

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ВОЛГОГРАДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ МЕДИЦИНСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»
МИНИСТЕРСТВА ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

На правах рукописи

**АТРОЩЕНКО
ЕКАТЕРИНА СЕРГЕЕВНА**

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

14.03.01 - анатомия человека

Диссертация на соискание ученой степени

кандидата медицинских наук

Научный руководитель:

доктор медицинских наук,

профессор А.И. Краюшкин

Волгоград

2017

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	5
ГЛАВА 1. Обзор литературы.....	10
1. Характеристика стопы как органа движения.....	10
1.1. Анатомо-функциональные особенности стопы человека.....	10
1.2. Механические свойства стопы человека.....	16
2. Расы человека.....	20
2.1 Основная характеристика и классификация рас человека.....	20
2.2. Критерии определения рас человека.....	34
2.2.1 Пигментация.....	34
2.2.2. Волосяной покров.....	36
2.2.3. Строение черепа.....	37
2.2.4. Форма глаз.....	39
2.3. Зависимость расовых признаков от пола и возраста.....	40
ГЛАВА 2. Материалы и методы исследования	41
2.1. Объект и объем исследований.....	41
2.2. Определение расовой принадлежности.....	41
2.3. Определение типов телосложения.....	42
2.4. Методы исследования анатомо-функционального состояния стопы человека.....	43
2.5. Методы определения механических параметров стопы человека.....	54
2.6. Методы математического анализа и моделирования.....	55
ГЛАВА 3. Результаты собственных исследований.....	57
3.1 Соматотипологические особенности юношей и девушек	

европеоидной и монголоидной рас юношеского возраста.....	57
3.2 Характеристика анатомических параметров стопы юношей и девушек нормостенического типа телосложения европеоидной и монголоидной рас юношеского возраста.....	63
3.2.1. Анатомические параметры стопы девушек нормостенического типа телосложения европеоидной и монголоидной рас юношеского возраста	63
3.2.2. Параметры стопы девушек гиперстенического типа телосложения европеоидной и монголоидной рас юношеского возраста.....	65
3.2.3. Характеристика анатомо-функциональных параметров стопы девушек астенического типа телосложения европеоидной и монголоидной рас юношеского возраста.....	67
3.2.4. Анатомические параметры стопы юношей нормостенического типа телосложения обеих расовых групп юношеского возраста	69
3.2.5. Особенности анатомических параметров стопы юношей гиперстенического типа телосложения европеоидной и монголоидной рас юношеского возраста.....	71
3.2.6. Характеристика анатомо-функциональных параметров стопы юношей астенического типа телосложения европеоидной и монголоидной рас юношеского возраста.....	73
ГЛАВА 4. Исследование механических характеристик стопы в юношеском возрасте европеоидной рас обоего пола с учетом соматотипа.....	76
4.1. Исследование коэффициента упругости стопы.....	76

4.2. Модуль Юнга вдоль вертикальной оси стопы.....	77
4.3. Коэффициент деформации стопы по ее осям стопы у лиц обоего пола.....	78
4.4. Коэффициент Пуассона у юношей и девушек в возрасте 17-21 года.....	80
4.4.1. Коэффициент Пуассона относительно сагиттальной оси.....	81
4.4.2. Коэффициент Пуассона относительно фронтальной оси.....	82
4.5. Сравнение упругих показателей стопы юношей и девушек европеоидной и монголоидной рас.....	82
ГЛАВА 5. Корреляционные связи соматометрических и анатомических параметров стопы.....	85
ГЛАВА 6. Обсуждение результатов проведенных исследований.....	90
Закономерности анатомо-функциональных параметров стопы в юношеском возрасте.....	102
Выводы.....	104
Практические рекомендации.....	106
Список литературы	107
Список сокращений.....	128

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы

Изменения со стороны опорно-двигательного аппарата, в том числе стоп, часто выявляются при профилактических осмотрах в детском и юношеском возрасте [1, 7, 50, 54, 165, 1179, 183]. Этими и многими другими факторами обусловлено повышенное внимание отечественных и зарубежных анатомов, физиологов, судебных медиков, антропологов и хирургов к изучению их анатомии и функции [39,44, 166, 175,176].

Стопа, как целостный морфофункциональный объект, является важнейшим структурным сегментом опорно-двигательного аппарата человека, обеспечивающего его стато-локомоторную функцию [28,50, 85, 89, 189,190].

На развитие структуры стоп влияют различные внутренние (наследственность, конституциональные, соматотипологические, гормональные изменения) и внешние факторы (культурные, социальные, климатические, географические) [34, 35, 48, 59, 103, 112, 117]. Определенная связь прослеживается между расой и индивидуально-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 [2, 27, 29, 92, 96]. 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 не в полной мере изучены, не всегда позволяет четко дифференцировать различие между нормой и патологией [7, 22, 85, 91, 117, 168, 171]. 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 [7, 10, 123, 135, 152, 177].

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 [47, 58, 62, 71, 90, 106, 108, 142].

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.

Разработана методика определения механических параметров стопы человека (получен патент РФ №2550931 —Способ исследования упругих свойств стопы человека)).

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 индивидуальном производстве обуви.

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 ВолгГМУ 4 марта 2017 г. Работа поддержана грантом ВолгГМУ 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.

ГЛАВА 1. Обзор литературы

1. Характеристика стопы как органа движения

1.1 Анатомо-функциональные особенности стопы человека

Изучению анатомии стопы человека посвящено значительное число работ отечественных и зарубежных специалистов, что обуславливается аномалиями стоп, которыми страдают до трети населения планеты [7, 8, 11, 13, 23, 29, 45, 55, 56].

Стопа человека – это одна из самых динамических структур человеческого тела. Она действует совместно с остальным телом при статической нагрузке и движении, что обеспечивает человеку наиболее полный физический контакт с окружающей средой, и особенно для успешной регуляции первого и последнего контакта тела с землей [11, 36, 37, 110, 135].

Стопа человека является важнейшим структурным сегментом опорно-двигательной системы человека, обеспечивающим его стато-локомоторную функцию, и представляет целостный морфофункциональный объект, от которого зависит двигательная функция человека [28, 30, 31, 50, 85, 89, 189, 190].

Ежедневно стопа испытывает физические нагрузки различной длительности и интенсивности, реагируя на их воздействия активным противодействием, направленным на сохранение целостности и высокой работоспособности.

Фундаментальные данные о закономерностях изменения основных структурных элементов стопы, ее функции в зависимости от статических и динамических нагрузок, геометрических и функциональных особенностей актуальны также для обеспечения выбора методов консервативного и оперативного лечения, проектирования и изготовления корректирующих приспособлений и изделий [47, 58, 62, 71, 90, 106, 108, 142].

Различного вида чрезмерные нагрузки на стопу при занятиях спортом, длительной статической нагрузке и ходьбе, а также при повышенной массе тела, приводят к нарушению этих функций [13, 29, 118, 123, 124, 154]. Вместе с тем, провести четкую грань между различными вариантами нормы строения стопы и

начальными стадиями патологии не всегда возможно. Это связано с выраженной вариабельностью строения стопы, отсутствием четких критериев об анатомической и функциональной ее норме, физиологических отклонениях, а также со сложностью их регистрации [10, 58, 138, 151].

Стопа человека – самый дистальный отдел нижней конечности, в то же время является органом, основная функция которого – обеспечение опоры при стоянии (удержание массы тела) и передвижение в пространстве [1, 9, 10, 22, 52, 81,82]. Представляет собой сложную сводчатую структуру, обладающую гибкостью и эластичностью. Сводчатость стопы, обусловленная прямохождением, является характерным признаком для человека. Такое строение возникло в связи с новыми функциональными требованиями, предъявленными к человеческой стопе: увеличение нагрузки на стопу при вертикальном положении тела, уменьшение площади опоры в сочетании с экономией строительного материала и крепостью всей постройки [21, 34, 35, 53, 79, 82,131].

Стопу образуют 26 разнообразных по форме и размерам костей, соединенных друг с другом при помощи многочисленных мышц и связок, обеспечивающих подвижность в трех плоскостях. Поддержанию формы и выполнению функций стопы способствует активность 42-х мышц стопы и мышц голени. Стопа как конструкция имеет довольно сложную арочную форму, напоминающую спираль [8, 9].

Кости стопы располагаются по отношению к костям голени под прямым углом и соединяются с ними посредством голеностопного сустава [41, 42, 47]. В клинической практике стопу также принято делить на три отдела: передний, средний и задний. К переднему отделу стопы относят фаланги пальцев и плюсневые кости, к среднему - клиновидные, ладьевидную и кубовидную кости, к заднему - таранную и пяточную кости [47, 64, 157].

Таранная кость состоит из тела с расположенными на нём блоком, и отростками (задним и латеральным), а также головки и шейки. Блок является суставной головкой голеностопного сустава, он расположен на верхней поверхности тела таранной кости. На нижней поверхности тела таранной кости в

задне-наружном отделе имеется задняя пяточная суставная поверхность, спереди и внутри от которой располагается борозда таранной кости, идущая косо сзади наперед и наружу. Медиальнее и спереди от этой борозды располагаются средняя и передняя суставные пяточные поверхности, причем передняя поверхность находится на шейке таранной кости. Головка таранной кости несет сферической формы ладьевидную суставную поверхность. Задний отросток таранной кости отходит от задней поверхности тела, он разделён бороздой сухожилия мышцы длинного сгибателя большого пальца стопы. В нижнем отделе таранной кости по наружной поверхности находится латеральный отросток таранной кости, имеющий треугольную форму с закругленной вершиной [18,19].

Пяточная кость – самая массивная из костей стопы, она располагается под таранной костью. Задний отдел тела кости заканчивается мощным пяточным бугром. Верхняя поверхность пяточной кости несет выпуклой формы заднюю шаровую суставную поверхность, спереди от нее – борозда пяточной кости. Передний отдел тела пяточной кости несет переднюю таранную суставную поверхность. Спереди пяточная кость снабжена кубовидной суставной поверхностью [81, 110].

Ладьевидная кость находится у медиального края стопы между таранными и клиновидными костями. Передняя ее поверхность выпуклая, она несет суставные площадки для сочленения с тремя клиновидными костями. Задняя поверхность сочленяется с головкой таранной кости. По медиальной поверхности имеется бугристость ладьевидной кости [8, 9, 51].

Кубовидная кость имеет форму неправильного куба, располагается в латеральном отделе стопы. На наружно-подошвенной поверхности кости располагается бугристость кубовидной кости, впереди которой проходит борозда сухожилия длинной малоберцовой мышцы. Для сочленения с пяточной костью задняя поверхность кубовидной кости снабжена седловидной суставной поверхностью. Передняя поверхность кубовидной кости несет на себе суставную поверхность, разделенную гребешком для сочленения с основаниями 4 и 5

плюсневых костей. На медиальной поверхности кубовидной кости в дистальном отделе имеется суставная поверхность для сочленения с латеральной клиновидной костью, а в проксимальном – с ладьевидной костью [8, 9, 51, 54, 56, 78, 79, 80, 81, 82, 113, 114, 115, 131, 136].

Клиновидные кости располагаются впереди ладьевидной кости. Наиболее крупная из них медиальная клиновидная кость имеет форму неправильного клина, острием обращенного к тылу. Промежуточная клиновидная и латеральная клиновидная кости также имеют форму клиньев, но острие их направлено в подошвенную сторону. Проксимально все клиновидные кости расположены примерно на одном уровне и снабжены суставными поверхностями для сочленения с ладьевидной костью, образуя клино-ладьевидный сустав.

Клиновидные кости с помощью суставных поверхностей соединяются друг с другом и дистально - с кубовидной костью [8, 9].

Тела плюсневых костей имеют трехгранную форму, спереди заканчиваются полусферическими головками, сочленяющимися с проксимальными фалангами соответствующих пальцев. Наиболее массивными являются проксимальные концы плюсневых костей, носящие название оснований. Задняя поверхность оснований представлена суставными поверхностями, предназначенными для сочленения с костями предплюсны [139, 151, 153, 160].

Основания плюсневых костей плотно прилегают друг к другу и сочленяются посредством суставных площадок, расположенных на боковых поверхностях. Основание пятой плюсневой кости с наружной стороны имеет бугристость, которая служит местом прикрепления сухожилия короткой малоберцовой мышцы [78, 79].

Кости пальцев стопы относятся к длинным костям. Различают проксимальные, средние и дистальные фаланги. В первом пальце средней фаланги нет, в пятом пальце она иногда сливается с дистальной. В каждой фаланге различают тело и два конца: проксимальный и дистальный. Тела фаланг узкие, слегка выпуклые к тылу, по подошвенной поверхности и по направлению к концам несколько расширяются. Дистальный конец фаланг слегка расширен, в

проксимальных и средних фалангах имеет головку в форме блока, а в дистальных фалангах представлен бугристостью. Проксимальные концы утолщены и несут на себе суставные поверхности, которые служат для соединения с головками плюсневых костей. Поверхности соответствуют по форме головкам, но отличаются меньшей протяженностью. В первом, а иногда и в некоторых других плюснефаланговых в суставах находятся сесамовидные кости, служащие для увеличения суставных поверхностей. Сесамовидные кости вставлены в подошвенную часть капсулы сустава, которая прикрепляется по краям суставных поверхностей, они увеличивают поперечную сводчатость плюсны в ее переднем отделе [8, 168, 175].

Границей между передним и средним отделами стопы является линия, проходящая в области сочленения костей предплюсны с костями плюсны - поперечный сустав предплюсны [8, 9, 51, 60, 84, 78, 181, 188, 189]. Он образован спереди суставными поверхностями всех плюсневых костей, а сзади - суставными поверхностями кубовидной и трех клиновидных костей. Составные части сустава тесно связаны друг с другом множеством связок, которые обеспечивают целостность и высокую прочность стопы при механических нагрузках [81, 82, 99].

На подошвенной поверхности стопы в области плюснефалангового сустава большого пальца имеются медиальная и латеральная сесамовидные кости, иногда наблюдаются также непостоянные сесамовидные кости в области межфалангового сустава большого пальца [79, 80].

Кости стопы соединены между собой шестью группами суставов, они, как правило, тугоподвижные, за исключением плюснефаланговых и межфаланговых суставов. Степень смещаемости отдельных костей стопы относительно друг друга минимальна. Некоторое исключение составляет соединение между таранной и пяточной костями, где объем движений больше. Смещения в остальных суставах стопы происходят, зависимо одно от другого. В подтаранном суставе возможно движение вокруг продольной оси. Пронация и супинация стопы возможны в пределах 13° , приведение и отведение — в пределах $12,7^\circ$, тыльное и подошвенное сгибание не превышает $5,8^\circ$. Эти движения сами по себе

незначительные. Однако они получают большой размах на конце носка. На пятке в силу ее меньшей длины они менее значительны [18, 19, 60, 122, 138, 180, 181, 186, 189].

В укреплении суставов предплюсны принимает участие большое количество связок, которые делят на три группы: межкостные связки предплюсны, тыльные связки предплюсны и подошвенные связки предплюсны. Среди межкостных связок предплюсны особенно хорошо развита таранно-пяточная межкостная связка. Тыльные связки предплюсны перекидываются с одной кости на другую, укрепляя сумки суставов. Наибольшее значение имеет раздвоенная связка. На подошве наиболее длинная и сильная связка - длинная подошвенная связка - является одной из основных пассивных затяжек продольных сводов стопы [79, 80, 81, 82, 99, 115, 116].

Особым внимание следует уделить двум, практически значимым, суставам стопы. Это поперечный сустав стопы (сустав Шопара), который образован таранно-пяточно-ладьевидным и пяточно-кубовидным суставами. Оба анатомически обособленных сустава имеют общую раздвоенную связку, состоящую из пяточно-ладьевидной и пяточно-кубовидной связок. Второй сустав – комбинированный сустав Лисфранка, представляет из себя объединение предплюсне-плюсневых суставов. Он состоит из трех изолированных: 1) сочленение I плюсневой кости с медиальной клиновидной; 2) II и III плюсневых костей с промежуточной и латеральной клиновидными костями; 3) IV и V плюсневых костей с кубовидной костью [46, 51, 79, 80, 81, 82].

Стопа человека, являясь опорным отделом нижней конечности, в процессе эволюции приобрела форму, позволяющую целесообразно распределять нагрузку. Это осуществляется благодаря тому, что кости предплюсны и плюсны соединены между собой прочными межкостными связками и образуют свод, обращенный выпуклостью к тылу и обуславливающий рессорную функцию стопы [40].

Важнейшей конструктивной особенностью стопы человека является ее сводчатое строение. В продольном направлении стопа образует свод различной геометрической конфигурации: в переднем отделе по параболе, а в заднем - по

дугам окружностей различных радиусов. Точками опоры стопы являются: пяточный бугор и головки плюсневых костей, преимущественно первой и пятой. У человека благодаря деятельности мышц точки опоры могут меняться. В поперечном направлении свод представляет гиперболу [40]. Многофункциональность стопы обеспечивается особенностями ее анатомического строения костного, связочного и мышечного отделов.

1.2 Механические свойства стопы человека

Формирование нижних конечностей человека происходило на протяжении многих тысячелетий в условиях, когда стопа соприкасалась с поверхностью грунта, структурные особенности которого оказывали непосредственное влияние на формирование нижних конечностей человека, как органа передвижения и, прежде всего, конструкцию стопы. Приобретенные в результате эволюции анатомические особенности нижних конечностей и строение стопы сохранились до настоящего времени, не претерпев существенных изменений. Современные условия существования человека значительно отличаются от естественных. Стопа контактирует с промежуточными элементами – деталями низа обуви, которые, в свою очередь, опираются на жесткие дорожные покрытия [65,66,67,68].

Стопа выполняет три основные функции:

- опорную (помогает удерживать вес тела);
- локомоторную (обеспечивает перемещение тела в пространстве, взаимодействуя с опорной поверхностью);
- рессорную (способствует упругому распастиванию под действием нагрузки).

Лишь у человека имеется сводчатая стопа, которая представлена продольными и поперечным сводами, обращенными выпуклостью кверху. Своды образованы сочленяющимися между собой костями плюсны и предплюсны. Кости предплюсны и плюсны расположены таким образом, что они образуют дугообразные своды, как в продольном, так и в поперечном направлениях. Своды

удерживаются связками и мышцами стопы и служат рессорным аппаратом для придания эластичности стопе при стоянии и движении человека [58].

Каждый продольный свод начинается от одной и той же точки пяточной кости, включает в себя кость предплюсны соответствующую плюсневую кость и заканчивается на головке соответствующей плюсневой кости.

Продольные дуги имеют неодинаковую высоту: наиболее высокой является вторая дуга. В результате различают внутренний и наружный отделы продольных сводов стопы. Наружный отдел сводов стопы образован пяточной, кубовидной, четвёртой и пятой плюсневыми костями; его высота составляет 2-3 см. Внутренний отдел образован таранной, ладьевидной, тремя клиновидными и тремя внутренними плюсневыми костями; высота его 3-5 см. [15].

Основная тяжесть тела человека падает на наружный свод, который считают грузовым, или опорным. Внутренний свод (пружинящий, или рессорный) служит главным образом для смягчения толчков и ударов при ходьбе, а также для передачи тяжести с голени на наружный свод.

Поперечный свод стопы расположен в области дистального ряда костей предплюсны и оснований плюсневых костей. В поперечном направлении особо ярко выражен свод, образованный костями – клиновидными, кубовидной и основаниями плюсневых костей. Наиболее высокое место свода, его вершина, образована основаниями третьей и второй плюсневых костей. Высота сводов у людей бывает различной [15, 58].

В целом конструкция стопы человека в виде сводчатой арки поддерживается благодаря специфической форме суставных поверхностей, прочности связок и тonusу мышц.

При стоянии и движении человека стопа касается опоры не всей своей поверхностью, а только пяткой, пучками и пальцами. Часть подошвы, находящаяся между пяткой и пучками, у человека со здоровой стопой не соприкасается с опорой [54].

При стоянии стопа обеспечивает равновесие тела человека. В этом случае работают сравнительно немногие мышцы. Неподвижность большей части

суставов достигается благодаря простому напряжению связок почти без участия мышц. При симметричном стоянии тяжесть тела человека равномерно распределяется на обе стопы; вертикаль, опущенная из центра тяжести тела, проходит приблизительно через середину опорной площади между двумя стопами.

Площадь опоры определяется величиной подошвенной поверхности обеих стоп. Картограммы давления стоп на опору показывают, что наибольшее давление имеет место под костными выступами задней нижней поверхности пяточной кости, головок костей плюсны и отростком пятой плюсневой кости. Однако подкожная жировая ткань стопы способствует сравнительно равномерному распределению давления на опорную поверхность. Исходя из среднего веса человека и средней площади опоры, приближенно считают, что при стоянии среднее давление стопы на опору составляет около $0,5 \text{ кг/см}^2$ [56].

Мышечное равновесие между сгибателями и разгибателями стопы достигается, если угол между осью голени и осью первой плюсневой кости составляет 127 градусов. Однако при стоянии босиком этот угол равен 117 градусам. Таким образом, для создания физиологического равновесия мышц необходимо поднятие пяточной части стопы. Считается рациональным, если подъем пятки стопы равен $1/14$ её длины.

При ходьбе одна нога является опорой, другая (переносная нога), выдвинутая вперёд, опускается на поверхность пяткой, затем стопа перекачивается к своей передней части и отталкивается от опоры пучками и пальцами. Период переноса ноги называется «фаза переноса».

Полный цикл ходьбы — период двойного шага — складывается для каждой ноги из фазы опоры и фазы переноса конечности. В опорный период активное мышечное усилие конечностей создаёт динамические толчки, сообщающие центру тяжести тела ускорение, необходимое для поступательного движения) [14].

Началом двойного шага принято считать момент контакта пятки с опорой. В норме приземление пятки осуществляется на её наружный отдел. С этого момента

эта (правая) нога считается опорной. Иначе эту фазу ходьбы называют передний толчок — результат взаимодействия силы тяжести движущегося человека с опорой. На плоскости опоры при этом возникает опорная реакция, вертикальная составляющая которой превышает массу тела человека. Тазобедренный сустав находится в положении сгибания, нога выпрямлена в коленном суставе, стопа в положении лёгкого тыльного сгибания.

Следующая фаза ходьбы — опора на всю стопу. Вес тела распределяется на передний и задний отдел опорной стопы. Другая, в данном случае — левая нога, сохраняет контакт с опорой. Тазобедренный сустав сохраняет положение сгибания, колено подгибается, смягчая силу инерции тела, стопа принимает среднее положение между тыльным и подошвенным сгибанием. Затем голень наклоняется вперёд, колено полностью разгибается, центр масс тела продвигается вперед. В этот период шага перемещение центра масс тела происходит без активного участия мышц, за счёт силы инерции. Опора на передний отдел стопы. Примерно через 65 % времени двойного шага, в конце интервала опоры, происходит отталкивание тела вперёд и вверх за счёт активного подошвенного сгибания стопы — реализуется задний толчок. Центр масс перемещается вперёд в результате активного сокращения мышц [14, 109].

Следующая стадия — фаза переноса характеризуется отрывом ноги и перемещением центра масс под влиянием силы инерции. В середине этой фазы, все крупные суставы ноги находятся в положении максимального сгибания. Цикл ходьбы завершается моментом контакта пятки с опорой.

В циклической последовательности ходьбы выделяют моменты, когда с опорой соприкасаются только одна нога («одноопорный период») и обе ноги, когда вынесенная вперед конечность уже коснулась опоры, а расположенная сзади ещё не оторвалась («двуопорная фаза»). С увеличением темпа ходьбы «двуопорные периоды» укорачиваются и совсем исчезают при переходе в бег. Таким образом, по кинематическим параметрам, ходьба от бега отличается наличием двуопорной фазы [14].

Ходьба здоровых людей, несмотря на ряд индивидуальных особенностей, имеет типичную и устойчивую биомеханическую и иннервационную структуру, то есть определённую пространственно-временную характеристику движений и работы мышц [70].

При беге отталкивание ногой более сильное. Отсутствует также момент двойной опоры, имеющийся при ходьбе, так как в период отталкивания одной ноги (задней) и приземления другой, вынесенной вперёд, тело находится в полёте. Бег, также как и ходьба, относятся к циклическим движениям максимальной интенсивности. Циклом считается двойной шаг (шаг левой и шаг правой ногой), состоящих из двух опорных фаз – отталкивание и приземление – и двух разделяющих их фаз полета. Каждая фаза обуславливает последующую, в которой используется движение предыдущей.

2. Расы человека

2.1 Основная характеристика и классификация рас человека

Раса – система человеческих популяций, характеризующихся сходством по комплексу определённых наследственных биологических признаков. В процессе своего возникновения эти популяции были связаны с определенным географическим ареалом и естественной средой обитания [113, 116].

Также под «расой» можно понимать – группу людей, в которой характерный внешний облик обусловлен общими наследственными конституционными признаками (цветом кожи, формой головы, формой лица и носа, формой и цветом волос, размерами тела и т. д.). В широком смысле слова раса представляет собой форму, в которой характер человека находит выражение в его внешних признаках, в частности в форме головы и лица [3, 12, 16, 17, 81, 82, 115].

Раса является относительно стабильной биологической характеристикой вида людей, но при этом она никак не является формой их общежития, способом

их совместной жизни. Расы различаются по чисто внешним признакам, которые можно определить анатомически [16, 17, 25, 26, 80].

В отечественной и мировой литературе представлены разнообразные расовые классификации, которые основываются на различных принципах их построения, используемых данных и рассматриваемых признаках [2, 3, 6, 17, 25, 80].

Выделяют несколько способов классификации рас:

1) С учетом происхождения и родства, в их основе лежит обнаружение архаических черт, а также эволюционного развития отдельных рас.

2) Без учета происхождения. Выделяют три основные, или большие, расы (европеоидная, монголоидная, негроидная), которые включают в себя 22 малые.

3) На основе популяционной концепции, на протяжении эволюционных признаков малых, а не больших рас позволяет сделать вывод о том, что европеоидная, монголоидная и негроидная расы имеют мозаичное происхождение и представляют собой крупные популяции. Эти популяции объединяются между собой не столько общностью происхождения, сколько климатогеографическими характеристиками [96, 104, 106, 115, 116].

Практически во всех схемах обязательно выделяются как минимум три общие группы (три большие расы): монголоиды, негроиды и европеоиды, хотя названия этих групп могут меняться. Так, монголоидов иногда называют азиатской (или азиатско-американской) расой, негроидную - экваториальной (или австрало-негроидной), европеоидную - кавказоидной (или евразийской). Суть от этого не меняется. Иногда в качестве больших рас выделяются также австралоиды, американоиды (индейцы), койсаноиды (бушмены и готтентоты), реже - океаноиды (полинезийцы), курильская раса (айны) и лапоноиды (лопары, или саамы) [81, 115, 116].

Каждый этнос, развивающийся, создающий свою культуру, расширяющий свои возможности, состоит из двух и более расовых типов [25, 26].

Весьма значительный интерес представляет по сегодняшний день классификация человеческого рода по расам И.Ф. Blumenбаха (1752-1840),

проведенная не без влияния работ Линнея. Согласно этому автору человечество делится на пять рас [2, 3, 4, 6, 16, 17, 82, 84, 96, 99, 105, 115].

1. Кавказская раса. Кожа белого цвета, волосы каштановые, череп округленный. Лицо овальное, на лице нет никаких резких выступов. Лоб плоский, ровный. Нос узкий, с небольшой горбинкой; рот маленький, губы маленькие; подбородок круглый. Черты лица правильные и красивые. К этой расе Blumenbach относит всех европейцев (исключая лопарей, других финских народов), население Западной Азии до Оби, Каспийского моря и Ганга и обитателей Северной Африки.

2. Монгольская раса. Кожа желтовато-грязного цвета. Волосы черные, жесткие, прямые, скудно растущие на голове и подбородке; квадратная форма черепа. Широкое и плоское лицо. Нос маленький, приподнятый кверху. Выпуклые щеки, почти шарообразные. Глаза узкие. К монгольской расе Blumenbach относит всех азиатов за исключением Малайцев и представителей кавказской расы, а также эскимосов и лопарей.

3. Негритянская раса. Кожа черного цвета; волосы кудрявые; сдавленный с боков череп; лоб выпуклый с возвышениями; скулы выдаются вперед; нос сплюснутый, толстый; отступающий назад подбородок; точно вывороченные губы; голени вогнуты внутрь. К данной расе относится все коренное население Африки за исключением ее северных обитателей.

4. Американская раса. Кожа медно-красного цвета. Волосы черные, прямые, жесткие. Лоб низкий; глубоко западающие глаза. Нос немного вздернутый, прямой. К американской расе Blumenbach относил все коренное население Америки за исключением эскимосов.

5. Малайская раса. Кожа каштаново-бронзового цвета. Волосы черные, довольно мягкие, кудрявые, густые. Череп немного сдавленный. Лоб округлый; нос довольно широкий. Большой рог. Верхняя челюсть выдается. К этой расе относится все население Тихоокеанских островов, обитатели Марианских, Филиппинских и Зондских островов, а также жители полуострова Малакки [2, 99].

И. Деникер группировал расы на основе очень небольшого количества признаков, однако глубокие знания существующего антропологического разнообразия позволили ему создать ему весьма достоверную схему (таблица 1).

И. Деникер впервые использовал идею двух уровней дифференциации - выделение сначала 6 основных, а затем 29 второстепенных рас. При этом он последовательно оставался в рамках морфологического описания, то есть использовал исключительно морфологический критерий классификации. Это первая серьезная система, основанная только на биологических признаках.

Выделенные автором группы практически в неизменном виде, хотя и с другими названиями, перешли в более поздние расовые схемы (Деникер И., 1902) [2, 4, 12, 17, 26, 38, 82, 115].

Таблица 1.

Расовая классификация по И. Деникеру.

<i>Основные расовые группы</i>	<i>Малые расовые группы</i>
1) Шерстovidные волосы, широкий нос	Бушменская, негритосская, негрская, меланезийская
2) Курчавые или волнистые волосы	Эфиопская, австралийская, дравидийская (мелано-индийская), ассириодная
3) Волнистые, темные или черные волосы и темные глаза	Индо-афганская, арабская, берберская, средиземно-приморская, островная-иберийская, западная, адриатическая
4) Волнистые или прямые светлые волосы, светлые глаза	Северная, восточная
5) Прямые или волнистые черные волосы, темные глаза	Айнская, полинезийская, индонезийская, южноамериканская
6) Прямые волосы	Североамериканская, среднеамериканская, патагонская, эскимосская, лопарская, угорско-енисейская, туранская, монгольская

Наиболее широко известна схема Я.Я. Рогинского и М.Г. Левина (1963) [81, 82]. В ней связь основных рас представлена с помощью выделения промежуточных групп (таблица 2).

Классификация рас по Я.Я. Рогинскому и М.Г. Левину.

Большие расы	Малые расы
Экваториальная или Австрало-негроидная	Австралийская
	Веддоидная (цейлоно-зондская)
	Меланезийская
	Негрская
	Негрильская (центрально-африканская)
	Бушменская (южноафриканская)
(Промежуточные расы)	Эфиопская (восточноафриканская)
	Южноиндийская (дравидийская)
Евразийская или Европеоидная	Индо-средиземноморская
	Атланта-балтийская
	Беломорско-балтийская
	Среднеевропейская
	Балкано-кавказская
	Уральская
Азиатско-американская или Монголоидная	Североазиатская
	Арктическая (эскимосская)
	Дальневосточная
	Южноазиатская
	Американская
(Промежуточные расы)	Полинезийская
	Курильская (айнская)

Надо отметить, что многие антропологи не согласны с группировкой ряда рас в схеме этих авторов. Например, рядом оказались австралийская и бушменская расы, общих расовых черт у которых практически нет. С другой стороны, отдельные расы Европы и Азии оказываются на одном уровне с американоидной расой, хотя реальное многообразие внутри последней не меньше, чем среди всей большой монголоидной расы и явно больше, чем, например, отличия атланта-балтийской и беломорско-балтийской рас [6, 26, 84, 96, 104].

В 1994 г. на международной конференции памяти В. П. Алексеева А. И. Дубов в своём докладе представил собственную схему деления человеческих рас (таблица 3). Он разделил расы на исходные и метисные.

Метисные расы — это те, основные морфологические характеристики которых не могут быть получены в результате метисации современных рас [3, 4].

Таблица 3.

Классификация рас А. И. Дубова.

Исходная раса	Метисная раса
Тропический (негроидный) подвид	Койсанская раса Негрильская раса Негрская раса Сахельская (эфиопская) метисная раса Папуасско-меланезийская метисная раса
Южный подвид	Веддоидная раса Австралоидная раса Дравидийская метисная раса Полинезийская метисная раса
Западный подвид	Южноевропеоидная раса Североевропеоидная раса Среднеевропеоидная метисная раса Уральская метисная раса
Восточный подвид	Монголоидная раса Южномонголоидная метисная раса Американоидная метисная раса

Известный антрополог Н.Н. Чебоксаров в 1951 г. дал классификацию расовых типов, в которую вошли три большие расы: экваториальная, или австрало-негроидная, евразийская, или европеоидная, азиатско-американская. Большие расы включают в целом 22 малые расы, или расы второго порядка. В 1979 г. Чебоксаров счел возможным выделить отдельно австралоидную расу как расу первого порядка [115, 116].

Большие расы:

1) Экваториальная раса. Темная окраска кожи, волнистые или курчавые волосы, широкий, слабо выступающий нос, низкое или среднее переносье, поперечное расположение ноздрей, выступающая верхняя губа, большая ротовая щель, выступающие вперед зубы.

2) Евразийская раса. Светлая или смуглая окраска кожи, прямые или волнистые волосы, обильный рост бороды и усов, узкий и резко выступающий нос, высокое переносье, продольное расположение ноздрей, прямая верхняя губа, небольшая ротовая щель, тонкие губы. Часто встречаются светлые глаза и волосы. Зубы поставлены прямо. Сильная клыковая ямка. Составляет 2/3 численности населения Земли.

3) Азиатско-американская раса. Смуглый оттенок кожи, прямые, часто жесткие волосы, слабый рост бороды и усов, средняя ширина носа, низкое или среднее переносье, слабо (в Азии) и сильно (в Америке) выступающий нос, прямая верхняя губа, средняя толщина губ, уплощенность лица, внутренняя складка века [115, 116].

Распространение больших рас. Евразийская раса (до эпохи Великих географических открытий), занимала Европу, Северную Африку, Переднюю и Среднюю Азию, Средний Восток, Индию — умеренный и средиземноморский климат, часто — морской климат, мягкая зима [3, 6, 84, 116].

Распространение азиатско-американской расы, — Азия, Юго-Восточная Азия, Индонезия, острова Тихого океана, Мадагаскар, Северная и Южная Америка — все климато-географические зоны [3, 6, 25, 84, 115, 116].

Территории, занимаемые экваториальной расой — к югу от тропика Рака в Африке, Индонезии, Новая Гвинея, Меланезия, Австралия (саванны, тропические леса, пустыни, океанические острова) [3, 6, 26, 84, 115, 116].

Малые расы:

1. Евразийская раса

1) Атланти-балтийская малая раса. Ареал расы — Скандинавия, Британские острова, северные районы Западной и Восточной Европы. Представлена норвежцами, шведами, шотландцами, исландцами, датчанами, русскими, белорусами, прибалтийскими народами, северными французами, немцами, финнами. Раса светлокожая, глаза чаще всего светлые, часто — светлые волосы. Рост бороды средний и выше среднего. Волосяной покров на теле — от среднего до слабого. Лицо и голова крупные (длинно- среднегодовые); лицо длинное. Нос

узкий и прямой, с высоким переносом. В истории сложения расы произошла депигментация [2, 3, 5, 6, 104, 115].

2) Беломоро-балтийская малая раса. Ареал — от Балтийского до Белого морей. Самая светлопигментированная раса, особенно волосы. Длина тела меньше, чем у атлантико-балтийской малой расы, лицо шире и ниже. Более короткий нос, часто с вогнутой спинкой. Этот вариант — прямой потомок древнего населения Средней и Северной Европы [2, 3, 4, 5, 6, 82, 104, 115].

3) Среднеевропейская малая раса. Ареал — вся Европа, особенно Североевропейская равнина от Атлантики до Волги. Расу представляют немцы, чехи, словаки, поляки, австрийцы, северные итальянцы, украинцы, русские. Более темный цвет волос, чем у беломоро-балтийской расы. Голова умеренно широкая. Средние размеры лица. Рост бороды средний и выше среднего. Нос с прямой спинкой и высоким переносом, длина варьирует [2, 3, 4, 5, 6, 81, 104, 115].

4) Балкано-кавказская малая раса. Ареал — евразийский горный пояс. Длина тела средняя и выше средней. Волосы темные, часто волнистые. Глаза темные и смешанных оттенков. Сильный третичный волосяной покров. Голова брахикефальная (короткая). Ширина лица — от средней до выше средней. Нос крупный, с выпуклой спинкой. Основание носа и кончик опущены [2, 3, 4, 5, 6, 81, 104, 115].

5) Индо-средиземноморская малая раса. Ареал — некоторые южные районы Европы, Северной Африки, Аравии, ряд южных районов Евразии до Индии. Представлена испанцами, португальцами, южными итальянцами, алжирцами, ливийцами, египтянами, иранцами, иракцами, афганцами, народами Средней Азии, индусами. Длина тела средняя и ниже средней. Цвет кожи смуглый. Волосы волнистые. Глаза темные. Третичный волосяной покров умеренный. Нос прямой и узкий, переносе высокое. Глазное яблоко широко раскрыто. Средняя часть лица преобладает. Складка верхнего века развита слабо [2, 3, 5, 6, 104, 115].

6) Лапоноидная малая раса. Ареал — север Фенноскандии. Основа антропологического типа лопарей (саами). В древности широко распространена на севере Европы. Смешение европеоидных и монголоидных признаков. Кожа

светлая, волосы темные, прямые или широковолнистые, мягкие. Глаза темные или смешанных оттенков. Третичный волосяной покров слабый. Голова крупная.

Лицо низкое. Нос короткий и широкий. Межглазничное расстояние широкое.

Длина тела небольшая. Ноги относительно короткие, руки длинные, корпус широкий [2, 3, 5, 6, 104, 115].

2. Азиатско-американская раса

1) Тихоокеанские монголоиды.

А) Дальневосточная малая раса. Входит в состав населения Кореи, Китая, Японии. Цвет кожи смуглый. Глаза темные. Эпикантус встречается часто. Третичный волосяной покров очень слабый. Рост средний или выше среднего.

Лицо узкое, средней ширины, высокое, плоское. Высокий мозговой череп. Нос длинный, с прямой спинкой, слабо-средневыступающий.

Б) Южноазиатская малая раса. Цвет кожи темнее, чем у дальневосточной расы. В сравнении с ней эпикантус менее характерен: лицо менее уплощено и ниже; губы более толстые; нос относительно шире. Череп небольшой и широкий. Лоб выпуклый. Длина тела небольшая. Ареал — страны Южной и Юго-Восточной Азии.

2) Северные монголоиды А) Североазиатская малая раса. Цвет кожи более светлый, чем у

тихоокеанских монголоидов. Волосы темные и темно-русые, прямые и жесткие.

Лицо высокое и широкое, очень плоское. Мозговой череп невысокий. Встречается очень низкое переносье. Част эпикантус. Разрез глаз небольшой: Длина тела средняя и ниже средней. Входит в состав многих коренных народов Сибири (эвенков, якутов, бурятов).

Б) Арктическая малая раса. Входит в состав эскимосов, чукчей, американских индейцев, коряков. Пигментация темнее, чем у североазиатской малой расы; лицо более прогнатное. Волосы прямые и жесткие. Эпикантус встречается у 50% представителей расы. Нос умеренно выступает. Широкая нижняя челюсть. Сильно развиты костяк и мышцы. Корпус и руки короткие. Грудная клетка округлая.

3. Американская раса Ареал — обширная территория Америки. Крупный нос, иногда выпуклый.

Уплощенность лица умеренная. Эпикантус редок. Лицо и голова большие. Массивное тело.

4. Австрало-негроидная раса

1) Африканские негроиды А) Негрская малая раса. Ареал — саванна и прилесная зона Африки. Цвет

кожи темный или очень темный. Цвет глаз темный. Волосы сильно курчавые и спирально завитые. Нос широкий в крыльях. Низкое и плоское переносье. Губы толстые. Сильный альвеолярный прогнатизм. Третичный волосяной покров средний и слабый. Глазная щель широко раскрыта; глазное яблоко несколько выступает вперед. Межорбитальное расстояние большое. Длина тела средняя или выше средней. Конечности длинные, корпус короткий. Таз небольшой.

Б) Бушменская малая раса. Ареал расселения — пустынные и полупустынные районы Южной Африки. Желтовато-бурый цвет кожи. Волосы и глаза темные. Волосы спирально-завитые, слабо растут в длину. Нос широкий, с низким переносьем. Третичный покров слабый. Разрез глаз меньше, чем у негрской расы, встречается эпикантус. Лицо небольшое, несколько уплощенно. Небольшая нижняя челюсть. Длина тела ниже среднего. Сильное развитие жира на ягодицах. Морщинистость кожи. Бушмены — остаток древней расы Африки древне- среднекаменного века.

В) Негрильская малая раса. Аборигены тропического леса Африки. Пигментация и форма волос, как у бушменов. Нос более широкий, но выступает сильнее. Разрез глаз значительный, глазное яблоко сильно выдается. Сильно развит третичный волосяной покров. Длина тела очень мала, ноги короткие, руки длинные. Суставы подвижные.

2) Океанийские негроиды А) Австралийская малая раса. Коренное население Австралии. Цвет кожи

темный, но светлее, чем у негрской расы. Цвет волос — от коричневых до черных. Форма волос — от широковолнистых до узковолнистых и локоновых.

Глаза темные. Третичный волосяной покров развит хорошо на лице и слабо на теле. Нос очень широкий, низкое переносье. Разрез глаз большой; положение глазного яблока глубокое. Губы средней толщины. Челюсти выдаются вперед. Длина тела средняя и выше средней. Корпус короткий, конечности длинные. Грудная клетка мощная, мышцы хорошо развиты, шея короткая. Череп, в отличие от скелета, очень массивный.

Б) Меланезийская малая раса. Ареал распространения — Новая Гвинея и острова Меланезии. В отличие от австралийцев, курчаволосы, имеют меньший рост, третичный волосяной покров развит слабее. Папуасы часто имеют крупный, с выпуклой спинкой и опущенным кончиком нос (аналогичен переднеазиатским европеоидам).

5. Веддоидная малая раса.

Ареал расы — острова Индонезии, Шри-Ланка, Южная Индия. Представляет собой уменьшенный вариант австралийцев. Умеренно темная кожа, волнистые волосы, средняя толщина губ, умеренное выступание челюстей. Нос в крыльях уже, переносье не слишком низкое. Третичный волосяной покров слабый. Длина тела средняя и ниже средней. Часто данная раса объединяется с австралийской в одну. В древности оба варианта имели широкое распространение.

Контактные расы На стыке ареалов больших рас выделяются контактные расы, имеющие особую классификацию. На территории, где контактируют европеоиды и монголоиды, выделяются уральская и южносибирская малые расы; смешение европеоидов и негроидов дали эфиопскую малую расу; европеоидов и веддоидов — дравидийскую малую расу [2, 3, 5, 6, 12, 81, 82, 104, 115].

1. Уральская малая раса. Ареал расы — Приуралье, Зауралье, часть Западной Сибири. Кожа светлая. Волосы темные и темно-русые, прямые и широковолнистые, часто мягкие. Цвет глаз — смешанные и темные оттенки, немного светлых. Нос прямой или с вогнутой спинкой, кончик приподнят, переносье средней высоты. Лицо небольшое и относительно широкое, низкое и

умеренно уплощенное. Губы средней толщины. Третичный волосяной покров ослаблен. Уральская раса сходна с лапоноидной, но люди крупнее и имеют монголоидную примесь. Уральская раса представлена манси, хантами, селькупам, некоторыми поволжскими народами, некоторыми народами Алтае-Саянского нагорья.

2. Южносибирская малая раса. Ареал расы — степи Казахстана, горные районы Тянь-Шаня, Алтае-Саяны. Цвет кожи смуглый и светлый. Цвет волос и глаз, как у уральской расы. Нос с прямой или выпуклой спинкой, крупный, переносье средней высоты. Лицо довольно высокое и широкое. Волосы часто прямые и жесткие. Средний рост. Вариант более массивный, чем уральский. К данной расе относятся казахи и киргизы.

3. Эфиопская малая раса. Распространена в Восточной Африке. Цвет кожи — с коричневыми оттенками. Цвет волос и глаз темный. Волосы курчавые, мелковолнистые. Третичный покров ослаблен. Нос прямой, с довольно высоким переносьем, неширокий. Лицо узкое, губы средней толщины. Длина тела средняя и выше средней; тело узкосложенное. Древний вариант человечества (со среднего и нового каменного века).

4. Дравидийская (южноиндийская) малая раса. Ареал распространения — Южная Индия на стыке южных европеоидов и веддоидов. Кожа коричневых оттенков. Волосы прямые и волнистые, пропорции лица и его деталей стремятся к средним значениям.

5. Айнская (курильская) малая раса. Ареал — остров Хоккайдо. Цвет кожи — смуглый. Волосы темные, жесткие, волнистые. Глаза светло-карие. Эпикантус редок или отсутствует. Очень сильно развит третичный волосяной покров. Лицо низкое, широкое, немного уплощено. Нос, рот и уши крупные, губы полные. Руки длинные, ноги относительно короткие. Телосложение массивное. Айны иногда считаются особой большой расой; их относят также и к европеоидам или австралооидам.

6. Полинезийская малая раса. Ареал — острова Тихого океана. Новая Зеландия. Кожа смуглая, иногда светлых или желтоватых оттенков. Волосы темные,

волнистые или прямые. Третичный волосяной покров на теле слабый, на лице средний. Нос невыступающий, относительно широкий. Губы полноватые.

Крупные размеры тела. Остается неясным вопрос, какие великие расы вошли в качестве компонентов смешения в данный вариант.

В 1963 году в своей книге Гинзбург представил свою классификацию рас человека. Он выделял большие (основные) расы, так и промежуточные между ними [23].

В пределах большой евразийской расы различают следующие малые: 1) беломорско-балтийскую, 2) атланти-балтийскую, 3) среднеевропейскую, 4) балкано-кавказскую, 5) индо-средиземноморскую. Первые две расы, составляющие северную ветвь европеоидной расы – светлопигментированные, последние две (южная ветвь европеоидной расы) – обладают темной пигментацией волос и радужной оболочки глаз. Атланти-балтийская раса отличается от беломорско-балтийской также более узким лицом с резко выступающим более крупным носом. более обильным третичным волосяным покровом, а также более высоким ростом. Обе темнопигментированные расы характеризуются очень обильным третичным волосяным покровом, удлинённым лицом и значительным выступанием носа. Средняя длина тела в разных группах значительно варьирует. Среднеевропейская раса характеризуется круглой формой головы, невысоким, среднешироким лицом с нерезко выступающим носом, умеренным волосяным покровом, невысоким ростом и разной степенью пигментации, с преобладанием темных тонов [2, 3, 4, 5, 6, 25, 26, 81, 96, 104, 115].

Большую азиатско-американскую расу составляют следующие малые расы: североазиатская, арктическая, американская – образующие северную ветвь монголоидных рас; дальневосточная и южноазиатская – южную их ветвь [2, 3, 4, 5, 6, 25, 26, 81, 96, 104, 115].

Североазиатская раса представлена двумя вариантами: байкальским и центральноазиатским. Байкальский тип, по сравнению с центральноазиатским, характеризуется несколько более светлой пигментацией и меньшей жесткостью волос, но в тоже время еще более уплощенным лицом и низким переносом, еще

более слабым ростом бороды и более тонкими губами. Арктическая раса характеризуется темной пигментацией волос и глаз, более узким, сильнее выступающим носом и более длинной формой черепной коробки [2, 3, 5, 6, 26, 81, 104, 115].

Американская раса близка к арктической, но имеет еще более темную пигментацию кожи, волос и радужки, крупным, мезогнатным лиом с резко выступающим носом. Эпикантус очень редок. Дальневосточная раса характеризуется очень тугими волосами, очень темно пигментацией волос и глаз, значительно более круглым лицом, несколько выступающим вперед, с более толстыми губами и более высокой черепной коробкой [2, 3, 5, 6, 26, 81, 104, 115].

Южноазиатская раса еще смуглее, чем дальневосточная, характеризуется еще более утолщенными губами, более коротким лицом и более широким носом. Для нее характерен и меньший рост.

Большую экваториальную расу образуют шесть малых рас: восточная ветвь – австралийская, веддоидная; западная – меланезийская, негрская, негрильская, бушменская.

Для астралийской расы характерны волнистые волосы и очень обильный третичный волосяной покров на лице и теле, а также резко выступающее надбровные дуги. Веддоидная раса характеризуется волнистыми волосами, но слабым развитием волосяного покрова. Все остальные группы, входящие в экваториальную расу. характеризуются курчавыми, резко развитыми волосами [2, 3, 5, 6, 23, 96, 106].

Негрская раса - большая толщина губ, более плоская спинка носа, нерезко выраженный третичный покров, а также высокий рост. Негрилльская раса характеризуется очень низким ростом, более развитым третичным волосяным покров, более резко выступающим носом и тонкими губами.

Бушменская раса характеризуется короткими, закрученными волосами, невысоким ростом. От негрской отличается более светлой кожей с желтоватым оттенком и более узким носом при более плоском лице. Характерно резкое отложение жира в ягодичной области [2, 3, 5, 6, 23, 96, 106].

Между большими расами имеются промежуточные расы, характеризующиеся сглаженными чертами или сочетающие признаки обеих рас [25, 28].

2.2. Критерии определения рас человека

Существует ряд признаков, по которым можно дифференцировать расы человека, в основном, это пигментация, структура волос, степень развития третичного волосяного покрова, строение верхнего и нижнего века, строение черепа [12, 23, 82, 106, 116].

2.2.1. Пигментация

Важнейшим расовым признаком является пигментация. Наиболее легко визуализируемым объектом на содержание пигмента является кожа человека, но в тоже время количество пигмента влияет и на цвет глаз, волос [2, 12, 23, 81, 105, 115].

В коже меланин залегает в поверхностном слое эпидермиса. В более глубоком слое кожи пигмент у взрослых людей, как правило, отсутствует. В эпидермисе меланин может залегать в виде зерен или находиться в диффузном состоянии (обеспечивает красноватый оттенок). Помимо количества и распределения меланина для цвета кожи существенное значение имеет просвечивание крови через стенки мельчайших сосудов (капиллярах). Что наиболее заметно у светлокожих людей по сравнению с темнокожими. Различные участки тела бывают окрашены неодинаковой интенсивно [23, 115, 116].

Изменение пигментации кожи у представителей разных народов зависит от географической широты. Чем ближе к экватору, тем пигментация сильнее. Самые светлые тона у европеоидов встречается в поясе светловолосых рас. Под действием солнечных лучей кожа темнеет, так как усиленный освещение вызывает интенсивное отложение пигмента, который защищает тело человека от

вредного действия ультрафиолетового излучения. Смуглые люди быстрее загорают и легче переносят воздействие на кожу солнечных лучей. Отложение пигмента при загаре не имеет наследственного характера и не может считаться расовым признаком. Следует также отметить, что с возрастом кожа темнеет.

Различия в окраске кожи между новорождёнными европейцами и африканцами, гораздо меньше, чем между взрослыми людьми этих групп. Антропологи определяют цвет кожи только на обычно закрытых одежды участках тела, чаще всего на тыльной стороне плеча или на животе. Пигментацию кожи принято определять по шкале немецкого антрополога Феликса фон Лушана, состоящей из 36 непрозрачных стекол различной окраски. На северном побережье Средиземного моря показатели по шкале Лушана составляют 10-12, на южном – 12-15. Среди азиатских монголоидов светлые тона встречаются у северных китайцев, к югу показатель смуглости увеличивается. Максимальная насыщенность пигментом встречается у африканских негроидов и достигает до 33-35 баллов [2, 3, 6, 12, 17, 96].

Цвет волос зависит от количества и характера пигмента, заключенного в поверхностном слое волоса. Чем больше зернистого пигмента содержится в клетках этого слоя, тем темнее волосы. Антропологи обычно различают черные, тёмно-русые, светло русые и белокурые волосы. Отдельно отмечается процент рыжих волос. Черные, тёмно-русые волосы часто объединяют в группу темных, а все остальные, за исключением рыжих -- в светлую. Советский антрополог В.В. Бунак предложил для определения цвета волос в новую шкалу, основанную на точных колориметрических данных; вся гамма оттенков разбита в ней на три ряда: красноватый, желтоватый и пепельный [3, 16, 116].

По цветам глаз обычно понимают окраску радужной оболочки. Окраска зависит как от количества пигмента, так от глубины залегания. Самый глубокий слой радужки, у всех людей содержит некоторое количество меланина. При залегании пигмента только глубоких слоях радужки глаза кажутся светлыми, при большом количестве пигмента располагающийся по всей толщине радужки получают различные оттенки темных глаз. Если меланин, распределенный в

различных слоях неравномерно, создается впечатление смешанных глаз [116]. Для определения цвета глаз служат различные шкалы. Наиболее удачной из них является схема В.В. Бунака, в которой различают три основных типа окраски радужки: темный и светлый, смешанный [16].

Географические вариации цвета глаз, в общем, совпадают с территориальной изменчивостью окраски волос, но светлые глаза в слабо среднепигментированных группах, как у большинства европейцев, встречаются чаще, чем светлые волосы. У новорожденных европейцев глаза обычно имеют серо-голубой, синий или темно-фиолетовый оттенок, у негроидов – карий, а у монголоидов – зеленовато-карий. Пигментными клетками набиты грубые и мало разветвленные клетки радужной оболочки у негроидов, у монголоидов этих клеток больше, но они меньше по своему размеру, у европейцев этих клеток меньше, но они более нежные. У темнокожих рас эта оболочка покрывает конъюнктиву и зрачок, вследствие чего последний кажется не белым, а желтоватым, а его край имеет коричневую кайму [2, 116].

Значительны также возрастные изменения окраски радужки. В сильно-среднепигментированных группах глаза у детей обычно бывают более темными, чем у взрослых и особенно у стариков. В депигментированных группах это изменчивость выражено не так ясно: у детей глаза могут казаться даже светлее чем у взрослых [82].

2.2.2. Волосяной покров

Издавна волосы относились к одним из наиболее ключевых критериев расовой типологии; следует отметить, что именно по их структуре определяют расовое происхождение [2, 3, 4, 6, 81, 84, 96].

Форма волос включает две их особенности: жесткость и извилистость. Жесткость зависит от толщины волоса, которая определяется под микроскопом путем измерения площади поперечного сечения. Чем больше площадь, тем жестче волос. Извилистость волос связана с расположением их корней в коже и с

формой их поперечного сечения. У прямых волос корень не имеет изгиба, и волосы выходят из кожи под углом, близким к прямому; у волнистых корень изогнут и угол высота более острый; у кольчатых волос изгиб корни еще больше, а угол выхода меньше. Угол роста волос у каждой расы тоже разный. Если у негроидов они растут под углом 20-70 градусов, то у монголоидов под углом 90 градусов [106, 115, 116]. Степени жесткости извилистости волос обычно определяются отдельно: по первому признаку различают тугие и мягкие волосы, по второму - прямые, широковолнистые, узковолнистые, и курчавые разных степеней (закрученные, завитушками, филь-филь, спиральные). У монголоидов обладающими прямыми волосами он составляет 90 градусов, у европеоидов с волнистыми волосами – 75 и у курчавоволосых негроидов – 60 градусов [81, 106, 115].

Третичный волосяной покров у мужчин бывает выражено гораздо сильнее. При антропологических исследованиях этот признак проявляют отдельно на лице на теле. На лице третичного волосяного покрова относят бороду и усы. Так же большое значение играет и плотность произрастания волос. У европеоидов волосы растут группами по 2-4, у рыжеволосых по 5, у негроидов по 2-3. Степень оволосения оценивают по пятибалльной шкале, где один балл - слабое, а пять - очень сильное. Наиболее слабый рост бороды характерен для многих народов Центральной и Северной Азии, а также для индейцев Северной Америки. Максимальные степени развития бороды были отмечены у айнов Японии, у австралийцев, у некоторых народов передней Азии и Закавказья [104, 106, 115, 116].

2.2.3. Строение черепа

Большое значение для выделения рас имеют различные признаки головы и лица, изучаемые антропологами как на живых людях, так и на черепках. У представителей разных рас строение черепа сильно различается. Из абсолютных диаметров головы чаще всего измеряют наибольшую длину между надбровной и

затылочной точками, а также наибольшую ширину между теменными костями. Процентное отношение второго размера к первому называется "головным указателем". Географическая изменчивость головного указателя очень велика: самые различные средние этого индекса встречается не только у народов разных стран, но и в разных местных группах одного этноса. Долихоцефалия преобладает среди коренного населения Австралии, меланезии, Индии и Африки, широко распространена в Средиземноморье и Скандинавии и др. Брахицефалия также распространена у народов разных стран: в Центральной, юго-восточной и передней Азии, на Кавказе, на балканском полуострове, в некоторых районах северной и южной Америки. Основной аномалией черепа является метопизм - шов, образованный на месте соединения двух лобных костей. Лобный шов у европеоидов встречается гораздо чаще, чем у представителей других рас. У высших представителей монголоидной и европеоидной рас выражен в 8-10 раз больше, чем у негроидов [106, 115].

Из описательных признаков головы отметим физиологически связанные между собой наклон лба и развитие надбровья. Сильнонаклонным лбом и развитым надбровьем отличаются австралийцы, в меньшей степени папуасы меланезийцы, армяне, некоторые группы северных европейцев. Прямой или слабонаклоненный лоб в сочетании с маловыраженным надбровьем характерен для многих народов Южной Азии, Африки, Средиземноморья [96, 106].

Одним из самых важных расовых признаков является горизонтальная профилировка лица, по ней различают: плоские, среднепрофилированные и сильно-профилированные. Иногда отдельно отмечают степени выступания скул – слабая, средняя или сильная. Вертикальная профилировка лица зависит от степени выступания челюстей. Если челюсть выступает вперед только в альвеолярной части – альвеолярный прогнатизм [3, 116].

Для европеоидов, живших в высокогорьях, где разреженность воздуха требовала большой площади носового отверстия, а низкая температура способствовала увеличению объема согревающей камеры носа, большое значение имели крупные размеры и сильное выступание носа. Вертикальное лицо

европеоидов и монголоидов делает более резким изгиб носоглотки, увеличивая путь вдыхаемого воздуха, тем самым предохраняя носоглотку от охлаждения.

Представители негроидной расы имеют низкое или среднее переносица и поперечное расположение ноздрей. И в отличие от других рас, большинство представителей темнокожего населения нашей планеты имеют большую ротовую полость и толстые губы [23, 96, 104, 115].

2.2.4. Форма глаз

Наибольшее значение в форме глаз имеют эпикантус и складка верхнего века. У народов Центральной, Восточной и Северной Азии эпикантус отмечают в 50-60%. К западу, востоку и югу от этой зоны частота эпикантуса быстро убывает. Но главная, же особенность разреза глаз представителей желтой расы – глазная щель, от которой во многом зависит выражение лица. Сравнительно редок эпикантус население юго-восточной Азии и Америки, на юге и юго-западе Азии, в Австралии, Африке большинстве стран Европы у взрослых он почти отсутствует. Групповые вариации складки верхнего века, в общем, соответствуют вариациям эпикантуса. Но стоит отметить, что складка распространена гораздо шире, и встречается в группах, где эпикантус у взрослых людей отсутствует.

Развитие эпикантуса и складки антрополог определяют обычно описательно по 4 балльной системе, где 0 баллов – полно отсутствие признака. На черепках в глазной области определяет высоту и ширину костных глазниц, и их отношение. Расовая особенность орбит у монголоидов выражается в расположении линии их максимального растяжения по ширине. У европейцев эта линия больше наклонена к горизонтали, что указывает на более высокое расположение всей внешней орбитальной области у представителей монголоидной расы. Высокие глазница характерно для многих азиатских народов, а также для индейцев Северной Америки. Низкими орбитами отличаются черепа тасманийцев, меланезийцев, папуасов и большинства африканцев [2, 96, 116].

В эволюционном плане особый интерес представляют мышцы для смыкания век. Так у примитивных рас они связаны с мышцами носовой области,

а у высших – они совершенно самостоятельны. У негроидов довольно часто встречается образование хрящей на конъюнктиве, что является отличительной особенностью обезьян, у монголоидов это явление встречается реже и почти совсем отсутствует у европеоидов [3, 96].

2.3. Зависимость расовых признаков от пола и возраста

У женщин по сравнению с мужчинами той же группы, как правило, более брахицефальная голова, прямой лоб, слабее развито надбровье, меньше выступает нос, чаще встречается вогнутая его спинка и т.п. Еще более значительны возрастные изменения расовых признаков, происходящие не только в детстве, но и на протяжении всей жизни. Дети по большинству особенностей головы и лица более сходны с женщинами, чем с взрослыми мужчинами. С возрастом несколько понижается головной указатель, увеличивая наклон лба и выраженностью надбровья, исчезает эпикантус (если он был в детстве), повышается переносе, спинка носа имеет тенденцию становится более выпуклой, а кончик и основание более опущенными, резко уменьшается толщина губ, увеличивается ширина рта. Некоторые изменения идут в одном направлении от рождения до старости, другие же в пожилом возрасте меняет свой характер, к примеру, складка верхнего века сначала уменьшается, а затем может увеличиваться. Поэтому антропологи, сравнивая различные группы, учитывают их возрастной состав; обычно все обследованные взрослые разбиваются на три группы: до 25 лет, от 26 до 39 лет, старше 40 лет [105, 116].

ГЛАВА 2. Материалы и методы исследования

2.1. Объект и объем исследований

Было проведено исследование анатомо-функционального состояния стоп европеоидной и монголоидной рас юношеского возраста различных типов телосложения. 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. Распределение по соматотипам приведено в таблице 4.

Таблица 4.

Распределение исследуемых лиц в соответствии с расой и соматотипом

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

2.2. Определение расовой принадлежности

Основной методикой определения расы была выбрана классификация признаков рас по Гинзбургу В.В. (1963) [24].

В основе классификации лежит определение пигментации тела, волос; формы и жесткости волос, развитие третичного оволосенения, профилировка лица, строение носа, губ и верхнего века.

Европеоидная раса - ортогнатное лицо, значительно выступающие вперед кости скелета лица; резко выступающий, узкий, с глубоким корнем нос; несколько направленные кзади скулы; средне или сильно развитые клыковые ямки, губы тонкие или умеренно толстые, сильный или средний рост волос на лице и теле.

Монголоидная раса - крупный череп с плоским, широким и высоким лицом; высокие орбиты; отличается разрезом глаз – сильное развитие складки верхнего века, эпикантус; слабо выступающий с неглубоким корнем нос; хорошо развитые, выступающие скулы у американской группы и слабо выступающие - у азиатской группы; клыковые ямки не углублены или углублены очень мало; небо широкое.

2.3. Определение типов телосложения

Для оценки типов телосложения у лиц юношеского возраста обеих рас был выбран популяционно-центристский подход (Тишевская И.А., 2000). Основным методом определения соматотипа было вычисление индекса Пинье и соотношение полученных данных со схемой М.В. Черноруцкого (1925). Для вычисления данного показателя у лиц обоего пола обеих этнических групп измерены такие параметры, как рост, масса тела и окружность грудной клетки.

Измерение антропометрических параметров происходило в первой половине дня натощак. Измерение роста проводилось в положении стоя при помощи ростомера, обследуемые стояли ровно, с прямой спиной, прижимаясь к стойке пятками, ягодицами, лопатками и затылком, затем опуская планшетку на голову, фиксировали результаты измерения в миллиметрах. Для определения массы тела использовались напольные медицинские весы. Пациенты обеими ногами, без обуви, вставали на весы, результаты фиксировались в килограммах. Окружность грудной клетки замерялось с помощью сантиметровой ленты в положении стоя. Сантиметровую ленту накладывали плотно, но без натяжения : 1) сзади - по нижним углам лопаток (под лопатками), 2) спереди - на уровне 4-го ребра: у юношей - ниже сосков; у девушек - над основанием груди либо под грудными железами. Результаты записывали в миллиметрах.

На основании полученных данных обследуемые лица юношеского возраста разбиты на группы, для каждой из которых вычислен индекс Пинье по уравнению ($J=L-(P+T)$, где L - длина тела (см), P - масса тела (кг), T - обхват грудной клетки (см)). Также были определены средние значения индекса Пинье, его средние квадратичные (сигмальные) отклонения. В соответствие с последним вариационный ряд индекса разбит на три категории. При этом величина индекса Пинье $M \pm 1\sigma$ определяется как нормостенический тип телосложения (первая категория), менее $M-1\sigma$ –гиперстеническое телосложение (вторая категория), более $M+1\sigma$ –астеническое (третья категория).

2.4. Методы исследования анатомо-функционального состояния стопы человека

Исследование морфофункционального состояния стопы у лиц юношеского возраста обеих расовых групп осуществлялось при помощи автоматизированного программно-аппаратного комплекса (ООО «Ортопед», Волгоград), а также включало системный анализ и графоаналитическую расшифровку цифрового изображения стопы (рисунок 1).

Алгоритм проводимых исследований имел следующую структуру: 1) учетная запись; 2) собственно оцифровка стопы; 3) вычисление индексов стопы; 4) формирование файла отчета.

Создание учетной записи предполагала регистрацию общих сведений обследуемых лиц, в частности: ФИО, пол, возраст, рост, масса тела, окружность грудной клетки на спокойном выдохе, группа здоровья и другие дополнительные сведения.

Оцифровка стопы позволяла получать и сохранять в цифровом виде основные ключевые ее параметры для последующего анализа. Обработка полученных данных и выдача заключения, о морфофункциональном состоянии стопы обследованного производилась в автоматизированном режиме.

Для проведения массовых обследований людей был использована волгоградская технология автоматизированного обследования морфологического и функционального состояния стоп.

Используемый в работе аппаратно-программный комплекс состоял из следующих компонентов: управления плантографической установкой (укрепленной сканером) и получения снимков стопы исследуемого (рисунок 1); получения и хранения данных об исследуемом (паспортные данные, антропометрические параметры, полученные изображения стопы, результаты диагностики); обработки и распознавания изображения; формирования индивидуального отчёта в текстовый процессор Microsoft Word по результатам

диагностики стопы; формирования группового отчёта по диагностике группы людей в табличном процессоре Microsoft Excel.

Основу составляет компонент хранения данных об обследовании, который обменивается данными со всеми остальными компонентами комплекса.

Указанный компонент хранит данные об обследовании в формате XML и изображения в формате JPEG, что позволяет обмениваться данными с другими приложениями. Предусмотрены диалоговые окна для задания паспортных данных пациента и параметров обследования.

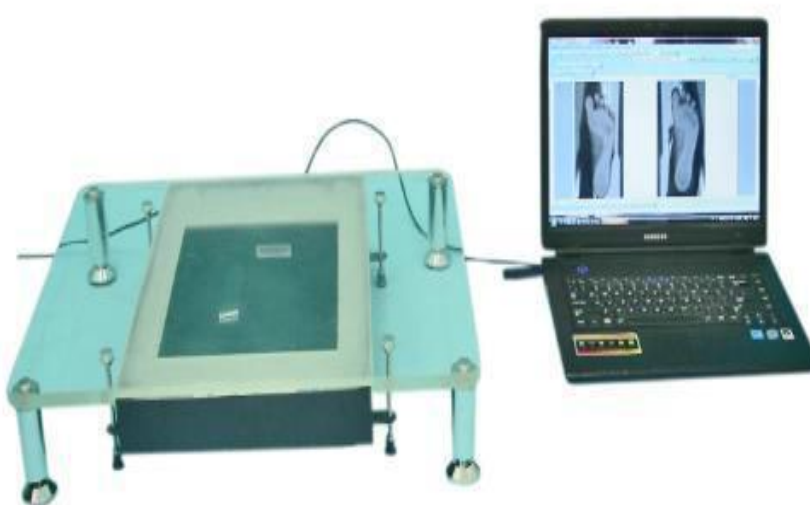


Рисунок 1. Аппаратно-программный комплекс для определения анатомических параметров стопы.

Компонент управления плантографической установкой работает со сканером через TWAIN и позволяет задавать параметры сканера, а затем передавать полученное изображение стопы в компонент хранения данных, откуда она может быть взята для дальнейшей обработки.

Компонент обработки и распознавания изображения стопы реализует разработанные методы и алгоритмы, что позволяет определить состояние стопы человека по ее изображению. Для обучения системы предусмотрены диалоговые окна, в которых обследования, чтобы системы пересчитала и уточнила границы для интервалов разбиения каждой характеристики стопы.

Компонент формирования индивидуального отчёта в текстовый процессор Microsoft Word данные о пациенте и результаты определения состояния стопы у группы обследуемых. Эти данные могут в дальнейшем использоваться для статистической обработки.

Плантограф представляет собой серийно выпускаемый планшетный сканер с ПЗС-матрицей (CCD), помещенный в прочный металлический корпус. Планшетное сканирование обеспечило высокое качество получаемых снимков стопы, а, следовательно, высокую достоверность и диагностическую точность результатов. Этот метод обследования безопасен для здоровья испытуемых. Сканер получает электропитание пониженного напряжения (+12 В) и гальванически развязан от питающей его сети. Управление работой сканера, снятие отпечатков стопы и обработка полученных снимков осуществлялась при помощи специального программного обеспечения.

Перед проведением обследования каждому его участнику был произведен инструктаж и даны разъяснения о задачах проводимой работы с целью уменьшения влияния на результаты опыта психоэмоционального напряжения, вызванного процедурой исследования. При этом заполнялся протокол информированного согласия на проведение исследования, согласованный с локальным независимым биоэтическим комитетом (протокол № 119-2015 от 25 октября 2015 г.).

Испытуемый аккуратно вставал на рабочую поверхность сканера всей подошвенной поверхностью стопы поочередно левой и правой ногой. Обработка полученных снимков проводилась при помощи компьютерной программы. Общее окно программы с полученными снимками стопы показано на рисунке 2, на котором видно, что снимки стопы являются очень четкими и контрастными.

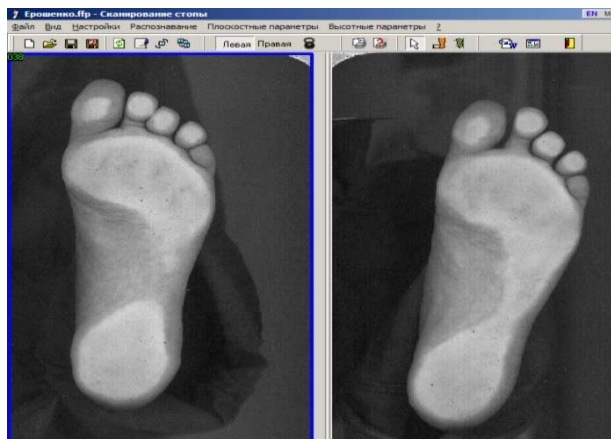


Рисунок 2. Первичный вид рисунка отсканированной стопы.

Компьютерная обработка отсканированного рисунка стопы проводилась по следующему алгоритму (рисунок 3). Определялись точки A и B , соответствующие головкам 1-й и 5-й плюсневых костей. Они соединялись прямой линией. На наружной стороне отпечатка стопы через точки B (головка 5 плюсневой кости) и C (наиболее выступающая кнаружи точка пятки) проводилась прямая линия, от которой восстанавливался перпендикуляр из точки D (крайняя задняя точка отпечатка пятки). Длину стопы (отпечатка) определяли от точки D до более длинного пальца (1-го или 2-го).

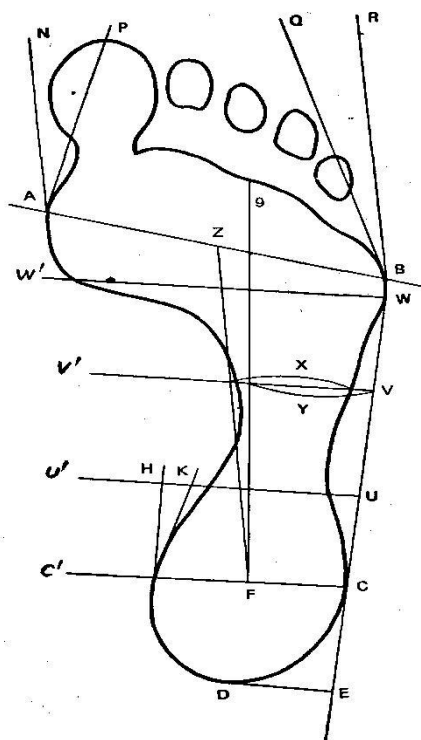


Рисунок 3. Схема расчета анатомо-функциональных параметров стопы.

От точки E по прямой BE откладывались отрезки, равные 0,16, 0,30, 0,46 и 0,60 длины отпечатка. Из вновь найденных точек восстанавливались перпендикуляры к прямой BE (cc' , uu' , vv' , ww').

Кроме того, проводились:

1. Линия, отсекающая наружную часть продольного свода. Она соединяла середину линии cc' (точка F) с точкой G (точка между основаниями 3-го и 4-го пальцев);
2. Перпендикуляр $c'H$ к линии cc' ;
3. Линия, соединяющая точки c' и K (по отпечатку вверх и вперед на 1 см от c');
4. Условная ось стопы — линия, соединяющая точки F и Z (середина линии AB);
5. Линии AP и BQ из точек A и B через крайние передние точки отпечатков 1-го и 5-го пальцев;
6. Линии AN и BR , параллельные условной оси стопы.

Представленный выше способ определения состояния стопы, был положен в основу компьютерного метода диагностики, примененной в настоящей работе. На рисунке 4 показано окно программы для расчета морфофункционального состояния стопы.

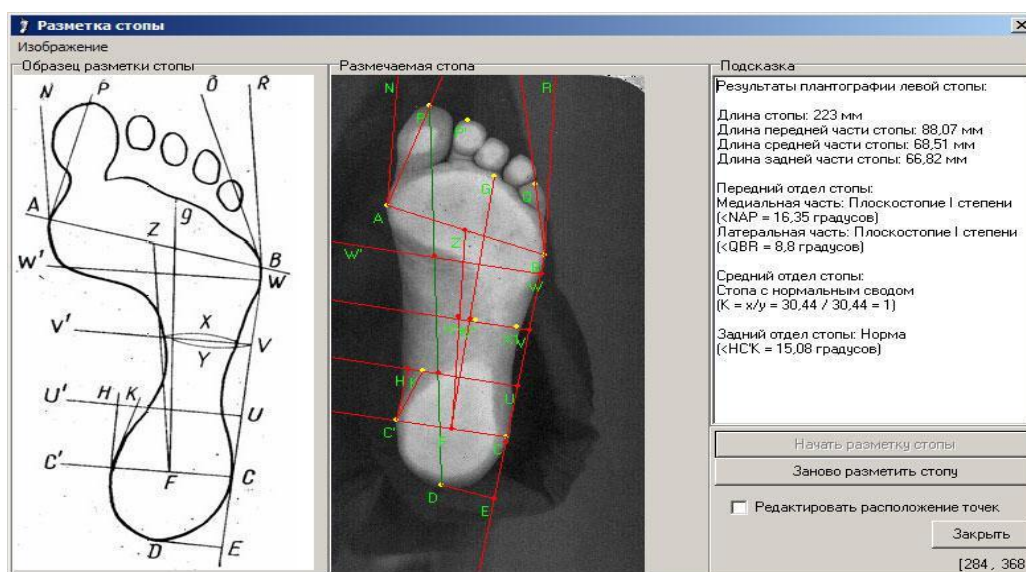


Рисунок 4. Окно программы расчета анатомо-функциональных параметров стопы.

Анализируя полученный на экране монитора отпечаток, становится хорошо заметным, что прилегающая к поверхности сканера поверхность стопы выглядит более светлой на снимке. Таким образом, в изображении стопы имеется достаточно информации, чтобы получить площадь прилегающей к сканеру поверхности стопы. Для определения площади в программе используется определение контура стопы и подсчет точек, лежащих внутри контура (Калужский С.И., 2005) (рисунок 5). Каждый из отделов опорной поверхности стопы программой выделяется своим цветом.

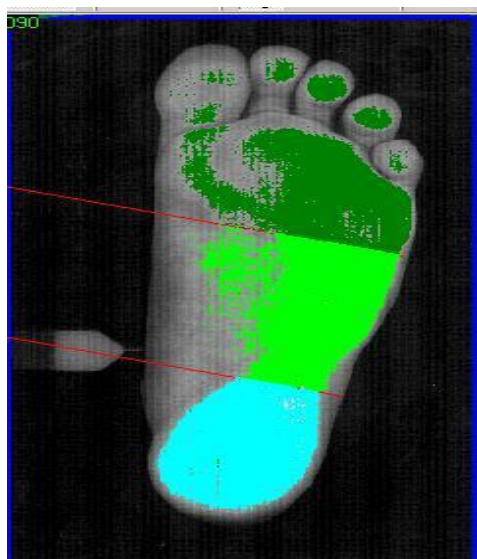


Рисунок 5. Определение площади опорной поверхности всей стопы и ее отделов.

В связи с тем, что компьютерный рисунок стопы, полученный путем планшетного сканирования, в ряде случаев имеет нечетко выраженные контуры перехода освещенности опознавательных характеристик плантограммы, нами был предложен полуавтоматизированный метод определения диагностических точек. На снимке стопы оператор расставляет несколько ключевых точек, а программа автоматически производит разлиновку и вычисление диагностических расстояний и углов.

Алгоритм расчета параметров стопы следующий. Оператор выделяет на изображении стопы следующие точки:

1. Крайнюю заднюю точку отпечатка пятки - точку *D*;

2. Крайнюю переднюю точку большого пальца - точку P ;
3. Крайнюю переднюю точку второго пальца - точку P' . После этого программа измеряет, какое расстояние является наибольшим – DP или DP' . Наибольшее расстояние принимается за длину отпечатка стопы;
4. Точку, соответствующую головке первой плюсневой кости - точку A . После этого программа проводит прямую P ;
5. Точку, соответствующую головке пятой плюсневой кости - точку B . После этого программа проводит прямую AB ;
6. Наиболее выступающую кнаружи точку пятки - точку C . После этого программа проводит прямую BC и опускает на нее перпендикуляр из точки D , таким образом, получая точку E . От точки E по прямой BE программа откладывает отрезки, равные 0,30, 0,46 и 0,60 длины отпечатка. Из найденных точек программа восстанавливает перпендикуляры к прямой BE – прямые UU' , IV' и WW ;
7. Наиболее выступающую слева точку пятки – точку C' . После этого программа находит середину прямой CC' и обозначает ее за точку F . Аналогично программа находит середину прямой AB и обозначает ее за точку Z . После этого программа проводит прямую FZ – условную ось стопы. Кроме того, программа проводит прямые AN и BR , параллельные условной оси стопы. Из точки C' на прямую UU' программа проводит перпендикуляр – прямую $C'H$;
8. Точку, соединяющую касательную к контуру пятки и прямую U – точку K . После этого программа проводит прямую $C'K$;
9. Точку между основаниями 3-го и 4-го пальцев стопы – точку G . После этого программа проводит прямую FG ;
10. Точку, соединяющую середину отпечатка стопы с прямой V слева – точку V' . После этого программа находит точки пересечения прямых FZ и FG с прямой IV' – соответственно, точки X' и Y ;
11. Точку, соединяющую середину отпечатка стопы с прямой V справа – точку X ;
12. Крайнюю переднюю точку отпечатка пятого пальца – точку Q . После

этого программа проводит прямую BQ .

После разметки стопы программа вычисляет диагностические показатели ее состояния. Результаты диагностики морфофункционального состояния стопы сразу выводятся на экран, как показано на рисунке 6.

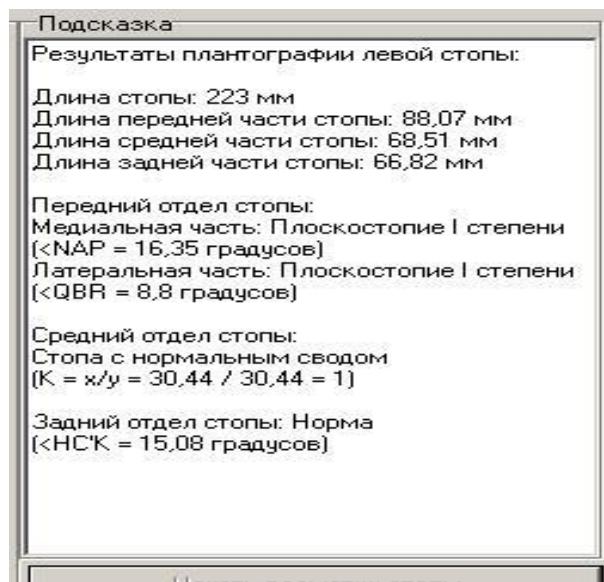


Рисунок 6. Результаты диагностики состояния стопы

Анализ морфологических и функциональных характеристик стопы у девушек и юношей обеих расовых групп с различными типами телосложения производились по следующим основным показателям:

1. Антропометрическим характеристикам общей длины и ширины обеих стоп, а также длины переднего, среднего и заднего их отделов;
2. Общей площади опоры, а также площадей опоры переднего, среднего и заднего отделов обеих стоп;
3. Значениям углов отклонения I и V пальцев стопы, пяточного угла;
4. Определению значимых корреляций различных параметров функциональных и морфологических состояний стоп в типах телосложения.

Технология планшетной компьютерной плантографии была взята за основу. Определение морфофункциональных особенностей стопы, проводилось в следующем порядке (рисунок 7). Исследуемый одной ногой становился на планшетный сканер, помещенный на поверхность грузоприемной платформы электронных тензометрических весов для статического взвешивания, а другой

ногой на опорную платформу, расположенную по бокам от сканера и весов и, в зависимости от задаваемой нагрузки на стопу, равной 20, 50 и 80% массы тела, проводилось сканирование подошвенной поверхности стопы. Одновременно измерялась высота её свода с помощью высотомера.

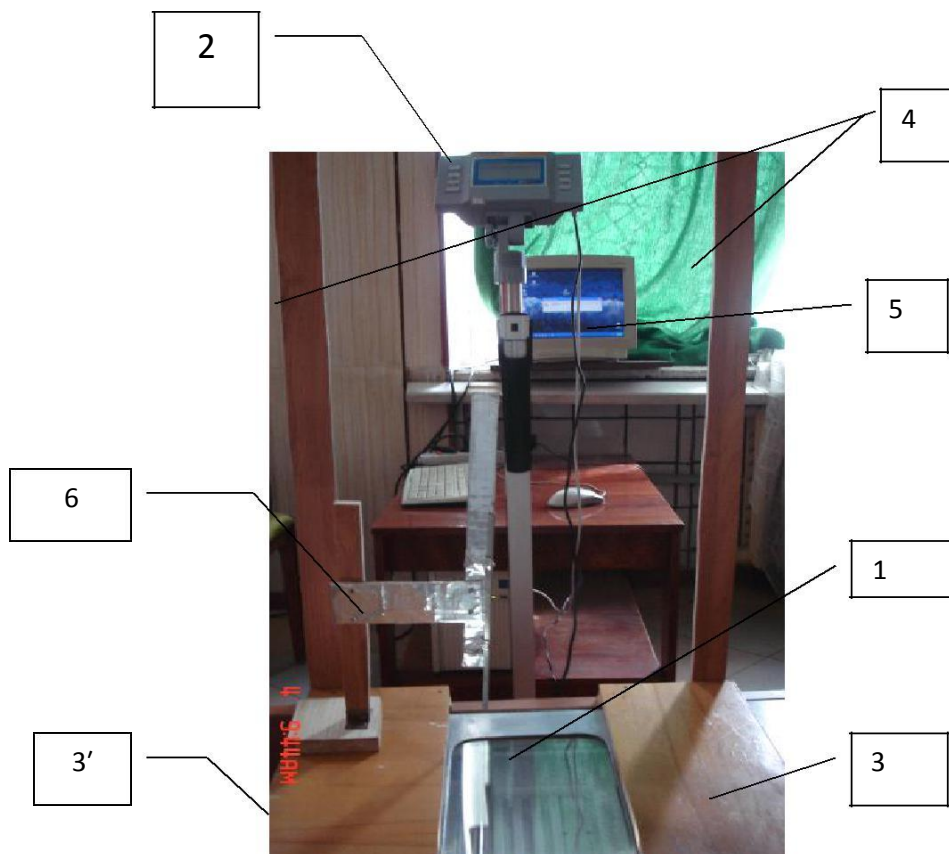


Рисунок 7. Программно-аппаратный комплекс, используемый для определения рессорной и опорной функции стопы. Примечание: планшетный сканер 1; весы с дисплеем 2; опорные платформы для стоп 3,3' поручни 4; монитор компьютера 5; устройство для измерения высоты свода стопы 6.

Предлагаемое исследование включало следующую последовательность действий. Проводилось измерение массы тела обследуемого (в таблице представлены расчеты задаваемой нагрузки на стопу в зависимости от массы тела), а также высоты свода обеих стоп с использованием устройства 6. В последующем, обследуемый становился правой ногой на опорную платформу 3, расположенную справа от сканера 1, а левой - на сканер 1. Изменение нагрузки на стопу контролировалось самим обследуемым путем наблюдения за изменением

цифровых показателей на дисплее весов 2. Абсолютные величины, равные 20, 50 и 80% массе тела человека брались из предварительно составленной таблицы 5.

Обследуемому предлагалось, не изменяя положения стопы, создать нагрузку на неё, равную 20% массы его тела. При достижении заданной величины исследователь выполнял сканирование стопы и производил измерение высоты свода стопы с использованием устройства 6.

После этого обследуемому предлагалось достигнуть нагрузку на стопу равную 50% массы его тела. При достижении заданной величины выполнялось сканирование стопы и измерение высоты свода стопы с использованием устройства 6.

Затем обследуемому предлагалось достигнуть нагрузку на стопу равную 80% массы тела, для этого он переносил максимально нагрузку на левую стопу, сохраняя равновесие, слегка касаясь поручней 4, расположенных от него спереди. При достижении заданной величины выполнялось сканирование стопы и измерение высоты свода стопы с высотомера.

В дальнейшем пациент переставлял левую ногу на опору 3', а правую на сканер и обследование повторяется в том же порядке, в котором производилось обследование на левой стопе.

Таблица 5

Расчет задаваемой нагрузки на стопу в зависимости от массы тела

Масса тела	20%	50%	80%	Масса тела	20%	50%	80%
41	8,2	20,5	32,8	78	15,6	39	62,4
42	8,4	21	33,6	79	15,8	39,5	63,2
43	8,6	21,5	34,4	80	16	40	64
44	8,8	22	35,2	81	16,2	40,5	64,8
45	9	22,5	36	82	16,4	41	65,6
46	9,2	23	36,8	83	16,6	41,5	66,4
47	9,4	23,5	37,6	84	16,8	42	67,2
48	9,6	24	38,4	85	17	42,5	68
49	9,8	24,5	39,2	86	17,2	43	68,8
50	10	25	40	87	17,4	43,5	69,6
51	10,2	25,5	40,8	88	17,6	44	70,4
52	10,4	26	41,6	89	17,8	44,5	71,2

53	10,6	26,5	42,4	90	18	45	72
54	10,8	27	43,2	91	18,2	45,5	72,8
55	11	27,5	44	92	18,4	46	73,6
56	11,2	28	44,8	93	18,6	46,5	74,4
57	11,4	28,5	45,6	94	18,8	47	75,2
58	11,6	29	46,4	95	19	47,5	76
59	11,8	29,5	47,2	96	19,2	48	76,8
60	12	30	48	97	19,4	48,5	77,6
61	12,2	30,5	48,8	98	19,6	49	78,4
62	12,4	31	49,6	99	19,8	49,5	79,2
63	12,6	31,5	50,4	100	20	50	80
64	12,8	32	51,2	101	20,2	50,5	80,8
65	13	32,5	52	102	20,4	51	81,6
66	13,2	33	52,8	103	20,6	51,5	82,4
67	13,4	33,5	53,6	104	20,8	52	83,2
68	13,6	34	54,4	105	21	52,5	84
69	13,8	34,5	55,2	106	21,2	53	84,8
70	14	35	56	107	21,4	53,5	85,6
71	14,2	35,5	56,8	108	21,6	54	86,4
72	14,4	36	57,6	109	21,8	54,5	87,2
73	14,6	36,5	58,4	110	22	55	88
74	14,8	37	59,2	111	22,2	55,5	88,8
75	15	37,5	60	112	22,4	56	89,6
76	15,2	38	60,8	113	22,6	56,5	90,4
77	15,4	38,5	61,6	114	22,8	57	91,2
				115	23	57,5	92

2.5. Методы определения механических параметров стопы человека.

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.

Модуль Юнга – физическая величина, характеризующая свойства материала сопротивляться растяжению, сжатию при упругой деформации.

$$E = k \frac{V}{S}$$

где k – коэффициент упругости, V – величина линейного параметра стопы при пятидесятипроцентной нагрузке от массы тела и S – средняя площадь опорной поверхности стопы.

Коэффициент Пуассона – величина отношения относительного поперечного сжатия к относительному продольному растяжению. Этот коэффициент зависит не от размеров тела, а от природы материала, из которого изготовлен образец.

Коэффициент Пуассона и модуль Юнга полностью характеризуют упругие свойства изотропного материала.

$$\mu = \frac{e}{|e'|}$$

где e' - абсолютное значение относительного вертикального сжатия стопы, e - относительное продольное удлинение (по сагиттальной оси) или относительное расширение (вдоль фронтальной оси).

Коэффициент упругости - коэффициент, связывающий в законе Гука удлинение упругого тела и возникающую вследствие этого удлинения силу упругости.

$$k = \frac{\Delta m g}{\Delta v}$$

где Δm - разница между 80 и 50% величинами массы тела в кг, Δv – разница в высоте стопы при нагрузке на нее, равной 80 и 50 % от массы тела, в метрах).

Коэффициент деформации – показатель, характеризующий относительное изменение основных геометрических размеров обрабатываемого материала (длины, ширины, высоты) при деформировании.

$$\varepsilon = \frac{\Delta v}{V} 100$$

где Δv – разница линейного параметра по оси стопы, V – первоначальная величина линейного параметра стопы при нагрузке, равной 50% массы тела.

2.6. Методы математического анализа и моделирования

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:

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, Урбах В.Ю., 1964).

ГЛАВА 3. Результаты собственных исследований

3.1 Соматотипологические особенности юношей и девушек европеоидной и монголоидной рас юношеского возраста

Перед проведением исследования анатомо-функциональных и механических особенностей стопы у юношей и девушек изучаемых расовых групп были определены их антропометрические параметры: масса тела, рост и окружность грудной клетки.

По данным соматотипирования было установлено, что среди юношей и девушек европеоидной расы большинство имели нормостенический тип телосложения – 72 и 87 человека соответственно, такое же распределение наблюдалось и среди монголоидной расы (юношей - 45 и девушек - 33) (рисунок 8).

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 ($p<0,01$). Результаты отображены в таблице 6.

Основные антропометрические показатели юношей-гиперстеников обеих расовых групп имели следующие значения (таблица 7). 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 ($p<0,01$). У юношей-гиперстеников европеоидной расы индекс Пинье был меньше, чем у юношей монголоидной расы ($p<0,05$).

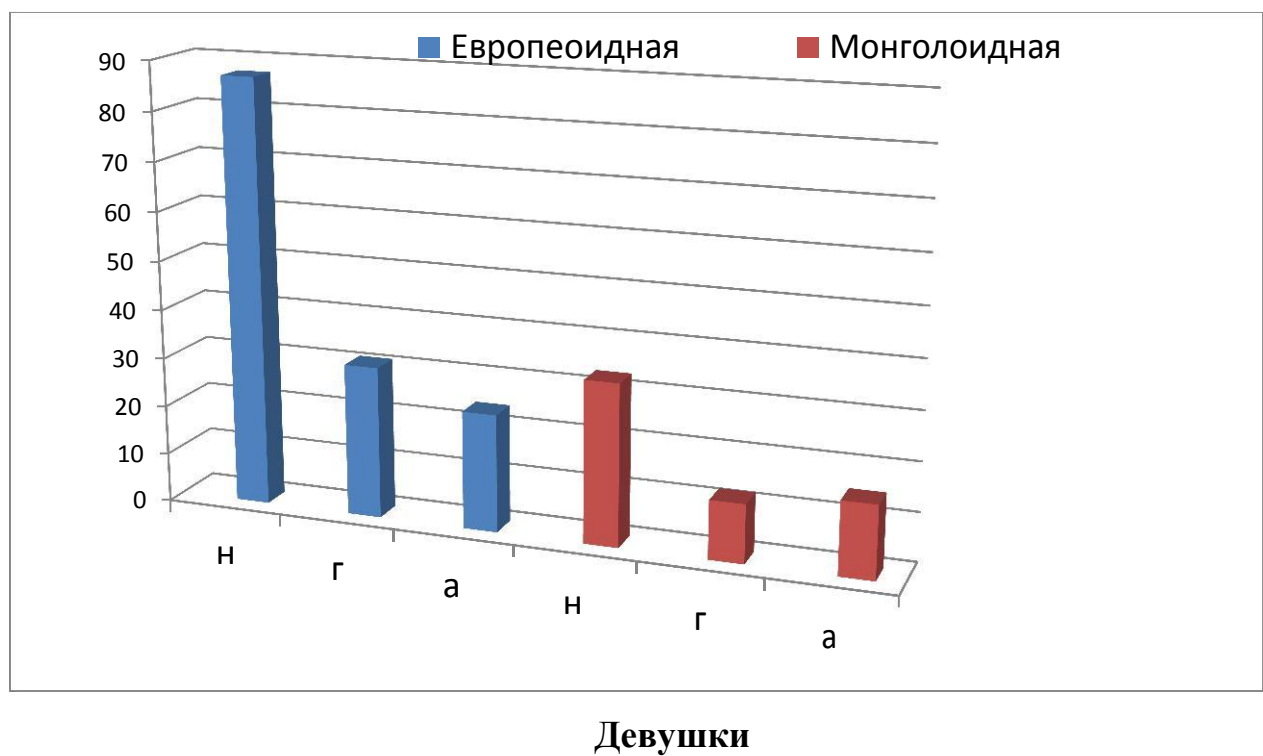
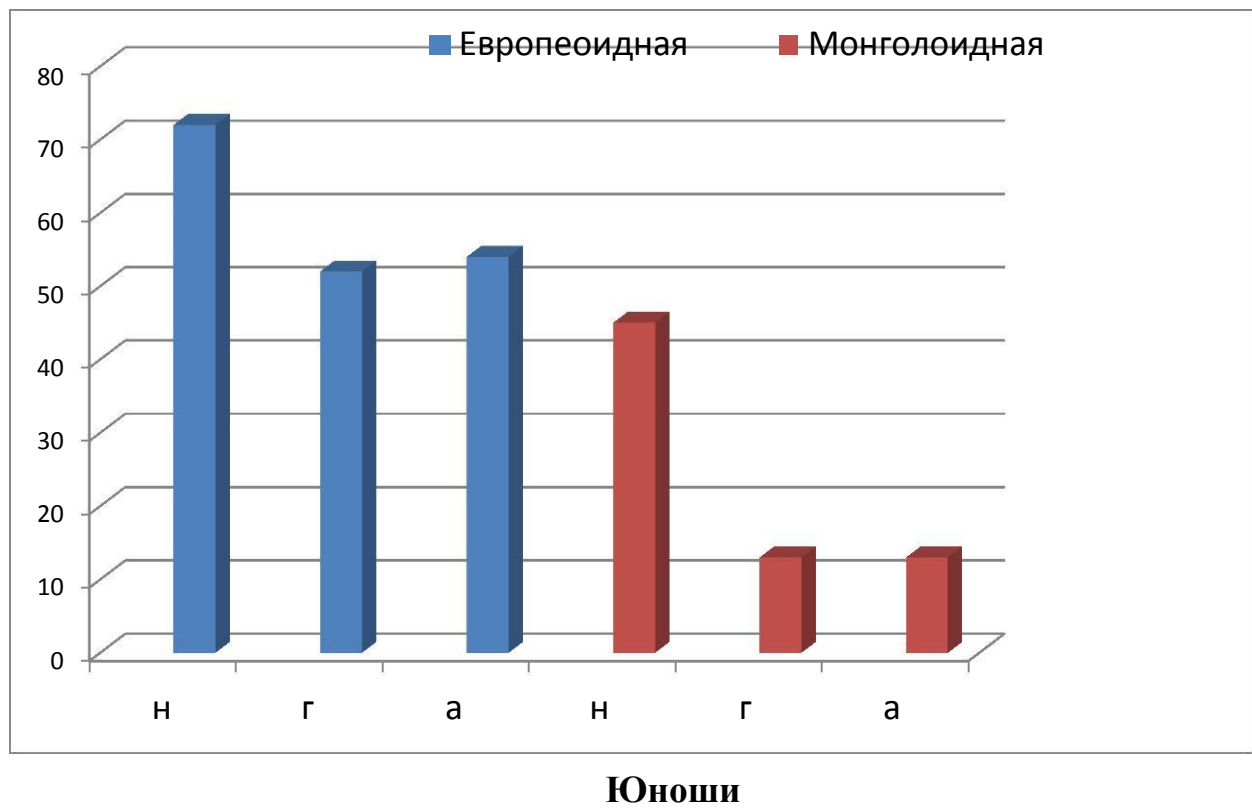


Рисунок 8. Распределение юношей и девушек по расовой принадлежности и типу телосложения.

Таблица 6

Антропометрические показатели юношей-нормостеников

Вариационно-статистические показатели	Европеоидная				Монголоидная			
	IP	Рост	Масса тела	ОГК	IP	Рост	Масса тела	ОГК
Среднее	16,08*	177,18**	69,22**	91,88	24,07*	170,07**	60,98**	85,02
Стандартная ошибка	1,46	1,05	1,24	0,87	0,95	1,09	1,12	0,92
Медиана	16,5	178	69,5	92	25	171	61	85
Стандартное отклонение	10,29	7,39	8,73	6,17	6,06	7,03	7,18	5,91
Дисперсия выборки	105,87	54,64	76,3	38,11	36,97	49,47	51,52	34,9
Эксцесс	-1,09	0,6	-0,84	0,47	-0,51	0,1	0,12	0,49
Асимметричность	-0,1	-0,87	-0,24	0,03	-0,87	-0,43	0,23	0,14
Интервал	35	32	34	29	30	31	32	29
Минимум	-3	158	50	78	37	153	46	70
Максимум	32	190	84	107	7	184	78	99
Счет	72	72	72	72	45	45	45	45
Уровень надежности (95,0%)	2,92	2,1	2,48	1,75	1,92	2,22	2,27	1,87

Примечание: * - ($p < 0,01$); **-($p < 0,001$).

Таблица 7

Антропометрические показатели юношей-гиперстеников

Вариационно-статистические показатели	Европеоидная				Монголоидная			
	IP	Рост	Масса тела	ОГК	IP	Рост	Масса тела	ОГК
Среднее	15,23#	178,5**	88,21*	105,52*	18,57#	173,86**	90,29*	102,14*
Стандартная ошибка	3,26	1,91	2,56	4,21	4,73	2,75	5,54	1,94
Медиана	-11	178	87	103	-17	175	89	103
Стандартное отклонение	14,22	8,35	11,16	18,37	12,53	7,27	14,65	5,15
Дисперсия выборки	202,31	69,88	124,75	337,81	188,24	52,81	214,57	26,48
Эксцесс	7,45	0,8	1,22	13,35	0,29	0,56	-0,61	0,88
Асимметричность	-2,44	-0,34	0,21	3,36	-1,82	-0,75	-0,34	-0,73
Интервал	61	34,5	50	89	36	22	42	16
Минимум	-64	158	64	87	1	161	67	93
Максимум	-3	192,5	114	176	-35	183	109	109
Счет	52	52	52	52	13	13	13	13
Уровень надежности(95,0%)	6,85	4,02	5,38	8,85	11,59	6,72	13,55	4,76

Примечание: # - ($p < 0,05$); * - ($p < 0,01$); **-($p < 0,001$).

Анализируя результаты антропометрических показателей юношей–астеников, мы выявили отличия по сравнению с предыдущими группами (табл. 8). 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 ($p>0,05$). Индекс Пинье у юношей европеоидной расы астенического типа телосложения на 20,7% был ниже этого показателя их монголоидных сверстников рас ($p>0,05$).

Таблица 8

Антропометрические показатели юношей-астеников

Вариационно-статистические показатели	Европеоидная				Монголоидная			
	IP	Рост	Масса тела	ОГК	IP	Рост	Масса тела	ОГК
Среднее	37,96	174,9	55,44	81,48	45,8	166	47,4	72,8
Стандартная ошибка	0,93	1,49	1,42	0,85	0,07	2,43	1,12	1,24
Медиана	36	174	55,5	81	47	167	46	74
Стандартное отклонение	5,03	8,05	7,67	4,62	0,15	5,43	2,51	2,77
Дисперсия выборки	25,35	64,93	58,97	21,40	15,5	29,5	6,3	7,7
Эксцесс	1,74	-0,39	0,006	4,92	-2,43	0,12	-1,22	3,77
Асимметричность	1,39	0,28	0,29	-1,43	1,66	0,61	0,83	-1,88
Интервал	20,5	31,5	31	25	1	14	6	7
Минимум	32,5	161	42	65	47	160	45	68
Максимум	53	192,5	73	90	48	174	51	75
Счет	54	54	54	54	13	13	13	13
Уровень надежности(95,0%)	1,91	3,06	2,92	1,75	0,17	6,74	3,12	3,45

При анализе тех же показателей среди девушек различных типов телосложения двух рас была выявлена аналогичная тенденция распределения, что и у юношей.

Результаты антропометрических показателей девушек-нормостеников обеих расовых групп отображены в таблице 9. При этом антропометрические 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% ($p>0,05$). Значение индекса Пинье у девушек с нормостеническим типом телосложения монголоидной расы на 3,4% было выше по сравнению с их сверстницами европеоидной расы ($p>0,05$).

Таблица 9

Антропометрические показатели девушек-нормостеников

Вариационно-статистические показатели	Европеоидная				Монголоидная			
	IP	Рост	Масса тела	ОГК	IP	Рост	Масса тела	ОГК
Среднее	27,87	165,05**	54,68**	82,51	29	157,28**	49,72**	78,56
Стандартная ошибка	0,43	0,39	0,38	0,25	1,63	1	1,22	0,8
Медиана	28	165	55	83	31	157	49	79
Мода	27	160	53	83	37	156	48	80
Стандартное отклонение	6,93	6,31	6,17	4,01	8,16	5,02	6,1	4,03
Дисперсия выборки	47,99	39,77	38,08	16,05	66,58	25,21	37,21	16,26
Экссесс	-0,76	-0,42	-0,53	0,0	-1,17	-0,55	-0,61	-0,34
Асимметричность	-0,3	0,14	0,09	0,22	-0,47	-0,46	0,26	-0,29
Интервал	28	31	30	21	25	19	22	16
Минимум	12	149	40	72	14	146	40	70
Максимум	40	180	70	93	39	165	62	86
Счет	87	87	87	87	33	33	33	33
Уровень надежности (95,0%)	0,84	0,77	0,75	0,49	3,37	2,07	2,52	1,66

Примечание: ** - ($p<0,001$).

Основные антропометрические показатели девушек-гиперстеников обеих расовых групп имели следующие значения (таблица 10). Рост девушек европеоидной расы был на 2,8% выше представительниц монголоидной расы ($p>0,05$). В то же время, масса тела на 1,7% и окружность грудной клетки на 2,6% у девушек монголоидной расы превышали показатели девушек европеоидной расы ($p>0,05$). У девушек европеоидной расы с гиперстеническим типом телосложения индекс Пинье был больше на 66% ($p>0,05$) по сравнению с девушками монголоидной расы.

Антропометрические параметры роста, массы тела и окружности грудной клетки у девушек европеоидной расы с астеническим типом телосложения были

больше по сравнению с девушками монголоидной расы на 2,6%, 8,2% и 2% ($p>0,05$), соответственно. Вычисленный на основании полученных данных, индекс Пинье девушек монголоидной расы на 2% ($p>0,05$) превышал значения девушек европеоидной расы. В таблице 11 показаны результаты антропометрических показателей девушек–астеников.

Таблица 10

Антропометрические показатели девушек-гиперстеников

Вариационно-статистические показатели	Европеоидная				Монголоидная			
	IP	Рост	Масса тела	ОГК	IP	Рост	Масса тела	ОГК
Среднее	-4,28	164,34	74,72	93,91	-12,6	159,8	76	96,4
Стандартная ошибка	2,99	1,13	2,43	1,22	10	0,73	6,46	4,3
Медиана	4	165	71,5	93	0	159	68	93
Мода	11	162	72	88	2	159	68	89
Стандартное отклонение	16,93	6,41	13,74	6,87	22,38	1,64	14,44	9,63
Дисперсия выборки	286,53	41,14	188,72	47,25	500,8	2,7	208,5	92,8
Экспесс	-0,28	2,63	0,01	-0,36	2,3	-1,68	2,19	1,493
Асимметричность	-1,01	-1,1	0,55	0,72	-1,64	0,52	1,59	1,38
Интервал	52	32	56	25	52	4	35	23
Минимум	-41	143	48	85	-50	158	65	89
Максимум	11	175	104	110	2	162	100	112
Счет	31	31	31	31	12	12	12	12
Уровень надежности (95,0%)	6,1	2,31	4,95	2,48	27,79	2,04	17,93	11,96

Таблица 11

Антропометрические показатели девушек-астеников

Вариационно-статистические показатели	Европеоидная				Монголоидная			
	IP	Рост	Масса тела	ОГК	IP	Рост	Масса тела	ОГК
Среднее	44,1	167,88	47,98	75,79	45	163,67	44,33	74,33
Стандартная ошибка	0,68	1,25	0,92	0,67	0,58	2,91	2,4	1,45
Медиана	42,5	166	48	76	45	163	43	74
Стандартное отклонение	3,36	6,14	4,53	3,28	1	5,03	4,16	2,52
Дисперсия выборки	11,26	37,68	20,53	10,78	1	25,33	17,33	6,33
Асимметричность	0,68	1,47	0,52	0,09	0	0,59	1,29	0,59
Интервал	10	30	20,5	12	2	10	8	5
Минимум	41	158	39,5	70	44	159	41	72
Максимум	51	188	60	82	46	169	49	77
Счет	24	24	24	24	15	15	15	15
Уровень надежности (95,0%)	1,42	2,59	1,91	1,39	2,48	12,5	10,34	6,25

3.2. Характеристика анатомических параметров стопы юношей и девушек европеоидной и монголоидной рас юношеского возраста в зависимости от соматотипа

Для характеристики анатомических параметров стопы у лиц юношеского возраста обоего пола монголоидной и европеоидной расы были определены такие показатели как высота свода, ширина стопы, ее общая длина, длина переднего, среднего и заднего отделов, а также угловые показатели (угол отклонения I и V пальцев стопы, пяточный угол).

3.2.1. Анатомические параметры стопы девушек нормостенического типа телосложения европеоидной и монголоидной рас юношеского возраста

При сравнении показателей высоты, ширины и длины стопы девушек 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 (таблица 12).

Длина стопы девушек европеоидной расы превышала значения данного параметра у девушек монголоидной расы на 3,5% ($p<0,001$) (таблица 12). 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 ($p<0,05$) (таблица 13).

При анализе угловых показателей стопы было установлено, что девушки с европеоидной расой имели наибольшее значения угла отклонения первого пальца (на 25%, $p<0,05$) и пятого пальца стопы (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% ($p<0,05$) (таблица 14).

Таблица 12

Показатели высоты, длины и ширины стопы девушек-нормостеников

Вариационно-статистические показатели	Европеоидная			Монголоидная		
	H	Lt	W	H	Lt	W
Среднее	46,62	241,84**	83,5*	47,35	233,75**	84,91*
Стандартная ошибка	0,48	1,09	0,27	1,39	1,43	0,68
Медиана	47,00	243,50	83,88	49	233	84,78
Стандартное отклонение	7,65	16,88	4,11	9,59	9,91	4,79
Дисперсия выборки	58,58	307,36	16,92	92,06	98,28	22,95
Эксцесс	0,55	25,25	1,3	-0,94	1,89	0,43
Асимметричность	0,07	-2,97	-0,48	-0,22	1,09	0,21
Интервал	47	148,72	27,11	35	48	22,95
Минимум	25	128,79	66,8	28	216	74,83
Максимум	72	277,5	93,91	63	264	97,78
Счет	87	87	87	33	33	33
Уровень надежности (95,0%)	0,94	2,15	0,53	2,79	2,88	1,37

Примечание: * - ($p < 0,01$); ** - ($p < 0,001$).

Таблица 13

Длиннотные параметры стопы девушек-нормостеников

Вариационно-статистические показатели	Европеоидная			Монголоидная		
	La	Lm	Lp	La	Lm	Lp
Среднее	94,06**	75,53#	75,53#	87,47**	73,98#	73,98#
Стандартная ошибка	0,36	0,26	0,26	0,59	0,52	0,52
Медиана	94,18	75,76	75,76	87,9	73,64	73,64
Стандартное отклонение	5,61	3,96	3,96	4,097	3,63	3,63
Дисперсия выборки	31,40	15,66	15,66	16,69	13,16	13,16
Эксцесс	0,03	-0,04	-0,04	0,64	0,44	0,44
Асимметричность	0,15	-0,07	-0,07	0,36	0,67	0,67
Интервал	30,14	22,43	22,43	21,42	15,45	15,45
Минимум	81,24	64,20	64,20	78,22	67,89	67,89
Максимум	111,38	86,63	86,63	99,64	83,34	83,34
Счет	87	87	87	33	33	33
Уровень надежности (95,0%)	0,72	0,51	0,51	1,19	1,05	1,05

Примечание: # - ($p < 0,05$); ** - ($p < 0,001$).

Угловые параметры стопы девушек-нормостеников

Вариационно-статистические показатели	Европеоидная			Монголоидная		
	NAP	QBR	НСК	NAP	QBR	НСК
Среднее	7,69#	5,92	6,52#	6,15#	4,8	8,37#
Стандартная ошибка	0,28	0,26	0,35	0,59	0,48	0,55
Медиана	7,49	5,37	5,14	5,43	4,69	8,27
Стандартное отклонение	4,30	4	5,32	4,14	3,34	3,78
Дисперсия выборки	18,52	15,98	28,31	17,17	11,14	14,3
Экспесс	-0,37	-0,08	1,81	-0,49	-0,09	-1,04
Асимметричность	0,36	0,66	1,33	0,66	0,62	0,32
Интервал	20,31	19,12	26,57	15,69	13,58	13,69
Минимум	0,23	0,15	0,0	0,55	0,05	2,94
Максимум	20,54	19,27	26,57	16,24	13,63	16,63
Счет	87	87	87	33	33	33
Уровень надежности (95,0%)	0,55	0,51	0,68	1,2	0,97	1,1

Примечание: # - ($p < 0,05$).

3.2.2. Параметры стопы девушек гиперстенического типа телосложения европеоидной и монголоидной расы юношеского возраста

Высота свода на 7,6% ($p > 0,05$), длина на 0,67% ($p > 0,05$) и ширина стопы на 5,9% ($p < 0,05$) девушек европеоидной расы были меньше по сравнению с девушками монголоидной расы (таблица 15).

Длина среднего и заднего отдела в обеих расовых группах была одинакова, при этом значения девушек монголоидной расы превышали значения их ровесниц европеоидной расы ($p > 0,05$). Длина переднего отдела у девушек-гиперстеников европеоидной расы больше по сравнению с девушками монголоидной расы ($p > 0,05$) (таблица 16).

Угол отклонения первого пальца на 7,8% ($p > 0,05$) и пятого пальца на 31,4% ($p > 0,05$) стопы у девушек монголоидной расы меньше показателей девушек европеоидной расы. Пяточный угол у девушек монголоидной расы на 24,4% ($p > 0,05$) выше по сравнению представительницами европеоидной расы. В таблице 17 результаты исследования угловых показателей.

Таблица 15

Показатели высоты, длины и ширины стопы девушек-гиперстеников

Вариационно-статистические показатели	Европеоидная			Монголоидная		
	H	Lt	W	H	Lt	W
Среднее	47,30	241,08	83,05#	50,9	242,7	87,95#
Стандартная ошибка	1,36	2,03	1,17	2,9	1,8	1,44
Медиана	48,00	243,	83,67	52	240	87,41
Стандартное отклонение	7,70	11,47	6,62	8,6	5,4	4,56
Дисперсия выборки	59,51	131,76	43,82	73,6	29,5	20,81
Эксцесс	0,54	-0,02	-0,68	-0,6	-0,9	-1,05
Асимметричность	0,05	-0,62	-0,28	0,1	0,49	0,3
Интервал	36	48	25,98	26	16	13,45
Минимум	29	210,5	69,13	39	235	81,63
Максимум	6	258,5	95,11	65	251	95,08
Счет	31	31	31	12	12	12
Уровень надежности (95,0%)	2,78	4,14	2,39	6,59	4,17	3,26

Примечание: # - ($p < 0,05$).

Таблица 16

Длиннотные параметры стопы девушек-гиперстеников

Вариационно-статистические показатели	Европеоидная			Монголоидная		
	La	Lm	Lp	La	Lm	Lp
Среднее	93,78	74,86	74,86	92,91	76,19	76,19
Стандартная ошибка	0,94	0,63	0,63	0,82	0,78	0,78
Медиана	94,78	74,91	74,91	93,45	75,64	75,64
Стандартное отклонение	5,29	3,58	3,58	2,46	2,35	2,35
Дисперсия выборки	28,05	12,86	12,86	6,04	5,52	5,52
Эксцесс	0,69	-0,38	-0,38	-0,92	-1,12	-1,12
Асимметричность	-0,75	0,0	0,0	-0,19	0,39	0,39
Интервал	23,71	15,15	15,15	7,09	6,76	6,76
Минимум	79,08	66,88	66,88	89,06	73,21	73,21
Максимум	102,79	82,03	82,03	96,15	79,97	79,97
Счет	31	31	31	12	12	12
Уровень надежности (95,0%)	1,91	1,29	1,29	1,89	1,81	1,81

Угловые параметры стопы девушек-гиперстеников

Вариационно-статистические показатели	Европеоидная			Монголоидная		
	NAP	QBR	НСК	NAP	QBR	НСК
Среднее	8,05	6,17	6,66	7,75	4,23	8,81
Стандартная ошибка	0,93	0,80	1,02	1,29	0,91	2,14
Медиана	8,31	5,45	5,26	10,19	2,86	5,51
Стандартное отклонение	5,22	4,48	5,73	3,88	2,74	6,42
Дисперсия выборки	27,28	20,12	32,88	15,03	7,52	41,27
Эксцесс	1,02	0,31	-0,63	-1,43	3,15	1,17
Асимметричность	0,6	0,85	0,8	-0,81	1,77	0,63
Интервал	22,94	17,45	18,44	9,55	8,66	17,99
Минимум	0,04	0,2	0,42	1,9	1,86	1,35
Максимум	22,98	17,65	18,86	11,45	10,52	19,34
Счет	31	31	31	12	12	12
Уровень надежности (95,0%)	1,89	1,62	2,07	2,98	2,11	4,94

3.2.3. Характеристика анатомо-морфофункциональных параметров стопы девушек астенического типа телосложения европеоидной и монголоидной расы юношеского возраста

Высота свода стопы девушек европеоидной расы на 7% ($p>0,05$) меньше, чем у девушек монголоидной расы. Длина на 4,2% ($p<0,05$) и ширина на 0,5% ($p>0,05$) стопы у девушек европеоидной расы, наоборот, превышают значения сверстниц монголоидной расы. Результаты в таблице 18.

Показатели длин всех отделов стопы девушек европеоидной расы больше по сравнению с монголоидной расой, что отображено в таблице 19: переднего ее 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 18,5% ($p>0,05$) и пятого 77,8% ($p<0,001$) пальца у девушек европеоидной расы были больше по сравнению со сверстницами монголоидной расы. Пяточный угол девушек монголоидной расы на 57,5% ($p>0,05$) превышал значение этого угла девушек европеоидной расы. Все результаты отмечены в таблице 20.

Таблица 18

Показатели высоты, длины и ширины стопы девушек-астеников

Вариационно-статистические показатели	Европеоидная			Монголоидная		
	H	Lt	W	H	Lt	W
Среднее	45,58	241,48#	80,15	48,8	231,4#	79,76
Стандартная ошибка	0,77	2,21	1,01	5,35	1,47	1,26
Медиана	45,75	240,25	79,43	45	233	79,51
Стандартное отклонение	3,73	10,81	4,93	11,97	3,29	3,08
Дисперсия выборки	13,97	116,95	24,29	143,2	10,8	9,47
Экспесс	0,3	-0,85	-1,01	-1,86	-1,69	-1,55
Асимметричность	0,09	-0,31	0,26	0,11	-0,52	0,1
Интервал	16	35,50	16,45	29	8	7,69
Минимум	38	221,50	72,95	34	227	75,82
Максимум	54,	257,00	89,4	63	235	83,51
Счет	36	36	36	15	15	15
Уровень надежности (95,0%)	1,59	4,57	2,08	14,86	4,08	3,23

Примечание: # - ($p < 0,05$).

Таблица 19

Длиннотные параметры стопы девушек-астеников

Вариационно-статистические показатели	Европеоидная			Монголоидная		
	La	Lm	Lp	La	Lm	Lp
Среднее	93,68*	74,66	74,66	86,41*	73,22	73,22
Стандартная ошибка	1,16	0,66	0,66	0,77	0,85	0,85
Медиана	93,1	74,51	74,51	86,42	74,21	74,21
Стандартное отклонение	5,67	3,2	3,2	1,71	1,89	1,89
Дисперсия выборки	32,42	10,2	10,2	2,94	3,61	3,61
Экспесс	-0,27	-0,76	-0,76	-2,96	0,35	0,35
Асимметричность	-0,10	-0,28	-0,28	-0,002	-1,23	-1,23
Интервал	22,14	10,7	10,7	3,58	4,39	4,39
Минимум	81,54	68,63	68,63	84,63	70,25	70,25
Максимум	103,67	79,33	79,33	88,21	74,64	74,64
Счет	36	36	36	15	15	15
Уровень надежности (95,0%)	2,4	1,35	1,35	2,13	2,36	2,36

Примечание: * - ($p < 0,01$).

Угловые параметры стопы девушек-астеников

Вариационно-статистические показатели	Европеоидная			Монголоидная		
	NAP	QBR	НСК	NAP	QBR	НСК
Среднее	7,13	5,32*	4,36	5,81	1,18*	10,27
Стандартная ошибка	0,87	0,91	0,58	1,23	0,29	2,77
Медиана	6,66	4,01	4,39	5,8	1,3	9,4
Стандартное отклонение	4,25	4,48	2,86	2,76	0,64	6,19
Дисперсия выборки	18,14	20,1	8,22	7,6	0,4	38,39
Эксцесс	-0,6	0,3	-0,84	-0,65	-0,49	0,35
Асимметричность	0,28	1,02	0,44	0,23	-0,13	-0,62
Интервал	14,79	15,01	9,14	7,12	1,67	16,19
Минимум	0,21	0,67	0,63	2,44	0,33	1,09
Максимум	15	15,68	9,77	9,56	2	17,28
Счет	36	36	36	15	15	15
Уровень надежности (95,0%)	1,8	1,9	1,21	3,42	0,79	7,69

Примечание: * - ($p < 0,001$).

3.2.4. Анатомические параметры стопы юношей нормостенического типа телосложения обеих расовых групп юношеского возраста

При сравнении показателей высоты, ширины и длины стопы юношей обеих расовых групп, отображенных в таблице 21, было выявлено, что высота свода на 19,5% ($p < 0,001$) и ширина стопы на 1,6% ($p > 0,05$) юношей монголоидной расы больше по сравнению с юношами европеоидной расы. Длина стопы у юношей европеоидной расы на 3,5% ($p < 0,001$) превысила значения данного параметра у юношей монголоидной расы.

Длиннотные параметры всех отделов стопы, представленные в таблице 22, 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 монголоидной расы имеют наибольшее значения угла отклонения первого пальца стопы на 16,1% ($p < 0,01$) и пяточного угла 29,5% ($p < 0,01$) по сравнению с

юношами европеоидной расы. В то же время, угол отклонения пятого пальца стопы у юношей европеоидной расы на 21,7% ($p>0,05$) превышает показатели сверстников монголоидной расы. В таблице 23 представлены результаты.

Таблица 21

Показатели высоты, длины и ширины стопы юношей-нормостеников

Вариационно-статистические показатели	Европеоидная			Монголоидная		
	H	Lt	W	H	Lt	W
Среднее	45,58**	265,27**	90,03	56,59**	255,86**	91,54
Стандартная ошибка	2,49	2,06	0,97	0,94	1,34	0,57
Медиана	46	266	89,69	57	257	91,8
Стандартное отклонение	13,41	11,12	6,95	8,34	11,82	5,03
Дисперсия выборки	179,96	123,77	48,36	69,57	139,79	25,27
Эксцесс	4,96	-0,29	0,12	0,2	-0,58	-0,72
Асимметричность	-1,86	-0,26	0,10	-0,6	-0,12	0,07
Интервал	63	44	32,66	37	46	21,3
Минимум	4	241	72,30	34	234	81,79
Максимум	67	285	104,96	71	280	103,09
Счет	72	72	72	45	45	45
Уровень надежности (95,0%)	5,1	4,23	1,96	1,88	2,67	1,13

Примечание: ** - ($p<0,001$).

Таблица 22

Длиннотные параметры стопы юношей-нормостеников

Вариационно-статистические показатели	Европеоидная			Монголоидная		
	La	Lm	Lp	La	Lm	Lp
Среднее	102,30**	83,18**	83,18**	96,58**	80,24**	80,24**
Стандартная ошибка	0,77	0,61	0,61	0,6	0,42	0,42
Медиана	102,48	83,34	83,34	96,65	80,78	80,78
Стандартное отклонение	5,38	4,23	4,23	5,33	3,67	3,67
Дисперсия выборки	28,98	17,93	17,93	28,45	13,46	13,46
Эксцесс	-0,34	-0,27	-0,27	-0,12	-0,63	-0,63
Асимметричность	0,16	-0,11	-0,11	0,32	-0,21	-0,21
Интервал	23,65	18,66	18,66	24,86	15,51	15,51
Минимум	91,08	73,2	73,2	85,46	71,95	71,95
Максимум	114,73	91,86	91,86	110,32	87,46	87,46
Счет	72	72	72	45	45	45
Уровень надежности (95,0%)	1,56	1,22	1,22	1,2	0,83	0,83

Примечание: ** - ($p < 0,001$).

Таблица 23

Угловые параметры стопы юношей-нормостеников

Вариационно-статистические показатели	Европеоидная			Монголоидная		
	NAP	QBR	НСК	NAP	QBR	НСК
Среднее	5,26*	7,19	6,38*	6,27*	5,63	9,05*
Стандартная ошибка	0,61	0,70	0,59	0,47	0,37	0,49
Медиана	4,315	7,25	6,06	6,05	5,59	9,055
Стандартное отклонение	4,24	4,88	4,09	4,19	3,24	4,3
Дисперсия выборки	18,04	23,87	16,75	17,58	10,47	18,53
Экссесс	0,37	-0,67	1,71	-0,98	-0,64	-0,99
Асимметричность	0,86	0,42	1,07	0,29	0,3	0,12
Интервал	18,1	18,06	20,31	15,61	13,66	16,46
Минимум	0,1	0,79	0,4	0,2	0,44	2,05
Максимум	18,2	18,85	20,71	15,81	14,1	18,51
Счет	72	72	72	45	45	45
Уровень надежности (95,0%)	1,23	1,41	1,18	0,95	0,73	0,97

Примечание: * - ($p < 0,01$).

3.2.5. Особенности анатомических параметров стопы юношей гиперстенического типа телосложения европеоидной и монголоидной расы юношеского возраста

Высота свода на 15,3% ($p < 0,001$) и ширина стопы на 5,4% ($p > 0,05$) юношей европеоидной расы была меньше по сравнению с юношами монголоидной расы, в то же время, длина стопы юношей европеоидной расы на 1,7% ($p < 0,001$) превышала сверстников монголоидной расы. Результаты отображены в таблице 24.

В таблице 25 показаны полученные данные, анализируя которые, было установлено, что длина переднего отдела у юношей-гиперстеников европеоидной расы на 6,9% ($p < 0,05$) больше по сравнению с юношами монголоидной расы.

Длина среднего и заднего отдела были несколько меньше у юношей европеоидной расы ($p < 0,001$).

Угловые показатели у лиц европеоидной расы были больше по сравнению с юношами монголоидной расы: угол первого пальца - на 22,1% ($p>0,05$), угол пятого пальца - на 10,8% ($p<0,05$), пяточный угол - на 17,4% ($p>0,05$) (таблица 26).

Таблица 24

Показатели высоты, длины и ширины стопы юношей-гиперстеников

Вариационно-статистические показатели	Европеоидная			Монголоидная		
	H	Lt	W	H	Lt	W
Среднее	54,15**	268,61**	94,9	62,43**	264**	100
Стандартная ошибка	1,4	2,55	2,24	1,53	2,88	1,53
Медиана	54	269	96,06	64	266,5	100,79
Стандартное отклонение	6,11	10,83	5,92	5,72	10,79	5,74
Дисперсия выборки	37,36	117,42	35,01	32,73	116,46	32,97
Экссесс	-1,03	-0,65	-1,32	0,13	-0,83	-0,52
Асимметричность	-0,46	0,07	-0,06	-0,81	-0,43	-0,45
Интервал	18	38	15,67	20	35	19,92
Минимум	43	250	87,54	50	245	89,17
Максимум	61	288	103,21	70	280	109,09
Счет	52	52	52	13	13	13
Уровень надежности (95,0%)	2,94	5,38	5,47	3,3	6,23	3,32

Примечание: ** - ($p<0,001$).

Таблица 25

Длиннотные параметры стопы юношей-гиперстеников

Вариационно-статистические показатели	Европеоидная			Монголоидная		
	La	Lm	Lp	La	Lm	Lp
Среднее	104,52#	83,43**	83,43**	97,29#	84,12**	84,12**
Стандартная ошибка	0,9	0,97	0,97	1,85	0,82	0,82
Медиана	106,12	83,9	83,9	97,56	84,44	84,44
Стандартное отклонение	3,85	4,12	4,12	6,92	3,072	3,07
Дисперсия выборки	14,88	17	17	47,86	9,44	9,44
Экссесс	-0,5	-0,15	-0,15	0,25	-0,31	-0,31
Асимметричность	-0,81	-0,03	-0,03	0,48	-0,06	-0,06
Интервал	12,46	16,19	16,19	24,35	10,79	10,79
Минимум	96,52	75,04	75,04	88,07	78,61	78,61
Максимум	108,98	91,23	91,23	112,42	89,4	89,4
Счет	52	52	52	13	13	13
Уровень надежности (95,0%)	1,91	2,05	2,05	3,99	1,77	1,77

Примечание: # - ($p<0,05$); ** - ($p<0,001$).

Угловые параметры стопы юношей-гиперстеников

Вариационно-статистические показатели	Европеоидная			Монголоидная		
	NAP	QBR	НСК	NAP	QBR	НСК
Среднее	7,74	10,06#	7,31	6,03	8,97#	6,04
Стандартная ошибка	0,9	1,49	1,12	1,53	0,99	0,79
Медиана	7,93	9,39	6,75	4,56	8,34	4,88
Стандартное отклонение	3,84	6,33	4,79	5,72	3,7	2,94
Дисперсия выборки	14,78	40,19	22,94	32,71	13,69	8,65
Эксцесс	-0,89	-1,01	0,32	-0,83	0,12	-1,28
Асимметричность	0,11	-0,02	0,89	0,67	0,26	0,36
Интервал	12,8	19,52	16,97	16,82	14,2	9,01
Минимум	1,66	0,02	0,87	0,16	2,32	1,72
Максимум	14,46	19,54	17,84	16,98	16,52	10,73
Счет	52	52	52	13	13	13
Уровень надежности (95,0%)	1,91	3,15	2,38	3,3	2,14	1,69

Примечание: # - ($p < 0,05$).

3.2.6. Характеристика анатомо-морфофункциональных параметров стопы юношей астенического типа телосложения европеоидной и монголоидной расы юношеского возраста

Высота свода 19,8% ($p < 0,001$) и ширина 2,8% ($p > 0,05$) стопы юношей европеоидной расы были меньше, чем у юношей монголоидной расы. Длина стопы у юношей европеоидной расы, наоборот, на 7,4% ($p > 0,05$) превышала значения сверстников монголоидной расы. Результаты представлены в таблице 27.

Показатели длин каждого из отделов стопы юношей европеоидной расы были больше по сравнению с юношами монголоидной расы, что отображено в таблице 28: переднего ее отдела – на 9,9% ($p > 0,05$), длина 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. Все результаты представлены в таблице 29.

Таблица 27

Показатели высоты, длины и ширины стопы юношей-астеников

Вариационно-статистические показатели	Европеоидная			Монголоидная		
	H	Lt	W	H	Lt	W
Среднее	52**	266,97	87,36	62,3**	247,2	89,8
Стандартная ошибка	0,85	1,82	3,44	1,67	4,05	0,82
Медиана	51	269	84,28	62,5	250,5	89,48
Стандартное отклонение	5,96	12,65	9,10	5,29	12,81	2,60
Дисперсия выборки	35,62	160,23	82,79	28,01	164,18	6,77
Эксцесс	3,24	0,05	-0,38	-0,06	-0,94	0,28
Асимметричность	1,17	-0,37	-0,09	-0,57	-0,29	0,22
Интервал	33	57	27,23	17	39	9
Минимум	42	234	73,16	52	227	85,5
Максимум	75	291	100,39	69	266	94,51
Счет	54	54	54	13	13	13
Уровень надежности (95,0%)	1,71	3,67	8,42	3,79	9,17	1,86

Примечание: ** - ($p < 0,001$).

Таблица 28

Длиннотные параметры стопы юношей-астеников

Вариационно-статистические показатели	Европеоидная			Монголоидная		
	La	Lm	Lp	La	Lm	Lp
Среднее	103,66	82,08*	82,08*	93,3	77,79*	77,79*
Стандартная ошибка	0,99	0,77	0,77	1,63	1,15	1,15
Медиана	104,52	82,31	82,31	92,29	78,37	78,37
Стандартное отклонение	5,35	4,15	4,15	5,16	3,63	3,63
Дисперсия выборки	28,69	17,26	17,26	26,59	13,2	13,2
Эксцесс	-0,65	0,72	0,72	-1,09	-0,38	-0,38
Асимметричность	-0,03	-0,21	-0,21	-0,04	0,3	0,3
Интервал	19,78	18,97	18,97	14,24	11,93	11,93
Минимум	94,59	71,38	71,38	85,48	72,47	72,47
Максимум	114,37	90,35	90,35	99,72	84,4	84,4
Счет	54	54	54	13	13	13
Уровень надежности (95,0%)	2,03	1,58	1,58	3,69	2,59	2,59

Примечание: * - ($p < 0,01$).

Таблица 29

Угловые параметры стопы юношей-астеников

Вариационно-статистические показатели	Европеоидная			Монголоидная		
	NAP	QBR	НСК	NAP	QBR	НСК
Среднее	8,44	9,73	6,29	7,19	4,53	5,88
Стандартная ошибка	0,66	0,96	0,96	1,41	1,15	0,75
Медиана	9,34	11,06	4,72	6,31	4,54	6,14
Стандартное отклонение	3,55	5,2	5,21	4,45	3,64	2,38
Дисперсия выборки	12,64	27,12	27,14	19,78	13,26	5,64
Эксцесс	-0,05	-1,1	7,57	-1,09	2,99	-0,99
Асимметричность	0,07	-0,44	2,31	0,35	1,36	-0,49
Интервал	15,51	16,84	26,67	12,79	12,62	6,88
Минимум	1,64	0,08	0	1	0,44	1,73
Максимум	17,15	16,92	26,67	13,79	13,06	8,61
Счет	54	54	54	13	13	13
Уровень надежности (95,0%)	1,35	1,98	1,98	3,18	2,61	1,69

ГЛАВА 4. Исследование механических характеристик стопы в юношеском возрасте европеоидной расы обоего пола с учетом соматотипа

4.1. Исследование коэффициента упругости стопы

При анализе коэффициента упругости (рисунок 9) у лиц юношеского возраста было установлено, что данный параметр у юношей был равен 78815 Н/м, что было выше по сравнению с девушками (63357 Н/м).

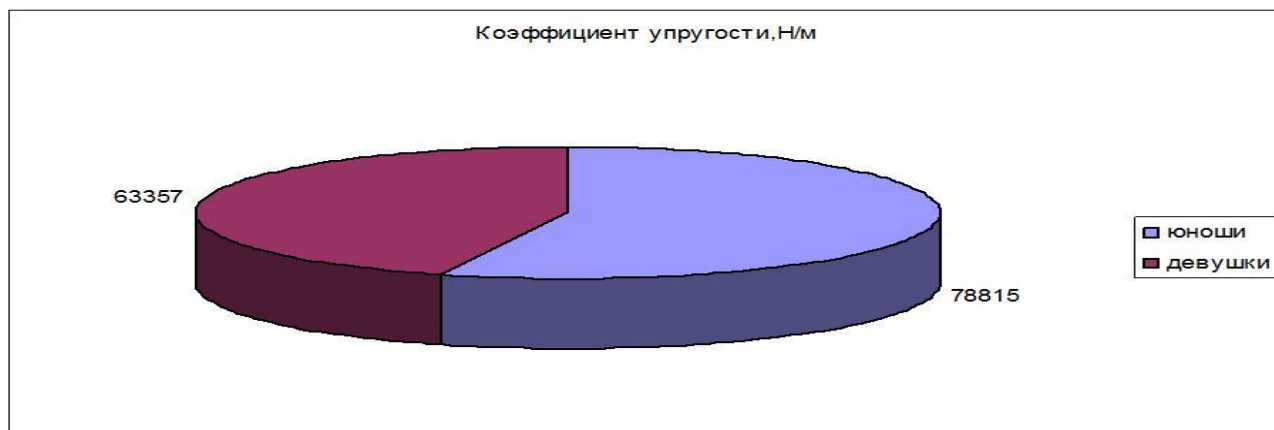


Рисунок 9. Коэффициент упругости у лиц юношеского возраста обоего пола.

Коэффициент упругости стопы по вертикальной оси был максимален у юношей-гиперстеников (91241 Н/м) и девушек-астеников (75842 Н/м) по сравнению с другими соматотипами (рисунок 10). У юношей-нормостеников данный параметр был равен (69003 Н/м), у астеников – 75600 Н/м. Среди девушек нормо- и гиперстенического типа телосложения значения коэффициента упругости по вертикальной оси были равны 60592,6 Н/м и 57538,5 Н/м соответственно.

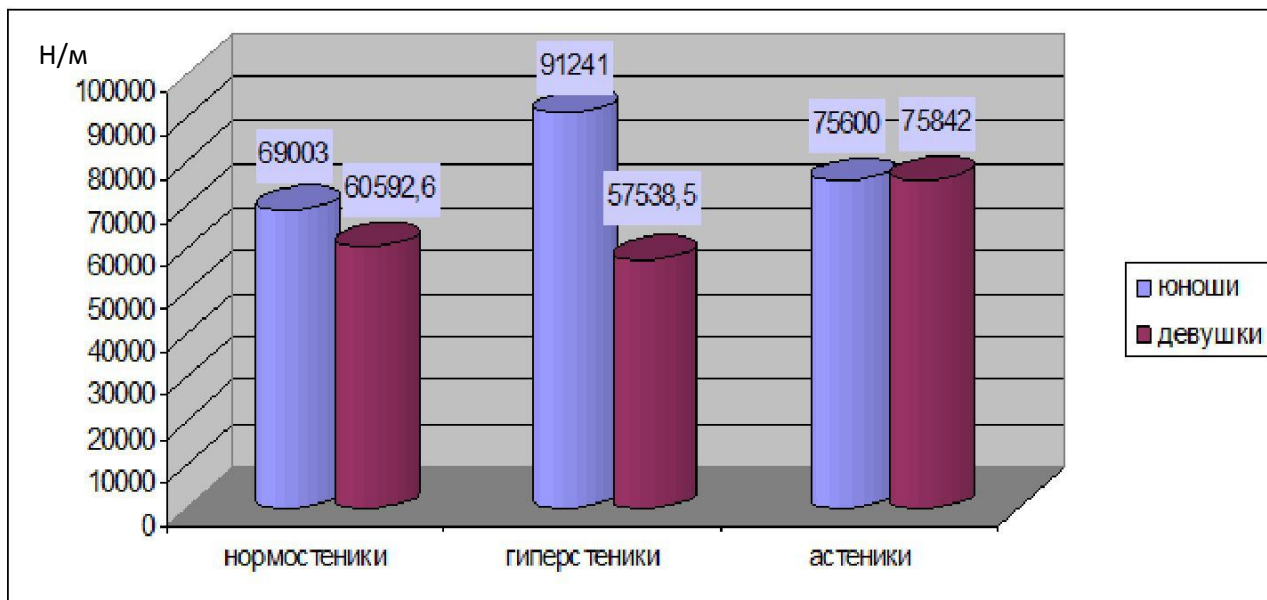


Рисунок 10. Коэффициент упругости по вертикальной оси у лиц юношеского возраста обоего пола с учетом соматотипа.

4.2. Модуль Юнга вдоль вертикальной оси стопы

При изучении результатов вычисления модуля Юнга было определено, что данный параметр у юношей и девушек 17-21 года незначительно различался. При этом среднее значение модуля Юнга у юношей был несущественно больше данного показателя у девушек (рисунок 11).

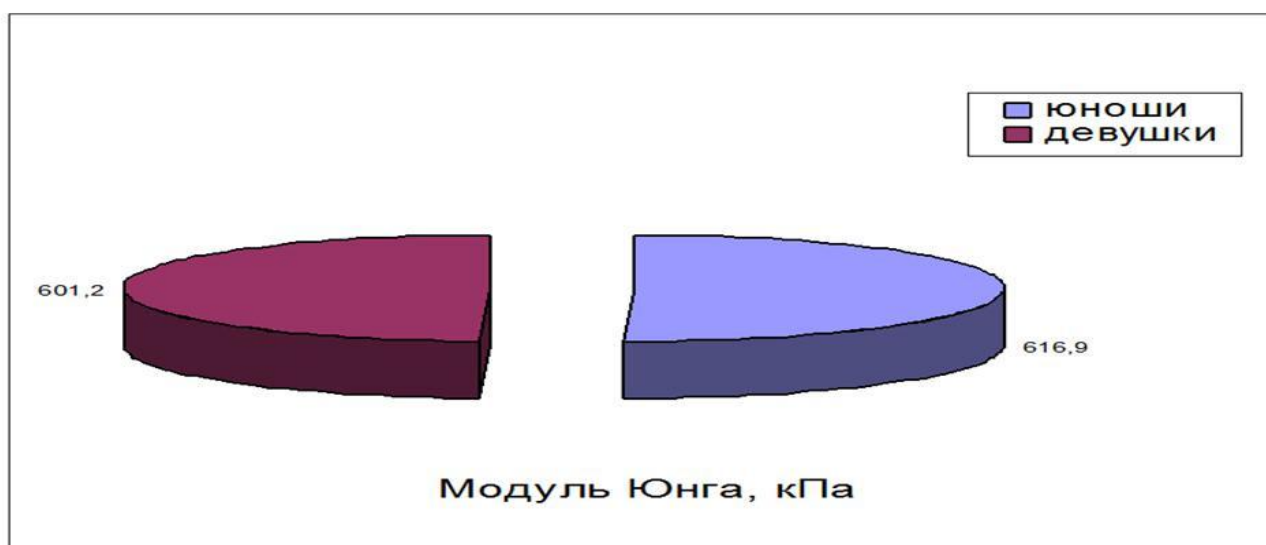


Рисунок 11. Модуль Юнга у лиц юношеского возраста обоего пола.

4.3. Коэффициент деформации стопы по ее осям у лиц обоего пола в возрасте 17-21 года

Наибольшее значение коэффициента деформации у лиц обоего пола юношеского возраста отмечается вдоль вертикальной оси (у юношей – 5,4; у девушек – 6). На рисунке 12 наглядно отображено распределение значения параметра в зависимости от направления оси. По фронтальной оси у юношей и девушек коэффициент деформации равен 1,37 и 3,4 соответственно. Вдоль сагиттальной оси данный коэффициент имел наименьшее значение, у девушек – 0,83, и у юношей – 0,56.

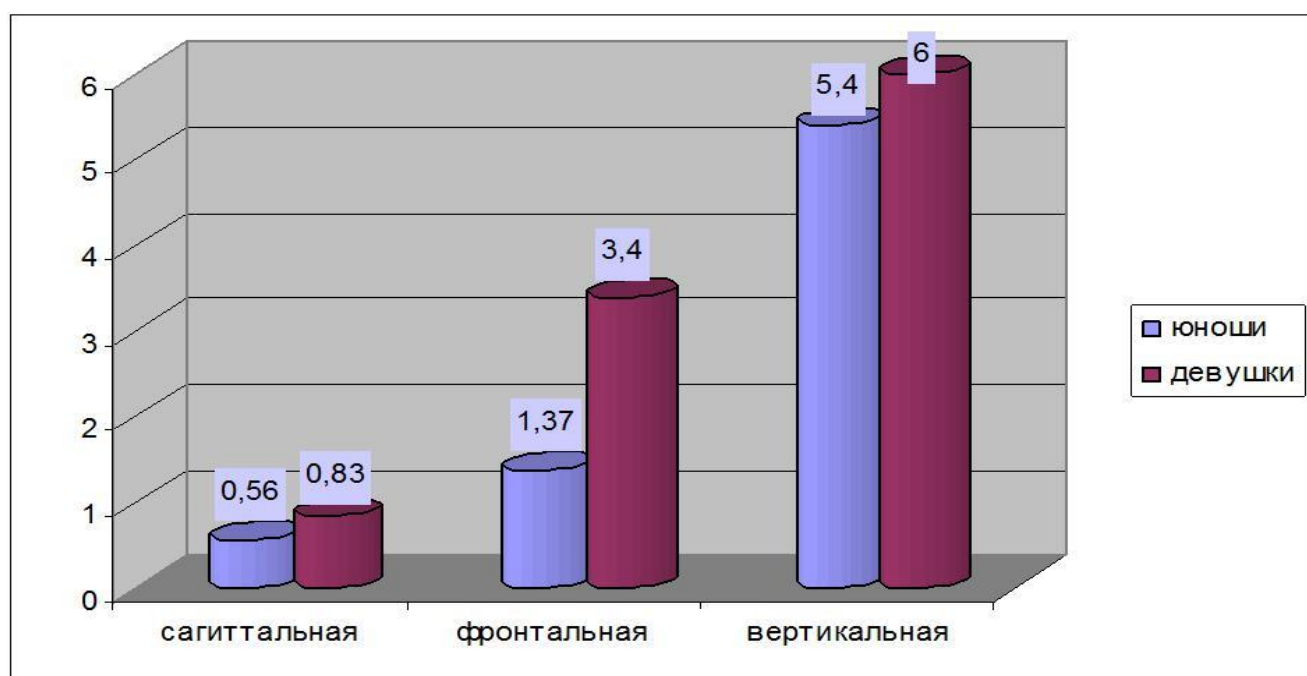


Рисунок 12. Коэффициент деформации стопы по осям у лиц обоего пола в возрасте 17-21 года.

При сравнении коэффициента деформации стопы в сагиттальной плоскости у лиц обоего пола в указанных рамках исследования было установлено, что наибольшее значение по сравнению со всеми соматотипами у лиц обоего пола имели девушки-астеники (0,83), при этом незначительно превышая значения девушек-нормостеников (0,826), у девушек-гиперстеников коэффициент равен 0,41. У юношей в зависимости от соматотипа данный показатель имел значения:

наибольшее у гиперстеников – 0,7; у нормостеников – 0,52; у астеников – 0,4 (рисунок 13).

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 14).

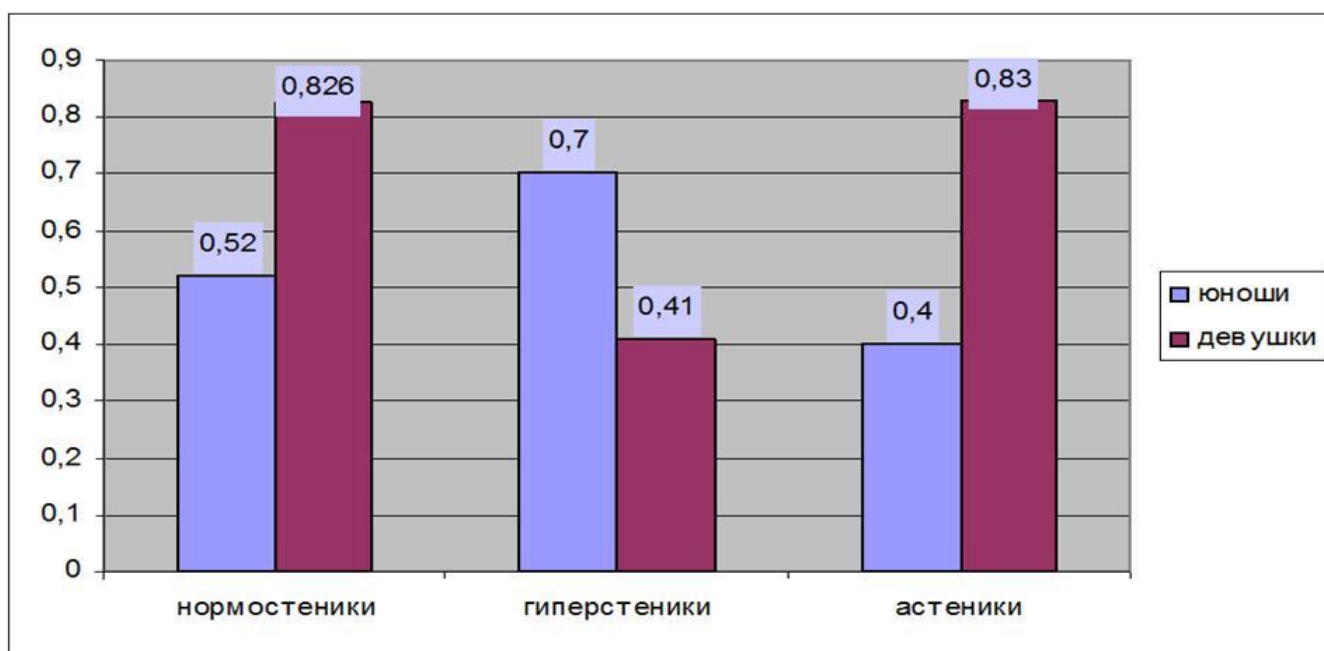


Рисунок 13. Коэффициент деформации стопы в сагиттальной плоскости у лиц обоего пола в возрасте 17-21 года.

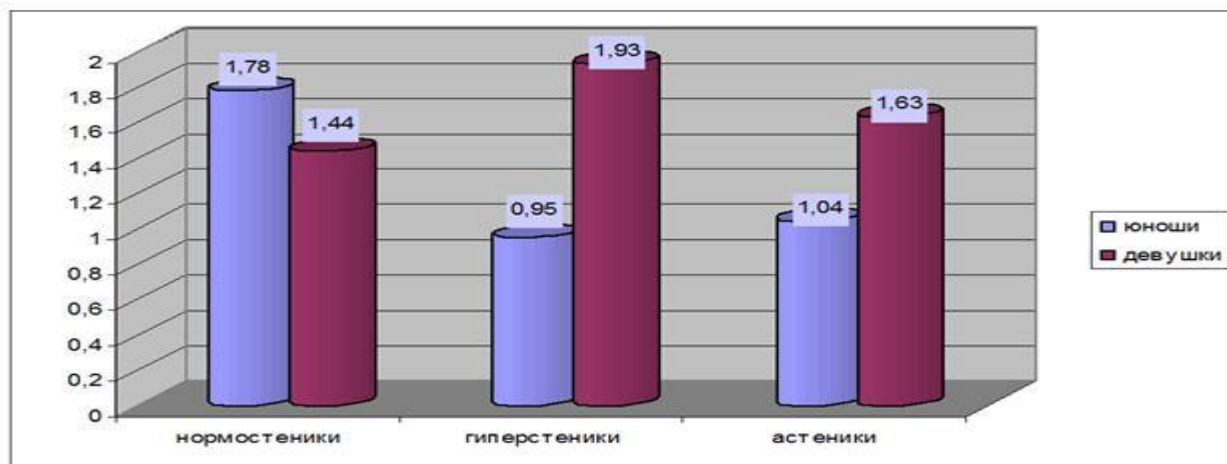


Рисунок 14. Коэффициент деформации стопы вдоль фронтальной оси у лиц обоего пола в возрасте 17-21 года.

Коэффициент деформации стопы вдоль вертикальной оси имел наибольшее значение у девушек-гиперстеников по сравнению с юношами и другими соматотипами; у нормостеников данный параметр равен 5,8 и у астеников – 4,2. У юношей наибольшее значение у лиц с нормостеническим типом телосложения – 5,77; у гиперстеников – 5,69; у астеников – 4,68. Результаты продемонстрированы на рисунке 15.

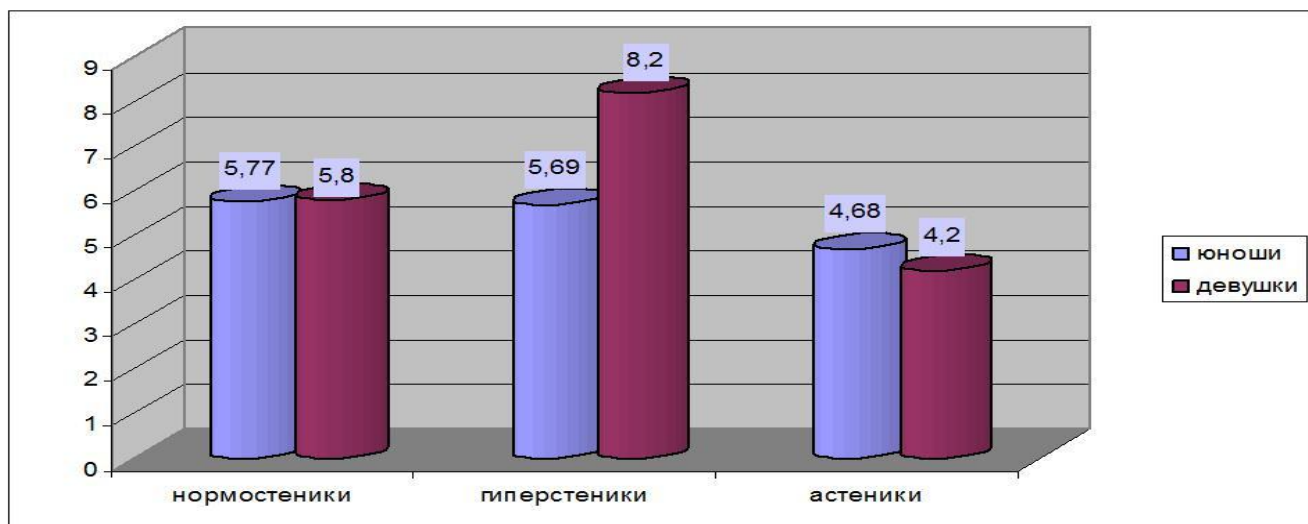


Рисунок 15. Коэффициент деформации стопы вдоль вертикальной оси у лиц обоего пола в возрасте 17-21 года.

4.4. Коэффициент Пуассона у юношей и девушек в возрасте 17-21 года

Коэффициент Пуассона относительно сагиттальной и фронтальной осей выше у девушек (0,56 и 0,57 соответственно) по сравнению с юношами – 0,104 и 0,138. Данные отображены на рисунке 16.

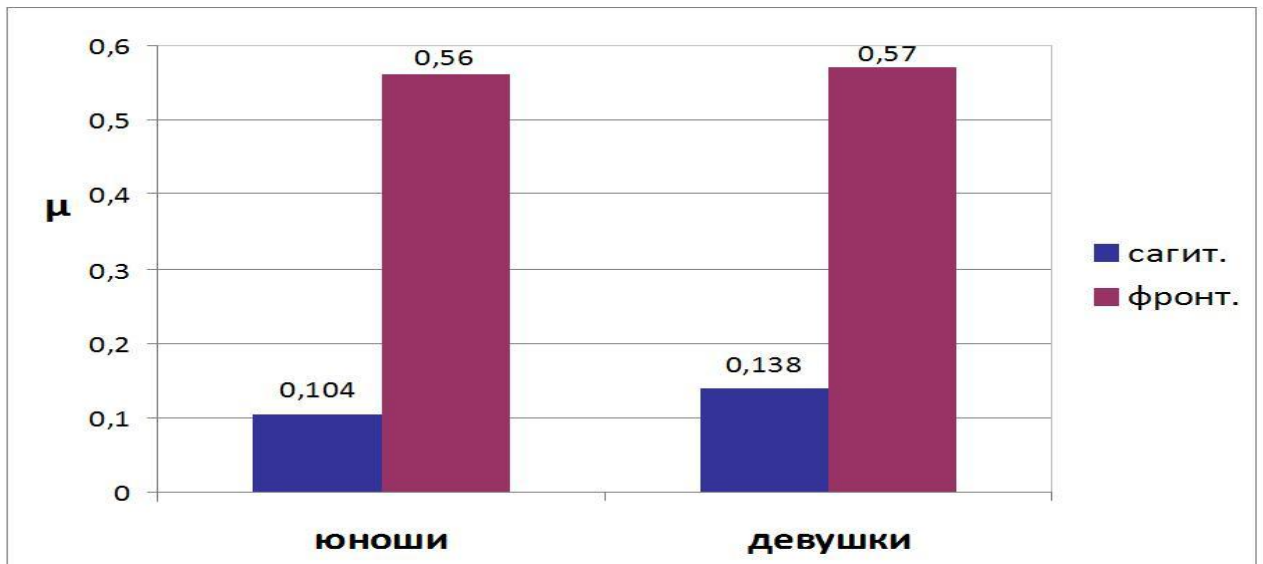


Рисунок 16. Коэффициент Пуассона относительно сагиттальной и фронтальной оси у юношей и девушек в возрасте 17-21 года.

4.4.1. Коэффициент Пуассона относительно сагиттальной оси

Коэффициент Пуассона относительно сагиттальной оси был максимален у девушек-астеников (1,05) по сравнению с юношами и другими самотатипами. У девушек-нормостеников данный коэффициент равен 0,74; у гиперстеников – 0,26. Среди юношей наибольшее значение было у гиперстеников – 0,66; у нормостеников и астеников он был 0,47 и 0,5 соответственно (рисунок 17).

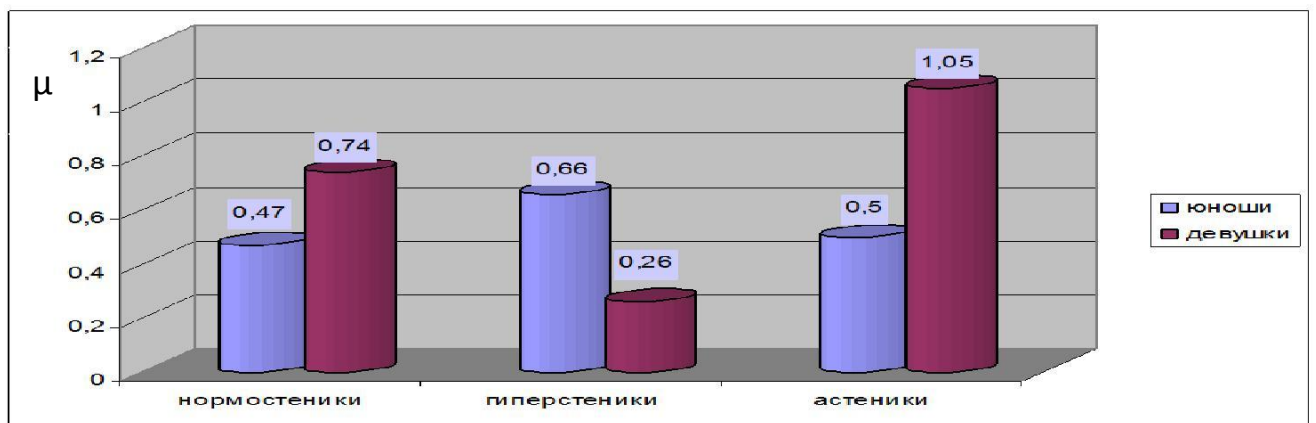


Рисунок 17. Коэффициент Пуассона относительно сагиттальной оси.

4.4.2. Коэффициент Пуассона относительно фронтальной оси

Коэффициент Пуассона относительно фронтальной оси имел наибольшее значение у девушек-астеников (0,68) и юношей-нормостеников (0,54). На рисунке 18 наглядно отображено распределение значения параметра с учетом соматотипа. У юношей-гиперстеников коэффициент равен 0,3, у астеников – 0,4. У девушек нормо- и гиперстеников параметр равен 0,44 и 0,41.

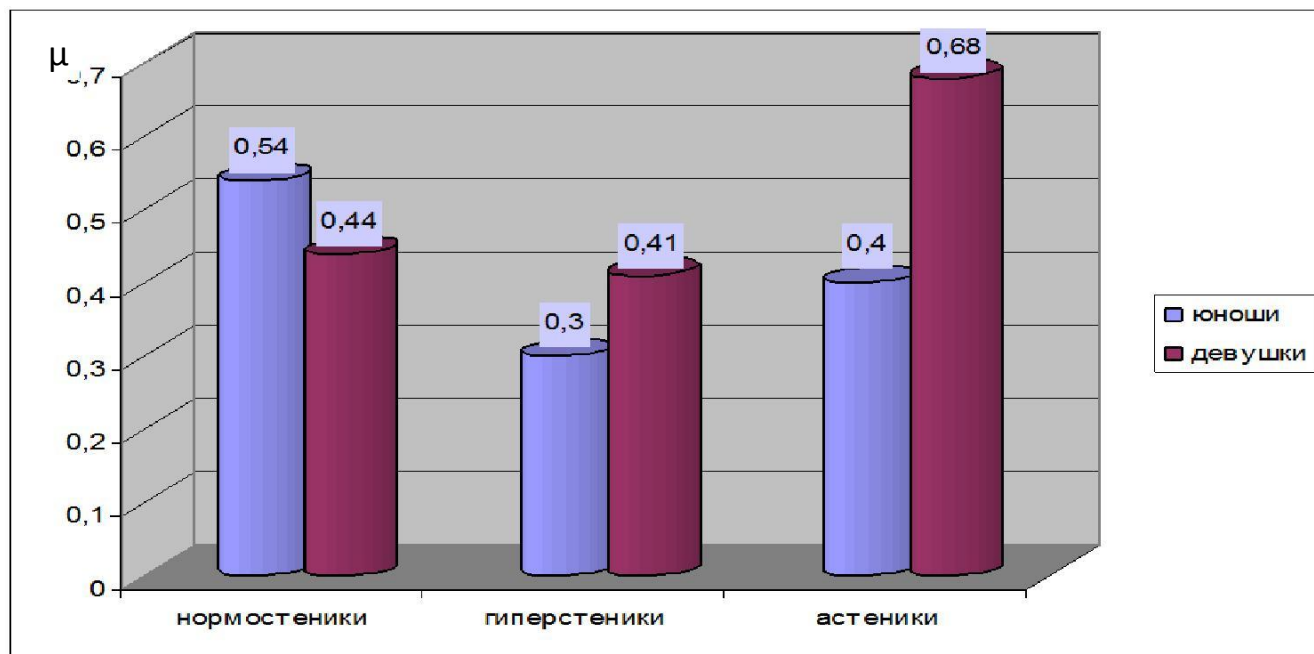


Рисунок 18. Коэффициент Пуассона относительно фронтальной оси.

4.5. Сравнение упругих показателей стопы юношей и девушек европеоидной и монголоидной расы

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.

Коэффициент упругости девушек и юношей европеоидной расы были больше по сравнению с представителями монголоидной расы на 55,9% и 51,2%, соответственно (рисунок 19).

На рисунке 20 представлены данные, на основании которых установлено что значение модуля Юнга девушек и у юношей европеоидной расы больше на

54% и 59,2%, соответственно, по сравнению с девушками и юношами монголоидной расы.

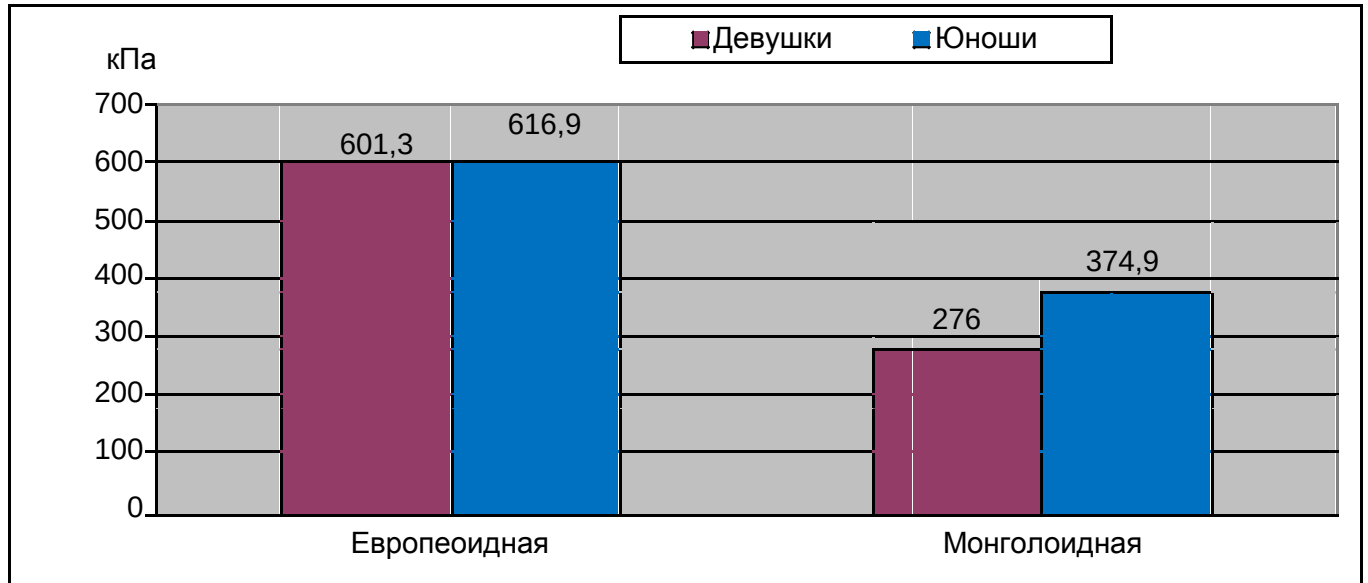


Рисунок 19. Коэффициент упругости у лиц обоего пола европейской и монголоидной рас.

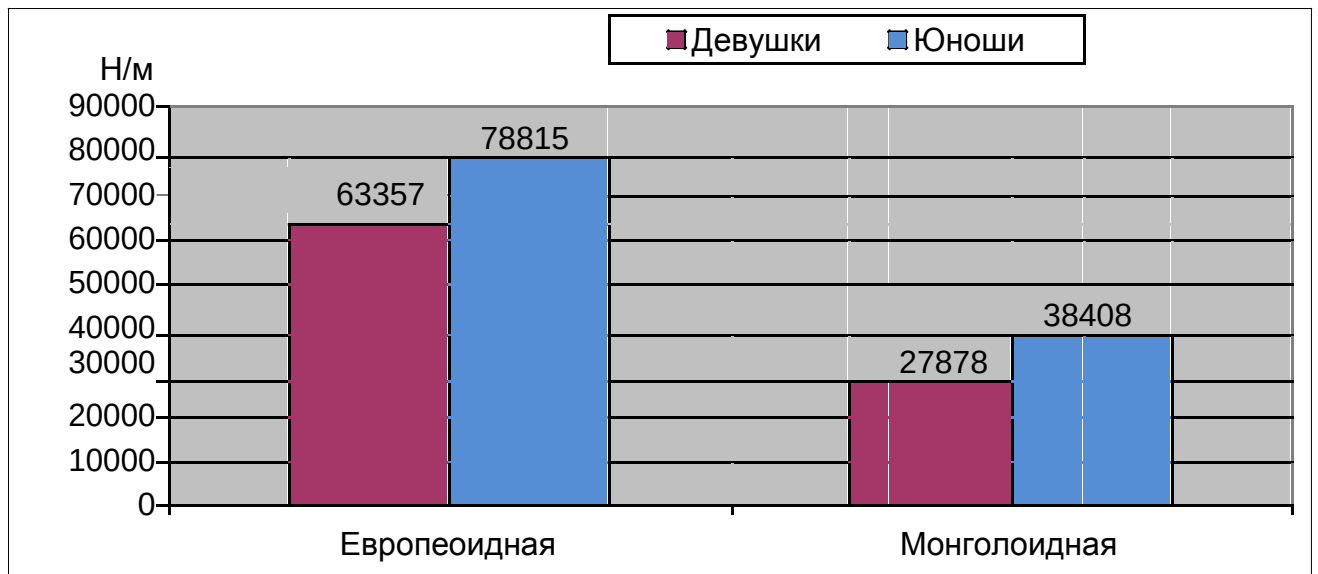


Рисунок 20. Модуль Юнга у лиц обоего пола европейской и монголоидной рас.

Коэффициент деформации, изображенный на рисунке 21, у юношей европейской расы в сагиттальной плоскости был больше на 62,5% по сравнению с юношами монголоидной расы. Коэффициент деформации у юношей

монголоидной расы во фронтальной, на 35,6%, и в вертикальной, на 36,5%, осях был выше по сравнению с юношами европеоидной расы. Коэффициент деформации у девушек монголоидной расы в сагиттальной на 63,8% и фронтальной осях на 39,9% был меньше по сравнению с девушками европеоидной расы, а относительно вертикальной оси коэффициент деформации - наоборот больше на 43,9%.

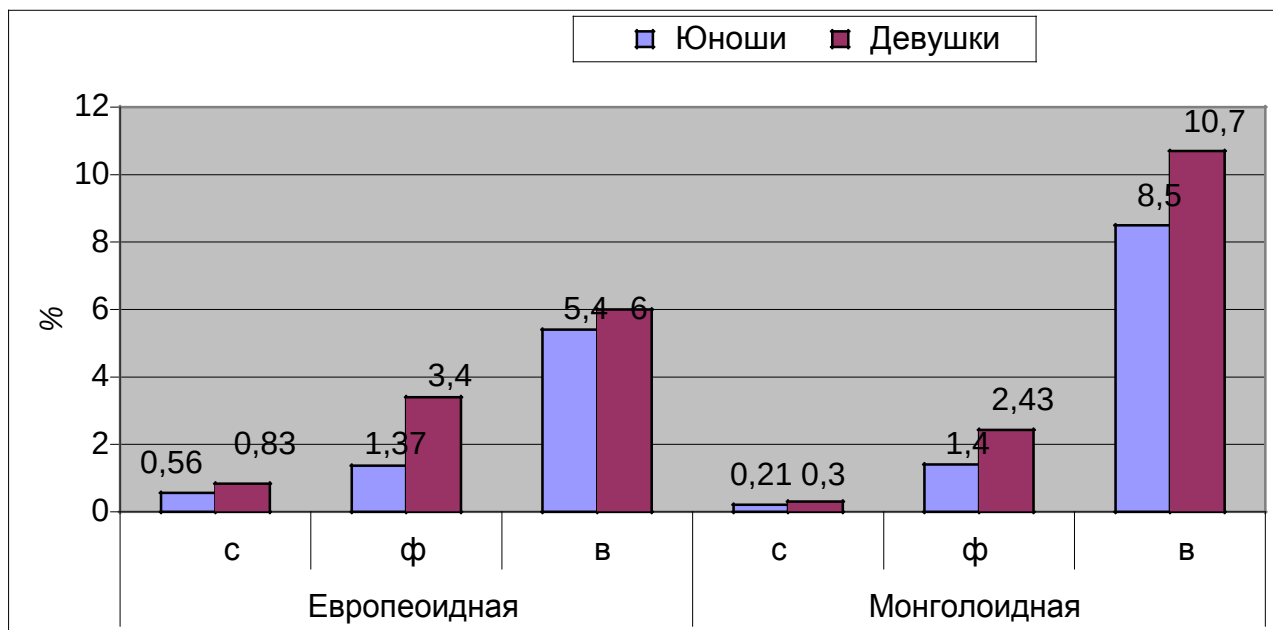


Рисунок 21. Коэффициент деформации стопы у юношей и девушек обеих расовых групп.

ГЛАВА 5. Корреляционные связи соматометрических и анатомических параметров стопы

Полученные данные корреляционных связей между типологическими параметрами тела и анатомическими параметрами стопы представлены в таблице 30. Установлено, что параметры роста и массы тела девушек европеоидной расы имели сильную связь практически со всеми анатомическими параметрами стопы, за исключением пяточного угла, где отмечалась средняя связь. Умеренная корреляционная связь окружности грудной клетки с длиннотными параметрами стопы отмечалась у девушек европеоидной расы. При анализе корреляционных связей установлено, что рост, масса тела у девушек монголоидной расы имели, в основном, среднюю связь. Слабая корреляционная связь параметров отмечалась у них относительно роста с высотой свода, длиной переднего отдела, углом V пальца стопы; массы тела с высотой свода и угловыми параметрами. Окружность грудной клетки девушек монголоидной расы со всеми параметрами стопы была в слабой корреляционной связи.

Таблица 30

Корреляционная связь у девушек-нормостеников

	Рост		Масса		ОГК	
	Европ	Монгол	Европ	Монгол	Европ	Монгол
H	0,91	0,15	0,91	0,08	-0,46	-0,03
Lt	-0,95	0,32	-0,94	0,53	0,65	0,21
La	-0,93	0,15	-0,9	0,42	0,66	0,07
Lm	-0,96	0,35	-0,94	0,47	0,66	0,30
Lp	-0,96	0,35	-0,93	0,47	0,65	0,30
NAP	0,84	-0,34	0,85	-0,20	-0,46	-0,26
QBR	0,74	-0,04	0,78	0,08	-0,39	0,15
HCK	0,57	0,35	0,65	0,03	-0,24	-0,01

При анализе корреляционных связей у девушек с гиперстеническим типом телосложения было установлено, что у девушек европеоидной расы наблюдалась наиболее сильная корреляционная связь роста и массы тела с длиннотными параметрами стопы, наиболее слабая с угловыми параметрами. У девушек монголоидной расы отмечалась сильная корреляционная связь роста с пяточным

углом, средняя - с углом V пальца стопы, слабая – с длиннотными. Средняя корреляционная связь массы тела у девушек монголоидной расы с пяточным углом, сильная с углом V пальца стопы. Корреляционная связь окружности грудной клетки у девушек европеоидной расы была средняя с общей длины стопы, с остальными параметрами была слабая связь. У девушек монголоидной расы окружность грудной клетки имела среднюю корреляционную связь с угловыми параметрами и высотой стопы, тогда как с длиннотными параметрами отмечалась слабая связь. Результаты представлены в таблице 31.

Таблица 31

Корреляционная связь у девушек-гиперстеников обеих расовых групп

	Рост		Масса		ОГК	
	Европ	Монгол	Европ	Монгол	Европ	Монгол
H	0,05	0,19	0,15	0,49	-0,11	0,50
Lt	0,75	0,33	0,64	0,14	0,51	0,13
La	0,67	-0,33	0,55	-0,26	0,48	-0,06
Lm	0,70	0,39	0,58	0,14	0,43	0,02
Lp	0,70	0,39	0,58	0,14	0,43	0,02
NAP	0,01	-0,03	-0,01	-0,32	-0,08	-0,49
QBR	0,17	0,59	0,10	0,73	0,01	0,64
HCK	0,03	-0,67	0,02	-0,62	0,00	-0,62

При анализе корреляционной связи девушек с астеническим типом телосложения обеих расовых групп установлена следующая закономерность, отображенная в таблице 32. Наиболее сильно были связаны высота свода, общая длина стопы и угловые показатели у девушек европеоидной расы, а также высота свода девушек монголоидной расы с параметром роста. Относительно других параметров стопы у девушек обеих расовых групп отмечалась средняя, либо слабая связь с ростом. Масса тела девушек европеоидной расы имела сильную связь с высотой свода, общей длиной стопы и угловыми параметрами, у девушек монголоидной расы с высотой свода, длинами среднего и заднего отделов стопы, а также углом V пальца стопы. Окружность грудной клетки была связана сильной корреляционной связью у девушек европеоидной расы практически со всеми параметрами стопы, за исключением длины общей длиной стопы (средняя связь) и переднего отдела (слабая связь). У девушек

монголоидной расы также была в основном сильная корреляционная связь окружности грудной клетки со всеми параметрами стопы, за исключением высоты свода (слабая) и длины переднего отдела стопы.

Таблица 32

Корреляционная связь у девушек-астеников

	Рост		Масса		ОГК	
	Европ	Монгол	Европ	Монгол	Европ	Монгол
H	-0,68	0,77	0,86	0,99	0,74	-0,38
Lt	0,88	-0,04	-0,66	0,55	-0,54	-0,92
La	0,02	-0,52	0,33	-0,36	0,3	-0,23
Lm	-0,49	0,29	0,8	0,75	0,78	-0,75
Lp	-0,49	0,29	0,8	0,75	0,78	-0,75
NAP	-0,78	-0,48	0,85	0,02	0,72	-0,78
QBR	-0,84	-0,20	0,79	-0,61	0,69	0,65
HCK	-0,83	0,34	0,85	-0,27	0,71	0,95

При анализе корреляционной связей у юношей-нормостеников обеих расовых групп было установлено, что наиболее сильная связь роста юношей европеоидной расы была с общей длиной, а также угловыми показателями стопы, а у юношей монголоидной расы с длиннотными показателями стопы. Средняя корреляционная связь отмечалась у юношей европеоидной расы с высотой свода, длинами среднего и заднего отделов стопы, слабая с длиной переднего отдела. У юношей монголоидной расы средняя корреляционная связь с высотой свода, слабая – с угловыми показателями стопы. Масса тела была связана слабой корреляционной связью со всеми параметрами стопы у юношей европеоидной расы, у юношей монголоидной расы отмечалась умеренная корреляционная связь массы тела с длиннотными параметрами стопы, слабая - с угловыми параметрами. Окружность грудной клетки у юношей-нормостеников обеих расовых групп имела слабую корреляционную связь со всеми параметрами стопы. В таблице 33 отображены полученные данные

Таблица 33

Корреляционная связь у юношей-нормостеников обеих расовых групп

	Рост		Масса		ОГК	
	Европ	Монгол	Европ	Монгол	Европ	Монгол
H	-0,38	0,41	0,33	0,26	0,22	0,17
Lt	0,57	0,74	-0,24	0,58	-0,04	0,30
La	0,08	0,67	0,18	0,51	0,20	0,23
Lm	-0,32	0,69	0,09	0,56	0,09	0,33
Lp	-0,32	0,69	0,09	0,56	0,09	0,33
NAP	-0,63	-0,16	0,37	-0,24	0,19	-0,43
QBR	-0,72	0,15	0,25	0,26	0,08	0,44
HCK	-0,60	-0,13	0,38	0,10	0,18	0,36

При анализе корреляционной связи соматотипических и анатомических параметров стопы, отображенных в таблице 34, у юношей-гиперстеников было отмечено, что наиболее сильная связь роста юноши европеоидной расы была с общей длиной стопы и угловыми параметрами, а у юношей монголоидной расы с длиннотными параметрами, за исключением длины переднего отдела стопы. Масса тела, как и рост, у юношей монголоидной расы имела сильную корреляционную связь с длиннотными параметрами стопы, за исключением длины переднего отдела, с другими параметрами отмечалась умеренная и слабая связь. Окружность грудной клетки имела сильную связь с длиной среднего и заднего отдела стопы у юношей монголоидной расы, с остальными параметрами отмечалась, в основном, слабая связь. Масса тела и окружность грудной клетки юношей-гиперстеников европеоидной расы имела слабую связь со всеми параметрами стопы.

Таблица

34 Корреляционная связь у юношей-гиперстеников обеих расовых групп

	Рост		Масса		ОГК	
	Европ	Монгол	Европ	Монгол	Европ	Монгол
H	-0,53	0,06	0,16	0,10	-0,18	-0,01
Lt	0,91	0,75	-0,07	0,79	0,04	0,56
La	0,26	0,33	0,24	0,40	-0,12	0,22
Lm	-0,23	0,89	0,45	0,90	0,01	0,69
Lp	-0,23	0,89	0,45	0,90	0,01	0,69
NAP	-0,87	0,37	0,17	0,44	-0,08	0,23
QBR	-0,83	-0,05	0,22	-0,24	-0,12	-0,08
HCK	-0,82	-0,62	0,16	-0,54	0,08	-0,48

Корреляционная связь роста юношей-астеников (таблица 35) европеоидной расы была сильная с угловыми показателями и общей длиной стопы, у юношей монголоидной расы она была сильная длиннотными параметрами стопы.

Средняя корреляционная связь с ростом была у юношей европеоидной расы относительно высоты свода стопы, слабая – с длинами среднего и заднего отделов стопы; у юношей монголоидной расы средняя связь с высотой свода, углом I пальца и пяточным углом. Сильной корреляционной связью масса тела юношей монголоидной расы была связана с длиннотными параметрами стопы. Масса тела имела умеренную корреляционную связь у юношей европеоидной расы со всеми параметрами стопы, за исключением длины переднего отдела. Окружность грудной клетки у юношей обеих расовых групп имела, в основном, умеренную связь со всеми параметрами стопы. При этом окружность грудной клетки была в сильной корреляционной связи с пяточным углом у юношей монголоидной расы.

Таблица

35 Корреляционная связь у юношей-астеников обеих расовых групп

	Рост		Масса		ОГК	
	Европ	Монгол	Европ	Монгол	Европ	Монгол
H	-0,45	-0,58	0,63	-0,13	0,48	-0,65
Lt	0,73	0,73	-0,45	0,85	-0,38	0,48
La	-0,09	0,67	-0,04	0,84	-0,17	0,37
Lm	-0,25	0,67	0,54	0,89	0,35	0,53
Lp	-0,25	0,67	0,54	0,89	0,35	0,53
NAP	-0,76	-0,25	0,59	-0,16	0,37	0,04
QBR	-0,70	-0,08	0,61	-0,41	0,52	-0,59
HCK	-0,71	0,46	0,59	0,60	0,47	0,78

ГЛАВА 6. Обсуждение результатов проведенных исследований

При сравнении антропометрических параметров, таких как масса тела, рост и окружность грудной клетки в обеих расовых группах у юношей и девушек 17-21 года были выявлены следующие различия (рисунок 22 и 23).

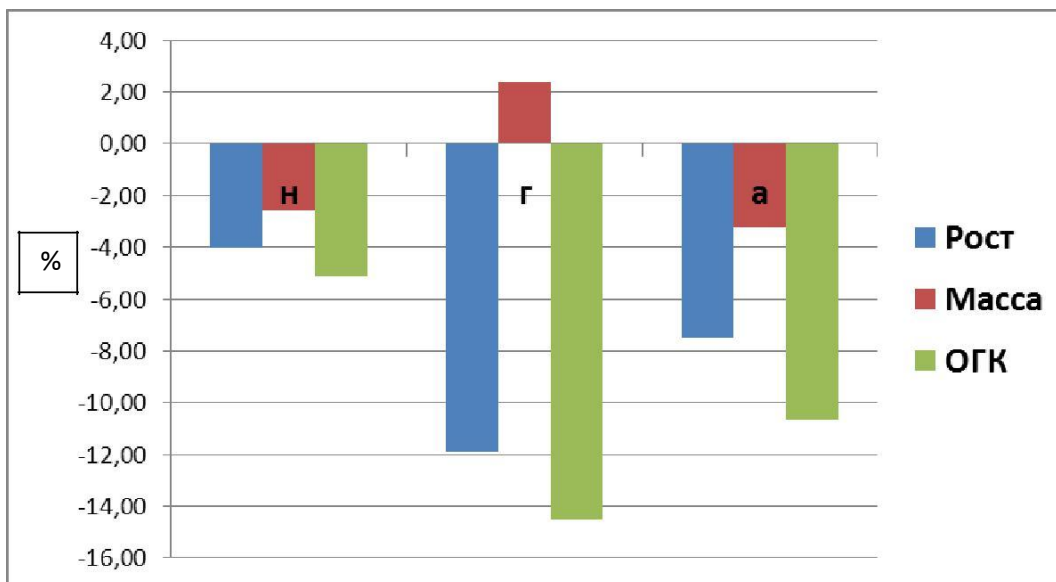


Рисунок 22. Основные антропометрические параметры у юношей монголоидной расы с различными соматотипами по отношению к юношам европеоидной расы, принятыми за ось абсцисс.

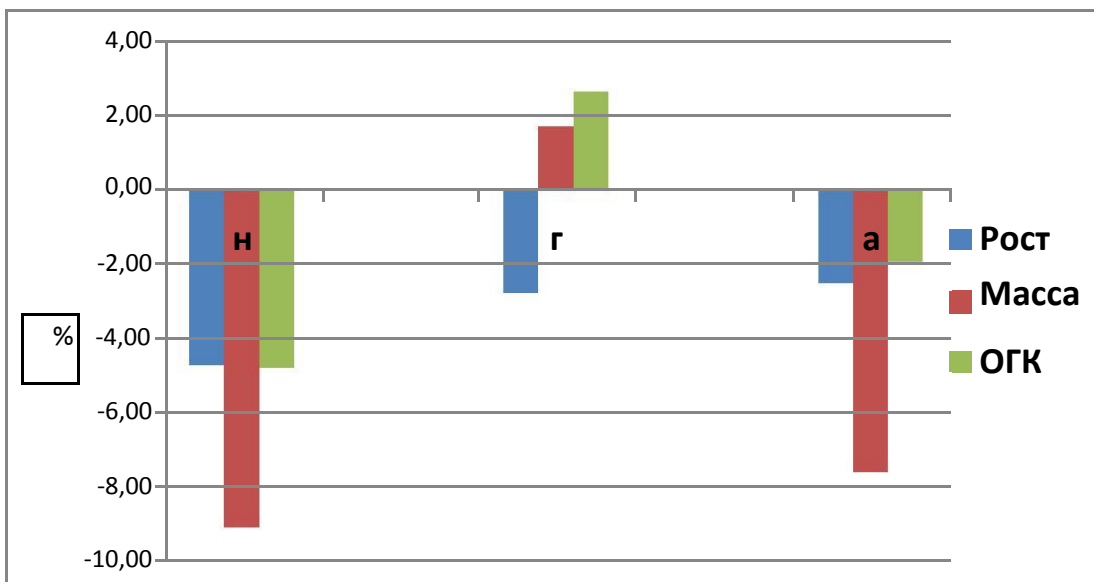


Рисунок 23. Основные антропометрические параметры у девушек монголоидной расы с различными соматотипами по отношению к девушкам европеоидной расы, принятыми за ось абсцисс.

Рост юношей европеоидной расы ($178,50 \pm 1,91$ см) и монголоидной ($173,86 \pm 2,75$ см), имеющих гиперстенический тип телосложения, был выше по сравнению с другими соматотипами ($p < 0,01$). В то же время, показатели роста юношей-европеоидов превосходили их сверстников другой расовой группы.

Меньшие показатели наблюдались у юношей-астеников европеоидной ($174,89 \pm 1,49$ см) и монголоидной ($166 \pm 2,43$ см) рас.

Масса тела у юношей-гиперстеников обеих расовых групп была выше по сравнению с другими соматотипами, наибольшее значение у юношей монголоидной расы ($90,29 \pm 5,54$ кг), у юношей европеоидной расы - $88,21 \pm 2,56$ кг ($p < 0,001$). Масса тела юношей-астеников европеоидной ($55,44 \pm 1,42$ кг) и монголоидной ($47,4 \pm 1,12$ кг) рас была наименьшей.

Окружность грудной клетки больше также у лиц с гиперстеническим типом телосложения, у представителей европеоидной ($105,52 \pm 4,21$ см) и монголоидной ($102,14 \pm 1,94$ см) расы ($p < 0,001$), по сравнению с другими соматотипами. наименьшее значение у лиц с астеническим типом телосложения – $81,48 \pm 0,85$ см у российских и $72,8 \pm 1,24$ см – у малайзийских.

Наибольшее значение индекса Пинье по сравнению с другими соматотипами было у юношей-астеников российского и малайзийского происхождения – $37,96 \pm 0,93$ и $45,8 \pm 0,07$ соответственно. Наименьшее значение у юношей-гиперстеников, их индекс Пинье был равен $15,23 \pm 3,26$ у россиян и у $18,57 \pm 4,73$ малайзийских юношей ($p < 0,05$). При этом индекс у юношей европеоидной расы относительно всех соматотипов был меньше по сравнению с юношами монголоидной расой.

При анализе тех же показателей среди девушек различных типов телосложения европеоидной и монголоидной рас была выявлена аналогичная тенденция распределения, что и у юношей. Антропометрические параметры различных соматотипов европеоидных девушек превосходили их сверстниц другой расовой группы.

Исследование показало, что индекс Пинье у девушек с астеническим типом

телосложения был максимален и составил у представительниц европеоидной расы – $44,1 \pm 0,68$ и $45 \pm 0,58$ – у монголоидной. Минимальным данный индекс был у девушек с гиперстеническим типом телосложения: у европеоидных ($-4,29 \pm 2,99$) и монголоидных ($-12,6 \pm 10$).

Рост девушек-астеников европеоидной расы, $167,88 \pm 1,27$ см, и монголоидной, $163,67 \pm 2,91$ см, был выше по сравнению с другими соматотипами, наименьшее значение роста наблюдалось у девушек-гиперстеников европеоидной ($164,34 \pm 1,13$ см) и у девушек-нормостеников монголоидной расы ($157,28 \pm 1$ см, $p < 0,001$).

Масса тела у девушек-гиперстеников обеих расовых групп была выше по сравнению с другими типами телосложения, наибольшее значение у девушек европеоидной расы ($76 \pm 6,46$ кг), у девушек монголоидной расы – $74,72 \pm 2,43$ кг. Масса тела девушек астенического телосложения европеоидной, $47,98 \pm 0,92$ кг, и монголоидной, $44,33 \pm 2,4$ кг, был наименьший.

Окружность грудной клетки, также как и масса тела, имела наибольшие значения у лиц, имеющих гиперстенический тип телосложения – $96,4 \pm 4,3$ см у европеоидной, $93,91 \pm 1,22$ см у монголоидной расы. Наименьшие значения у девушек-астеников обеих расовых групп: у европеоидных – $75,79 \pm 0,67$ см, и $74,33 \pm 1,45$ см – у монголоидных.

Анализ анатомо-функциональных параметров стопы юношей и девушек обеих расовых групп в возрасте 17-21 года основывался на результатах линейных параметров, измеряемых в трех плоскостях, а также угловых ее параметров.

При сравнении показателей высоты, ширины и длины стопы девушек-нормостеников обеих расовых групп всех соматотипов было выявлено, данные показатели девушек монголоидной расы больше девушек европеоидной расы. Высота свода ($p < 0,01$) и ширина ($p < 0,05$) стопы российских девушек-нормостеников ($46,62 \pm 0,48$ мм и $83,5 \pm 0,27$ мм) и малайзийских девушек-гиперстеников ($50,9 \pm 2,9$ мм и $87,95 \pm 1,44$ мм) была выше по сравнению с другими соматотипами. Наименьшая высота свода наблюдалась у российских девушек-гиперстеников ($43,98 \pm 0,49$ мм) ($p < 0,05$) и малайзийскими девушками-

нормостениками ($47,35 \pm 1,39$ мм) ($p < 0,01$). Наименьшее значение ширины стопы определялось у девушек-гиперстеников монголоидной расы ($79,76 \pm 1,26$ мм) и у девушек-гиперстеников европеоидной расы ($80,15 \pm 1,01$ мм) (рисунок 24).

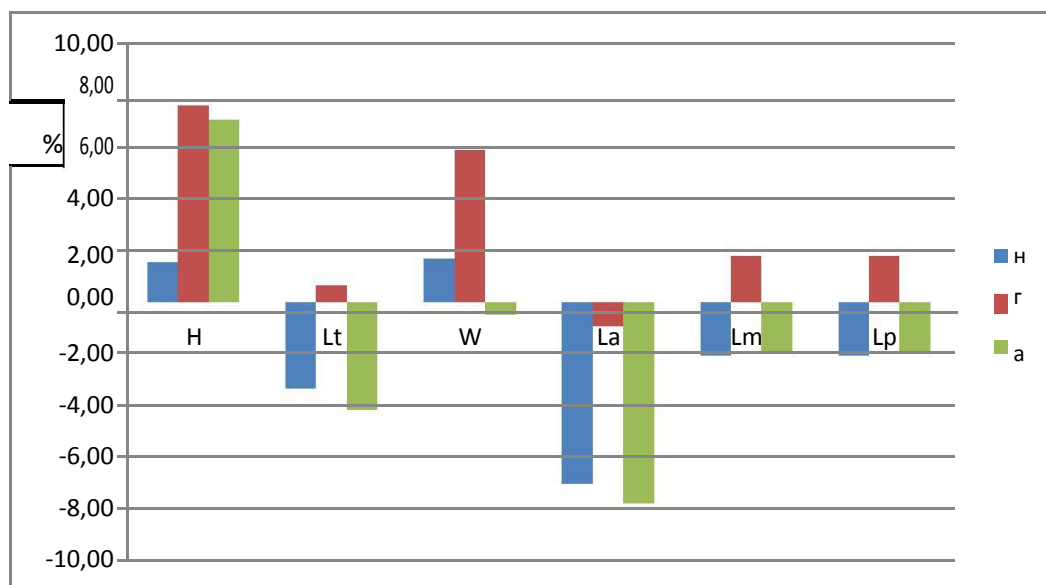


Рисунок 24. Разницы линейных параметров стопы девушек монголоидной расы различных типов телосложения по отношению к параметрам стопы девушек европеоидной расы, принятыми за ось абсцисс.

Аналогичные данные, касающиеся высоты свода стопы, получил в своем исследовании Р.Х.Тахмезов в 2013 г., где он пришел к выводу, что антропометрические показатели высоты внутреннего костного свода до ладьевидной кости и высоты внутреннего свода до мягких тканей у женщин монголоидной расы имела достоверно ($p < 0,05$) большие значения, чем у женщин европеоидной расы [102].

Общая длина стопы была больше у девушек с гиперстеническим типом телосложения, равная $243,53 \pm 0,81$ мм у девушек европеоидной и $242,7 \pm 1,8$ мм монголоидной расы, по сравнению с другими соматотипами, меньшее же значение длины было у европеоидных ($241,48 \pm 2,21$ мм,) и монголоидных ($231,4 \pm 1,47$ мм) девушек-астеников ($p < 0,05$). При оценке длин отделов стопы у девушек обеих расовых групп было установлено, что наибольшая длина переднего отдела стопы наблюдалась у европеоидных девушек-нормостеников – $94,06 \pm 0,36$ мм ($p < 0,001$), по сравнению с другими соматотипами и другой расой, наименьшее значение у европеоидных девушек-астеников – $93,68 \pm 1,16$

мм $93,68 \pm 1,16$ мм ($p < 0,01$). У девушек монголоидной расы большее значение было у девушек-гиперстеников – $92,91 \pm 0,82$ мм, меньшее – у девушек-астеников – $86,41 \pm 0,77$ мм ($p < 0,01$). Длина среднего и заднего отделов в обеих расовых группах была одинакова вне зависимости от соматотипа. Следует отметить, что длина среднего и заднего отдела девушек-нормостеников ($75,53 \pm 0,26$ мм ($p < 0,001$) и девушек-астеников ($74,66 \pm 0,66$ мм) европеоидной расы больше по сравнению со сверстниками монголоидной расы ($73,98 \pm 0,52$ мм ($p < 0,05$) и $73,22 \pm 0,85$ мм, соответственно соматотипам). Монголоидные девушки-гиперстеники ($76,19 \pm 0,78$ мм) относительно длин среднего и заднего отделов превышают значения европеоидных девушек того же типа телосложения $74,86 \pm 0,63$ мм.

В своей работе Р.Х. Тахмезов (2013), отмечал, что, несмотря на то, что все длиннотные размеры нижних конечностей у женщин юношеского и первого периода зрелого возраста европеоидной расы, имели достоверно большие значения по сравнению с таковыми у женщин монголоидной расы, тем не менее, результаты исследования не выявили достоверно значимых различий в значениях длины и косой ширины стоп у женщин различных рас и этносов [102].

Высота свода ($p < 0,001$) и ширина стопы европеоидных юношей-гиперстеников $54,15 \pm 1,4$ мм и $94,9 \pm 2,24$ мм) и юношей-гиперстеников другой расовой группы ($62,43 \pm 1,53$ мм и $100 \pm 1,53$ мм соответственно) была выше по сравнению с другими соматотипами. Наименьшая высота свода стопы ($p < 0,001$) наблюдалась у юношей-нормостеников европеоидных – $45,58 \pm 2,49$ мм и монголоидных – ($56,59 \pm 0,94$ мм). Наименьшее значение ширины стопы выявлено у юношей-астеников монголоидной расы ($89,8 \pm 0,82$ мм) и европеоидной расы ($87,36 \pm 3,44$ мм), что отображено на рисунке 25.

Общая длина стопы у юношей с гиперстеническим типом телосложения в обеих расах превалировала над другими соматотипами при $p < 0,001$, наименьшее значение длины было у европеоидных юношей-нормостеников – $265,27 \pm 2,06$ мм ($p < 0,001$) и у монголоидных юношей-астеников ($247,2 \pm 4,05$ мм).

Среди юношей обеих рас более высокие значения длин отделов стопы

отмечали у юношей-гиперстеников европеоидных ($104,52 \pm 0,9$ мм) и монголоидных ($97,29 \pm 1,85$ мм) ($p < 0,05$). Наиболее низкие значения были у монголоидных юношей-астеников ($93,3 \pm 1,63$ мм) и европеоидных юношей-нормостеников ($102,3 \pm 0,77$ мм) ($p < 0,001$).

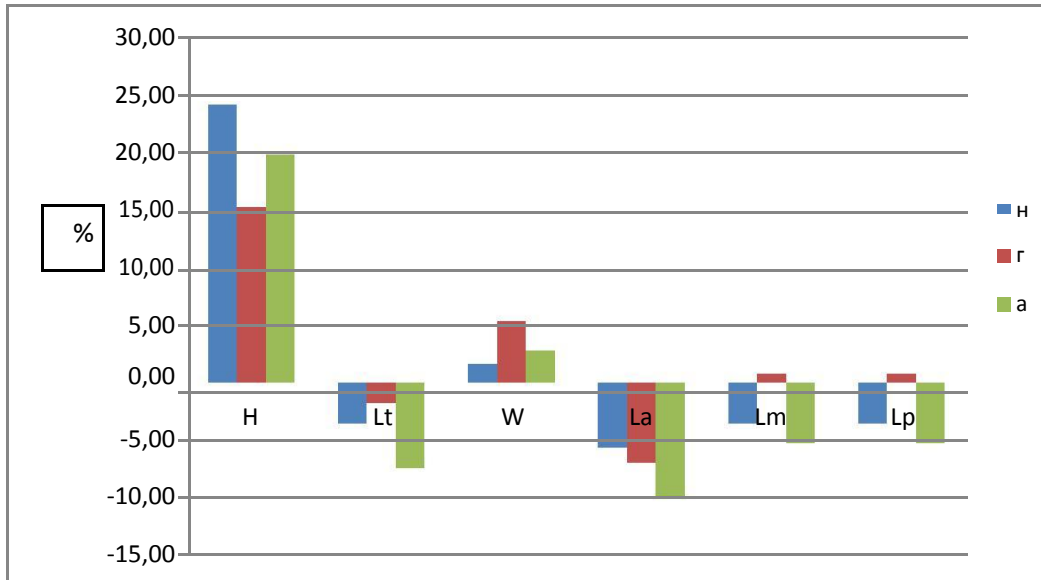


Рисунок 25. Разница линейных параметров стопы юношей монголоидной расы различных типов телосложения по отношению к параметрам стопы юношей европеоидной расы, принятыми за ось абсцисс.

Длина среднего и заднего отделов в обеих расовых группах была одинакова вне зависимости от соматотипа. У юношей-гиперстеников европеоидных ($83,43 \pm 0,97$ мм) и монголоидных ($84,12 \pm 0,82$ мм) длины среднего и заднего отделов стопы ($p < 0,001$) имели более высокие значения по сравнению с другими типами телосложения. Наиболее низкие значения данных длин отмечались у юношей-астеников монголоидной расы – $77,79 \pm 1,15$ мм и у европеоидной – $82,08 \pm 0,77$ мм ($p < 0,01$).

Угловые показатели стопы, такие как: углы отклонения I и V пальца стопы, пяточный угол, отмечены определенные закономерности у девушек и юношей обеих рас в различных типах телосложения (рисунок 26).

Угол отклонения первого пальца стопы был наибольшим среди девушек, имеющих гиперстенический тип телосложения (у европеоидных $-8,05 \pm 0,93^\circ$ и монголоидных $-7,75 \pm 1,29^\circ$, наименьшим же – у девушек-астеников

(европеоидных - $7,13 \pm 0,87^\circ$ и монголоидных - $5,81 \pm 1,23^\circ$).

Среди юношей угол отклонения первого пальца стопы у лиц с астеническим типом телосложения (европеоидных – $8,44 \pm 0,66^\circ$ и монголоидных – $7,19 \pm 1,41^\circ$) был наибольшим, наименьшее его значение отмечалось у юношей-нормостеников европеоидной расы – $5,26 \pm 0,61^\circ$ и у юношей-гиперстеников монголоидной расы – $6,03 \pm 1,53^\circ$.

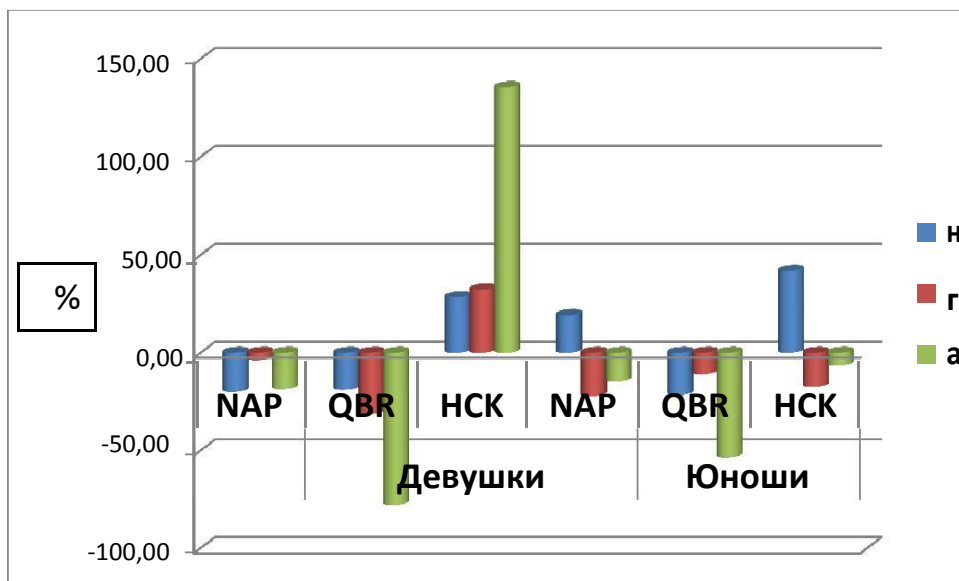


Рисунок 26. Разница угловых параметров стопы юношей и девушек монголоидной расы различных типов телосложения по отношению к аналогичным параметрам юношей и девушек европеоидной расы, принятыми за ось абсцисс.

Угол отклонения пятого пальца стопы был более высоким у европеоидных девушек-гиперстеников ($6,17 \pm 0,80^\circ$) и у монголоидных у девушек-нормостеников ($4,8 \pm 0,48^\circ$). Низкие значение данного угла отмечались у монголоидных девушек-гиперстеников ($1,18 \pm 0,29^\circ$) ($p < 0,01$) и у европеоидных девушек-астеников ($5,32 \pm 0,91^\circ$) ($p < 0,01$).

При сравнении угла отклонения пятого пальца стопы среди юношей в возрасте 17-21 года в с учетом соматотипа было установлено, что наибольшие значения данного параметра имели европеоидные юноши-гиперстеники ($10,06 \pm 0,91^\circ$) и монголоидные юноши-нормостеники ($6,27 \pm 0,47^\circ$) ($p < 0,01$), наименьшие значения были среди юношей-нормостеников европеоидной расы

($6,38 \pm 0,59^\circ$) и юношей-астеников монголоидной расы ($4,53 \pm 1,15^\circ$).

Пяточный угол монголоидных девушек-гиперстеников, равный $10,27 \pm 2,77^\circ$, был наибольшим по сравнению с другими соматотипами и другой расой, у девушек европеоидной группы наибольшие значения были среди гиперстеников – $6,66 \pm 1,02^\circ$. Наименьшие значения отмечались в астеническом типе телосложения европеоидов ($4,36 \pm 0,58^\circ$) и в нормостеническом типе монголоидов ($8,37 \pm 0,55^\circ$).

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 китайок 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 юношей-гиперстеников европеоидной ($7,31 \pm 1,12^\circ$) и монголоидной расы ($6,04 \pm 0,79^\circ$) значения пяточного угла были наиболее высокими в сравнении с другими соматотипами, меньшие значения выявлены у астеников европеоидной расы ($6,29 \pm 0,96^\circ$) и нормостеников монголоидной ($5,63 \pm 0,37^\circ$) ($p < 0,01$).

При исследовании упругости стопы было выявлено, что зависимость между показателями коэффициентов упругости, деформации, Пуассона и модулем Юнга у лиц с различными соматотипами имеет определенную закономерность.

Коэффициент упругости у лиц юношеского возраста было установлено, что данный параметр у юношей был равен 78815 Н/м, что было выше по сравнению с девушками (63357 Н/м). Коэффициент упругости стопы по вертикальной оси был максимален у юношей-гиперстеников (91241 Па) и девушек-астеников (75842 Па) по сравнению с другими соматотипами. Минимальные значения отмечаются у юношей-нормостеников (69003 Па) девушек гиперстенического типа телосложения (57538,5 Па).

Модуль Юнга у юношей и девушек 17-21 года незначительно различался, у юношей (616,9 кПа) он был несколько больше по сравнению с девушками (601,2 кПа).

Наибольшее значение коэффициента деформации у лиц обоего пола юношеского возраста отмечается вдоль вертикальной оси (у юношей – 5,4; у девушек – 6). Вдоль сагиттальной оси данный коэффициент имел наименьшее значение: у девушек – 0,83 и у юношей – 0,56 (рисунок 27).

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 значения девушек-нормостеников (0,826), у юношей большее значение отмечалось в группе лиц с гиперстеническим типом телосложения – 0,7.

Наименьшие значения коэффициента были у девочек-гиперстеников (0,41) и у юношей-астеников (0,4).

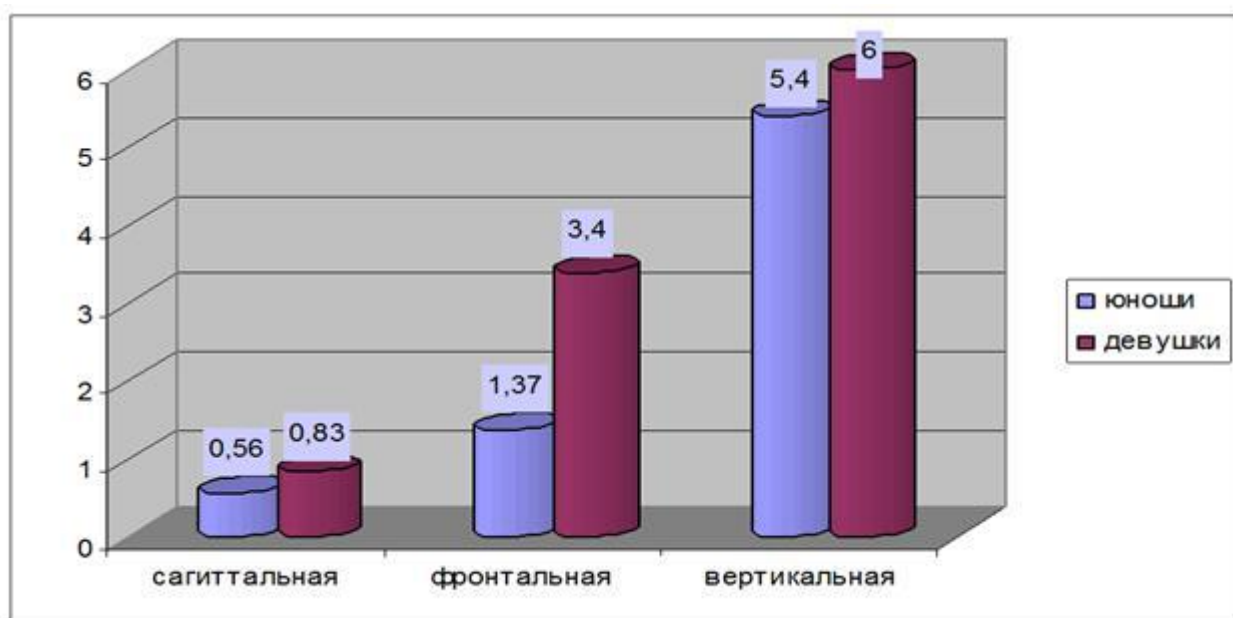


Рисунок 27. Коэффициент деформации стопы по осям у лиц обоего пола в возрасте 17-21 год.

Коэффициент деформации стопы вдоль фронтальной оси был максимален у юношей-нормостеников (1,78) и девушек-гиперстеников (1,93). Наиболее низкие показатели отмечались среди юношей-гиперстеников – 0,95 и девушек-нормостеников – 1,44.

Коэффициент деформации стопы вдоль вертикальной оси имел наибольшее значение у девушек-гиперстеников (8,2) по сравнению с юношами и другими соматотипами, у юношей большее значение было у нормостеников – 5,77.

Меньшие значения показателя определялись среди астеников обоего пола (у девушек – 4,2, у юношей – 4,68).

Коэффициент Пуассона относительно сагиттальной и фронтальной оси выше у девушек (0,56 и 0,57 соответственно) по сравнению с юношами – 0,104 и 0,138. Коэффициент Пуассона относительно сагиттальной оси был максимален у девушек-астеников (1,05) по сравнению с юношами и другими соматотипами.

Среди юношей наибольшее значение было у гиперстеников – 0,66. Наименьший коэффициент отмечен у девушек-гиперстеников – 0,26 и у юношей-нормостеников – 0,47.

Коэффициент Пуассона относительно фронтальной оси имел наибольшее значение у девушек-астеников (0,68) и юношей-нормостеников (0,54). Наиболее низкие значения коэффициента были среди гиперстеников обоего пола, у юношей – 0,3, и у девушек – 0,4.

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) (рисунок 28). 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 28).

У юношей наиболее тесные связи, средние по силе, наблюдались в обеих расовых группах между ростом и основными изученными параметрами стопы (рисунок 29).

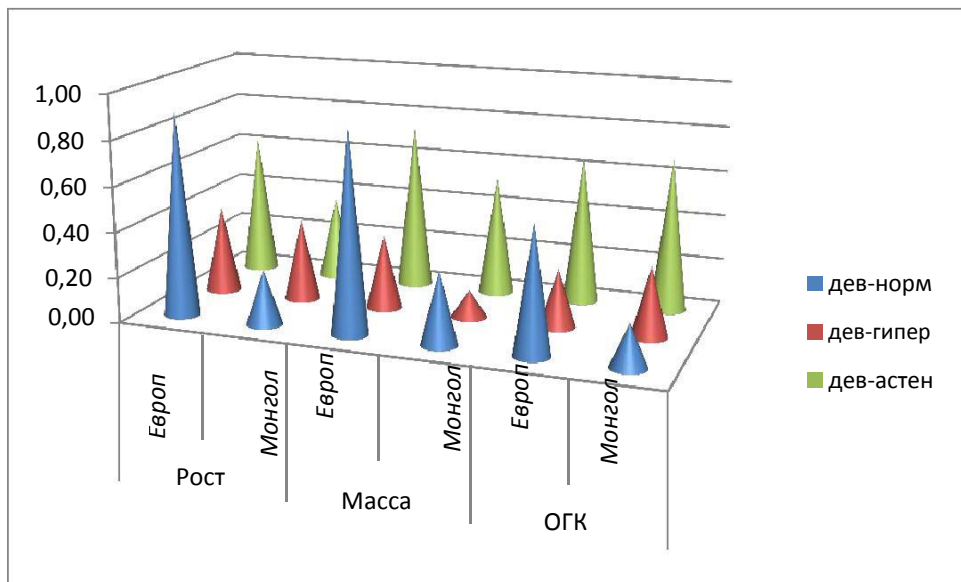


Рисунок 28. Усредненные модули коэффициентов корреляций между изученными параметрами тела и стопы у девушек различных рас и соматотипов.

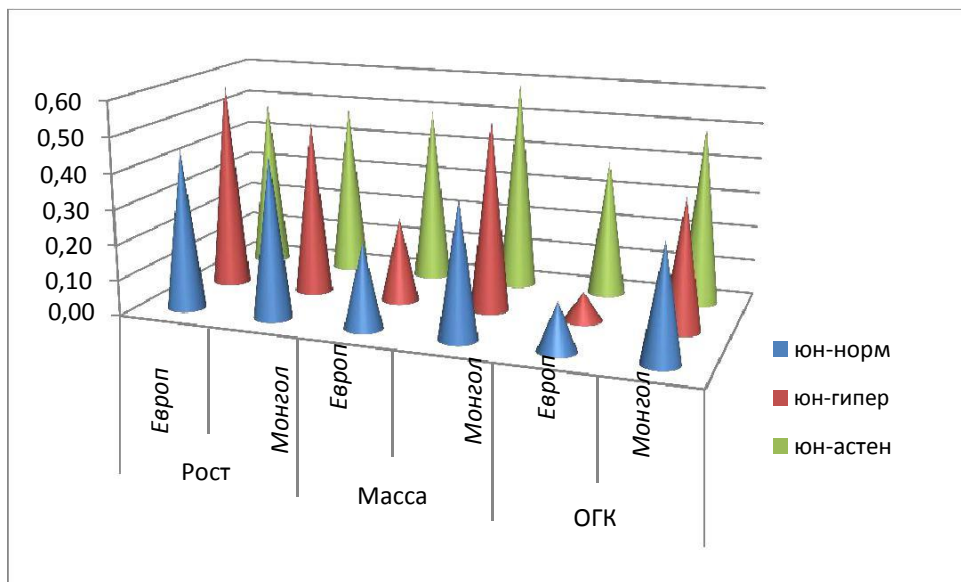


Рисунок 29. Усредненные модули коэффициентов корреляций между изученными параметрами тела и стопы у юношей различных рас и соматотипов.

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 [164, 186].

Предположительно, полученные данные можно объяснить разным влиянием половых гормонов на ткани организма человека, а именно увеличением

их ригидности при преобладающем действии тестостерона [175]. 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 [127, 212].

Именно качественный и количественный состав всех тканей стопы определяет ее упругость. Так, например, выявлено, что увеличение ригидности ткани у лиц мужского пола отмечается за счет усиления синтеза коллагена [185], а уменьшение упругости у женщин детерминировано меньшим количеством волокон, их диаметром и относительным количеством коллагена в каждом волокне связок их стопы [202]. В то же время в исследованиях на животных женского пола в связках отмечена на 82% большая концентрация ДНК, а у особей мужского пола – больше на 70% содержание коллагена I типа и коллагена III типа [163].

На основании полученных нами количественных данных о половых различиях упругости стопы, становится понятным более частая встречаемость повреждения подошвенных мышц и ахиллова сухожилия у мужчин. В первую очередь это объясняется тем, что более ригидная ткань не может поглотить достаточную энергию с возникающей на нее нагрузкой, вследствие чего, имеется высокая вероятность ее повреждения [161]. В то же время, повышенная ригидность стопы у мужчин связана со свойствами мышц и сухожилий, которые также не только качественно, но и количественно отличаются от женских мышц. Одновременно мышечное волокно у мужчин более эффективно при сопротивлении изменениям в его длине, что важно для сохранения стабильности в суставах [184].

ЗАКОНОМЕРНОСТИ АНАТОМО-ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ СТОПЫ В ЮНОШЕСКОМ ВОЗРАСТЕ

Итогом проведенного исследования стало установление ряда закономерностей, касающихся анатомии и механических свойств стопы юношей и девушек в зависимости от расы и типа телосложения.

Первая закономерность. Нормостенический, астенический и гиперстенический типы телосложения у девушек в обеих расовых группах распределялись в пропорции 2,8 : 1 : 1 соответственно; у юношей европеоидной расы - 1,4 : 1 : 1 соответственно и монголоидной – 3,4 : 1 : 1 соответственно.

Вторая закономерность. По ростовым характеристикам лица европеоидной расы превосходили сверстников монголоидной расы.

Третья закономерность. Стопа девушек европеоидной расы длиннее, уже и высоты ее меньше по сравнению с их монголоидными сверстницами.

Четвертая закономерность. Углы I и V пальцев стопы девушек европеоидной расы больше по сравнению с их сверстницами из Азии. Для девушек европеоидной расы характерна тенденция к вальгизации I пальца стопы.

Пятая закономерность. Пяточный угол имеет тенденцию к вальгизации у девушек европеоидной расы и варизации – у девушек монголоидной расы.

Шестая закономерность. Стопа юношей европеоидной расы длиннее, уже и высота ее меньше по сравнению с монголоидными сверстниками.

Седьмая закономерность. Механические свойства стопы, определяемые с использованием модуля Юнга, коэффициентов Пуассона, упругости и деформации, имеют четкую половую и типологическую дифференцировку.

Восьмая закономерность. Коэффициент упругости стопы юношей в 1,24 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.

Девятая закономерность. Наибольший коэффициент деформации стопы у лиц обоего пола отмечен вдоль вертикальной оси, а наименьший – вдоль ее сагиттальной оси.

Десятая закономерность. Коэффициент деформации стопы у юношей-нормостеников по сравнению с другими типами телосложения наибольший вдоль всех изученных её осей.

Одиннадцатая закономерность. Коэффициент деформации стопы вдоль фронтальной и вертикальной осей наибольший у девушек-гиперстеников по сравнению с другими типами телосложения.

Двенадцатая закономерность. Коэффициент Пуассона выше у девушек по сравнению с юношами.

Тринадцатая закономерность. Коэффициент упругости и модуль Юнга стопы выше у лиц обоего пола европеоидной расы по сравнению с их сверстниками монголоидной расы.

Четырнадцатая закономерность. Наибольший коэффициент деформации стопы в обеих расовых группах отмечен вдоль вертикальной ее оси, а наименьший – вдоль сагиттальной.

Пятнадцатая закономерность. У девушек обеих расовых групп коэффициент деформации стопы вдоль всех изученных осей выше по сравнению с противоположным полом.

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 при индивидуальном производстве обуви.
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 литературы

1. Абрахамс, П. Анатомия человека. Тело. Как это работает [Текст] / П. Абрахамс // Москва: Издательство АСТ, 2016. – С. 256.– С. 224-225.
2. Авдеев, В.Б. Расология. Наука о наследственных качествах людей [Текст] / В.Б.Авдеев// Москва: Белые львы. - 2007. – С. 672.
3. Алеекеев, И.П. Избранное. Т. 2. Антропогеография [Текст] / В.П. Алексеев// М.: Наука. – 2007. – С. 23.
4. Алексеев, В.П. Историческая антропология [Текст]: Учебное пособие / В.П. Алексеев// М.: Высшая школа. – 1979. – С. 216.
5. Алексеев, В.П. Становление человечества [Текст] / В.П. Алексеев// М.: Мысль. – 1974. – С. 351.
6. Алексеев, И.П. География человеческих рас [Текст] / В.П. Алексеев // М.: Политиздат. – 1984. – С. 462.
7. Анатомические параметры стопы девушек различных соматотипов при возрастающей нагрузке [Текст] / А.И. Перепелкин, В.Б. Мандриков, А.И. Краюшкин [и др.] // Сборник научных трудов по матер. Межд. научно-практ. конференции «Современные тенденции в науке и образовании»: в 5 частях. – ООО "АР-Консалт". – Москва. – 2015. – С. 24-25.
8. Анатомия человека (с основами динамической спортивной морфологии) [Текст]: Учебник для институтов физической культуры. – Изд. 12-е./ М.Ф.Иваницкий – Под ред. А.А. Гладышевой, Ф.В. Судзиловского. – М.:Спорт. – 2016. – С. 624:ил. – С. 107-120.
9. Анатомия человека [Текст]: учеб. для студентов вузов / М.М. Куренина, А.П. Ожигова, А. А. Никитина // М.: Гуманитар. изд. центр ВЛАДОС. – 2014. – С. 383, + эл.диск (CD-ROM): электронное приложение. – С. 35-37.
10. Анатомия, физиология и гигиена детей дошкольного возраста. [Текст] Учебник для дошкольных педучилищ / А.Н. Кабанов, А.П. Чабовская // М. "Просвещение". – 1969. – С. 288.
11. Анатомо-физиологические особенности стопы и причины развития ее возрастных изменений [Текст] / И. П. Пономарева, Е. М. Дьякова, К. А. Сотников

- [и др.] // Фундаментальные исследования. – 2014. – №7-4. – С.776-780.
12. Антропология [Текст] / В.М. Харитонов, А.П. Ожигова, Е.З. Година, [и др.] // Москва: Владос. – 2004. – 272 с.
 13. Антропометрические параметры стопы юношей при динамической нагрузке [Текст] / А.И. Перепелкин, В.Б. Мандриков, А.И. Краюшкин [и др.] // Сборник научных трудов по материалам Международной научно-практической конференции «Перспективы развития науки и образования»: в 13 частях. – 2015. – С. 115-116.
 14. Бернштейн, Н. А. Очерки по физиологии движений и физиологии активности [Текст] / Н. А. Бернштейн // М: Медицина. – 1966. – С. 349.
 15. Билич, Г.Л.. Анатомия человека: большой популярный атлас [Текст] / Г.Л. Билич // Москва: Эксмо. – 2015. – ил. – (Медицинская энциклопедия) – С. 144
 16. Бунак, В.В. Род Номо, его возникновение и последующая эволюция [Текст] / В.В. Бунак // М.: Наука. – 1980. – С. 330.
 17. Бунак, В.В. Раса как историческое понятие [Текст] / В.В. Бунак // Наука о расах и расизм. Тр. ин-та антропологии МГУ. – Вып. 1. – М.; Л., 1938. – С. 40.
 18. Варианты изменчивости угла отклонения первого пальца при различных формах стоп у девушек 17-19 лет [Текст] / О.В. Коннова, О.Ю. Алешкина, В.Н. Николенко [и др.] // Современные проблемы науки и образования. – 2015. – №4 – С.474.
 19. Веденина, А.С. Оценка функционального состояния стопы с использованием плантографии [Текст] / А.С. Веденина, Л.М. Смирнова // Известия ЮФУ. Технические науки. – 2008. – №5 – С.136-139.
 20. Влияние пола и конституции на развитие патологии стопы у студентов медицинского университета [Текст] / В. Б. Мандриков, К. В. Гавриков, С. В. Клаучек, [и др.] – Вестник ВолГМУ. –2009. – №2 (30). – С.33-36.
 21. Возможности педобарографии в диагностике и ортопедической коррекции продольного плоскостопия [Текст] / А. Г. Мармыш, В. Н. Горбузов, С. И. Болтрукевич, [и др.] // Журнал ГрГМУ. – 2010. – №2 (30) – С.59-64.
 22. Возрастная анатомия и физиология. Основы профилактики и коррекции

- нарушений в развитии детей [Текст]: учебник для вузов / В.И. Селиверстов, Г.В. Гуровец // Учебное пособие для вузов и ссузов. — М.: ВЛАДОС. — 2013 .
- Биомеханика [Текст] / В. И. Дубровский, В. Н. Федорова // Учебник для ВУЗов. — М.: ВЛАДОС. — 2003. — С. 388.
23. Гинзбург, В. В. Элементы антропологии для медиков / В.В. Гинзбург // Л. : Гос. изд-во мед. лит. — 1963. — 215 с.
24. Губский, Е.Ф. Философский энциклопедический словарь / ред.-сост. Е.Ф. Губский [и др.] // М.: ИНФРА-М. — 2009. — С. 569 .
25. Гумилев, Л. Н. От Руси к России [Текст] / Л.Н. Гумилев // М., «ЭКСМО». — 2008. — С. 559.
26. Гумилев, Л.Н / Конец и вновь начало. Популярные лекции по народоведению [Текст] / Л.Н. Гумилев // Изд.: Litres, 2014 — С. 545.
27. Дерматоглифика стоп у лиц с суицидальным поведением [Текст] / А.Н. Чистикин, Т. А. Чистикина, М. О. Зороастров // Суицидология. — 2012. — № 1 (6) — том 3. — С. 49-53.
28. Динамика анатомических параметров стопы человека при возрастающей нагрузке [Текст] / 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». — Челябинск. — 2015. — С. 21-23.
29. Динамика морфофункционального состояния стоп у студентов медицинского вуза с сочетанными нарушениями функций опорно-двигательного аппарата [Текст] / В.О. Аристакесян, В.Б. Мандриков, М.П. Мицулина // Современные проблемы науки и образования. — 2015. —Атлас анатомии и физиологии человека полное практическое пособие [Текст] / Г.Л. Белич, Е.Ю. Зигалова // Москва: Эксмо, 2016. — С. 320 — (Медицинский атлас) — С. 102-105 — С. 118.
30. Дискриминантный анализ пальцевой и половой изменчивости остеометрических показателей средних фаланг стопы человека / А. А. Мельников, Р.М. Хайруллин, А.Ф. Сафиуллина, [и др.] // Фундаментальные исследования. - -

2014. – №10. – С. 693-699.

31. Евтухова, Л.А. Методика исследования состояния стопы и подготовленности ее свода к различным нагрузочным режимам [Текст] / Л. А. Евтухова, В. А. Игнатенко // Проблемы здоровья и экологии. – 2015. – №1 (43) – С.53-58.

32. Ефимов, А.П. Информативность биомеханических параметров походки для оценки патологии нижних конечностей/ А.П. Ефимов // Российский журнал биомеханики. – 2012. – Т. 16, № 1 – С. 80–88.

33. Ефремова, Г. В. Анализ эффективности внедрения в практику работы оздоровительных и спортивных учреждений волгоградской технологии планшетного компьютерного сканирования стопы [Текст] / Г. В. Ефремова // Известия ВолгГТУ. – 2007. – №6 – С.109-114.

34. Заграй, Н. П. Тензометрирование и оптимизация динамических нагрузок стопы человека [Текст] / Н. П.Заграй // Известия ЮФУ. Технические науки. – 2000. – №4 – С.176-177.

35. Иванова Г. Д. Патологические состояния опорно-двигательного аппарата у студентов и их профилактика / Г. Д. Иванова // Концепт. – 2014. – № 8. – С. 1-7.

36. Исследование опорной поверхности стопы в юношеском возрасте [Текст] / А. И. Перепелкин, А. И. Краюшкин, В.Б. Смаглюк, [и др.] // ВНМТ. – 2011. – №2 – С.150-152.

37. Казанцева, Н. В. Анализ состояния опорно-двигательного аппарата стопы у детей старшего дошкольного возраста / Н. В. Казанцева // Вестник Красноярского государственного педагогического университета им. В.П. Астафьева. – 2011. – Т.2, №3. – С. 215-218

38. Калмин, О.В. Антропометрическая характеристика лиц юношеского возраста Пензенского региона [Текст] / О.В. Калмин, Т.Н. Галкина // Известия ВУЗов. Поволжский регион. Медицинские науки. – 2009. – №1 – С.10-23.

39. Калужский, С. И. Программно-информационный комплекс для диагностики органичной системы по ее изображению [Текст]: Дис. канд. техн. наук / С. И. Калужский // Волгоград. – 2005. – С. 117.

40. Кашуба, В.А. Технология биомеханического контроля состояния опорно-рессорной функции стопы человека/ В.А. Кашуба, К.Н. Сергиенко // Биомеханика стопы человека: материалы I междунар. науч.-практ. конф., 18–19 июня 2008. – Гродно, 2008. – С. 32–34.
41. Книжная летопись: Основной выпуск / Всесоюзная книжная палата, Государственный комитет СССР по делам издательств, полиграфии и книжной торговли/ М.: Книжная палата. – 1990. – С. 112.
42. Козлов, В. И. Анатомия человека [Текст]: учебное пособие для студентов медицинских вузов – 3-е изд. доп. и перераб / В.И. Козлов, О.А. Гурова // М.: Практическая медицина. – 2015. – С. 364: ил. – С. 68-71.
43. Козлов, В.И. Анатомия человека [Текст]: учеб. для студ. инст. физ. культ. / В.И. Козлов // М., "Физкультура и спорт". – 1978. – С. 83-97.
44. Коновалова, Н. Г. Обследование и коррекция осанки у детей дошкольного возраста. [Текст]: в сб. Физическое воспитание детей дошкольного возраста. / Н. Г. Коновалова, Л.К. Бурчик // Новокузнецк. – 1998. – С. 153.
45. Коррекция деформаций переднего отдела стопы: метод. пособие/ О.Г. Тетерин, Д.Ю. Петров, Д.А. Маланин, К.В. Гунин, С.С. Лемешкин, М.А. Чернявский // Волгоград. – 2009. –31 с.
46. Коррекция нарушений опорно-двигательного аппарата у девушек в возрасте 18 лет с дисэволютивным и патологическим соматотипами средствами атлетической гимнастики [Текст] / Д. А. Черепяхин, А. А. Щанкин, О. А. Кошелева // Фундаментальные исследования. – 2011. – №11-2 – С.420-423.
47. Корреляционные взаимоотношения размерных характеристик стопы с антропометрическими показателями девушек 17-19 лет [Текст] / О. В. Коннова, В. Н. Николенко, О. В. Сырова // Успехи современного естествознания. – 2009. – №5 – С.122-123.
48. Коуплэнд, Г. Все о здоровье ваших ног: от младенчества до старости [Текст] / Гленн Коуплэнд, Стэнли Соломон; [пер. с англ. С. Николенко] – Москва : АСТ: – Астрель. – 2008. –С. 219.
49. Краев, А.В. Анатомия человека [Текст]: Учебное пособие. / А.В. Краев, О.В.

Резцов // М.: Издательство БИНОМ. – 2016. – С. 960.– С. 150-152.

50. Кузнецова, Е. А. Исследование амортизации системы человек – обувь – опора в фазе переднего толчка: автореф. дис. канд. техн. наук./ Е. А. Кузнецова //Казань, 2009. – 27 с.

51. Латеральные асимметрии балансирующей активности опорных реакций стоп в процессах функциональной реабилитации опорно-двигательной системы [Текст] / В. И. Шевцов, Д. В. Долганов, О. К. Чегуров [и др.] // Гений ортопедии. – 2011 – № 3. – С. 92-98.

52. Лашковский, В. В. Роль динамической педобарографии в оценке биомеханических характеристик стопы в норме и при ее плоско-вальгусной деформации [Текст] / В. В. Лашковский, М. И. Игнатовский // Журнал ГрГМУ. – 2010. – №2 (30). – С.47-50.

53. Лашковский, В.В. Новые технологии в хирургической реабилитации пациентов с плоско-вальгусной деформацией стопы/ В.В. Лашковский, С.И. Болтрукевич // Биомеханика стопы человека: материалы I междунар.науч.-практ. конф., 18–19 июня 2008. – Гродно, 2008. – С. 141–143.

54. Левигурович Е. И. Ремонт обуви [Текст] / Е. И. Левигурович // Изд.: "Книга". – 1969. – С. 30.

55. Левкин, С.С. Атлас анатомии человека [Текст] / С.С. Левкин // Москва: АСТ. – 2016. – 512 с. – С. 80-82.

56. Лиокумович, В.Х. Конструирование обуви [Текст] / В.Х. Лиокумович // Москва: Легкая индустрия. – 1975. – С. 184.

57. Мануальная медицина [Текст]: пер. с нем / К. Левит, Й. Захсе, В. Янда // М.: Медицина. – 1993. – С. 512.

58. Мирская, Н.Б. Профилактика и коррекция нарушений и заболеваний костно-мышечной системы у детей и подростков (методология, организация, технология) [Текст]: учебное пособие / Н.Б. Мирская // М.: Флинта. – 2009. – С. 224.

59. Мицкевич, В.А. Подиатрия / В.А. Мицкевич, А.О. Арсеньев // М.: БИНОМ. Лаборатория знаний. –2009. – 136 с.

60. Морфофункциональная характеристика стоп у детей 6-7 лет с различными

типами телосложения [Текст] / 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. – С. 31-34.

61. Морфофункциональное состояние стоп девушек 16-20 лет при дозированной нагрузке в зависимости от соматотипа [Текст] / А. И. Перепелкин, В. Б. Мандриков, А. И. Краюшкин, [и др.] // ВНМТ. –2012. – №2 – С.190-192.

62. Нелинейные вязкоупругие свойства биологических тканей/ А.В. Кобелев, Л.Т. Смолюк, Р.М. Кобелева, Ю.Л. Проценко // Екатеринбург: Уро РАН. – 2011. – С. 144.

63. Николенко, В. Н. Сравнительная характеристика морфометрических параметров различных форм стоп девушек 17-19 лет [Текст] / В. Н. Николенко, О. В. Коннова // Саратовский научно-медицинский журнал. – 2009. – №1 – С.20-23.

64. Новая методика оперативного лечения вальгусной деформации 1 пальца стопы у больных пожилого и старческого возраста [Текст] / Г. М. Кавалерский, А. А.Ларионов, Н. В. Петров [и др.] // ВНМТ. –2014. – №3. – С.65-68.

65. Новая технология компьютерного исследования морфологического и функционального состояний стопы человека [Текст] / К. В. Гавриков, Р. П. Самусев, Г. В. Ефремова, [и др.] // Фундаментальные исследования. – 2006. – №3. – С.38.

66. Оперативное лечение укорочений плюсневых костей у детей и подростков [Текст] / Скворцов А. П., Андреев П. С., Ягудин Р. Х., [и др.] // Практическая медицина – 2014. – № 4 (80), Т. 2.– С. 137-139.

67. Опыт применения метода кожной пластики в комбинации с фиксацией аппаратом Илизарова при лечении повреждения стопы с обширным дефектом мягких тканей (клинический случай из практики) [Текст]/ Свириденко А. С., Люлин С. В., Мухтяев С. В. [и др.] // Гений ортопедии. – 2016. – №2. – С. 89-93.

68. Особенности оказания помощи пострадавшим в рамках реализации национального проекта по дорожно-транспортному травматизму [Текст] / Я.З. Резников, О.В. Кочергаев, В.И. Дразнин, [и др.] // / Сб. тезисов междунаро. конф

- травматологов и ортопедов «Применение современных технологий лечения в российской травматологии и ортопедии». – Москва. – 2016. – С.161.
69. Особенности пространственного положения туловища, таза и стоп у высококвалифицированных спортсменов-мужчин различных видов спорта [Текст] / Т. Ф. Абрамова, Т. М. Никитина, Н. И. Кочеткова [и др.] // Вестник спортивной науки. – 2013. – №5. – С.58-65.
70. От естественного к искусственному управлению локомоцией [Текст] / А. С. Витензон, К. А. Петрушанская // М.: Научно-медицинская фирма МБН: ил. – 2003. – С. 448.
71. Оценка особенностей антропометрических параметров и распределения соматотипов лиц юношеского возраста г. Краснодара и Краснодарского края [Текст] / О.В. Калмин, Ю.С. Афанасиевская, А. В. Смотуга // Известия ВУЗов. Поволжский регион. Медицинские науки. – 2010. – №1 – С.3-11.
72. Оценка статических и динамических биомеханических параметров нижних конечностей в норме и при дегенеративно-деструктивных заболеваниях стоп [Текст] / Б. Ш. Минасов, С. П. Гутов, А. Р. Билялов // Медицинский вестник Башкортостана. – 2011. – №1 – С.62-66.
73. Перепелкин, А.И. Исследование опорной поверхности стопы в юношеском возрасте/ А.И. Перепелкин, А.И. Краюшкин, Е.С. Смаглюк, Р.Х. Сулейманов // Вестник новых медицинских технологий. – 2011. – Т. 18, № 2. – С. 150–152.
74. Перепелкин, А.И. Компьютерная плантография в оценке анатомических параметров стопы [Текст] / А.И. Перепелкин // Сборн. научн. трудов по матер. Межд. научно-практической конференции «Актуальные вопросы в научной работе и образовательной деятельности»: в 10 томах. – Тамбов. – 2015. – С. 107-109.
75. Перепелкин, А.И. Соматотипологические закономерности формирования стопы человека в постнатальном онтогенезе: автореф. дис. д-ра мед. наук/ А.И. Перепелкин// Волгоград. – 2009. – С. 53.
76. Перепелкин, А.И. Динамика линейных параметров стопы девушек при возрастающей нагрузке/ А.И. Перепелкин, А.И. Краюшкин // Вестник

Волгоградского государственного медицинского университета. – 2013. – № 2. – С. 25–27.

77. Плантаграфические параметры у больных со сколиозом [Текст] / А.И. Перепелкин, В.Б. Мандриков, А.И. Краюшкин [и др.] // Материалы V международной научно-практической конференции «Наука в современном информационном обществе». – 2015. – С. 21.

78. Полуэктов Е. С. Влияние физических нагрузок на состояние опорно-двигательного аппарата бегунов на средние дистанции / Е. С. Полуэктов // Ученые записки университета им. П.Ф. Лесгафта. – 2013. - № 12 (106). – С. 120-122.

79. Пороки развития первого луча стопы у детей: диагностика, клиника, лечение [Текст] / М.П. Конюхов, И.Ю. Клычкова, Н. А. Коваленко-Клычкова, [и др.] // Журнал Ортопедия, травматология и восстановительная хирургия детского возраста. – 2015. – № 2, Т. 3. – С. 15-24.

80. Проблема расы в российской физической антропологии [Текст] / Т.И. Алексеева, Л.Т. Яблонский // М.: Ин-т этнологии и антропологии РАН. – 2002. – С. 24-25.

81. Рогинский, Я.Я. Проблемы антропогенеза [Текст] / Я.Я. Рогинский // М.: Высшая школа. – 1977. – С. 263.

82. Рогинский, Я.Я., Левин М.Г. Антропология [Текст] / Я.Я. Рогинский. // М.: Высшая школа. – 1963. – С. 485.

83. Руднева Л. В. Специфика форм обучения в рамках общего образования детей с нарушениями опорно-двигательного аппарата / Л. В. Руднева // Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия Философия. Психология. Педагогика Т. – 15, № 2 . – 2015. – С. 44-47.

84. Рычков, Ю.Г. Генетика и этногенез. Историческая упорядоченность генетической дифференциации популяций человека (модель и реальность) [Текст] / Ю.Г. Рычков, Е.В. Ящук // Вопросы антропологии. – Вып. 75. – М. – 1985. – С. 184.

85. Рябина, К.Е. Взаимосвязь постурологических характеристик у лыжников-гонщиков в системе подготовки [Текст] / К.Е. Рябина, В.В. Епишев // Человек.

Спорт. Медицина. – 2014. – №4. – С.68-73.

86. Самусев, Р.П. Анатомия человека [Текст]. Учеб.пособие для студентов учреждений высших профессиона. образования/ Р.П. Самусев. // Москва: Издательство АСТ: Мир и Образование. 4-е изд. – 2014. – С. 216.

87. Самусев, Р.П. Атлас анатомии человека [Текст] / Р.П. Самусев, В.А. Агеева // Москва: Издательство АСТ: Мир и Образование. – 2015. – С. 176: ил. – С. 21-23.

88. Сапин, М.Р. Карманный атлас анатомии человека [Текст] / М.Р. Сапин, Д.К. Никитюк // М., Элиста: АПП «Джангар». – 1999. – С. 597.

89. Синельников, Р.Д. Атлас анатомии человека [Текст]: в 3-х томах.3-е изд. / Р.Д. Синельников // М.: "Медицина". – 1967. – С. 1330.

90. Смирнова, Л. М. Комплексное поэтапное моделирование биотехнической системы при оценке эффективности и настройке протеза нижней конечности [Текст] / Л. М. Смирнова // Информационно-управляющие системы. – 2009. – №3. – С.29-33.

91. Современные методы и средства диагностики статических деформаций стопы человека [Текст] / Ю. Н. Задерей, В. С. Качер, А. В. Гадяцкий [и др.] // ВЕЖПТ. – 2009. – №2 (40) – С.23-27.

92. Сочетанная изменчивость линейных параметров стоп с различными формами нижних конечностей [Текст] / О. В. Коннова, О. Ю. Алешкина, В. Н. Николенко [и др.] // БМИК. – 2015. – №7 – С.1073.

93. Способ определения рессорной функции стопы с использованием возрастающей нагрузки: патент РФ на изобретение №2358650 / К.В. Гавриков, А.И. Перепелкин, В.Б. Мандриков, А.А. Воробьев, С.В. Клаучек // Бюл. 2009. – № 17.

94. Справочник практического врача [Текст]: в 2-х томах // М.: Медицина. – 1990. – С. 336.

95. Сравнительный анализ морфо-функционального состояния стоп у спортсменов разных специализаций [Текст] / К. В. Гавриков, А. И. Перепелкин, Г. В. Ефремова [и др.] // Вестник ВолГМУ. – 2007. №1 (21) –Приложение. – С.7-9.

96. Столяренко, В.Е. Антропология – системная наука о человеке [Текст] / В.Е.

Столяренко, Л.Д. Столяренко // Ростов-на-Дону. – Феникс. – 2004. – С. 384.

97. Структурно функциональные особенности строения стопы у юношей [Текст] / Е. В. Зубарева, Р. П. Самусев, Г. А. Адельшина [и др.] // Фундаментальные исследования. – 2007. – №2 – С.37.

98. Структурно-функциональное состояние стопы при циклических центробежных физических нагрузках у спортсменов [Текст] / М. П. Лагутин, Р. П. Самусев, [и др.] // Фундаментальные исследования. – 2008. – №12. – С.75-76.

99. Тадтаев, Х. Б. Этнос. Нация. Раса. Национально-культурные особенности детерминации процесса познания [Текст] / Х. Б. Тадтаев // Под ред. С. И. Замогильного. — Саратов: Изд-во Сарат. ун-та. – 2001. — С. 248.

100. Тараскаев С. А. Бизнес в законе. [Текст] / С. А. Тараскаев // Экономико-юридический журнал. – 2009. – № 1. – С. 205-207.

101. Тараскаев, С. А. Признаки анатомического строения стопы человека как объект криминалистической экспертизы [Текст] / С. А. Тараскаев // Пробелы в российском законодательстве. – 2009. – №1 – С.253-255.

102. Тахмезов Р.Т. Расовые и этнические особенности сводов стоп у женщин [Текст]: диссертация кандидата медицинских наук / Р.Т. Тахмезов // Санкт-Петербург. – 2013. – С. 120.

103. Тахмезов, Р. Т. Расовые и этнические особенности сводов стопы у женщин: автореф. дис. ... кан. мед. наук. / Р. Т. Тахмезов //С.-Петербург. – 2013. – С. 25.

104. Тегако, Л.П. Антропология [Текст]: учебное пособие 2-е издание / Л.И. Тегако, Е. Кметинский // Москва: Новое издание. – 2008. – С. 400. – С. 210.

105. Тегако, Л.П. Антропология [Текст]: учебное пособие 2-е издание / Л.И. Тегако, Е. Кметинский // Москва: Новое издание. – 2008. – С. 400.

106. Тегако, Л.П. Основы современной антропологии [Текст] / Л.И. Тегако, И.И. Саливон // Минск: Университетское. – 1989. – С. 271.

107. Технология компьютерной плантографии [Текст] / К. В. Гавриков, В. Б. Мандриков, С. В. Клаучек, [и др.] // ВНМТ. – 2007. №4 – С.144-145.

108. Тишевская, И. А. Возрастная и конституциональная антропология [Текст]: Учебн. пособие / И. А. Тишевская // Изд-во ЮУрГУ. – Челябинск. – 2000. – С.

31–38.

109. Филатов, В. И. Клиническая биомеханика [Текст] / В. И. Филатов // Л.: Медицина. – 1980. – С.50-52.
110. Функциональное состояние больных с варусной деформацией нижних конечностей различной этиологии [Текст] / В.А. Щуров, К.И. Новиков, Т.И. Долганова// Гений ортопедии. – 2012. – №3. – С.122-125.
111. Характеристика анатомо-функциональных параметров стоп юношей с использованием компьютерной плантографии [Текст] / А. И.Краюшкин, А. И. Перепелкин, Е. С. Смаглюк, [и др.] // ВНМТ. – 2011. – №2. – С.258.
112. Характеристика особенностей соматической конституции мужчин первого периода зрелого возраста [Текст] / Н. Н. Клак, Н. С. Горбунов, П. А. Самотесов // Сибирское медицинское обозрение. – 2012. – №1 – С.60-63.
113. Хрисанфова, Е.Н. Антропология [Текст] / Е.Н. Хрисанфова, И.В. Перевозчиков // М.: Издательство Московского университета – 1999. – С. 400.
114. Хуморова, Е. М. Биомеханика стопы в функциональном тестировании костно-мышечной системы [Текст] / Е. М. Хуморова // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2014. – №3-2. – С.115-116.
115. Чебоксаров, Н.Н. Народы, расы, культуры [Текст] / Н.Н. Чебоксаров, И.А. Чебоксарова // М.: Наука.– 1971. – С. 155.
116. Чебоксаров, Н.Н. Народы. Расы. Культуры [Текст]: 2-е изд., испр. и доп. / Н.Н Чебоксаров, И. А. Чебоксарова// М.: Наука. – 1985. – С. 272.
117. Черноруцкий, М. В. Учение о конституции в клинике внутренних болезней [Текст] / М. В. Черноруцкий // Тр. VII съезда Российск. терапев. – Л., 1925. – С. 304-312.
118. Шибков, А.А. Популяционная характеристика состояния опорно-двигательной системы детей на этапе поступления в школу [Текст] / А.А. Шибков // Человек. Спорт. Медицина. – 2012. – №42 (301). – С.158-159.
119. Эффективность метода компьютерной плантографии для оценки состояния свода стопы при циклических физических нагрузках [Текст] / М. П. Лагутин, К. В. Гавриков, А. И. Перепелкин, [и др.] // Материалы 1 Всероссийской, с междунар.

участием, конференции по управлению движением "Управление движением". – Великие Луки. – 2006. – С. 16–17.

120. Adamczyk, P.G. Mechanical and energetic consequences of rolling foot shape in human walking / P.G. Adamczyk, A.D. Kuo // J. Exp Biol. – 2013. – Vol. 15, N.216 (Pt 14). – P. 2722-31.

121. An examination of the relationship between foot length, foot breath, ball girth, height and weight of Turkish university students aged between 17 and 25 / A. Anil, T. Peker, H.B. Turgut [et al.] // Anthropol Anz. – 1997. – Vol. 55, N.1. – P.: 79-87.

122. An examination of the relationship between foot length, T1, T2, T3, T4, T5 (toe lengths), ankle circumference and calf circumference of Turkish University students aged between 17 and 25 / T. Peker, H.B. Turgut, A. Anil, [et al.] // Morphologie. – 1997. – Vol. 81, N. 254. – P. 13-18.

123. Analysis of footprint and its parts for stature estimation in Indian population / T. Kanchan, K. Krishan, S. ShyamSundar, [et al.] // Foot (Edinb). – 2012. – Vol. 22, N. 3. – P. 175-80.

124. Anatomical variations of flexor hallucis longus tendon increase safety in hindfoot endoscopy/ J. Vega, D. Redó, G. Savín, [et al.] // Knee Surg. Sports Traumatol. Arthrosc. – 2017. – doi: 10.1007/ s00167-017-4465-2.

125. Apostle, K.L. Anatomy of the varus foot and ankle / K.L. Apostle, B.J. Sangeorzan // Foot Ankle Clin. – 2012. – Vol.17, N.1. – P.:1-11.

126. Association Between Anatomical Characteristics, Knee Laxity, Muscle Strength, and Peak Knee Valgus During Vertical Drop-Jump Landings / A. Nilstad, T. Krosshaug, K.M. Mok, [et al.] // J. Orthop Sports Phys Ther. – 2015. – Vol. 45, N. 12. – P. 998-1005.

127. Associations between lower extremity muscle mass and multiplanar knee laxity and stiffness: a potential explanation for sex differences in frontal and transverse plane knee laxity/ S.J. Shultz., M.L. Pye, M.M. Montgomery., R.J. Schmitz // Am. J. Sports Med. – 2012. – Vol. 40, № 12. – P. 2836–2844.

128. Asymmetry of Achilles tendon mechanical and morphological properties between both legs / S. Bohm , F. Mersmann, R. Marzilger , [et al.] // Scand J Med Sci Sports. –

2015. – Vol. 25, N. 1. – P.: 124-132.

129. Atamturk, D. Relationship of flatfoot and high arch with main anthropometric variables / D. Atamturk// *Acta Orthop Traumatol Turc.* – 2009. – Vol. 43, N. 3. – P.: 254-9.

130. Basketball lay-up - foot loading characteristics and the number of trials necessary to obtain stable plantar pressure variables / Y.K. Chua, R.K. Quek, P.W. Kong. – *Sports Biomech.* – 2016. – Vol. 31. – P. 1-10.

131. Birdsell, J.B. Preliminary data on the trihybrid origin of the Australian Aborigines / J.B. Birdsell // *Archaeology and Physical Anthropology in Oceania.* – 1967. – Vol. 2 N. 2. – P.: 136-162.

132. Bookstein, F.L. Analysis of the human female foot in two different measurement systems: from geometric morphometrics to functional morphology / F.L. Bookstein, J. Domjanić // *Coll Antropol.* – 2014. – Vol. 38, N. 3. – P. 855-863.

133. Bookstein, F.L. The Principal Components of Adult Female Insole Shape Align Closely with Two of Its Classic Indicators / F.L. Bookstein, J. Domjanic // *PLoS One.* – 2015. – Vol. 10, N8. – P. e0133303.

134. Changes in footprint with resistance exercise / E. Jimenez-Ormeño, X. Aguado, L. Delgado-Abellan, [et al.] // *Int J Sports Med.* – 2011. – Vol. 32, N. 8. – P. 623-8.

135. Changes in length of the plantar aponeurosis during the stance phase of gait--an in vivo dynamic fluoroscopic study / G. Fessel, H.A. Jacob, Ch. Wyss, [et al.] // *Ann Anat.* – 2014. – Vol. 196, N. 6. – P. 471-478.

136. Changes in male foot shape and size with weightbearing / V.L. Houston, G. Luo, C.P. Mason, [et al.] // *J Am Podiatr Med Assoc.* – 2006. – Vol. 96, N. 4. – P. 330-43.

137. Chien, H.L. Effects of shoe heel height on the end-point and joint kinematics of the locomotor system when crossing obstacles of different heights / H.L. Chien , T.W. Lu// *Ergonomics.* – 2016. – Vol. 6. – P.1-11.

138. Comparison balance and footprint parameters in normal and overweight children / A.H. Barati, A. Bagheri, R. Azimi, [et al.] // *Int. J. Prev. Med.* – 2013. – Vol. 4(Suppl 1). – P. 92-97.

139. Comparison of triceps surae structural stiffness and material modulus across sex/

- J.T Blackburn., D.A. Padua, P.S. Weinhold, K.M. Guskiewicz // Clin. Biomech. – 2006. – Vol. 21, № 2. – P. 159–167.
140. Coon, C.S. The origin of races / C.S. Coon. – New York. – 1962. – Vol.140, N. 3563 – P. 208.
141. Describing the medial longitudinal arch using footprint indices and a clinical grading system/ R.M. Queen, N.A. Mall, W.M. Hardaker, [et al.] // Foot Ankle Int. – 2007. – Vol. 28, N. 4. –P. 456-462.
142. Dugan, S.A. Biomechanics and analysis of running gait / S.A. Dugan, K.P. Bhat// Phys Med Rehabil Clin N Am. – 2005. – Vol. 16, N. 3. – P. 603-621.
143. Effects of an auditory biofeedback device on plantar pressure in patients with chronic ankle instability / L. Donovan , M.A. Feger , J.M. Hart // Gait Posture. – 2016. – Vol.44. –P.29-36.
144. Effects of Pronated and Supinated Foot Postures on Static and Dynamic Postural Stability / K.P. Cote, M.E. Brunet, B.M. Gansneder, [et al.] // J. Athl Train. – 2005. – Vol. 40, N. 1. – P. 41-46.
145. Effects of weight loss on foot structure and function in obese adults: a pilot randomized controlled trial / J. Song, R. Kane, D.N. Tango, [et al.] // Gait Posture. – 2015. – Vol. 41, N. 1. – P. 86-92.
146. Elftman, H. Dynamic structure of the human foot / H. Elftman// Artif Limbs. – 1969. – Vol. 13, N. 1. – P. 49-58.
147. Epidemiology of musculoskeletal injury in the tennis player / G.D. Abrams, P.A. Renstrom, M.R. Safran // Br. J. Sports Med. – 2012. – Vol. 46, №7. – P. 492-498.
148. Ergonomic footwear for Sri Lankan primary schoolchildren: A review of the literature / I.S. Hettigama, H.K. Punchihewa, N.K. Heenkenda // Work. – 2016. – Vol. 29.
149. Estimation of Human Foot Motion During Normal Walking Using Inertial and Magnetic Sensor Measurements / Y. Xiaoping, C. James ; E. R. Bachmann, [et al.] // Med. Sci. Sports Exerc. – 2003. – Vol. 38, N. 4. – P. 605.
150. Evaluation of sexual dimorphism by discriminant function analysis of toe length (1T-5T) of adult Igbo populace in Nigeria / S.A. Alabi, B.C. Didia, G.S. Oladipo, [et

- al.] // Niger Med J. – 2016. – Vol. 57, N. 4. – P. 226-232.
151. Flat foot in children / Z.S. Vukasinović, D.V. Spasovski, D.D. Matanović, [et al.] // Acta Chir. Iugosl. – 2011. — Vol. 58, N. 3. – P. 103- 106.
152. Foot and ankle biomechanics / J.D. Towers, C.T. Deible, S.K. Golla // Semin. Musculoskelet. Radiol. – 2003. – Vol. 7, N. 1. – P. 67-74.
153. Foot anthropometry and morphology phenomena / A. Agić, V. Nikolić, B. Mijović // Coll Antropol. – 2006. – Vol. 30, N. 4. – P. 815-21.
154. Foot arch characterization: a review, a new metric, and a comparison / S. Xiong, R.S. Goonetilleke, C.P. Witana, [et al.] // J. Am Podiatr Med Assoc. – 2010. – Vol. 100, N. 1. – P. 14-24.
155. Foot deformation during walking: differences between static and dynamic 3D foot morphology in developing feet / B. Barisch-Fritz, T. Schmeltzpfenning, C. Plank, [et al.] // Ergonomics. – 2014. – Vol. 57, N. 6. – P. 921-933.
156. Foot loading characteristics of Chinese bound feet women: a comparative analysis / Y. Gu, Q. Mei, J Fernandez, J. [et al.] // PLoS One. – 2015. – Vol. 17, N. 10(4).
157. Foot morphologic characteristics and risk of exercise-related injury / D.N. Cowan, B.H. Jones, J.R. Robinson // Arch Fam Med. – 1993. – Vol.2, N.7. – P. 773.
158. Foot Morphological Difference between Habitually Shod and Unshod Runners / Y. Shu, Q. Mei, J. Fernandez, [et al.] // PLoS. One. – 2015. – Vol. 6, N. 10(7).
159. Footprint and radiographic analysis of the feet/ U. Kanatli, H. Yetkin, E. Cila // J. Pediatr Orthop. – 2001. – Vol. 21, N. 2. – P. 225-228.
160. Gender differences in adult foot shape: implications for shoe design / R.E. Wunderlich, P.R. Cavanagh // Med. Sci. Sports Exerc. – 2001. – Vol. 33, N. 4. – P. 605-611.
161. Gender differences in both active and passive parts of the plantar flexors series elastic component stiffness and geometrical parameters of the muscle-tendon complex/ A. Foure, C. Cornu, P.J. McNair, A. Nordez // J. Orthop. Res. – 2012. – Vol. 30, № 5. – P. 707–712.
162. Gender-specific differences in temporomandibular retrodiscal tissues of the goat /

- A. Mariotti, D. Rumpf, O. Malakhova, B. Cooper // *Eur. J. Oral Sci.* – 2000. – Vol. 108, № 5. – P. 461–463.
163. Geometric morphometric footprint analysis of young women / J. Domjanic, M. Fieder, H. Seidler, [et al.] // *J. Foot Ankle Res.* – 2013. – Vol. 25, N. 6(1). – P. 27.
164. Hashmi, F. Measurement of skin elasticity on the foot / F. Hashmi, J. Malone-Lee // *Skin Res Technol.* – 2007. – Vol. 1, № 3. – P. 252–258.
165. Increased hallux angle in children and its association with insufficient length of footwear: a community based cross-sectional study / C Klein, E. Groll-Knapp, M. Kundi, [et al.] // *BMC Musculoskelet Disord.* – 2009. – Vol. 17, N. 10. – P. 159.
166. Jastifer, J.R. The subtalar joint: biomechanics and functional representations in the literature / J.R. Jastifer, P.A. Gustafson. // *Foot (Edinb).* – 2014. – Vol. 24, N. 4. – P. 203-9.
167. Keener, B.J. The anatomy of the calcaneus and surrounding structures / B.J. Keener, J.A. Sizensky // *Foot Ankle Clin.* – 2005. – Vol. 10, N. 3. – P. 413-24.
168. Krishan, K. Estimation of stature from footprint and foot outline dimensions in Gujjars of North India / K. Krishan // *Forensic Sci Int.* – 2008. – Vol. 175, N. 2-3. – P. 93-101.
169. Krishan, K. Individualizing characteristics of footprints in Gujjars of North India-forensic aspects / K. Krishan // *Forensic. Sci. Int.* – 2007. – Vol. 169, N. 2-3. – P. 137-144.
170. Lautzenheiser, S.G. Linear and angular measurements of the foot of modern humans: a test of Morton's foot types / S.G. Lautzenheiser, P.A. Kramer // *Anat. Rec. (Hoboken).* – 2013. – Vol. 296, N. 10. – P. 1526-33.
171. Maceira, E. Subtalar anatomy and mechanics / E. Maceira, M. Monteagudo // *Foot Ankle Clin.* – 2015. – Vol. 20, N. 2. – P. 195-221.
172. Material properties of the heel fat pad across strain rates / G. Grigoriadis, N. Newell, D. Carpanen, [et al.] // *J. Mech Behav Biomed Mater.* – 2016. – Vol.8, N.65. – P. 398-407.
173. Medial longitudinal arch biomechanics evaluation during gait in subjects with flexible flatfoot / T. Prachgosin, D.Y. Chong, W. Leelasamran [et al.] // *Acta Bioeng*

Biomech. – 2015. – Vol.17, N. 4. – P. 121-130.

174. Menz, H.B. Biomechanics of the Ageing Foot and Ankle: A Mini-Review / H.B. Menz // Gerontology. – 2015. – Vol. 61, N. 4. – P. 381-388.

175. Morse, C.I. Gender differences in the passive stiffness of the human gastrocnemius muscle during stretch / C.I. Morse // Eur. J. Appl. Physiol. – 2011. – Vol. 111, № 9. – P. 2149–2154.

176. Objective method to determine the contribution of the great toe to standing balance and preliminary observations of age-related effect / T. Tanaka, S. Noriyasu, S. Ino [et al.] // IEEE Trans. Rehabil. Eng. – 1996. – N. 4, N. 2. – P. 84-90.

177. Plantar loading characteristics during walking in females with and without patellofemoral pain / J.D. Willson, E.D. Ellis, T.W. Kernozek // J. Am. Podiatr. Med. Assoc. – 2015. – Vol. 105, N. 1. – P. 1-7.

178. Possible application of CT morphometry of the calcaneus and talus in forensic anthropological identification. / O. Inamori-Kawamoto, T. Ishikawa, T. Michiue, [et al.] // Int. J. Legal. Med. – 2016. – Vol. 130, N. 2. – P. 575-585.

179. Pretterklieber, B. The high variability of the chiasma plantare and the long flexor tendons: Anatomical aspects of tendon transfer in foot surgery / B. Pretterklieber // Ann. Anat. – 2017. – Vol. 3, Vol. 211. – P. 21-32.

180. Prevalence of flatfoot among school students and its relationship with BMI / M. Pourghasem, N. Kamali, M. Farsi, [et al.] // Acta Orthop Traumatol Turc. – 2016. – Vol. 50, N5. – P. 554-557.

181. Protocol for evaluating the effects of a therapeutic foot exercise program on injury incidence, foot functionality and biomechanics in long-distance runners: a randomized controlled trial / A.B. Matias, U.T. Taddei, M. Duarte [et al.] // BMC Musculoskelet Disord. – 2016. – Vol. 14, N. 17. – P. 160.

182. Reliability and Accuracy of Static Parameters Obtained From Ink and Pressure Platform Footprints / J.C. Zuñil-Escobar, C.B. Martínez-Cepa, J.A. Martín Urrialde, [et al.] // J. Manipulative Physiol. Ther. – 2016. – Vol. 39, N. 7. – P. 510.

183. Rodgers, M.M. Dynamic foot biomechanics / M.M. Rodgers // J. Orthop Sports Phys Ther. – 1995. – Vol. 21, N. 6. – P. 306-316.

184. Sex comparison of hamstring structural and material properties/ J.T. Blackburn, D.R. Bell, M.F. Norcross, J.D. Hudson, M.H. Kimsey // Clin Biomech. – 2009. – Vol.24, № 1. – P. 65–70.
185. Sex differences in myocardial metabolism and cardiac function: an emerging concept/ C. Wittnich, L. Tan, J. Wallen, M. Belanger // Pflugers Arch. – 2013. – Vol. 465, № 5. – P. 719–729.
186. Sex matters in the establishment of murine tendon composition and material properties during growth/ B. Mikic, E. Amadei , K. Rossmeier, L. Bierwert // J. Orthop. Res. – 2010. – Vol. 28, № 5. – P. 631–638.
187. Sex-related differences in foot shape / I. Krauss, S. Grau, M. Mauch, [et al.] // Ergonomics. – 2008. – Vol. 51, N. 11. – P. 1693-1709.
188. Sex-related differences in foot shape of adult Caucasians--a follow-up study focusing on long and short feet / I. Krauss, C. Langbein, T. Horstmann, [et al.] // Ergonomics. – 2011. – Vol. 54, N. 3. – P. 294-300.
189. Sexual dimorphism in finger length ratios and sex determination - A study in Indo-Mauritian population / A.K. Agnihotri, A.A. Jowaheer, A.K. Soodeen-Lalloo // J. Forensic Leg Med. – 2015. – Vol. 35. – P. 45-50.
190. Sexual dimorphism in foot length ratios among North Indian adolescents / K. Krishan, T. Kanchan, N. Passi, [et al.] // J. Forensic. Leg Med. – 2015. – Vol. 36. – P. 96-101.
191. Shape characteristics of the foot arch: dynamics in the pregnancy period/ K. Jelen, Z. Tetkova, L. Halounova [et al.] // Neuro Endocrinol Lett. – 2005. – Vol. 26, N. 6. – P. 752-756.
192. Specific muscle-tendon architecture in elite Kenyan distance runners / Y. Kunimasa , K. Sano , T. Oda, [et al.] // Scand J. Med. Sci. Sports. – 2014. – Vol. 24, N. 4. – P. 269-274.
193. Stewart, S.F. Human gait and the human foot: an ethnological study of flatfoot. II / S.F. Stewart // Clin. Orthop. Relat. Res. – 1970. – Vol. 70. – P. 124-132.
194. Stewart, S.F. Human gait and the human foot: an ethnological study of flatfoot. II / S.F. Stewart // Clin. Orthop. Relat. Res. – 1970. – Vol. 70. – P. 124-132.

195. Study of the plantar arch: correlations between podometrical and radiological parameters. Results of a prospective study of 79 cases / R. Maes, S. Dojcinovic, Y. Andrianne [et al.] // *Rev. Med. Brux.* – 2006. – Vol. 27, N. 5. – P. 422-429.
196. Symmetry of healthy adult feet: role of orthostatic footprint at computerized baropodometry and of digital formula / C. Ridola, A. Palma, F. Cappello, [et al.] // *Ital. J. Anat. Embryol.* – 2001. – Vol. 106, N. 2. – P. 99-112.
197. The association between body composition and foot structure and function: a systematic review / P.A. Butterworth, K.B. Landorf, W. Gilleard, [et al.] // *Obes. Rev.* – 2014. – Vol. 15, N. 4. – P. 348-357.
198. The effect of gender, age, and lateral dominance on arch height and arch stiffness / R.A. Zifchock, I. Davis, H. Hillstrom [et al.] // *Foot Ankle Int.* – 2006. – Vol. 27, N5. – P. 367-372.
199. The evolution of foot morphology in children between 6 and 17 years of age: a cross-sectional study based on footprints in a Mediterranean population / P. Stavlas, T.B. Grivas, C. Michas [et al.] // *J. Foot Ankle Surg.* – 2005. – Vol. 44, N. 6. – P. 424-428.
200. The flexible adult flatfoot: anatomy and pathomechanics / J.L. Walters, S.S. Mendicino // *Clin. Podiatr. Med. Surg.* – 2014. – Vol. 31, N. 3. – P. 329-336.
201. The foot in ballet dancers: the importance of second toe length / D.J. Ogilvie-Harris, M.M. Carr [et al.] // *Foot Ankle Int.* – 1995. – Vol. 16, N. 3. – P. 144-147.
202. The human anterior cruciate ligament: sex differences in ultrastructure and correlation with biomechanical properties/ J. Hashemi, N. Chandrashekar, H. Mansouri, J.R. Slauterbeck, D.M. Hardy // *J. Orthop. Res.* – 2008. – Vol. 26, № 7. – P. 945–950.
203. The Prevalence of Spine Deformities and Flat Feet among 10-12 Year Old Children Who Train Basketball--Cross-Sectional Study / V. Puzovic , K. Rotim , V. Jurisic, [et al.] // *Coll. Antropol.* – 2015. – Vol. 39, N. 3. – P. 625-629.
204. The relationship between body mass index and footprint parameters in older people / A.A. Yousefi Azarfam, O. Ozdemir, O. Altuntaş, [et al.] // *Foot (Edinb).* – 2014. – Vol. 24, N. 4. – P. 186-189.

205. The relationship between foot pain, anthropometric variables and footwear among older people / A. Paiva de Castro, J.R. Rebelatto, T.R. Aurichio // *Appl. Ergon.* – 2010. – Vol. 41, N. 1. – P. 93-97.
206. The relationship between the hindfoot angle and the medial longitudinal arch of the foot / U. Kanatli, R. Gözil, K. Besli, [et al.] // *Foot Ankle Int.* – 2006. – Vol. 27, N. 8. – P. 623-627.
207. The relationship of body mass index, age and triceps-surae musculotendinous stiffness with the foot arch structure of postmenopausal women / A. Faria, R. Gabriel, J. Abrantes, [et al.] // *Clin Biomech (Bristol, Avon)*. – 2010. – Vol. 25, N. 6. – P. 588-593.
208. The role of the great toe in balance performance / S.W. Chou, H.Y. Cheng, J.H. Chen, [et al.] // *J. Orthop Res.* – 2009. – Vol. 27, N. 4. – P. 549-554.
209. The sole arch indices of adolescent basketball players / S.T. Aydog, H.A. Demirel, O. Tetik, [et al.] // *Saudi Med J.* – 2004. – Vol. 25, N. 8. – P. 1100-1102.
210. The sources of external work in level walking and running / G. A. Cavagna, H. Thys, A. Zamboni // *J. Physiol. Lond.* – 1976. – Vol. 262, N3. - P. 639-657.
211. The structure of body measurements for the determination of shoe sizing for young Croatian men / N. Kalebota, L. Szirovicza, L. Tucaković-Mujagić [et al.] // *Coll Antropol.* – 2003. – Vol. 27, N. 2. – P. 635-643.
212. Ultrasound elastography in children: establishing the normal range of muscle elasticity/ N.S. Berko, E.F. Fitzgerald, T.D. Amaral, M. Payares, T.L. Levin // *Pediatr Radiol.* – 2014. – Vol. 44, № 2. – P. 158–163.
213. Wunderlich, R.E. Gender differences in adult foot shape: implications for shoe design / R.E. Wunderlich, P.R. Cavanagh // *Med Sci Sports Exerc.* – 2001. – Vol. 33, N. 4. – P. 605-611.

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