль Юнга, коэффициент Пуассона, коэффициент упругости, коэффициент деформации.

Статистическая обработка полученных данных проведена на IBMPC/AT “Pentium-IV” с помощью прикладных программ “Statistica-6” и MicrosoftExcel в среде WindowsXP. Математический анализ полученных плантографических параметров состоял из последовательно проводимых статистических методов исследования (Георгиевский А.С., 1981; Автандилов Г.Г., 1990; Лакин Г.Ф., 1990): 1. вариационно-статистического – для определения общих статистических параметров. Определялись следующие вариационно-статистические элементы: средняя арифметическая, стандартная ошибка средней, медиана, мода, стандартное отклонение, среднеквадратичное отклонение, дисперсия, эксцесс, асимметричность, интервал, минимум, максимум, счет и уровень надежности; 2. корреляционного – для изучения направления и силы статистической связи между антропометрическими параметрами тела и анатомо-функциональными показателями стопы, а также между отдельными параметрами самой стопы. Оценку корреляционных связей проводили по коэффициенту корреляции (r): $r = -1$ функциональная; $-1 < r < -0,7$ обратная сильная; $-0,7 \leq r \leq -0,5$ обратная

умеренная; $-0,5 < r < 0$ обратная слабая; $r = 0$ отсутствует; $0 < r < + 0,5$ прямая слабая; $+0,5 \leq r \leq +0,7$ прямая умеренная; $+ 0,7 < r < + 1$ прямая сильная; $r = +1$ функциональная.

Оценка статистической значимости различий между средними величинами и линейного коэффициента корреляции проверялась на основе t-критерия Стьюдента: проверялась нулевая гипотеза об отсутствии связи между факторным и результативным признаками ($H_0: r = 0$). Для проверки H_0 по формуле рассчитывали t-статистику (t_p) и сравнивали ее с табличным значением (t_t), определяемым с использованием таблицы (Лукьянова Н.Ю., 1999).

Программа и протокол исследования рассмотрены и одобрены Региональным Этическим Комитетом (протокол № 226-15-2015 от 03 ноября 2015 г).

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Перед проведением исследования анатомо-функциональных и механических особенностей стопы у лиц обоего пола, изучаемых расовых групп юношеского возраста были определены их антропометрические параметры: масса тела, рост и окружность грудной клетки. Большая часть обследуемых лиц юношеского возраста обеих расовых групп имела нормостенический тип телосложения (таблица).

Таблица

Распределение юношей и девушек в зависимости от типа телосложения.

	Раса			
	Европеоидная		Монголоидная	
	Юноши	Девушки	Юноши	Девушки
Астеники	54	36	13	15
Нормостеники	72	87	45	33
Гиперстеники	52	31	13	12

Большинство антропометрических параметров европеоидных юношей-нормостеников было статистически достоверно больше этих параметров у юношей монголоидной расы: рост - на 4% ($p < 0,001$) и масса тела - на 11,9% ($p < 0,001$). Разница между средними значениями окружности грудной клетки у них составила 7,5% ($p > 0,05$). Исследование показало, что индекс Пинье у юношей европеоидной расы этого телосложения был меньше, чем у юношей монголоидной расы ($p < 0,01$).

Основные антропометрические показатели юношей-гиперстеников обеих расовых групп имели следующие значения. Параметры роста и окружности грудной клетки юношей европеоидной расы превышали значения их сверстников монголоидной расы на 2,6% ($p < 0,001$) и 3,2% ($p < 0,01$) соответственно. При этом масса тела юношей монголоидной расы была больше на 2,3% по сравнению с юношами европеоидной расы ($p < 0,01$). Анализируя результаты антропометрических показателей юношей-астеников, мы выявили отличия по

сравнению с предыдущими группами. Показатели юношей-астеников монголоидной расы, такие как рост, масса тела, окружность грудной клетки были меньше по сравнению со значениями юношей европеоидной расы на 5,4%, 16,9% и 11,9%, соответственно ($p>0,05$). Исследование антропометрических параметров тела у девушек двух рас показало следующие различия. Изученные параметры девушек европеоидной расы превосходили их сверстниц из другой расовой группы: рост – на 4,9% ($p>0,05$), массу тела – на 10% ($p<0,001$), окружность грудной клетки – на 5% ($p>0,05$).

При сравнении показателей высоты, ширины и длины стопы девушек нормостенического типа телосложения обеих расовых групп, было выявлено, что высота свода и ширина стопы девушек монголоидной расы была больше на 1,6% ($p>0,05$) и на 1,7% ($p<0,01$) соответственно по сравнению с девушками европеоидной расы. Длина стопы девушек-нормостеников европеоидной расы превышала значения данного параметра у девушек монголоидной расы на 3,5% ($p<0,001$). Длиннотные параметры каждого из отделов стопы девушек европеоидной расы превосходили эти параметры девушек монголоидной расы, относительно длины их переднего отдела – на 7,5% ($p<0,001$), длины среднего и заднего отделов – на 2% каждый ($p<0,05$). При анализе угловых показателей стопы было установлено, что девушки этого соматотипа европеоидной расы имели большие значения угла отклонения первого пальца (на 25%, $p<0,05$) и пятого (на 23%, $p>0,05$) по сравнению с монголоидной расой. В то же время, пяточный угол у девушек-нормостеников монголоидной расы превышал среднее значение их сверстниц европеоидной расы на 28,4% ($p<0,05$).

Наши данные несколько перекликаются с параметрами, полученными в другом исследовании. Так, Р.Х.Тахмезов в своей работе отмечал, что у русских женщин чаще наблюдалась стопа с отклонением кнаружи (вальгусные) в 72,6% случаев и лишь в 27,4% - прямые. У этнических китайнок чаще (67%) отмечалась стопа с отклонением кнутри (варусные) и значительно реже – прямые (33%). Также он пришел к выводу, что у женщин европеоидной расы отсутствовала варусная формы стопы, а у женщин монголоидной расы - вальгусная.

У девушек-гиперстеников европеоидной расы высота свода на 7,6% ($p>0,05$), длина на 0,67% ($p>0,05$) и ширина стопы на 5,9% ($p<0,05$) были меньше по сравнению с девушками монголоидной расы. Высота свода стопы девушек европеоидной расы была на 7% ($p>0,05$) меньше, чем у девушек монголоидной расы. Ее длина на 4,2% ($p<0,05$) и ширина на 0,5% ($p>0,05$) у девушек европеоидной расы, напротив, превышала значения сверстниц монголоидной расы.

При сравнении анатомических параметров стопы у девушек-астеников было определено, что высота ее свода у европеоидной расы на 7% ($p>0,05$) была меньше, чем у девушек монголоидной расы. Ее длина на 4,2% ($p<0,05$) и ширина на 0,5% ($p>0,05$) у девушек европеоидной расы, наоборот, превышали значения сверстниц монголоидной расы. Показатели длины каждого из ее отделов у девушек европеоидной расы были больше по сравнению с монголоидной расой:

переднего отдела - на 7,8% ($p < 0,01$), среднего и заднего - на 1,9% ($p > 0,05$). При сравнении угловых параметров было установлено, что угол отклонения первого пальца - на 18,5% ($p > 0,05$) и пятого - на 77,8% ($p < 0,001$) пальцев у девушек европеоидной расы были больше по сравнению со сверстницами монголоидной расы.

При сравнении показателей высоты, ширины и длины стопы у юношей-нормостеников обеих расовых групп было выявлено, что высота свода на 19,5% ($p < 0,001$) и ширина стопы на 1,6% ($p > 0,05$) юношей монголоидной расы были больше по сравнению с юношами европеоидной расы. Длина стопы у юношей европеоидной расы на 3,5% ($p < 0,001$) превышала значения данного параметра у юношей монголоидной расы. Длинные параметры всех отделов стопы у юношей европеоидной расы превосходили показатели юношей монголоидной расы: длины переднего - на 5,6% ($p < 0,001$), среднего и заднего отделов - на 3,5% ($p < 0,001$). При анализе угловых показателей стопы было установлено, что юноши этого типа телосложения, относящиеся к монголоидной расе, имели большее значение угла отклонения первого пальца стопы (на 16,1%, $p < 0,01$) и пяточного угла (на 29,5%, $p < 0,01$) по сравнению с юношами европеоидной расы.

У юношей-гиперстеников европеоидной расы высота свода стопы (на 15,3%, $p < 0,001$) и ее ширина (на 5,4%, $p > 0,05$) были меньше по сравнению с их сверстниками монголоидной расы, в то же время, длина стопы юношей европеоидной расы на 1,7% ($p < 0,001$) превышала сверстников монголоидной расы. В работе было установлено, что длина переднего отдела у юношей-гиперстеников европеоидной расы на 6,9% ($p < 0,05$) была больше по сравнению с юношами монголоидной расы. Угловые показатели у лиц европеоидной расы были больше по сравнению с юношами монголоидной расы: угол первого пальца стопы - на 22,1% ($p > 0,05$), угол пятого пальца - на 10,8% ($p < 0,05$), пяточный угол - на 17,4% ($p > 0,05$).

У юношей-астеников европеоидной расы высота свода стопы на 19,8% ($p < 0,001$) и ширина на 2,8% ($p > 0,05$) были меньше, чем у юношей монголоидной расы. Длина стопы у юношей европеоидной расы, наоборот, на 7,4% ($p > 0,05$) превышала значения их сверстников монголоидной расы. Показатели длины каждого из отделов стопы юношей европеоидной расы были больше по сравнению с их сверстниками монголоидной расы: переднего ее отдела - на 9,9% ($p > 0,05$), среднего и заднего - на 5,2% ($p < 0,01$). При сравнении угловых параметров было установлено, что они у юношей европеоидной расы были больше по сравнению с юношами монголоидной расы, однако различия их средних арифметических являлись статистически недостоверными.

Исследование механических характеристик стопы в юношеском возрасте европеоидной расы обоего пола с учетом соматотипа выявило определенные отличия. При изучении модуля Юнга было определено, что данный параметр у юношей (616,9 кПа) и девушек (601,2 кПа) незначительно различался (рисунок 1).

Наибольшее значение коэффициента деформации у лиц обоего пола юношеского возраста отмечается вдоль вертикальной оси (у юношей - 5,4; у девушек - 6). По фронтальной оси у юношей и девушек коэффициент

деформации был равен 1,37 и 3,4 соответственно. Вдоль сагиттальной оси данный коэффициент имел наименьшее значение (у девушек – 0,83 и у юношей – 0,56) (рисунок 2).

При сравнении данного параметра вдоль сагиттальной оси было установлено, что наибольшее значение по сравнению со всеми соматотипами у лиц обоего пола имели девушки-астеники (0,83), при этом незначительно превышая значение девушек-нормостеников (0,826). У девушек-гиперстеников коэффициент был равен 0,41. У юношей в зависимости от соматотипа данный показатель имел значения: у гиперстеников – 0,7, у нормостеников – 0,52 и у астеников – 0,4.

Коэффициент деформации стопы вдоль фронтальной оси был максимален у юношей-нормостеников (1,78) и девушек-гиперстеников (1,93). В других соматотипах показатели разделились следующим образом: у юношей-гиперстеников – 0,95 и астеников – 1,04; у девушек-нормостеников – 1,44 и астеников – 1,63.

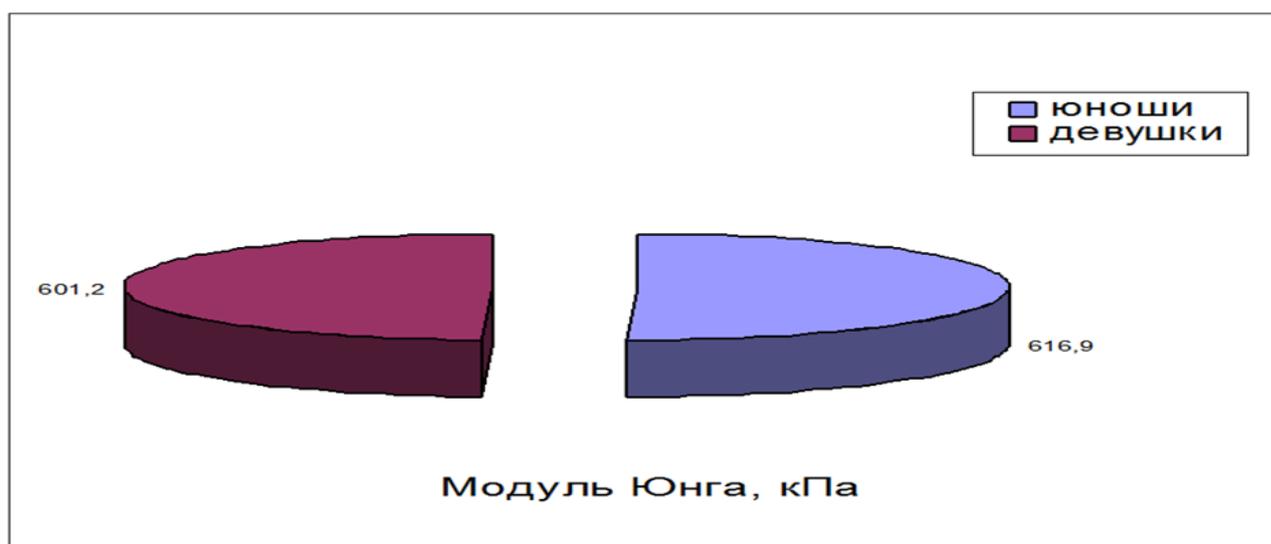


Рисунок 1. Модуль Юнга у лиц юношеского возраста обоего пола европеоидной расы.

Коэффициент деформации стопы вдоль вертикальной оси имел наибольшее значение у девушек-гиперстеников (8,2) по сравнению с юношами и девушками других соматотипов. У нормостеников данный параметр был равен 5,8 и у астеников – 4,2. У юношей наибольшее значение этого параметра было у лиц с нормостеническим типом телосложения (5,77), а наименьшее – с астеническим (4,68).

Коэффициент Пуассона относительно сагиттальной и фронтальной оси был выше у девушек (0,56 и 0,57 соответственно) по сравнению с юношами (0,1 и 0,14 соответственно). Коэффициент Пуассона относительно сагиттальной оси был максимален у девушек-астеников (1,05) по сравнению с юношами и девушками других соматотипов. У девушек-нормостеников данный коэффициент был равен

0,74, а у гиперстеников – 0,26. Среди юношей наибольшее его значение было у гиперстеников (0,66), а наименьшее - у нормостеников (0,47).

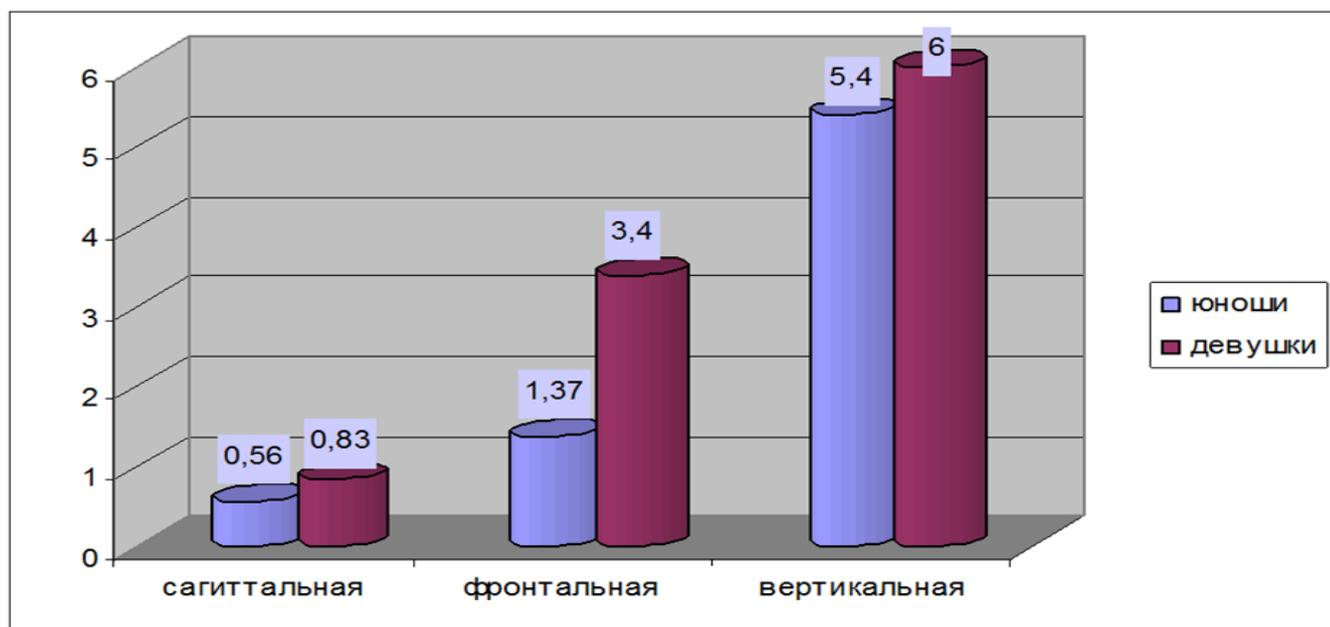


Рисунок 2 Коэффициент деформации стопы по осям у лиц обоего пола европеоидной расы в возрасте 17-21 года.

Выявленная в работе половая дифференциация коэффициента упругости стопы и адапционного ответа на внешнюю механическую нагрузку, может быть объяснима различной эластичностью и пластичностью тканей женщин и мужчин, образующих стопу, а именно кожи, связок, сухожилий и мышц (B. Mikic et al., 2010; J. Domjanic et al., 2013).

Предположительно, полученные данные можно объяснить разным влиянием половых гормонов на ткани организма человека, а именно увеличением их ригидности при преобладающем действии тестостерона (H.V. Menz, 2015). Результаты нашего исследования подтверждают литературные данные, свидетельствующие о том, что упругость некоторых тканей нижних конечностей у мальчиков выше по сравнению с девочками, а также с исследованием, в котором отмечена большая подвижность в суставах нижних конечностей у лиц женского пола по сравнению с мужчинами (S.J. Shultz et al., 2012; N.S. Berko et al., 2014).

Коэффициент Пуассона относительно фронтальной оси имел наибольшее значение у девушек-астеников (0,68) и юношей-нормостеников (0,54), а наименьшее - у юношей-гиперстеников (0,3) и у юношей-астеников – 0,4.

При анализе упругих показателей стопы у лиц обоего пола расовых групп было установлено, что коэффициент упругости представителей европеоидной расы больше по сравнению с лицами монголоидной расы, та же тенденция отмечалась и относительно модуля Юнга (рисунок 3).

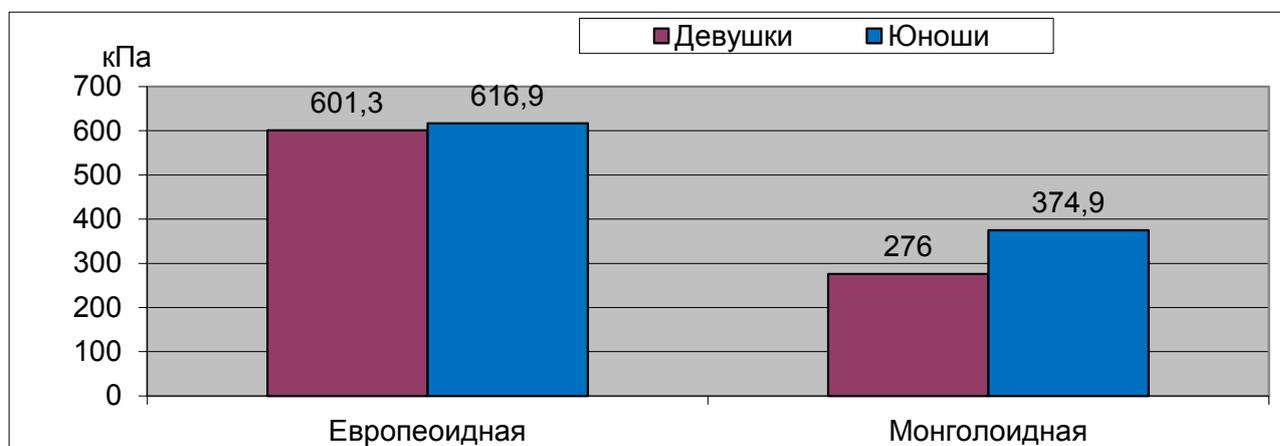


Рисунок 3. Коэффициент упругости у лиц обоего пола европеоидной и монголоидной рас.

При анализе корреляционных взаимоотношений было выявлено, что наиболее сильные связи были выявлены у девушек европеоидной расы с нормостеническим типом телосложения между средней арифметической модулей всех изученных параметров стопы, с одной стороны, и ростом, массой тела и ОГК, с другой ($r=0,9$, $0,89$ и $0,56$ соответственно). У девушек монголоидной расы наиболее тесные связи наблюдались между средней арифметической модулей всех изученных параметров стопы, с одной стороны, и массой тела и ОГК, с другой ($r=0,54$ и $0,68$ соответственно) (рисунок 4).

У юношей наиболее тесные связи, средние по силе, наблюдались в обеих расовых группах между ростом и основными изученными параметрами стопы (рисунок 5).

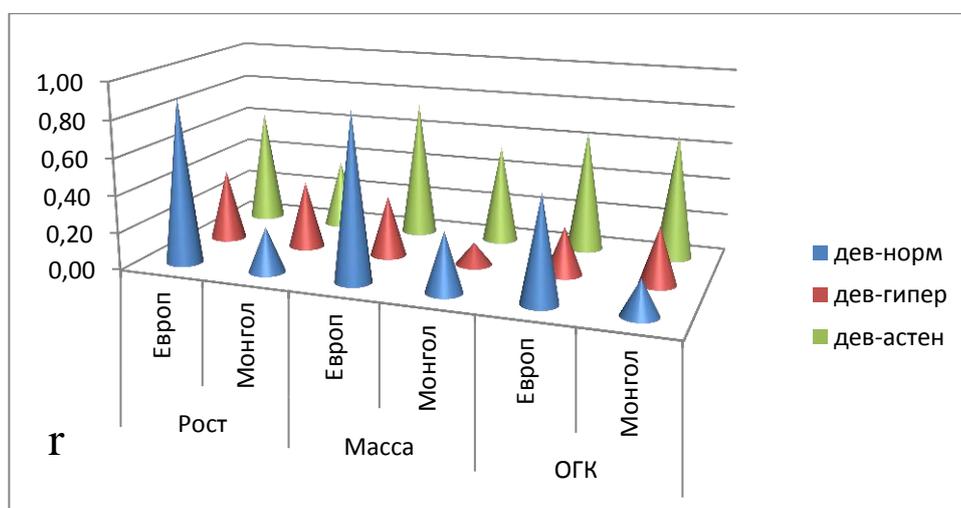


Рисунок 4. Усредненные модули коэффициентов корреляций между изученными параметрами тела и стопы у девушек различных рас и соматотипов.

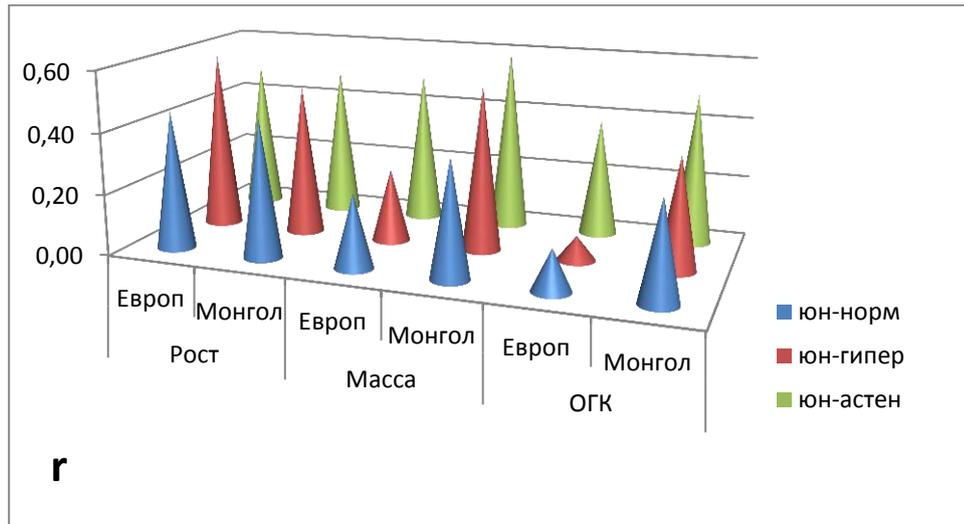


Рисунок 5. Усредненные модули коэффициентов корреляций между изученными параметрами тела и стопы у юношей различных рас и соматотипов.

ВЫВОДЫ

1. Антропометрические параметры тела в юношеском возрасте имеют четкую расовую, типологическую и половую дифференцировку. Большая часть обследованных лиц принадлежит к нормостеническому типу телосложения вне зависимости от пола и расовой принадлежности, при этом изученные параметры юношей обеих расовых групп различных соматотипов больше по сравнению с девушками. У юношей европеоидной расы во всех типах телосложения основные изученные параметры тела превосходят аналогичные параметры юношей монголоидной расы (рост - на 2,7 - 5,4 %, массу тела - на 13,5 - 17%, окружность грудной клетки - на 3,3% - 11,9%). У девушек европеоидной расы рост во всех типах телосложения больше по сравнению с девушками монголоидной расы на 2,8 – 4,9%.

2. Основные линейные параметры стопы в сравниваемых аспектах имеют наибольшие значения у девушек-гиперстеников монголоидной расы, при этом показатели длины среднего отдела стопы девушек-нормостеников европеоидной расы больше по сравнению со сверстницами обеих расовых групп различных соматотипов.

3. Наибольшие угловые параметры выявляются у девушек-гиперстеников европеоидной расы (угол I пальца стопы), девушек-нормостеников европеоидной расы (угол V пальца стопы) и девушек-астеников монголоидной расы (пяточный угол).

5. Линейные параметры у юношей имеют определенную тенденцию распределения в зависимости от расы и типа телосложения: наибольшие параметры высоты, ширины стопы, длины среднего и заднего отдела отмечаются у юношей-гиперстеников монголоидной расы. Общая длина стопы юношей-астеников и длина переднего отдела стопы юношей-гиперстеников европеоидной

расы больше по сравнению со сверстниками обеих расовых групп всех соматотипов.

6. Наибольшие значения угловых параметров наблюдаются у юношей с гиперстеническим типом телосложения в обеих расовых группах: угол первого и пятого пальца стопы у юношей европеоидной расы, и пяточный угол у юношей монголоидной расы.

8. Механические свойства стопы, определяемые с использованием модуля Юнга, коэффициентов Пуассона, упругости и деформации, имеют четкую половую и типологическую дифференцировку. Коэффициент упругости стопы юношей больше по сравнению с девушками. Модуль Юнга стопы имеет одинаковые средние величины у лиц обоего пола. Коэффициент деформации стопы вдоль трех ее основных осей у девушек выше по сравнению с юношами.

Наибольший коэффициент деформации у лиц обоего пола отмечается вдоль вертикальной оси, наименьший – вдоль сагиттальной оси. При этом, вдоль сагиттальной и вертикальной осей данный показатель выше у юношей-гиперстеников, в то время как во фронтальной - у юношей-нормостеников. Коэффициент деформации у девушек-астеников по вертикальной и сагиттальной осям превышает показатели девушек-гиперстеников. Наибольший коэффициент Пуассона определяется вдоль сагиттальной оси у лиц обоего пола, при этом его значение у юношей больше по сравнению с девушками.

9. Корреляционные взаимосвязи между показателями коэффициентов упругости, деформации, Пуассона и модулем Юнга у лиц с различными типами телосложения выявляют определенную закономерность. Наиболее сильные связи имеются у девушек европеоидной расы с нормостеническим типом телосложения между средней арифметической модулей всех изученных параметров стопы, с одной стороны, и ростом, массой тела и ОГК, с другой ($r=0,9$, $0,89$ и $0,56$ соответственно). У юношей наиболее сильные связи отмечаются в обеих расовых группах между ростом и основными изученными параметрами стопы.

ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

1. Анатомические параметры стопы юношей и девушек различных расовых групп могут быть использованы в качестве дополнительных маркёров для определения уровня здоровья.

2. Полученные результаты необходимо учитывать при разработке профилактических мероприятий, направленных на оптимизацию сохранения и укрепления здоровья студентов и школьников.

3. Полученные линейные, угловые характеристики стопы у юношей и девушек европеоидной и монголоидной рас могут быть использованы в ортопедии, травматологии, протезировании, а также в обувной промышленности.

4. Разработанный программно-компьютерный комплекс и программная реализация диагностики анатомо-функциональных параметров позволяют проводить оценку упругости стопы человека.

5. Показатели стопы (модуль Юнга, коэффициенты Пуассона, упругости и деформации) характеризуют ее рессорную функцию и способность сопротивляться действию нагрузок, что важно учитывать при обследовании пациентов с различными заболеваниями стопы.

6. Разработанный метод целесообразно использовать для исследования упругих свойств стопы у лиц различных возрастных групп, спортивных специализаций, а также у больных с различными заболеваниями стоп для индивидуального подбора ортезов, медикаментозной терапии, методов физиотерапевтического лечения, лечебной физкультуры и массажа.

СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

1. Алгоритмы определения формы стопы по ее изображению при выполнении оптической плантографии / А.И. Перепелкин, С.И. Калужский, А.И. Краюшкин, И.А. Плешаков, Е.С. Атрощенко // Биомедицинская радиоэлектроника. - 2015. - № 8. - С. 16-24.*

2. Анатомические параметры стопы девушек различных соматотипов при возрастающей нагрузке / А.И. Перепелкин, В.Б. Мандриков, А.И. Краюшкин, И.А. Плешаков, **Е.С. Атрощенко** // Современные тенденции в науке и образовании: Сборник научных трудов по материалам Международной научно-практической конференции 28 февраля 2015 г.: в 5 частях. Часть I.М.: «Р-Консалт», 2015 г.- С. 24-25.

3. Анатомические параметры стопы девушек различных этнических групп / А.И. Перепелкин, В.Б. Мандриков, А.И. Краюшкин, **Е.С. Атрощенко** // Современные проблемы формирования и упрочения здоровья: сб. научных статей Межд. научн.-практ. конф., Брест, 24-26 октября 2013 г. / редкол.: А.Н. Герасевич (гл. ред.) [и др.]. – Брест: Альтернатива, 2013. – С.50-53.

4. Анатомические параметры стопы девушек, относящиеся к различным этническим группам / А.И. Перепелкин, В.Б. Мандриков, А.И. Краюшкин, Е.С. Атрощенко // Морфология. – 2014. - №3. - С.153.*

5. Анатомические параметры стопы человека при возрастающей нагрузке. / А. И. Перепелкин, А. И. Краюшкин, **Е. С. Атрощенко** //Наука вчера, сегодня, завтра: Материалы II-Международного электронного симпозиума/ Под. общей ред. проф. М.И. Абакарова. – Махачкала: НИЦ «Инноватика», 2016. - С. 19-24.

6. Анатомо-функциональная характеристика стопы спортсменов/ А.И. Перепелкин, А.И. Краюшкин, **Е.С. Атрощенко** // Электронный научный журнал. – 2016.

7. Антропометрические параметры стопы юношей при динамической нагрузке / А.И. Перепелкин, В.Б. Мандриков, А.И. Краюшкин, И.А. Плешаков, **Е.С. Атрощенко** // Перспективы развития науки и образования: сборник научных трудов по материалам Международной научно-практической конференции 28

февраля 2015 г.: в 13 частях. Часть 6. Тамбов: ООО «Консалтинговая компания Юком», 2015. - С. 115-116.

8. **Атрощенко, Е.С.** К вопросу об этнических особенностях стопы человека / Анатомия человека: Вчера, Сегодня, Завтра // материалы конференции, посвященной 250-летию кафедры анатомии человека Первого МГМУ им. И.М.Сеченова (1764–2014). – Москва, 2014. – Издательский дом «ГЭОТАР – МЕД». – С. 110-111.

9. **Атрощенко, Е.С.** Анатомо-функциональные особенности стопы студентов из Малайзии при компьютерно-плантографическом исследовании // Актуальные проблемы экспериментальной и клинической медицины: Материалы 71-й открытой научно-практической конференции молодых ученых и студентов ВолгГМУ с международным участием–Волгоград: Изд-во ВолгГМУ, 2013. – С. 303-304.

10. **Атрощенко, Е.С.** Исследование упругости стопы у лиц с различными соматотипами/ Актуальные проблемы экспериментальной и клинической медицины: Материалы 72-й открытой научно-практической конференции молодых ученых и студентов ВолгГМУ с международным участием–Волгоград: Изд-во ВолгГМУ, 2014. – С. 300-301.

11. **Атрощенко, Е.С.** Некоторые соматотипологические и расовые антропометрические характеристики стопы в юношеском возрасте // Актуальные проблемы экспериментальной и клинической медицины: Материалы 73-й открытой научно-практической конференции молодых ученых и студентов ВолгГМУ с международным участием–Волгоград: Изд-во ВолгГМУ, 2015. – С. 393-394

12. Диагностика состояния органичной системы на примере изображения стопы / А.И. Перепелкин, С.И. Калужский, А.И. Краюшкин, И.А. Плешаков, **Е.С. Атрощенко** // Международный академический вестник. - №3(9). – 2015. – С. 81-83.

13. Динамика анатомических параметров стопы человека при возрастающей нагрузке / А.И. Перепелкин, А.И. Краюшкин, **Е.С. Атрощенко** // Сборник научных трудов по итогам международной научно-практической конференции «О некоторых вопросах и проблемах современной медицины» - №2. – Челябинск, 2015. - С. 21-23.

14. Исследование продольного свода стопы у детей методом компьютерной плантографии / А.И. Перепелкин, А.И. Краюшкин, **Е.С. Атрощенко** // Бюллетень медицинских Интернет-конференций. – 2015. - Т.5, №7. – С. 1053-1057.

15. **Исследование упругих свойств стопы человека/ А.И. Перепелкин, С.И. Калужский, В.Б. Мандриков, А.И. Краюшкин, Е.С. Атрощенко // Российский журнал биомеханики. – 2014. – Т18, №3. – С. 381-388.***

16. К вопросу о формировании продольного свода стопы у детей / А.И. Перепелкин, В.Б. Мандриков, А.И. Краюшкин, **Е.С. Атрощенко** // Волгоградский научно-медицинский журнал. 2016. № 1 (49). С. 32-36.

17. Компьютерный плантографический анализ анатомических параметров стопы малайзийских и российских девушек / А.И. Перепелкин, В.Б. Мандриков, А.И. Краюшкин, Е.С. Атрощенко // Вестник новых медицинских технологий. – 2013. – Т. 20, №2. – С. 143-146.*

18. Морфофункциональная характеристика стоп у детей 6-7 лет с различными типами телосложения/ А.И. Перепелкин, А.И. Краюшкин, Е.С. Атрощенко // Сборник научных трудов по итогам международной научно-практической конференции «Актуальные проблемы и достижения в медицине» Самара, 2015. - №2. – С. 31-34.

19. Наш метод определения механических свойств стопы человека./ А. И. Перепелкин, В. Б. Мандриков, А. И. Краюшкин, Е. С. Атрощенко // Бюллетень науки и практики. Электрон. журн. 2016. №4 (5). С. 154–160.

20. Некоторые особенности анатомических параметров стопы девушек при изменяющейся нагрузке / А.И. Перепелкин, А.И. Краюшкин, Е.С. Атрощенко // Материалы II Международной научно-практической конференции (Уфа, 15-16 февраля 2016 г.) «Стратегии и тренды развития наук в современных условиях». - Научно-издательский центр «Ника», Уфа. – С. 14-16.

21. Некоторые особенности механических свойств стопы человека / А.И. Перепелкин, В.Б. Мандриков, А.И. Краюшкин, Е.С. Атрощенко // Вестник ВолгГМУ. – 2016. - №3(59).– С. 27-32. *

22. Некоторые характеристики упругости стопы человека/ А. И. Перепелкин, В. Б. Мандриков, А. И. Краюшкин, Е. С. Атрощенко // International union of Scientists Science Technology Production (Международный союз ученых «Наука, технология, производство») – 2014. - №1. – С. 87-89.

23. О методе определения упругих характеристик стопы человека / А.И. Перепелкин, А.И. Краюшкин, Е.С. Атрощенко //Сборник трудов научн.-практ. конф. профессор.-препод. коллектива, посвященной 80-летию Волгоградского государственного медицинского университета под редакцией академика РАН В.И. Петрова, изд-во ВолгГМУ, 2015. – С.139-143.

24. Плантографические параметры у больных со сколиозом / А.И. Перепелкин, В.Б. Мандриков, А.И. Краюшкин, И.А. Плешаков, Е.С. Атрощенко // Фундаментальная наука и технологии – перспективные разработки 26-27 января 2015 г. North Charleston, USA, Т. 1, материалы докладов V международной научно-практической конференции "Наука в современном информационном обществе", Vol.1. – P. 21-24.

25. Плантографические параметры у студентов малайзийского происхождения / А.И. Перепелкин, А.И. Краюшкин, Е.С. Атрощенко // Материалы Международной научно-практ. конф. «Стратегия и тренды развития науки в современных условиях (Уфа, 16-17 февраля 2015 г.). – Уфа: НИЦ «НИКА», 2015. – С. 16-18.

26. Соматотипологические и расовые характеристики стопы человека / А.И. Перепелкин, В.Б. Мандриков, А.И. Краюшкин, Л.И. Александрова, Е.С. Атрощенко // Российский медико-биологический

вестник. 2016. №2(приложение). – С. 153-154.*

27. Соматотипологические особенности упругости стопы человека / А.И. Перепелкин, А.И. Краюшкин, Л.И. Александрова, Е.С. Атрощенко // **Морфология**, 2016. – Т.149, №3. – С. 160.*

28. Соматотипологические характеристики стопы юношей и девушек из России и Малайзии / А.И. Перепелкин, А.И. Краюшкин, Е.С. Атрощенко // **Журнал анатомии и гистопатологии**. – 2015, Т. 4, №3. – С.97.

29. Упругие характеристики стопы человека / А.И. Перепелкин, А.И. Краюшкин, Е.С. Атрощенко // **Международный научно-исследовательский журнал**. – 2015. - №8 (39), часть 3. – С. 125-128.*

30. Характеристика изображения стопы человека при выполнении оптической плантографии / А.И. Перепелкин, С.И. Калужский, А.И. Краюшкин, И.А. Плешаков, Е.С. Атрощенко // **Международный научно-исследовательский журнал**. - №5(36), часть 4, 2015. – С. 72-74.*

31. Mechanical characteristics of the human foot / A. Perepelkin, V. Mandrikov, A. Krayushkin, **K. Atroschenko** // Proceedings of the VII International Academic Congress "Innovation in the Modern World" (Australia, Sydney, 18-20 May 2015). Volume III. "Sydney University Press", 2015. – P. 87-91.

32. Anatomical justification of mechanical characteristics of the human foot / A. Perepelkin, V. Mandrikov, A. Krayushkin, **K. Atroschenko** // Book of abstracts of the 7-th International Symposium of clinical and applied anatomy (ISCAA) (Bratislava, Slovakia, September, 2015). – Comenius university in Bratislava, 2015. - P. 83

Патент РФ на изобретение

33. Атрощенко, Е.С. Способ исследования упругих свойств стопы человека / А.И. Перепелкин, С.И. Калужский, В.Б. Мандриков, А.И. Краюшкин, **Е.С. Атрощенко** // Патент РФ №2550931, заявка №2014107656, опубл. 20.05.2015, бюл. №14.

* - работа, опубликована в журнале, включенном в Перечень российских рецензируемых научных журналов, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученых степеней доктора и кандидата наук.

Условные обозначения

а астеники

г	гиперстеники
н	нормостеники
ОГК	окружность грудной клетки
Н	высота стопы
НСК	пяточный угол
La	длина переднего отдела стопы
Lm	длина среднего отдела стопы
Lp	длина заднего отдела стопы
Lt	длина стопы
NAP	угол I пальца стопы
QBR	угол V пальца стопы
W	ширина стопы

АТРОЩЕНКО Екатерина Сергеевна

ЗАКОНОМЕРНОСТИ АНАТОМО-ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ И
МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ СТОПЫ В СОМАТОТИПОЛОГИЧЕСКИХ
АСПЕКТАХ У ЛИЦ ЮНОШЕСКОГО ВОЗРАСТА

АВТОРЕФЕРАТ

14.03.01 Анатомия человека

Подписано в печать __. __ 2017. Формат 60x84/16. Усл. печ. л. 2.
Бумага офсетная. Тираж 100 экз.

Волгоградский государственный медицинский университет
400131, Волгоград, пл. Павших борцов, 1

Издательство ВолгГМУ 400006, Волгоград,
ул. Дзержинского, 45