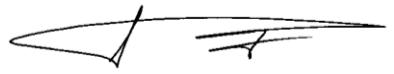


На правах рукописи



Лхагвасурэн Гундэгмаа

**ФОРМИРОВАНИЕ МОРФОФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ОСОБЕННОСТЕЙ
МОНГОЛЬСКИХ СПОРТМЕНОВ: ВОЗРАСТНЫЕ, ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ И
ГЕНЕТИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ**

14.03.01 - Анатомия человека

(биологические науки)

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени

доктора биологических наук

Санкт-Петербург

2019 г.

Работа выполнена на кафедре анатомии и биологической антропологии федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский государственный университет физической культуры, спорта, молодежи и туризма (ГЦОЛИФК)» Министерства спорта Российской Федерации

Научный консультант:

доктор биологических наук, профессор

Година Елена Зиновьевна

Официальные оппоненты:

Абрамова Тамара Федоровна – доктор биологических наук, старший научный сотрудник, федеральное государственное бюджетное учреждение «Федеральный научный центр физической культуры и спорта» (ФГБУ ФНЦ ВНИИФК), лаборатория проблем комплексного сопровождения подготовки спортсменов, заведующая

Спицына Наиля Хаджиевна – доктор биологических наук, федеральное государственное бюджетное учреждение науки Ордена Дружбы народов Институт этнологии и антропологии имени Н.Н. Миклухо-Маклая Российской академии наук, ведущий научный сотрудник

Байбаков Сергей Егорович - доктор биологических наук, профессор, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кубанский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации, кафедра нормальной анатомии, заведующий

Ведущая организация: федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Петрозаводский государственный университет» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации.

Защита диссертации состоится «19» марта 2020 г. в 13-00 часов на заседании диссертационного совета Д 208.087.01 на базе федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации (194100, г. Санкт-Петербург, ул. Литовская, д.2).

С диссертацией можно ознакомиться в научной библиотеке ФГБОУ ВО СПбГПМУ Минздрава России (194100, г. Санкт – Петербург, ул. Канtemировская, д. 16) и на сайте ФГБОУ ВО СПбГПМУ Минздрава России <http://gptmu.org>

Автореферат разослан «___» _____ 2020 г.

Ученый секретарь диссертационного совета,
доктор медицинских наук, профессор

Кульбах Ольга Станиславовна

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы и степень её разработанности. В современную эпоху постоянно повышающаяся конкуренция в борьбе за мировое первенство и неуклонно возрастающий уровень спортивных достижений предъявляют повышенные требования к подготовке спортсменов высокого класса. Эффективное решение задач, стоящих перед физической культурой и спортом, возможно лишь на основе широкого использования достижений современной науки. Но для этого требуется изучение и определение уровня физического развития спортсменов; научная разработка методов оздоровления детей и подростков; профилактическая работа по предупреждению болезней; восстановление организма после значительных нагрузок. Изучение антропометрических и морфологических показателей спортсменов Монголии осуществлено в предыдущие годы несколькими авторами [Тарваа, 1972; Загдсүрэн, 1995; Лхагвасурэн, 1999]. Однако проблемы формирования моррофункциональных особенностей, компонентного состава тела и физической подготовленности спортсменов Монголии до сих пор мало изучены, хотя их актуальность очевидна. Выявление основных закономерностей изменчивости моррофункциональных признаков и двигательной подготовленности у монгольских детей, подростков и молодёжи в различных аспектах, в частности, возрастном, экологическом, социально-экономическом, а также генетическом, является одним из наиболее актуальных вопросов анатомии, антропологии, педагогики, физической культуры и спорта.

Научная гипотеза. В ходе исследования автор руководствовался представлениями о том, что в формировании моррофункциональных особенностей монгольских спортсменов возрастные, экологические, социально-экономические и генетические факторы оказывают существенное влияние на изменчивость изученных показателей.

Цель исследования. Целью настоящего исследования является определение уровня и динамики моррофункциональных показателей и показателей компонентного состава тела в зависимости от средовых и генетических факторов у монгольских детей, подростков и молодёжи, занимающихся и не занимающихся спортом.

Задачи исследования

1. Определение уровня физического развития и двигательной подготовленности детей и молодёжи Монголии в возрасте 8–20+ лет.
2. Сравнение морфофункциональных показателей детей и подростков Монголии в зависимости от уровня урбанизации.
3. Сравнение морфофункциональных показателей детей и подростков Монголии в зависимости от уровня физической активности.
4. Сравнительный анализ морфофункциональных особенностей монгольских спортсменов в зависимости от воздействия климатогеографических факторов.
5. Сравнительный анализ морфофункциональных особенностей монгольских спортсменов в зависимости от воздействия социально-экономических факторов.
6. Выявление направленности секулярных изменений у детей и подростков Монголии.
7. Анализ диапазона вариаций генотипов генов ACE, ACTN3 и FTO у монгольских спортсменов и их взаимосвязь с морфофункциональными показателями, с показателями компонентного состава тела и со спортивными способностями (скоростной выносливостью, взрывной силой, ловкостью и гибкостью, силовой выносливостью).
8. С помощью множественного регрессионного анализа выявление достоверных связей между морфологическими признаками, показателями состава тела, полученными с помощью метода биомпедансометрии, и функциональными характеристиками у монгольских спортсменов.

Научная новизна исследования. Впервые проведен комплексный анализ формирования морфофункциональных признаков спортсменов Монголии на обширном материале (9738 обследованных), представляющем детский и юношеский период онтогенеза, с применением современных статистических методов.

Получены новые данные по основным тенденциям секулярного тренда при сравнении морфофункциональных признаков детей и подростков 8–17 лет 2011–2015 гг. обследования с аналогичными данными по тем же возрастным когортам 1990-х гг. исследования. Выявлено увеличение тотальных размеров тела за

последние 20 лет в этом возрастном диапазоне. Впервые проведен сравнительный анализ морфофункциональных характеристик юных спортсменов Монголии, выросших в различных экологических зонах и проживающих в различных условиях.

С помощью молекулярно-генетического анализа впервые в Монголии определен полиморфизм генов ACE, ACTN3, FTO и их взаимосвязь с морфофункциональными признаками, компонентным составом тела и физическими качествами (скоростной выносливостью, взрывной силой, ловкостью и гибкостью).

С помощью множественного регрессионного анализа получены данные о тесной взаимосвязи различных систем организма в формировании двигательных качеств спортсменов.

Теоретическая и практическая значимость работы. Впервые дается объективная оценка морфофункциональных показателей детей, подростков, как спортсменов, так и не спортсменов, проживающих в различных экологических регионах Монголии. На основе полученных данных можно проводить скрининг и мониторинг морфофункциональных показателей по комплексу основных физических признаков, определенных для разных групп детей и подростков. Полученные основные параметры физического развития и физической подготовленности детей и молодёжи будут использованы для мониторинга физического состояния населения Монголии, для написания методических пособий, а также будут включены в содержание ряда учебных дисциплин (основы биологической антропологии, возрастная морфология, спортивная морфология и др.). Результаты исследований могут быть использованы при разработке учебных программ по спортивной тренировке для юных и взрослых высококвалифицированных спортсменов Монголии; для повышения действенности тренировочного контроля за физическим развитием и спортивной подготовленностью занимающихся; для комплексного подхода при отборе индивидов для занятий профессиональным спортом.

Методология и методы исследования

В качестве методологической и теоретической основы диссертационного исследования использовались труды отечественных и зарубежных ученых,

посвященные вопросам онтогенеза человека, пространственно-временной изменчивости морфофункциональных характеристик у детей и взрослых, влиянию генетических и средовых факторов на процессы роста и развития, секулярным изменениям показателей физического развития, особенностям соматического статуса юных спортсменов. В проведенном исследовании в качестве базисных использованы следующие методы: антропометрические измерения [Бунак, 1941]; педагогическое тестирование физической подготовленности; изучение компонентного состава тела методом биоимпедансометрии; молекулярно-генетические методы анализа; а также математические и статистические методы обработки полученных данных. Материал собран с соблюдением правил биоэтики и подписанием протоколов информированного согласия на каждого испытуемого; все данные деперсонифицированы.

Положения, выносимые на защиту:

1. Изучение закономерностей роста и развития подрастающего поколения Монголии в разных условиях обитания является основой для понимания формирования морфофункциональных особенностей юных спортсменов.
2. Индикаторами качества морфофункционального состояния детей и подростков являются показатели физического развития, компонентного состава тела и физической подготовленности, которые формируются разными темпами, под воздействием различных факторов экологического и социально - экономического характера.
3. У монгольских спортсменов, занимающихся разными видами спорта, имеются объективно существующие морфофункциональные особенности.
4. Секулярные изменения в соматическом статусе детей, подростков и молодёжи Монголии отличаются своей спецификой, обусловленной воздействием факторов окружающей среды.
5. Различные генотипы генов ACE, ACTN3 и FTO связаны с морфофункциональными характеристиками и показателями физической подготовленности.
6. Между морфологическими признаками, показателями состава тела, функциональными характеристиками и показателями физической подготовленности спортсменов существуют тесные взаимосвязи.

Соответствие диссертации паспорту научной специальности

Диссертация соответствует паспорту научной специальности 14.03.01 – анатомия человека (биологические науки), изучающей строение, макро- и микротопографию органов, их отделов, различных структурных компонентов у человека (пункт 1), участвующей в определении нормативов строения тела, его частей, органов, их компонентов (в условиях нормы) с учетом возрастно-половой и другой типологии (пункт 2), определение анатомических преобразований тела, его частей в онтогенезе (пункт 4), выявлении влияния формообразующих факторов (пол, конституция, профессия и др.) на строение человеческого тела (пункт 6).

Степень достоверности и апробация результатов. Личный вклад автора и достоверность результатов заключается в том, что под руководством и при непосредственном его участии проведено комплексное исследование морфофункциональных показателей, показателей компонентного состава тела и физической подготовленности более 9300 монгольских детей, подростков и молодёжи. При участии автора у монгольской молодёжи и элитных спортсменов собраны материалы для молекулярно-генетического анализа (в анализ вошли данные по 616 индивидам). Лично автором получены первичные данные, характеризующие морфофункциональное состояние современных школьников, юных и взрослых спортсменов, проживающих в разных климато-географических зонах, в разных жилищных условиях. По собранным показателям сформирована база данных, самостоятельно выполнена ее статистическая обработка, расчет основных статистических параметров морфофункциональных показателей и их интерпретация, обобщение результатов для написания и оформления рукописи диссертации.

Материалы диссертации были доложены и обсуждены на следующих национальных и международных конференциях и конгрессах: XVII Международный научный конгресс «Современный олимпийский и параолимпийский спорт и спорт для всех», Москва, Россия (2013); the 17th International Scientific Congress ‘Olympic Sport and Sport for All’ of FISU, Beijing, China (2013); Международный научный конгресс РГУФКСМиТ «Вузы, как центр интеграции науки, спорта образования и культуры», Москва, Россия (2014); Международная конференция «Universidad Gwangju 2015 FISU Conference»,

Gwangju, Korea (2015); Международная конференция «Sport-Rio-2015», Ulaanbaatar, Mongolia (2015); научная конференция МНИФК «Наука, физкультура и спорт», Улан-Батор, Монголия (2015), Конференция «Спорт – дорога к миру» Москва, Россия (2015). Результаты исследования доложены и обсуждены на заседании кафедры анатомии и биологической антропологии ФГБОУ ВО «Российский государственный университет физической культуры, спорта, молодежи и туризма» 8 декабря 2015 года и 15 апреля 2019 года и на заседании «Антропологические среды» Научно-методического совета НИИ и Музея антропологии Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова 9 декабря 2015 года и 24 октября 2018, а также на заседании кафедры «Анатомия человека» ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет» 17 апреля 2019 года.

Внедрение результатов работы:

1. Разработаны и внедрены методические указания «Методика исследования физического развития и физической подготовленности монгольских детей и подростков» по результатам Национального исследовательского проекта «Оценочные показатели монгольских детей, подростков и юношей от 3 лет до 21 года», проведённого Академией образования и НИИ Образования при Министерстве образования и науки Монголии.

2. Апробированы и внедрены Методические указания и бланк для «Обследования морффункционального развития и общей физической подготовленности детей и подростков» в учебную и научную деятельность Национального института физической культуры Монголии, в спортивно – тренировочную деятельность (СШСОФКиС) Монголии, при Министерстве образования и науки Монголии, в учебные программы по физической культуре общеобразовательных средних школ №1, 5, 102 г. Улан-Батора, центральных школ Дорнод Умнугоби, Хувсгул и Увс аймаков, в учебную и научную деятельность Монгольского национального института физической культуры (МНИФК).

3. Составлены «Оценочные таблицы уровня физического развития и физической подготовленности спортсменов в возрастном диапазоне 8-20+ лет, в зависимости от средовых и генетических факторов» внедрены в спортивно –

тренировочную деятельность СШСОФКиС Монголии, при Министерстве образования и науки Монголии, в учебную и научную деятельность МНИФК.

Публикация материалов исследования. По теме диссертации опубликовано 35 работ, из них 16 публикаций – в ведущих рецензируемых научных журналах из Перечня, рекомендованного ВАК РФ.

Структура и объем работы. Работа состоит из введения, восьми глав, заключения и выводов, практических рекомендаций, списка использованной литературы и двух приложений. Диссертация изложена на 261 (без библиографического списка и приложений) листах компьютерного текста, содержит 45 таблиц и 164 рисунка. Приложения содержат 150 таблиц и 13 рисунков. В списке использованной литературы 283 источника, из них 12 - на монгольском, 175 - на русском, 2 - на немецком, 1 - на французском и 93 - на английском языке.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

Во введении дается обоснование выбора и актуальности избранной темы, раскрываются цели и задачи исследования, определяются научная новизна, теоретическая и практическая ценность, сообщается об апробации и структуре диссертационной работы.

В первой главе обобщены *литературные данные* по изучению сложного характера формирования морфологических и функциональных особенностей человеческого организма в онтогенезе. Особое внимание уделено исследованиям на эту тему, проведенным на монгольских материалах [Тарваа, 1972; Загдсурэн, 1995; Лхагвасурэн, 1999; Эрдэнэ, 1998; Уранчимэг, 2000]. Специально анализируется литература о комплексном анализе формирования моррофункциональных признаков подрастающего поколения в связи с возрастными, социально-экономическими, экологическими и генетическими факторами, с акцентом на изучение соответствующих закономерностей роста и развития человека [Миклашевская и др., 1988; Eveleth, Tanner, 1990; Gasser et all., 1993; Barnes-Josiah & Augustin, 1995; Cole, 2000; Parent et al., 2003; Ong, Ahmed, Dunger, 2006; Euling et al., 2008; Li, Chen, 2008; Kaplowitz, 2008; Година, 2010; Berg et al., 2012; Пермякова, 2012].

Вторая глава посвящена организации обследования, анализу материала и методам исследования. Сбор *материала* осуществлялся в 2010–2015 гг. в группах детей, подростков и молодежи, обучающихся и занимающихся в различных школах, спортцентрах, клубах Монголии, в городских и сельских местностях. Всего обследовано **9758** испытуемых: из них **7133** монгольских школьников в возрасте 8-17 лет (3525 мальчиков и 3608 девочек) и 2625 студентов и спортсменов 18–38 лет (1414 юношей и 1211 девушек) (Таблица 1). По этнической принадлежности все обследованные монголы.

Для решения поставленных задач использовались следующие *методы исследования*:

Анкетирование: обследованным предлагался опросник, разработанный автором, включающий вопросы, характеризующие условия жизни, длительность, специфику и результативность спортивных нагрузок. Антropометрическая программа: 30 измерительных: продольные, поперечные, обхватные размеры и толщина жировых складок (Бунак, 1941) и 12 расчетных признаков (длины сегментов тела, ряд индексов). Кроме того, измеряли 6 функциональных признаков: артериальное давление (АД), пульс – ЧСС, динамометрию кистей обеих рук, пиковую объёмную скорость выдоха (ПОС_{выдоха}). АД и ЧСС измеряли электронным тонометром фирмы «MBO Digmed 16» (Германия). Динамометрию кистей рук измеряли в кг с помощью динамометра «ДК-50» и «ДК- 100» российской фирмы «Нижнетагильский Медико-инструментальный завод». При измерении ПОС_{выдоха} (л/мин) применяли портативный пикфлюуметр «Spirometrics» американской фирмы Medical equipment Co. При измерении этого показателя обследуемый в положении сидя делает максимально глубокий вдох, а затем выдыхает воздух с максимально возможной скоростью (форсированный выдох) в пикфлюуметр. Обследуемый выдыхает три раза, отмечается лучший результат. При педагогическом тестировании физической подготовленности проводилось определение взрывной силы (прыжок с места), скоростной выносливости (бег на 1000 м), силовой выносливости (отжимание и подтягивание в 30 с), ловкости (челночный бег на 30 м – 3 х 10 м), гибкости (наклон вперёд).

Таблица 1 - Количество обследованных детей, подростков и молодёжи, занимающихся в разных школах, ВУЗах и клубах Монголии

Организации	Возраст, лет						Всего
	8-12	13-15	16-17	18	19	20+	
М							
Общеобраз. школы	1166	881	438				2485
ДЮСШ	284	466	290				1040
ВУЗ				463	333	437	1233
Сборные команды				23	23	135	181
Всего	1450	1347	728	486	356	572	4939
Ж							
Общеобраз. школы	1479	1271	648				3398
ДЮСШ	69	81	60				210
ВУЗ				407	303	386	1096
Сборные команды				5	8	102	115
Всего	1548	1352	708	412	311	488	4819

Изучение компонентного состава тела. Биоимпедансный анализ (БИА) проводился с использованием анализатора оценки баланса водных секторов организма с программным обеспечением ABC-01 «Медасс». Материалом для молекулярно-генетического анализа послужили образцы капиллярной крови (0,50 мкл) и буккальные пробы, которые собирали у студентов МНИФК и элитных борцов (616 человек) на кафедре спортивной медицины и реабилитации МНИФК. Генотипы образцов буккального эпителия были определены методом минисеквенирования с последующей детекцией продуктов методом MALDI-TOF (Ross et al., 1998; Pusch et al., 2002) на базе ООО «Литех», г. Москва. Статистический анализ первичных данных включал стандартную статистическую обработку, процедуру нормирования, дисперсионный анализ (ANOVA), канонический анализ, множественный регрессионный анализ; статистическая достоверность полученных результатов оценивалась с помощью критериев : Т-критерия Стьюдента, теста Шеффе, LSD-ANOVA. Все расчеты проводились с помощью статистического пакета «Statistica 7.0».

В следующих **пяти главах** приводятся и обсуждаются основные результаты исследования.

В третьей главе обсуждаются возрастные аспекты формирования морфофункциональных особенностей детей и подростков Монголии.

На рисунке 1 представлена полученная нами кривая динамики изменений 50-го перцентиля длины тела монгольских детей 8-17 лет на фоне перцентильных таблиц Всемирной Организации Здравоохранения (ВОЗ). Значения 50-го перцентиля длины тела монгольских детей, подростков и юношей 8-17 лет располагаются между кривыми значений 50-го и 15-го перцентиля стандартов ВОЗ, причем, в возрасте 11, 12 и после 15 лет монгольские юноши по значениям показателя отстают от своих ровесников из других стран, максимально приближаясь к значениям 15-го перцентиля по стандартам ВОЗ. У девочек изменения длины тела носят несколько иной характер. Кривая значений 50-го перцентиля на интервалах 8-11 и 12-15 лет приближается к значениям 50 перцентиля ВОЗ, а в 11 лет снижается до значений 15-го.

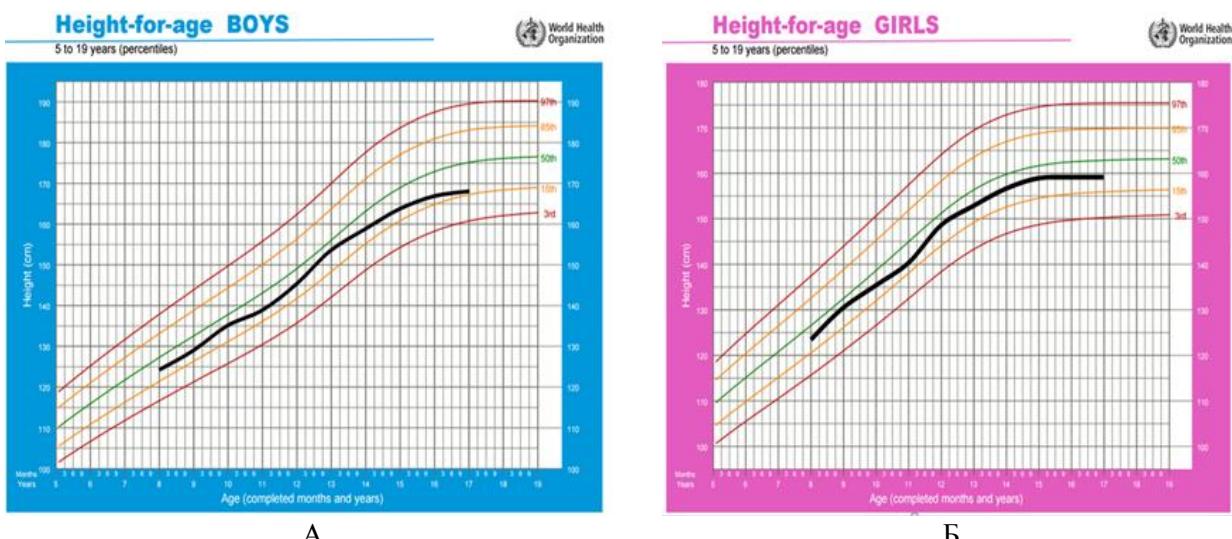


Рисунок 1 - Сравнительный анализ кривой 50-го перцентиля длины тела монгольских детей с перцентильными стандартами ВОЗ (— - кривая 50-го перцентиля длины тела монгольских детей)

По значениям индекса массы тела (*ИМТ*) зафиксировано отставание 8-10-летних детей обоего пола и 10-13-летних девочек (11-17-летние мальчики и юноши, а также 14-17-летние девушки имеют значения показателя, близкие к стандартным). Девочки обгоняют мальчиков по значениям *длины и массы тела* в возрасте от 10 до 11 лет, при увеличении показателей вариабельности этих признаков от 10 до 14 лет; замедление приростов начинается с 15 лет, после 16 лет длина тела стабилизируется. У мальчиков показатели вариабельности *длины и*

массы тела резко увеличиваются на интервале от 13 до 15 лет, причем прирост данных признаков продолжается и после 17 лет. Кроме того, следует отметить, что величина годовых прибавок у монгольских детей имеет меньшие значения, чем у их ровесников из других стран. Средние значения обхвата груди увеличиваются на протяжении всего возрастного интервала у детей и подростков обоего пола.

Что касается функциональных показателей, то у монгольских детей на всем возрастном интервале пиковая объемная скорость выдоха и кистевая динамометрия равномерно повышаются ($p<0,05$) с возрастом, при этом интенсивность роста данных показателей выше у мальчиков, чем у девочек. Показатели АД в ростовом периоде повышаются неравномерно, резко увеличиваясь ($p<0,05$) в период пубертатного скачка, после чего наблюдается понижение средних значений признаков и их стабилизация. Для ЧСС зафиксировано снижение ($p<0,05$) значений у мальчиков после 12 лет, у девочек – после 14 лет, при стабилизации показателя у девушек и юношей от 15 до 17 лет. Динамика изменений этих показателей и величина их приростов совпадают с данными, полученными для других стран. Также на всем рассматриваемом возрастном интервале *физические качества* (взрывная сила мышц, силовая и скоростная выносливость и ловкость) монгольских детей и подростков достоверно улучшаются ($p<0,05$), гибкость же, наоборот, – снижается ($p<0,05$).

Сравнение морфофункциональных показателей и параметров физической подготовки **городских и сельских детей и подростков** позволяет сделать вывод о том, что представители первой группы имеют достоверно большие величины тотальных размеров тела. Что касается функциональных показателей, то для городских школьников подтверждены большие их значения на фоне сельских, за исключением артериального давления в группах мальчиков и пиковой объемной скорости выдоха в группах девочек. Городские дети имеют также лучшие скоростно-силовые показатели и выносливость, в то время, как селяне выходят на первый план по гибкости (для такой характеристики, как ловкость, достоверно значимых различий между группами детей обоего пола не обнаружено). Полученные результаты могут быть обоснованы лучшими условиями жизни в группах городских детей, что сказывается, помимо прочего, и на их лучшей физической подготовленности.

Секулярные изменения морфофункционального и физического статуса городских монгольских детей и подростков за последние 20 лет (Рис.2) направлены в сторону увеличения показателей (исключение – обхват груди у мальчиков).

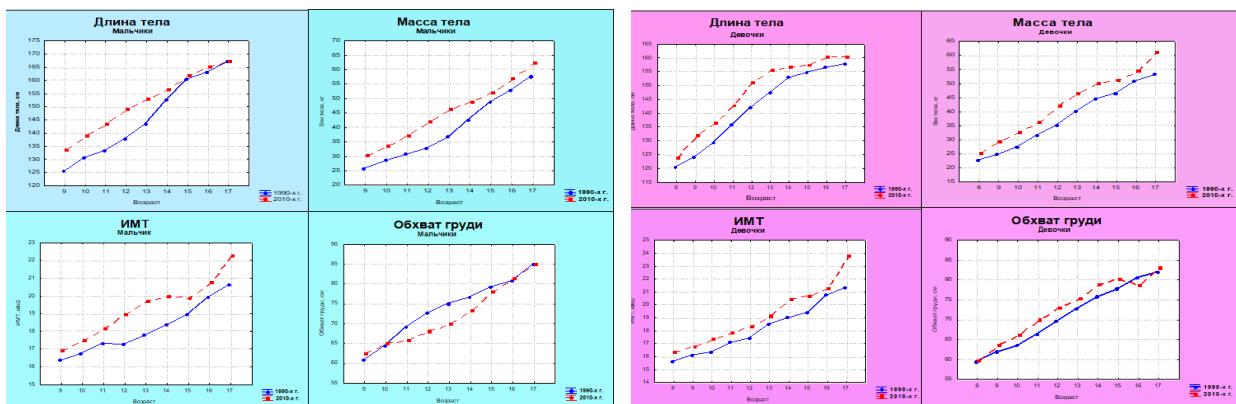


Рисунок 2 - Динамика секулярных изменений тотальных размеров тела детей и подростков г. Улан-Батора за последние 20 лет

Следующее направление нашего исследования было посвящено изучению влияния, которое оказывают **занятия спортом** на морфофункциональные особенности детей и подростков Монголии (Рис. 3). Занятия спортом оказывают положительное влияние на развитие физической подготовленности городских детей и подростков обоего пола. У индивидов, не занимающихся спортом, после полового созревания физические качества стабилизируются или ухудшаются, тогда как у их более активных ровесников они продолжают улучшаться, что подтверждают исследования других авторов [Баянмунх, 1994; Лхагвасурэн, 1995, 1996; Головченко, 2004; Гончаров, 2005; Андронова, 2010; Алтанцэцэг, 2015].

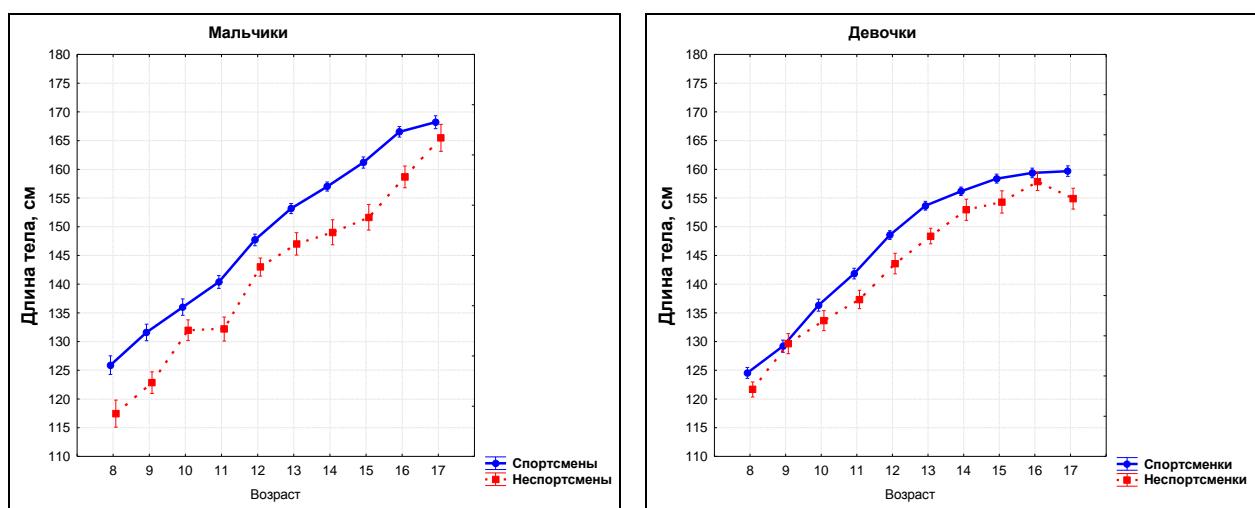


Рисунок 3 - Динамика изменений длины тела юных монгольских спортсменов и контрольной группы

На протяжении всего рассмотренного интервала большими средними значениями (в кг) активной клеточной массы и тощей массы (ТМ) характеризуются юные спортсмены обоего пола, при этом у юношей эта закономерность выражена более чётко, чем у девушек.

У обследованных юных спортсменов обнаружено достоверно значимое увеличение пиковой объемной скорости форсированного выдоха, силы сжатия кистей рук, в сравнении с их физически менее активными ровесниками обоего пола, значительно уступающими им и по величине средних значений этих показателей. В целом, следует отметить, что функциональное развитие сердечно-сосудистой системы у детей и подростков происходит по-разному в зависимости от уровня физической активности: для юных спортсменов характерна большая стабильность показателей артериального давления, что свидетельствует о том, что приспособленность и адаптированность сердечно-сосудистой системы к тренировочным нагрузкам формируется уже в подростковом возрасте.

Нами также были подтверждены различия в величинах всех рассматриваемых систем признаков у юных спортсменов обоего пола, **специализирующихся в различных видах спорта** (Таблица 2).

Таблица 2 - Группы обследованных в зависимости от спортивных специализаций

Группы	Название групп	Спортивные виды
1	Игровые виды	Баскетбол, волейбол, футбол, гандбол, теннис, бадминтон
2	Единоборства	Все виды борьбы (дзюдо, вольная), тхэквондо, бокс и т.п.
3	Циклические виды	Лёгкая атлетика, лыжи, велосипед, плавание
4	Индивидуальные виды	Аэробика, шахматы, стрельба, фитнес, спортивные танцы, степ-аэробика и т.п.
5	Контрольная группа	Дети, подростки, молодежь, не занимающиеся спортом

Мальчики, занимающиеся единоборствами и игровыми видами спорта, практически по всем параметрам (продольные, поперечные, обхватные размеры и толщина жировых складок) с высокой степенью достоверности обгоняют

представителей других спортивных специализаций (Рисунок 4). Выявлены следующие отличия: у представителей единоборств более удлиненный корпус, верхние конечности, более развитые широтные и обхватные размеры, а у представителей игровых видов спорта, наоборот, – удлиненные ноги и короткий корпус. Девочки, занимающиеся единоборствами, игровыми и циклическими видами спорта, достоверно не отличаются по длине тела (Рисунок 4), но имеют достоверно большую величину обхватных размеров в сравнении со школьницами, отдающими предпочтение индивидуальным видам спорта.

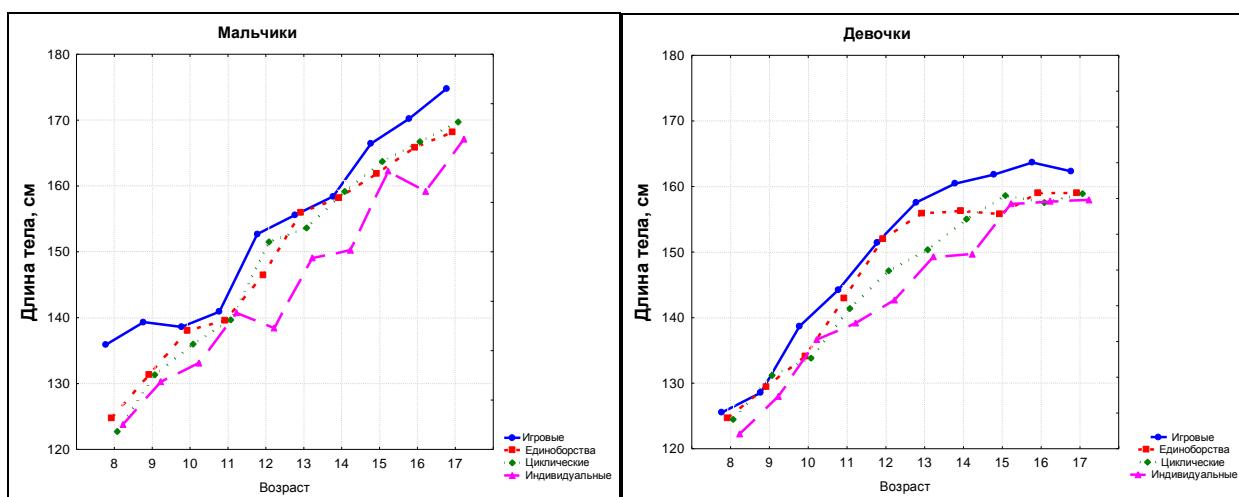


Рисунок 4 - Сравнение средних значений длины тела у детей и подростков Монголии по группам спортивной специализации

По результатам дисперсионного анализа нормированных значений показателей состава тела (Рисунок 5) мальчики, занимающиеся игровыми видами спорта, достоверно отличаются ($p<0,05$) наименьшими значениями жировой массы и наибольшими показателями активной клеточной массы (*AKM*) и тощей массы (*TM*) от ровесников из других групп. Школьники, отдающие предпочтение единоборствам, достоверно отличаются наибольшими показателями жировой массы (*ЖМ*) от представителей остальных видов спорта ($p<0,05$).

Что касается мальчиков, занимающихся циклическими видами спорта, то они занимают промежуточное положение, поскольку по величине *ЖМ* и *AKM* не отличаются от представителей индивидуальных активностей, по значениям *AKM* и *TM* - от спортсменов-единоборцев.

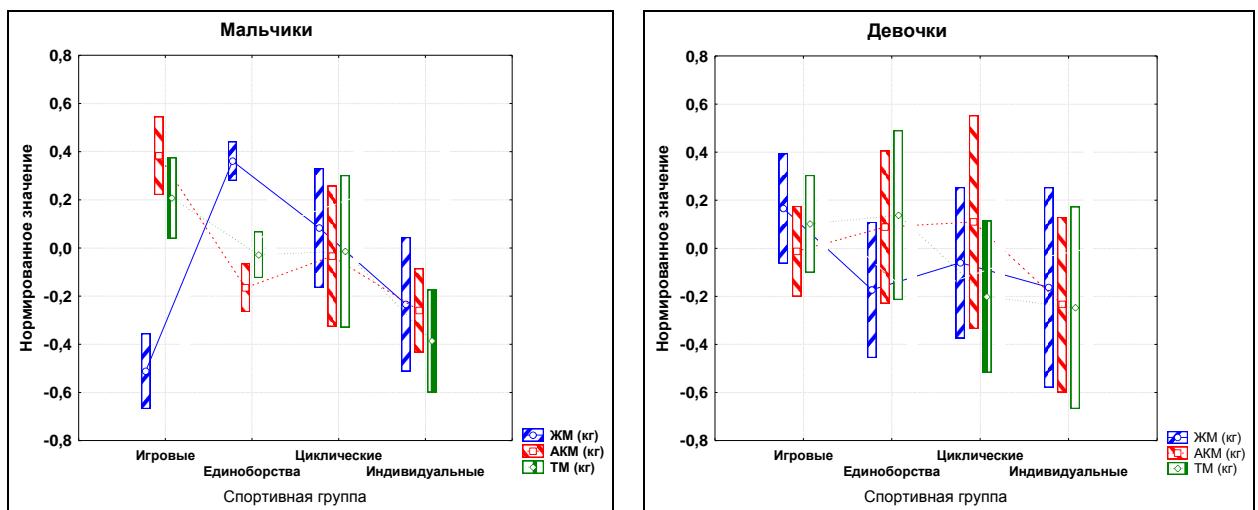


Рисунок 5 - Результаты дисперсионного анализа показателей компонентного состава тела у детей и подростков Монголии по группам спортивной специализации

Юные спортсмены обоего пола, занимающиеся циклическими видами спорта, показывают достоверно более высокие значения пиковой объемной скорости выдоха, характеризуются более развитыми качествами скоростной и силовой выносливости (в группах девочек лучше выражен только последний показатель), тогда как представители игровых видов спорта имеют лучшую силовую выносливость и ловкость (Рисунок 6). Индивиды, отдающие предпочтение единоборствам, отличаются наибольшими значениями показателей силы сжатия кистей рук и артериального давления, для них характерна лучшая взрывная сила мышц и силовая выносливость (девочки).

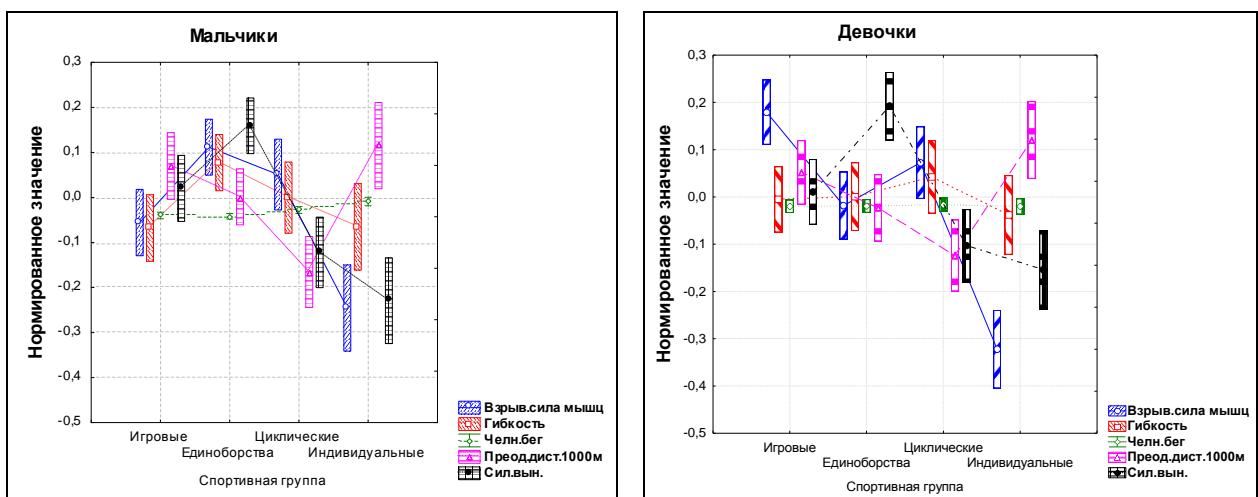


Рисунок 6 - Результаты дисперсионного анализа нормированных показателей физической подготовки у детей и подростков Монголии по группам спортивной специализации

Дети, занимающиеся индивидуальными видами спорта, уступают своим ровесникам по величине всех показателей функциональной и физической подготовки (Рисунок 6).

Занятия спортом оказывают положительное влияние на развитие физической подготовленности детей и подростков обоего пола. У детей и подростков, не занимающихся спортом, после полового созревания физические качества стабилизируются или ухудшаются, тогда как у их более активных ровесников они продолжают улучшаться, что подтверждают исследования других авторов.

В главе 4 показано, что спортивная специализация также оказывает существенное влияние на формирование морфофункционального и физического статуса взрослых спортсменов. Так, индивиды, занимающиеся игровыми и циклическими видами спорта, оказались самыми высокорослыми и характеризовались лептоморфным типом телосложения, имея лучшие выносливость и ловкость (Рисунок 7).

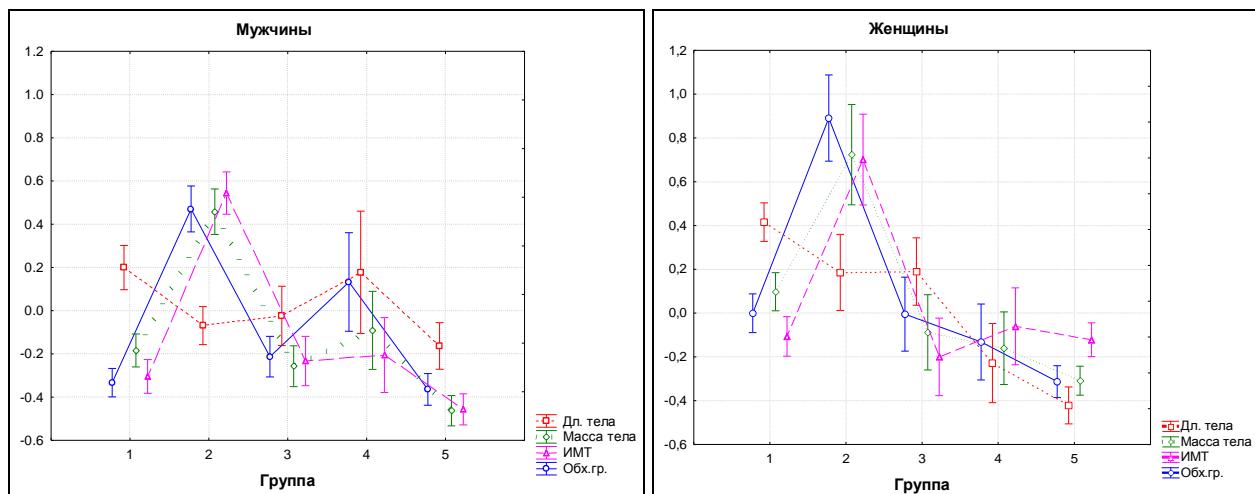


Рисунок 7 - Результаты дисперсионного анализа нормированных показателей тотальных размеров тела взрослых спортсменов различных специализаций и группы контроля (1-игровые, 2-единоборства, 3-циклические, 4-индивидуальные, 5-контроль)

Спортсмены–борцы являются более низкорослыми, обладают большими величинами обхвата груди, то есть имеют брахиморфный тип телосложения;

отличаются высокими величинами показателей компонентного состава тела и выраженными функциональными и силовыми показателями (Рисунок 7).

Юноши и девушки контрольной группы, не занимающиеся спортом, имеют худшие показатели физического развития и физической подготовленности, обладают максимально выраженной жировой составляющей, что свидетельствует о необходимости активно заниматься двигательными упражнениями для поддержания и улучшения здоровья и физического статуса (Рисунок 7).

В пятой главе выявлены и конкретизированы средовые факторы, влияющие на формирование моррофункциональных особенностей спортсменов Монголии (Таблица 3). Юные спортсмены, проживающие в городе и в горно-таёжной зоне, отличаются достоверно большими средними значениями тотальных размеров тела (Рисунок 8), но наименьшей их вариабельностью по сравнению со сверстниками, проживающими в степной и пустынной зонах, что подтверждает гипотезу об увеличении изменчивости признаков в условиях неблагоприятного окружения.

Таблица 3 - Численность обследованных спортсменов в каждой группе

Пол	N	Географическая зона (сельское население)			Город
		Горно-таёжная	Степная	Пустыня Гоби	
М	3865	1364	1200	374	422
Ж	3469	1381	417	438	823
Всего	7334	2745	1617	812	1245

Эти характеристики и одновременно лучшие результаты тестов, определяющих функциональные и физические показатели (гибкость, ловкость и скоростную выносливость), у жителей горно-таежной зоны позволяют подтвердить характер адаптаций, выявленных для проживающих здесь детей и взрослых: более массивный скелет (включая параметры грудной клетки) и крупные размеры длинных костей, которые сочетаются с выраженными физическими качествами, а также с повышенными величинами показателей, характеризующих кровеносную и респираторную системы (Рисунок 8).

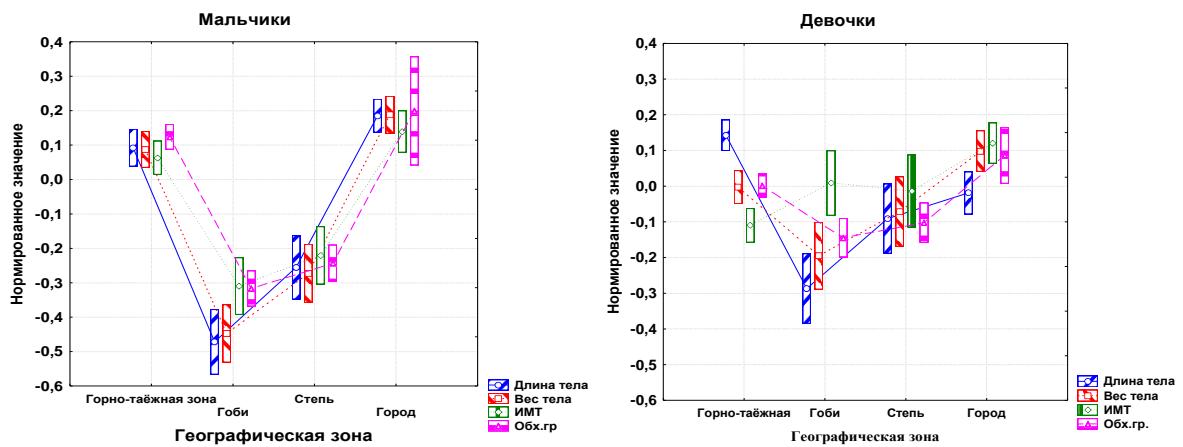


Рисунок 8 - Результаты дисперсионного анализа нормированных величин
тотальных размеров тела юных спортменов Монголии, проживающих в различных
географических зонах

Следует отметить, однако, что по величине отдельных характеристик (тотальные размеры тела, ПОСвыд., взрывная сила мышц) на первое место выходят городские дети и подростки (Рис. 8, 9), что, возможно, является свидетельством процессов урбанизации, идущих настолько интенсивно, что они влекут за собой адаптационные изменения морфофункционального и физического статуса, выраженные в большей степени, чем у жителей горно-таежной зоны (где соматический статус претерпел адаптационные изменения гораздо раньше).

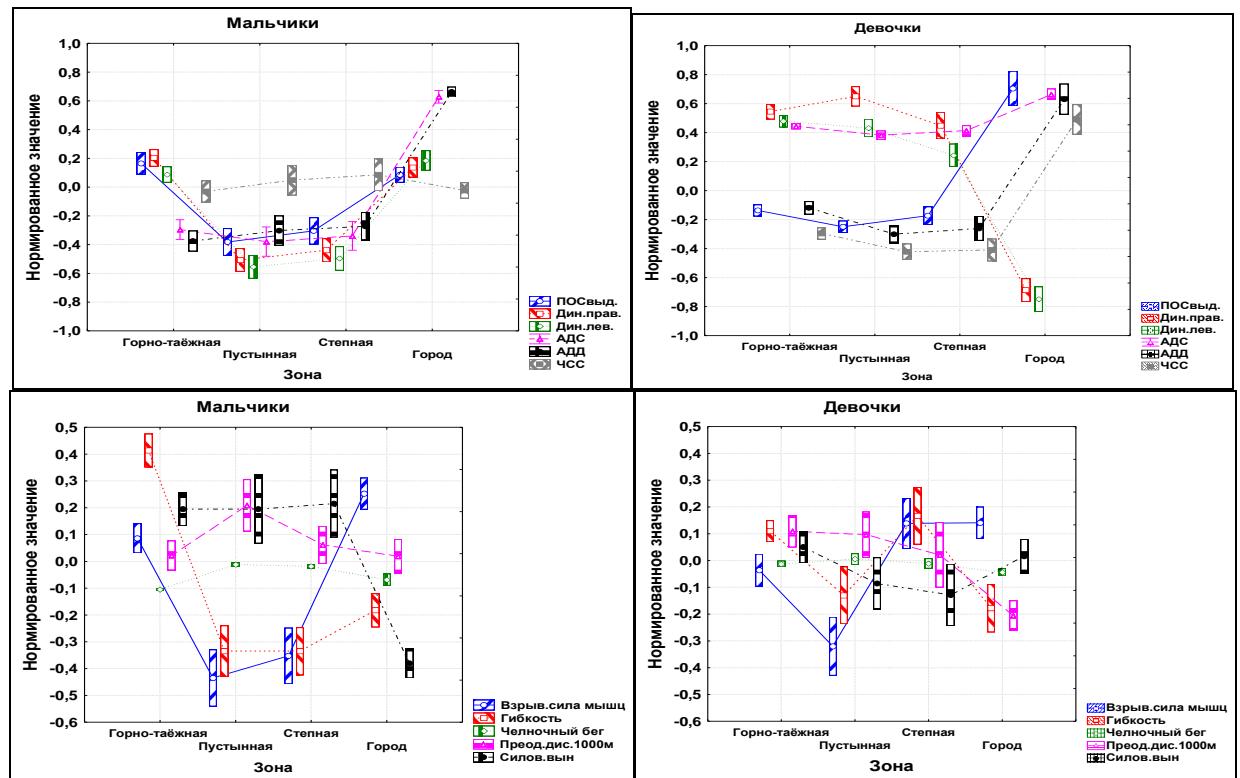


Рисунок 9 - Результаты дисперсионного анализа нормированных величин
физической подготовки и функциональных показателей юных спортменов
Монголии, проживающих в различных географических зонах

Исходя из полученных нами результатов, необходимо подчеркнуть, что различные климатогеографические условия накладывают существенный отпечаток на формирование морфофункциональных особенностей даже у детей, регулярно занимающихся спортивными упражнениями.

В шестой главе рассмотрен вклад социально-экономических условий (условия проживания) на формирование морфофункционального статуса обследованного контингента.

Группы детей и подростков обоего пола, проживающие в благоустроенных квартирах, по всем морфологическим параметрам (тотальные, продольные, широтные, обхватные признаки, жировые складки на верхних конечностях и корпусе, показатели компонентного состава тела) достоверно превосходят своих ровесников, проживающих в юртах и школьных общежитиях (Рисунок 10). В частности, для них характерны более длинный корпус, длинные конечности и широкие плечи, тогда как значения обхвата груди не превышает его средних величин у живущих в общежитиях.

Для девочек, проживающих в квартирах, также характерны описанные выше тенденции. Минимальные значения показателей характерны для проживающих в общежитиях (кроме обхвата груди). В свою очередь, дети, проживающие в юртах, обладают более выраженным жироотложением на нижних конечностях, опережая не только тех, кто живет в общежитиях, но и в наиболее благоустроенных условиях (Рисунок 10).

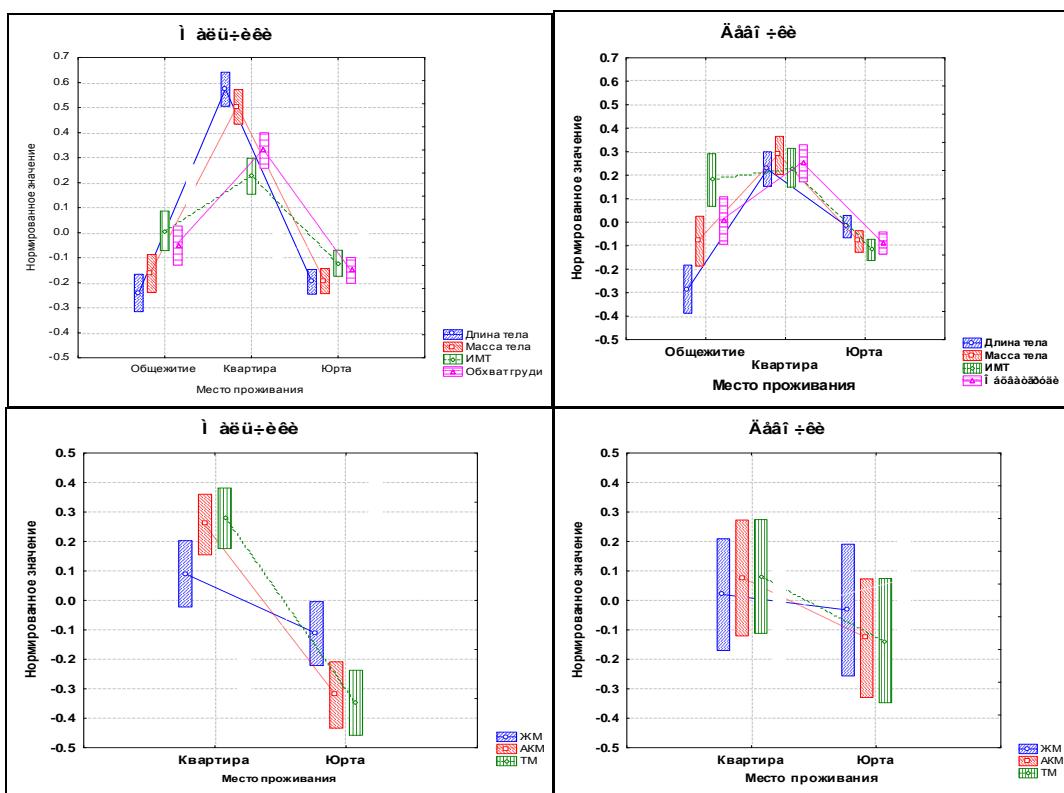


Рисунок 10 - Результаты дисперсионного анализа нормированных показателей тотальных размеров и компонентного состава тела детей и подростков Монголии в зависимости от жилищных условий

Что касается функциональных параметров (Рисунок 11), то наименьшими их значениями (кроме ЧСС) характеризуются проживающие в общежитиях мальчики-спортсмены, тогда как между оставшимися группами эти различия не носят значимого характера, хотя и направлены в сторону увеличения их у жителей квартир. Между группами девочек, проживающих в различных условиях, по функциональным показателям достоверно значимых различий выявлено не было, хотя показатели динамометрии кистей обеих рук у девочек, проживающих в юртах, выше, чем у их ровесниц, проживающих в квартирах и общежитиях (Рисунок 11).

Мальчики, проживающие в квартирах, также показывают достоверно лучшие результаты физической подготовки (кроме гибкости, по которой лучшие результаты демонстрируют жители общежитий). В группах девочек различия подтверждены для взрывной силы, скоростной и силовой выносливости, для которых лучшие результаты тестов показали жительницы общежитий и квартир соответственно (Рисунок 11).

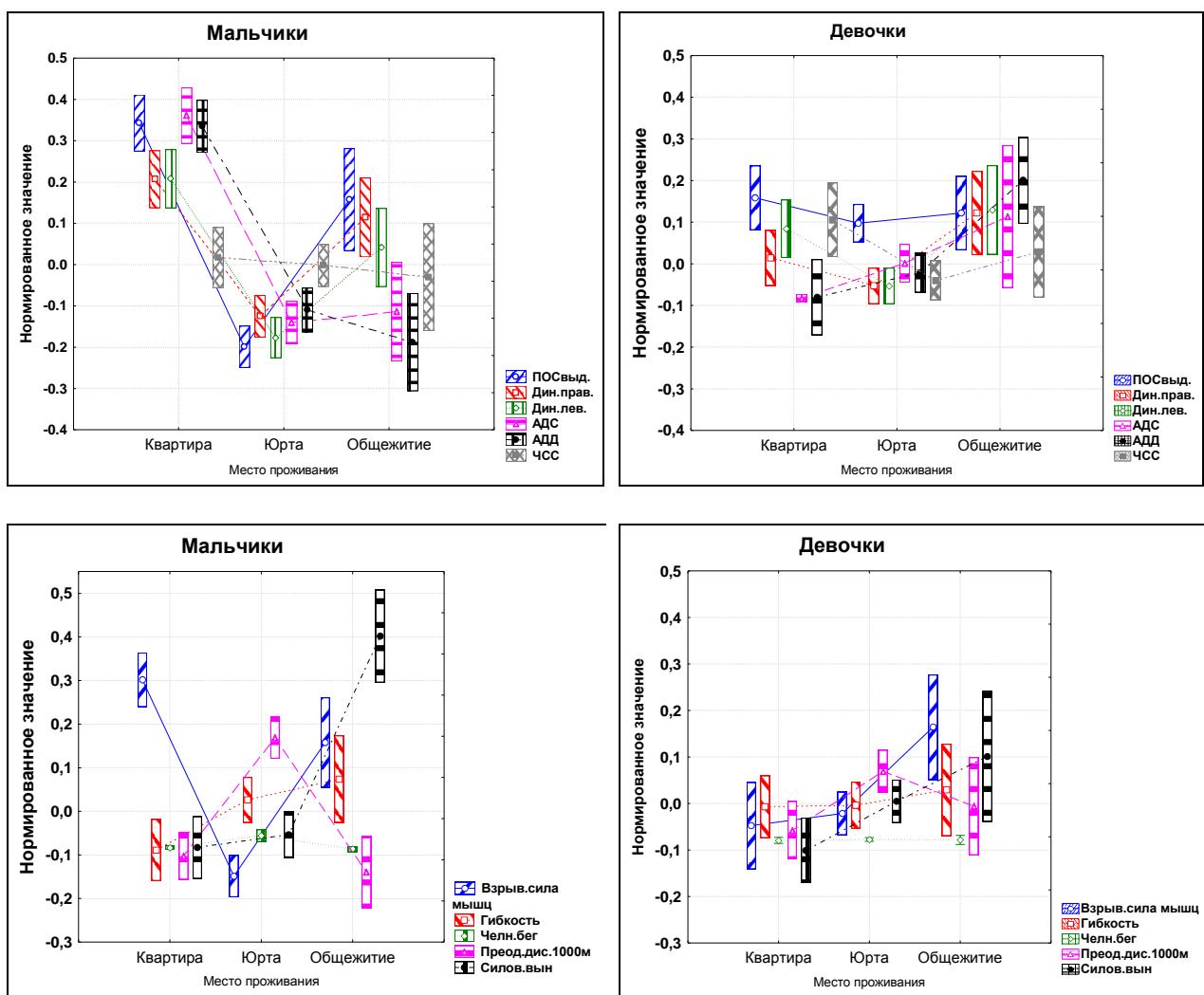


Рисунок 11 - Результаты дисперсионного анализа нормированных величин показателей функциональной и физической подготовки детей и подростков Монголии, проживающих в различных условиях

Следует отметить, что взрослые спортсмены, проживающие в квартирах, по большинству морфофункциональных показателей значительно опережают представителей остальных групп. Эта особенность в большей степени выражена у мужчин и, вероятно, свидетельствует о наличии гендерных различий в характере реакции организма на среду, а также об изменении физических кондиций взрослого населения, проживающего в благоприятных условиях, в положительную сторону. Ухудшение жилищных условий отрицательно влияет на физическое развитие и дефинитивный статус, практически не затрагивая, однако, физическую подготовленность монгольских спортсменов (Рисунок 12).

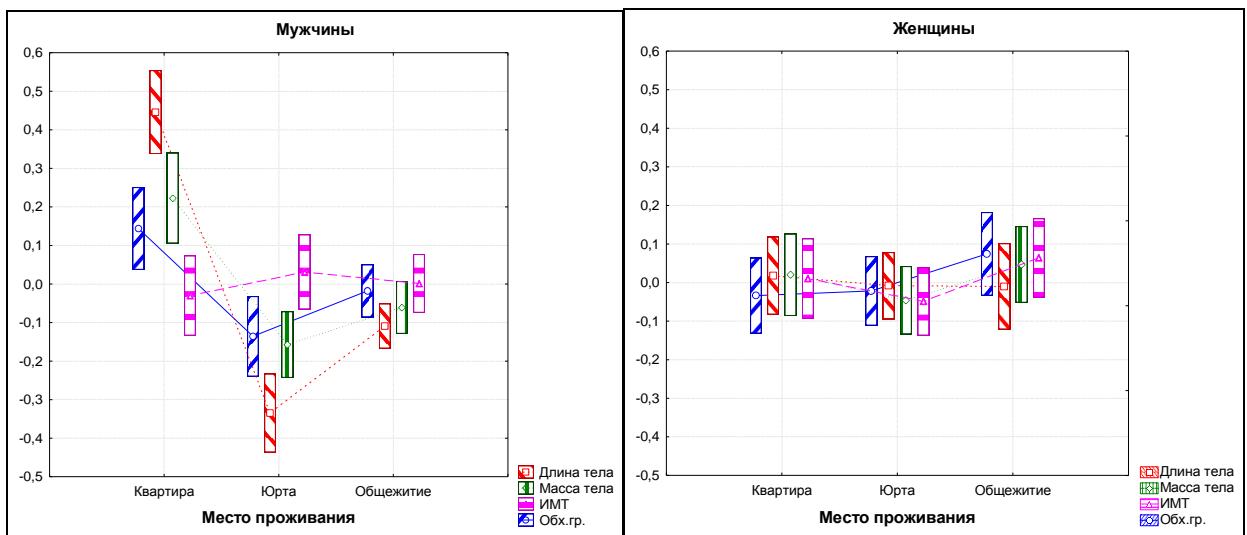


Рисунок 12 - Результаты дисперсионного анализа нормированных значений тотальных размеров тела взрослых спортсменов, проживающих в различных условиях

В седьмой главе представлены результаты молекулярно-генетического анализа монгольских спортсменов. В соответствии с целями исследования были идентифицированы генотипы полиморфной системы ACE (ангиотензинпревращающий фермент), ACTN3 (α -актинин 3 связывающих белков) и FTO (ген, ассоциированный с развитием жироотложения).

В первой части седьмой главы представлены анализы генотипов гена ACE у монгольской выборки (Таблица 4). У спортсменов, занимающихся циклическими видами спорта на коротких дистанциях (у спринтеров), наблюдается повышение частоты встречаемости генотипа DD на фоне генотипа II гена ACE, что свидетельствует о спортивном отборе скоростно-силовых качеств в этой группе (аллель I связан с лучшей выносливостью, что актуально для более длинных дистанций) (Таблица 4). Стайеры и индивиды, отдающие предпочтение индивидуальной активности, демонстрируют противоположную картину. Среди представителей единоборств большую часть группы составляют носители гетерозиготных генотипов, что может быть связано с тем, что данный вид активности требует как выраженности мышечного компонента, так и повышенной выносливости (Таблица 4). Отбор спортсменов, занимающихся игровыми видами спорта, также направлен в сторону носителей аллеля I.

Таблица 4 - Распределение частот аллелей гена ACE у монгольских спортсменов обоего пола в группах различных спортивных специализаций

№	Виды спортивных специализаций	Распределение частот аллелей гена ACE				
		N(D-)	p	N(I-)	q	
1	Игровые	66	0,40	100	0,60	
2	Единоборства	334	0,47	384	0,53	
3	Циклические	Спринтеры	96	0,72	44	0,28
4		Стайеры	27	0,16	65	0,83
5	Индивидуальные	8	0,21	30	0,79	

Спортсмены, обладающие генотипом DD, характеризуются достоверно, на фоне оставшихся групп, большими величинами жирового компонента, а также активной клеточной массы. Что касается показателей функциональной подготовки, то достоверно большими на фоне остальных групп значениями систолического и диастолического давлений, динамометрии кистей обеих рук обладают носители генотипа DD. Минимальные значения показателей характерны для спортсменов с генотипом ID (отличия с гетерозиготными генотипами не носят значимого характера). Лучшие результаты теста на определение взрывной силы мышц показывают мужчины с генотипом DD, затем идут гетерозиготные варианты и носители генотипа II (все группы достоверно отличаются друг от друга). Поскольку генотип DD гена ACE с большей частотой встречается в мышечных волокнах быстрого типа, определяя лучшие взрывно-силовые характеристики, такие результаты вполне закономерны. Лучшую на фоне остальных групп скоростную выносливость продемонстрировали носители варианта ID (затем DD и II). Женщины-носительницы генотипа II обладают достоверно большими величинами массы тела на фоне индивидов с генотипом DD. По показателям компонентного состава тела среди женщин значимость различий подтверждена только для носительниц гетерозиготного генотипа, обладающих минимальными средними значениями активной клеточной массы. Для показателей физической подготовки результаты аналогичны таковым, полученным для мужчин.

Во второй части седьмой главы представлены анализы генотипов гена ACTN3 у монгольской выборки. Распределение частоты встречаемости генотипов гена ACTN3 в обследованной группе не соответствует распределению Харди-

Вайнберга. По результатам дисперсионного анализа всех обследованных показателей по генотипам гена ACTN3 в группе спортсменов обоего пола приводятся только те признаки, для которых подтверждены достоверные различия. Согласно полученным результатам, в группах мужчин достоверность различий средних значений параметров подтверждена для ловкости, силовой выносливости и частоты сердечных сокращений. Максимально больших достоверных значений показатели достигают в группах спортсменов с генотипом CC (на фоне генотипа TT), ассоциированным с лучшими скоростно-силовыми характеристиками (частота сердечных сокращений в этой подгруппе также статистически значимо превышает таковую в гетерозиготной подгруппе). В группах спортсменов прослеживается аналогичная тенденция: индивиды с генотипом CC обладают достоверно большими на фоне оставшихся групп средними значениями длины тела, обхвата груди, лучшими гибкостью и ловкостью, а также минимальными величинами артериального диастолического давления.

В третьей части седьмой главы представлены результаты анализа гена FTO. Согласно полученным результатам, достоверные различия между сопоставляемыми группами спортсменов мужского пола были зафиксированы для веса тела, ИМТ, обхватных размеров (обхват груди, талии, ягодиц, плеча в покое), толщины жировых складок под лопаткой и на трицепсе, диаметров грудной клетки и ее обхвата, а также жировой массы тела, длин корпуса и туловища. Большие средние величины всех перечисленных параметров были зафиксированы у носителей генотипа AT, что определяется спецификой рассматриваемой полиморфной генетической системы (повышенное жироотложение ассоциировано с наличием аллеля A). Носители генотипа AA демонстрируют большую толщину подкожных жировых складок, а также обхватных размеров тела по сравнению с носителями хотя бы одного исходного аллеля. Что касается продольных размеров корпуса и туловища, то полученный результат может быть связан как с небольшой численностью выборки, так и с особенностями наследования данной полиморфной системы (возможно, сцепление с генами, вносящими вклад в развитие продольных размеров, с данными сегментами тела). Достоверных отличий между сопоставляемыми группами спортсменов мужского пола по величине функциональных показателей и параметров физической подготовки обнаружено не

было. Между спортсменками-носителями различных генотипов данной полиморфной системы достоверных различий ни по одному комплексу показателей обнаружено не было.

В восьмой главе представлены результаты множественного регрессионного анализа взаимосвязи морфофункциональных показателей с показателями общей физической подготовки монгольских спортменов. Для достижения поставленной цели был обследован 181 спортсмен высокой квалификации, в основном, занимающиеся единоборствами. **В первой части восьмой главы**, показано, что способность человека прыгать с места на дальность – тест “**Прыжок с места**”, которая определяет взрывную силу мышц нижних конечностей, в наибольшей степени связана с такими показателями, как длина нижних конечностей, индекс длины нижних конечностей к длине тела ($R = 0,765, p < 0,000$), обхват бедер, тощая масса ($R = 0,460, p < 0,005$), пиковая объемная скорость выдоха ($R = 0,610, p < 0,0046$) (Рисунок 13).

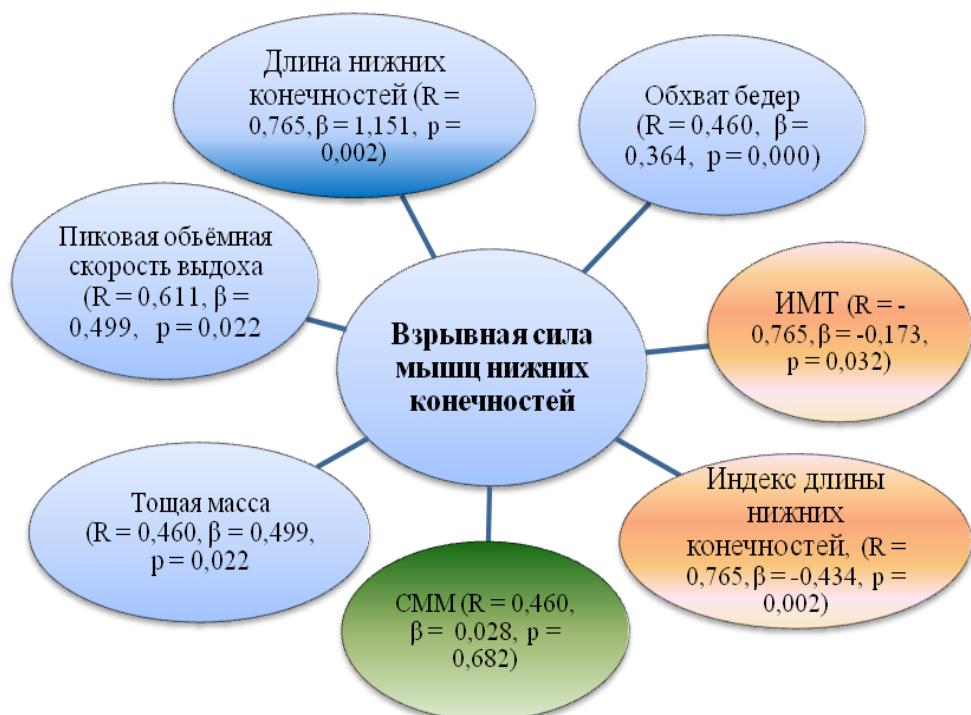


Рисунок 13 - Модель влияния морфофункциональных показателей на взрывную силу мышц нижних конечностей

При этом результаты теста “Прыжок с места” имеют положительную связь со значениями длины нижних конечностей ($\beta = 1,151$, $p = 0,002$), обхвата бедер ($\beta = 0,364$, $p = 0,000$), тощей массой ($\beta = 0,194$, $p = 0,033$), пиковой объёмной скоростью выдоха ($\beta = 0,499$, $p = 0,022$). Скелетно-мышечная масса также положительно, хотя и недостоверно ($\beta = 0,028$, $p = 0,682$), связана с данным двигательным качеством.

Отрицательные связи отмечены для значений ИМТ ($\beta = -0,173$, $p = 0,032$), а также индекса длины нижних конечностей к длине тела ($\beta = -0,434$, $p = 0,024$). Другие анализируемые показатели не имели достоверно значимого влияния на данное двигательное качество. Таким образом, построенная модель для показателя «Взрывная сила мышц нижней конечности» определяется, в первую очередь, длиной нижних конечностей, обхватом бедер, показателями дыхательной системы и мышечной массы.

Во второй части восьмой главы представлены результаты множественного регрессионного анализа показателей теста “Челночный бег – 10 м х 3 раза”, которые определяют качество ловкости, и зависят от морфофункциональных характеристик и оценок компонентного состава тела. Выявлено, что результаты теста “Челночный бег 10 м х 3 раза” с высокой степенью достоверности ($R = 0,752$, $p < 0,000$) связаны с такими показателями, как диаметр дистальной части голени и сагиттальный диаметр груди (Рисунок 14).

Следует отметить, что показатели качества ловкости находятся в обратной зависимости от количества времени, затраченного на выполнение этого теста. Поэтому на результаты теста “Челночный бег 10 м х 3 раза” положительное влияние оказывает диаметр дистальной части голени – ширина лодыжки ($\beta = -0,351$, $p = 0,003$). Сагиттальный диаметр груди имеет отрицательное влияние на качество ловкости, хотя β коэффициент положителен ($\beta = 5,938$, $p = 0,008$) (Рисунок 14). Наблюдается также, хотя и недостоверная, но положительная тенденция связи таких показателей, как ИМТ, длина ноги, ПОСвыдоха, и отрицательная - обхвата бедра, с качеством ловкости (Рисунок 14).

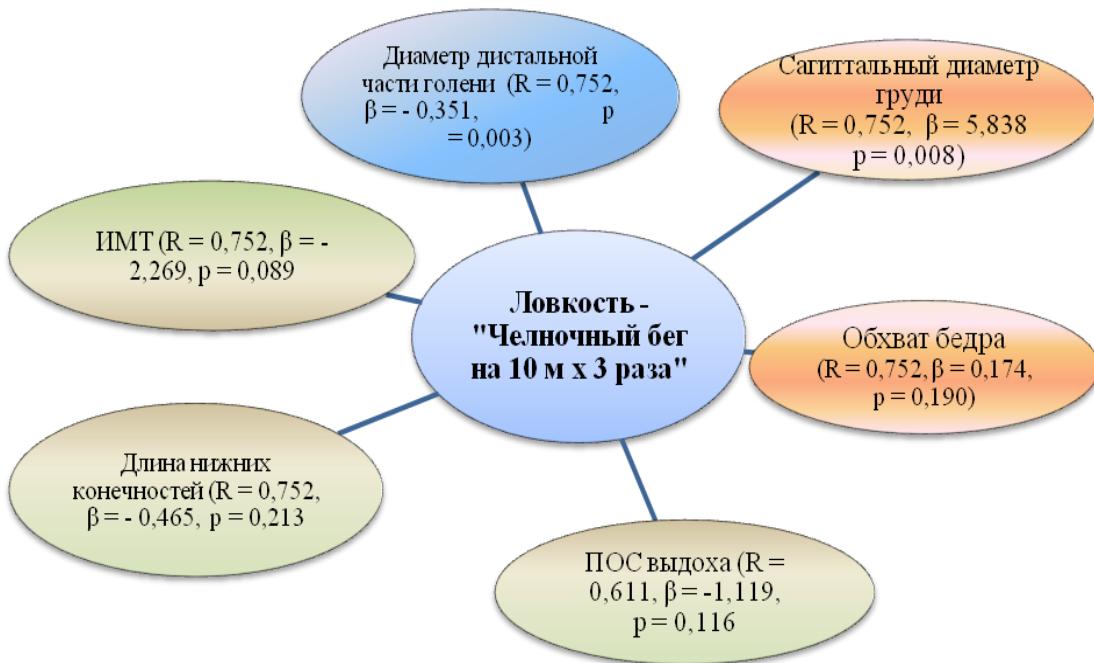


Рисунок 14 - Модель влияния морфофункциональных показателей на качество ловкости

Достоверных зависимостей показателя ловкости от других функциональных характеристик и показателей компонентного состава тела не обнаружено.

Таким образом, модель для качества ловкости с высокой степенью достоверности основывается на диаметре дистальной части голени как показателе развития костной системы и сагиттальном диаметре груди, что может быть связано с более выпуклой формой грудной клетки и лучшей вентиляцией легких.

В третьей части восьмой главы представлены результаты множественного регрессионного анализа зависимости показателей теста “Отжимание в упоре лежа на руках за 30 секунд”, которые определяют силовую выносливость организма, от морфофункциональных характеристик и оценок компонентного состава тела.

По результатам множественного регрессионного анализа выявлено, что способность человека прыгать с места на дальность, которая определяет взрывную силу мышц нижних конечностей, в наибольшей степени связана с такими показателями, как длина нижних конечностей, индекс длины нижних конечностей к длине тела ($R = 0,765, p < 0,000$), обхват бедер, тощая масса ($R = 0,460, p < 0,005$), пиковая объемная скорость выдоха ($R = 0,610, p < 0,0046$) (рис. 15).

По результатам множественного регрессионного анализа выявлены достоверные связи между силовой выносливостью и такими показателями, как масса тела, обхват груди, обхват плеча в напряжении, диаметр дистальной части

плеча, жировая складка на плече сзади, индекс костной структуры ($R = 0,811$, $p < 0,000$); скелетно-мышечная масса (СММ), тощая масса (ТМ), основной обмен (ОО) ($R = 0,383$, $p < 0,000$); пиковая объемная скорость выдоха, кистевая динамометрия ($R=0,695$, $p < 0,000$) (Рис. 15).

При этом на результаты теста силовой выносливости “Отжимание в упоре лежа на руках за 30 секунд” положительное влияние оказывают значения обхвата груди ($\beta = 0,423$, $p = 0,039$), обхвата плеча в напряженном состоянии ($\beta = 0,302$, $p = 0,044$), диаметра дистальной части плеча ($\beta = 5,084$, $p = 0,014$), скелетно-мышечной массы ($\beta = 0,213$, $p = 0,003$), тощей массы ($\beta = 0,424$, $p = 0,000$), основного обмена ($\beta = 0,378$, $p = 0,000$), пиковой объемной скорости выдоха ($\beta = 0,201$, $p = 0,001$), кистевой динамометрии ($\beta = 0,283$, $p = 0,009$).



Рисунок 15 - Модель влияния морфофункциональных показателей на силовую выносливость организма

Отрицательное влияние на данное качество оказывает масса тела ($\beta = -8,981$, $p = 0,002$), индекс костной структуры ($\beta = -5,069$ $p = 0,013$) (Рисунок 15). Таким образом, модельными характеристиками для качества силовой

выносливости организма являются, в первую очередь, показатели мышечной и дыхательной систем организма.

В четвёртой части восьмой главы представлены результаты множественного регрессионного анализа показателей теста “Наклон вперёд”, которые определяют качество гибкости, а именно морфофункциональные характеристики и компоненты состава тела.



Рисунок 16 - Модель влияния морфофункциональных показателей на качество гибкости.

Достоверных связей показателя гибкости с изученными морфофункциональными характеристиками не обнаружено. Можно отметить положительное влияние активной клеточной массы и отрицательное – ИМТ и жировой массы, однако, как уже отмечалось, статистически достоверных коэффициентов для этих показателей не выявлено.

В пятой части восьмой главы представлены результаты множественного регрессионного анализа зависимости показателей теста “Бег на 1000 м”, который определяет скоростную выносливость организма, от морфофункциональных характеристик и оценок компонентного состава тела. Следует отметить, что показатели качества скоростной выносливости находятся в обратной зависимости от времени, затраченного на прохождение дистанции. По результатам множественного регрессионного анализа обнаружено, что способность человека бегать на 1000 м, которая определяет скоростную выносливость организма, из всех

рассматриваемых показателей достоверно связана только с ИМТ ($R = 0,49$, $p < 0,020$), причем этот показатель оказывает отрицательное влияние на результаты теста при положительном коэффициенте β ($\beta = 0,502$, $p = 0,020$).

Хотя других достоверных связей не выявлено, можно отметить тенденцию отрицательного влияния на результаты теста таких показателей, как длина нижних конечностей, обхват бедра, СММ, и положительного – тощей массы и пиковой объемной скорости выдоха” (Рисунок 17).

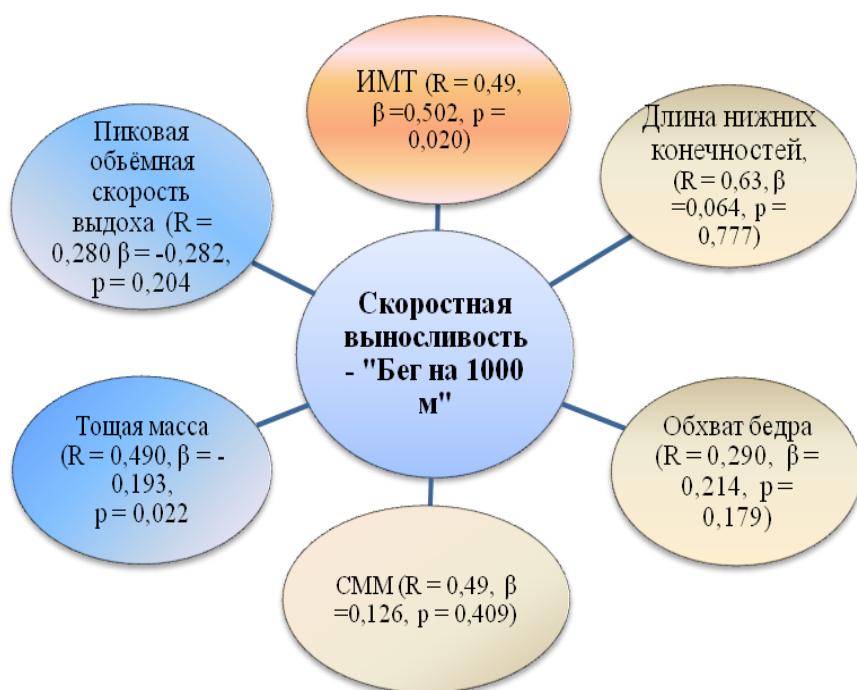


Рисунок 17 - Модель влияния морфофункциональных показателей на скоростную выносливость организма

В заключение можно констатировать, что по результатам множественного регрессионного анализа выявлены достоверные связи между морфологическими признаками, показателями состава тела, полученными с помощью метода биоимпедансометрии, и функциональными характеристиками, с одной стороны, и показателями физической подготовленности, с другой, что свидетельствует о тесной взаимосвязи различных систем организма в формировании двигательных качеств спортсменов.

Следует отметить, что попытки проанализировать взаимосвязи между двигательными качествами и другими системами организма предпринимались многими исследователями. Так, в работах Е.Н.Комиссаровой, М.В.Шурпач Ю.Е.Политыко с помощью методов многомерной статистики у детей младшего школьного возраста выявлены достоверные связи между конституциональным типом испытуемого, жировой массой и гибкостью; в другом случае – между соматотипом, пропорциями тела, особенностями пальцевой дерматоглифики и координационными способностями, а также между соматотипом, особенностями пальцевой дерматоглифика, скоростью сокращения мышц нижней конечности и изменением их длины [Комиссарова Е.Н., Шурпач М.В., Политыко Ю.Е., 2009; Политыко, 2009]. Значительный вклад в изучение взаимосвязей между особенностями пальцевой дерматоглифики и физическими способностями человека внесла Т.Ф.Абрамова [Абрамова Т.Ф., 2003]. По мнению Б.А.Никитюка, различные формы изменчивости, например, такие, как структурная, функциональная, биохимическая и др., в рамках анатомо-физиологического иерархического уровня организма согласуются друг с другом, обусловливая тем самым дифференцированный подбор приемов и методов воздействия на организм в различных целях (тренировочных, воспитательных, лечебных и др.) [Никитюк Б.А., 2000]. В этой связи, полученные и проанализированные в данной главе результаты исследования можно рассматривать как своеобразный синтез накопленного материала, который в соответствие с пожеланиями Б.А.Никитюка может быть применен для совершенствования тренировочных мероприятий, для воспитания не просто спортсмена, а конкретного человека [Никитюк Б.А., 1995, 1997, 1998].

ВЫВОДЫ

1. Изучение показателей физического развития и подготовленности монгольских детей, подростков и юношей 8-17 лет (общая выборка) подтвердило ряд известных ауксологических закономерностей. В частности, выявлен неоднородный характер темпов роста. Так, у девочек зафиксировано замедление ростовых процессов, начиная с 15 лет, после чего происходит их стабилизация. У мальчиков показатели увеличиваются и после 17 лет, но интенсивность процессов

роста при этом снижается. Интенсивность прироста функциональных показателей достигает максимальной величины в период пубертатного скачка вне зависимости от пола, но выше у мальчиков. Физические качества у монгольских детей и подростков с возрастом достоверно улучшаются, исключение составляет гибкость, что не противоречит физиологическим процессам, протекающим в это время в организме.

2. По величине тотальных размеров тела монгольские дети обоего пола отстают от референтных данных, предложенных ВОЗ. Исключение составляет ИМТ, для которого большие величины зафиксированы у монгольских мальчиков 8-14 лет и девочек 8-9,5 лет, впоследствии величины этого показателя снижаются. Подобные результаты свидетельствуют о стабилизации продольного роста при увеличении массы тела, что, в свою очередь, определяет постепенное распространение в Монголии глобальной тенденции к эпидемии ожирения.

3. Сравнение моррофункциональных показателей и параметров физической подготовки городских и сельских детей и подростков выявило большие величины тотальных размеров тела и лучшие характеристики функциональных и физических качеств в первой группе (за исключением артериального давления в группах мальчиков и пиковой объемной скорости выдоха в группах девочек, а также гибкости у детей и подростков обоего пола). Это свидетельствует об улучшении физических кондиций в группах городских детей, связанных с улучшениями условий жизни.

4. Секулярные изменения моррофункционального и физического статуса городских монгольских детей и подростков за последние 20 лет направлены в сторону увеличения показателей, что свидетельствует об активных акселерационных процессах, идущих в Монголии, и обуславливает необходимость пересмотра существующих нормативов.

5. Юные спортсмены, как мальчики, так и девочки, практически по всем моррофункциональным показателям, включая показатели компонентного состава тела (кроме жировой массы), достоверно превосходят ровесников, не занимающихся спортом. Интенсивность ростовых процессов в этих группах также различна: у юношей-спортсменов наблюдается 2-я фаза ускоренного роста (после

15 лет), тогда как у их менее активных ровесников рост тела в длину стабилизируется после прохождения пика скорости роста.

6. Выявлены достоверные морфологические отличия детей и подростков, отдающих предпочтение различным спортивным специализациям. В целом, борцы мужского пола характеризуются большей низкорослостью, повышенным жироотложением, то есть более брахиморфным телосложением, а также наибольшими значениями силы сжатия кистей рук и артериального давления. Для представителей игровых видов спорта характерны более длинные ноги и корпус, большие величины мышечного компонента, а также лучшие показатели силовой выносливости и ловкости. В группах спортсменок женского пола подобного рода различий для большинства морфофункциональных показателей обнаружено не было, за исключением лучшей взрывной силы мышц и силовой выносливости у представителей единоборств. Подтвержден также вклад спортивной специализации в формирование морфофункционального и физического статуса взрослых спортсменов.

7. Показано, что степень урбанизации, проживание в той или иной экологической зоне (горно-таёжной, степной, пустынной зоне) оказывают существенное влияние на формирование морфофункциональных особенностей юных спортсменов. По величине длины и массы тела в группах мальчиков 8-12 лет на первый план выходят городские жители. Однако с началом периода полового созревания их опережают жители степной и пустынной зоны. В группах девочек на протяжении всего возрастного интервала на первый план выходят городские жительницы. Значения ИМТ и обхвата груди также максимальны у городских жителей обоего пола. Максимальные величины ПОС_{выд.}, силы сжатия кистей обеих рук и показателей артериального давления демонстрируют представители горно-таёжной и городских зон, Аналогичные результаты зафиксированы и для городских девочек (кроме силы сжатия кистей обеих рук).

8. В группах взрослых спортсменов городские жители оказались самыми высокорослыми и характеризовались лептоморфным типом телосложения, более брахиморфными параметрами характеризуются спортсмены, родившиеся и выросшие в горно-таёжной и степной экологической зонах. Суровые условия пустынной экологической зоны, менее комфортные условия жизни оказывают

отрицательное влияние на физическое развитие молодёжи, поэтому представители этой группы значительно уступают своим ровесникам по величине практически всех рассмотренных параметров.

9. Подтверждена гипотеза о существенном влиянии социально-экономических условий жизни на ростовые процессы и физическое развитие детей и подростков, в том числе и активно занимающихся спортом. Так, юные спортсмены обоего пола более высокого социально-экономического статуса (проживающие в благоустроенных квартирах) по всем морфологическим параметрам (тотальные, продольные, широтные, обхватные признаки, жировые складки на верхних конечностях и корпусе, показатели компонентного состава тела) достоверно превосходят своих ровесников, проживающих в юртах и школьных общежитиях. В частности, они характеризуются высокими значениями продольных размеров, более широким плечевым диаметром, при относительно невысоких значениях обхвата груди, что может свидетельствовать о некоторой астенизации телосложения у городских жителей. Минимальные значения показателей характерны для лиц, проживающих в общежитиях (кроме обхвата груди). Что касается функциональных параметров, то наименьшими их значениями (кроме ЧСС) характеризуются проживающие в общежитиях мальчики-спортсмены, тогда как между оставшимися группами эти различия не носят значимого характера, хотя и направлены в сторону увеличения их у жителей квартир. Между группами девочек-спортсменок, проживающих в различных условиях, по функциональным показателям достоверно значимых различий выявлено не было, хотя показатели силы сжатия кистей обеих рук у девочек, проживающих в юртах, выше, чем у их ровесниц, проживающих в квартирах и общежитиях. Мальчики-спортсмены, проживающие в квартирах, показывают достоверно лучшие результаты физической подготовки (кроме гибкости, по которой лучшие результаты демонстрируют жители общежитий). В группах девочек различия подтверждены для взрывной силы, скоростной и силовой выносливости, для которых лучшие результаты тестов показали жительницы общежитий и квартир соответственно.

10. Взрослые спортсмены, проживающие в квартирах, по большинству морффункциональных показателей значительно опережают представителей

остальных групп. Эта особенность в большей степени выражена у мужчин и, вероятно, свидетельствует о наличии гендерных различий в характере реакции организма на среду, а также об изменении физической кондиции взрослого населения, проживающего в благоприятных условиях, в положительную сторону. Ухудшение жилищных условий отрицательно влияет на физическое развитие и дефинитивный статус, практически не затрагивая, однако, физическую подготовленность монгольских спортсменов.

11. Выявлены достоверные межгрупповые различия в величине рассмотренных показателей у носителей различных генотипов трех полиморфных генетических систем: ACE, ACTN3 и FTO. Так, большими величинами ИМТ и обхвата груди, сагittalного диаметра груди, обхватов талии и ягодиц, жировой и активной клеточной массы тела, значениями систолического и диастолического давления, динамометрии кистей обеих рук и минимальной толщиной жировой складки на передней поверхности плеча характеризуются мужчины - носители генотипа DD гена ACE. Представители этой группы показывают также лучшие результаты тестов на определение силовых характеристик. Лучшую на фоне остальных групп скорость выносливость демонстрируют носители варианта ID. Женщины - носительницы генотипа II обладают достоверно большими величинами массы тела на фоне индивидов с генотипом DD, отличающихся также минимальной шириной колена большим обхватом плеча, относительно более широкой грудной клеткой, минимальной толщиной жировых складок на бицепсе и животе (вертикальная) на фоне остальных групп. Что касается состава тела, то значимость различий подтверждена только для носительниц гетерозиготного генотипа, обладающих минимальными средними значениями активной клеточной массы. По величине частоты сердечных сокращений и пиковой скорости выдоха на первый план выходят носительницы генотипов ID и II соответственно.

12. В группах мужчин - носителей различных генотипов гена ACTN3 достоверность различий средних значений параметров подтверждена для ловкости, силовой выносливости и частоты сердечных сокращений. Максимально больших достоверных значений показатели достигают в группах спортсменов с генотипом CC (на фоне генотипа TT), ассоциированным с лучшими скоростно-силовыми характеристиками (частота сердечных сокращений в этой когорте также

статистически значимо превышает таковую в гетерозиготной группе). Максимальной толщиной косой жировой складки на животе обладают спортсмены с генотипом TT. В группах спортсменок прослеживается аналогичная тенденция: индивиды с генотипом CC обладают достоверно большими на фоне оставшихся групп средними значениями длины тела, обхвата груди, лучшими гибкостью и ловкостью, а также минимальными величинами артериального диастолического давления. Кроме того, сравнение данной когорты с гомозиготной по аллелю T выявило с высоким уровнем значимости большую величину обхвата талии в этой группе. Спортсменки с гетерозиготным генотипом имеют максимальные величины обхвата плеча в напряжении и лучшую скоростную выносливость. В данном случае следует отметить, что подобные результаты (проявление лучших скоростно-силовых характеристик у индивидов с генотипом CT) могут являться следствием недостаточной наполненности выборок.

13. Достоверные различия между носителями различных генотипов гена FTO мужского пола были зафиксированы для веса тела, ИМТ, обхватных размеров (обхват груди, талии, ягодиц, плеча в покое), толщины жировых складок под лопаткой и на трицепсе, диаметров грудной клетки и ее относительного обхвата, а также жировой массы тела, длин корпуса и туловища. Большие средние величины всех перечисленных параметров были зафиксированы у носителей генотипа AT, что в случае поперечных размеров определяется спецификой рассматриваемой полиморфной генетической системы. Между спортсменками - носительницами различных генотипов данной полиморфной системы достоверных различий ни по одному комплексу показателей обнаружено не было, хотя сохраняется тенденция, зафиксированная у мужчин.

14. По результатам множественного регрессионного анализа построены морффункциональные модели двигательных качеств монгольских высококвалифицированных спортсменов, которые основаны на морфологических признаках, показателях состава тела, полученных с помощью метода биоимпедансометрии, и функциональных характеристиках и могут быть использованы в спортивном отборе, на начальном этапе подготовки и на этапе индивидуализации спортивного мастерства в многолетнем тренировочном процессе.

ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

На основе полученных данных считаем возможным предложить следующие практические рекомендации:

1. Проводить систематический мониторинг физического развития и физической подготовленности монгольских спортсменов для контроля за организацией учебно-воспитательной и спортивно-оздоровительной работы.

2. Подготовить методическое руководство по изучению и оценке физического развития и физической подготовленности спортсменов для учителей физкультуры, тренеров, преподавателей и медицинских работников школы, ВУЗов, спортивных клубов и сборных команд.

3. Внедрить в практику учебных и спортивно-оздоровительных учреждений использование результатов генетического анализа при разработке тактики борьбы, игры и соревнования, а также отборе молодых спортсменов.

4. Использовать в качестве нормативов для индивидуальной оценки развития детей и молодежи 8-20+ лет средние показатели, полученные нами при анализе данных обследования школьников и спортсменов, приехавших из различных регионов страны и обучающихся в г. Улан-Баторе, а также рассчитанные нами перцентильные таблицы морфофункциональных характеристик и показателей физической подготовленности, приведенные в Приложении А.

5. Внедрить в практику морфофункциональные модели двигательных качеств монгольских высококвалифицированных спортсменов, которые основаны на морфологических признаках, показателях состава тела, полученных с помощью метода биоимпедансометрии, и функциональных характеристиках, что особенно важно в спортивном отборе, на начальном этапе подготовки и на этапе индивидуализации спортивного мастерства в многолетнем тренировочном процессе.

СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

Статьи, опубликованные в рецензируемых научных журналах, рекомендуемых ВАК РФ:

1. Лхагвасурэн, Гундэгмаа. Возрастная динамика морфологических показателей детей школьного возраста Монголии /Л.Алтанцэцэг, Г.Лхагвасурэн // Теория и практика физической культуры. – 2013. – № 12. – С 94-95.

2. Лхагвасурэн, Гундэгмаа. Динамика секулярных изменений тотальных размеров тела монгольских детей за последние 20 лет / Г. Лхагвасурэн, Е.З.Година, Л.Алтанцэцэг, Ш.Бат-Эрдэнэ // Физическая культура: воспитание, образование, тренировка. – 2014. – № 1. – С. 76–79.
3. Lkhagvasuren, Gundegmaa. Characteristics of physical growth and development in mongolian male athletes / Gundegmaa Lkhagvasuren, Sh.Bat-erdene, L.Altantsetseg// Вестник Московского университета. Серия XXIII. Антропология. – 2014. – № 3. – С. 32–33.
4. Godina, E.Z. Somatic development of Mongolian and Kalmykian children and adolescents / E.Godina, I.Khomyakova, I.Zadorozhnaya, Gundegmaa Lkhagvasuren, V.Burlykov // Вестник Московского университета. Серия XXIII. Антропология.- 2014. – №3. – С. 52–52.
5. Лхагвасурэн, Гундэгмаа. Зависимость длины тела монгольских спортсменов от с/т полиморфизмов гена альфа-актинина 3 /Л.Гундэгмаа, Э.А.Бондарёва,Ш.Бат-Эрдэнэ // Физическая культура: воспитание, образование, тренировка. – 2014. - № 5. – С. 72.
6. Лхагвасурэн, Гундэгмаа, Сравнительный анализ антропогенетических условий и морффункциональных показателей монгольских борцов и легкоатлетов / Г. Лхагвасурэн, Э.А. Бондарёва, Ш. Бат-Эрдэнэ // Физическая культура: воспитание, образование, тренировка. – 2014. – № 6. – С. 74–75.
7. Лхагвасурэн, Гундэгмаа. Взаимосвязь между полиморфными генотипами гена ACE (ангиотензин – превращающий фермент) и морффункциональными показателями монгольских спортсменов / Г. Лхагвасурэн // Учёные записки университета имени П.Ф. Лесгафта. – 2014. – № 6 (112) – С. 110–115.
8. Лхагвасурэн, Гундэгмаа. Возрастные особенности параметров физического развития и компонентного состава тела юных спортсменов Монголии / Г.Лхагвасурэн, Година Е.З., Ш. Бат-Эрдэнэ // Спортивная медицина: наука и практика – 2015. – №. 2.– С 45–51.
9. Лхагвасурэн, Гундэгмаа. Модельная характеристика спортсменов высокого уровня / Г.Лхагвасурэн, Ш.Бат-Эрдэнэ, Л. Алтанцэцэг // Учёные записки университета имени П.Ф. Лесгафта. – 2015. – № 4 (122). – С. 57–59.
10. Бондарева, Э.А. Спортивный отбор в различных видах единоборств на

примере полиморфных систем генов ACE и ACTN3 / Э.А. Бондарева, Е.З. Година, Г. Лхагвасурэн, А.Н. Блеер // Теория и практика физической культуры и спорта. – 2015 – №8. – С. 94–97.

11. Лхагвасурэн, Гундэгмаа. Сравнительный анализ функциональных показателей монгольских детей и подростков в зависимости от занятий спортом / Г.Лхагвасурэн, Ш.Бат-Эрдэнэ, Г.Сухбат // Спортивная медицина: наука и практика – 2016. – № 3. – С. 5-12.
12. Лхагвасурэн, Гундэгмаа. Изучение компонентного состава тела монгольской молодёжи в зависимости от спортивных специализаций / Г.Лхагвасурэн, Ш.Бат-Эрдэнэ // Лечебная физкультура и спортивная медицина. – 2016. – № 4.– С. 46–50.
13. Лхагвасурэн, Гундэгмаа. Влияние условий проживания на физическое развитие юных спортсменов Монголии / Г.Лхагвасурэн // Теория и практика физической культуры - 2016. - № 6. – С. 103-104 (Scopus).
14. Бондарёва, Э.А. Некоторые результаты антропогенетического обследования молодёжи в трёх моноэтнических выборках / Э.А.Бондарёва, Л.В.Задорожная, Т.А.Березина, А.Д.Махалин, Е.В.Попова, Л.Гундэгмаа, И.А.Хомякова // Экстремальная деятельность человека. – 2018. – № 2. – С. 11-13.
15. Лхагвасурэн, Гундэгмаа. Возрастная динамика функциональных показателей детей и подростков Монголии / Г. Лхагвасурэн // Теория и практика физической культуры. – 2019. – № 1. – С. 28.
16. Лхагвасурэн, Гундэгмаа. Функциональное развитие сердечно-сосудистой системы детей и подростков, занимающихся и не занимающихся спортом /Г. Лхагвасурэн // Теория и практика физической культуры. – 2019. – № 2. – С. 83.

Учебники, учебные пособия

17. Лхагвасурэн, Гундэгмаа. Спортивная биохимия: учебник для студентов Института физической культуры, 2-е издание. Улан-Батор, 2013. – 224 с.
18. Лхагвасурэн, Гундэгмаа. Морфофункциональные особенности студенческой молодёжи Монголии (монография) /Г.Лхагвасурэн/ – Улан-Батор., НИФК. – 2013. – 294 с.

Научные статьи и материалы конференций

19. Lkhagvasuren, Gundegmaa. Morph functional characteristics of students from Mongolian universities: ecological, secular and genetic aspects (abstract) / L.Gundegmaa

// Abstracts of the 17th Congress of the European Anthropological Association. Biological, Social and Cultural Dimensions of Human Health. Poznan: Adam Mickiewicz University. - 2010. - p. 34.

20. Лхагвасурэн, Гундэгмаа. Анализ длины тела монгольских студентов в сравнении с зарубежными ровесниками. (доклад) /Г.Лхагвасүрэн// Материалы междунар. науч.-практ. конф., посвященной 55 летию ИФК: Спорт, физическая культура, образование. - Улан-Батор, 2009. - С. 27-29.
21. Лхагвасурэн, Гундэгмаа. Физическое развитие девушек-студенток различных этнических групп (доклад) /Г.Лхагвасүрэн, Е.З. Година, И.А. Хомякова, Л.В. Задорожная // Материалы IX межвуз.науч. – практ. конф.: Здоровый образ жизни и физическое воспитание студентов и слушателей ВУЗов. - г. Москва, 2011. - С. 214-219.
22. Lkhagvasuren, Gundegmaa. Association between genotypes of ACE (angiotensin-converting enzyme) gene and sporting talent (abstract) / L.Gundegmaa // Proceeding 7th Asian association for sport management conference. – Ulaanbaatar.- 2011- P. 87- 88.
23. Lkhagvasuren, Gundegmaa. The physical development of Mongolian children and adolescents: ethno genetic and ecological aspects (abstract) / L.Gundegmaa, E.Z.Godina, L.Altantsetseg // The 17th International Scientific Congress .- 2013.- Beijing - P.45-46.
24. Lkhagvasuren, Gundegmaa. Comparative analysis of anthropogenetic and morphofunctional parameters of Mongolian wrestlers and athletes (abstract) / L.Gundegmaa, E.Z.Godina, E.A Bondareva // Междунар. науч.- практик. Конгресс: Национальные программы формирования здорового образа жизни. – Москва. - 2014.- С. 15-17.
25. Лхагвасурэн, Гундэгмаа. Спортивный генетик (статья на монг. языке) /Г.Лхагвасүрэн/ Forbes Mongolia journal. – 2014. - № 10. - С.45-46.
26. Лхагвасурэн, Гундэгмаа. Сравнительный анализ морфофункциональных особенностей Монгольских волейболисток (статья) /Г.Лхагвасүрэн// Молодой учёный. – 2014. - № 05 (64). – С. 575-577.
27. Lkhagvasuren, Gundegmaa. Traditional and learning methodology basis for the formation of the Mongolian national sport (abstract) / L.Gundegmaa, L. Altantsetseg, G. Lkhagvasuren // Bull. of Nippon Sport Science University. (Japan). - 2014. - 44 (1).- P. 33-34.

28. Lkhagvasuren, Gundegmaa. Modern trends in physical development of children and adolescents: ethnogenetic and ecological aspects (abstract) / L.Gundegmaa, E.Z.Godina, L.Altantsetseg, Sh.Bat-erdene//17-th International scientific congress: Olympic sport and sport for all. - Beijing. - 2015 - P.39.
29. Lkhagvasuren, Gundegmaa. Analyses of anthropogenetic and morphofunctional parameters of Mongolian wrestlers and athletes (abstract) / L.Gundegmaa, Godina E.Z., Bondareva E.A., Bat-Erdene Sh // FUSU Conference, International Sport Science Congress - Gwangju. - 2015. – P.313-314.
30. Година Е.З., Секулярные изменения некоторых морфофункциональных показателей у монгольских детей и подростков / Е.З.Година, Л.Гундэгмаа, И.А.Хомякова, Е.Ю.Пермякова, Л.В.Задорожная, Ш.Бат-Эрдэнэ, Ш.Уранчимэг// Вестник Московского университета. Серия 23: Антропология. – 2017. - №1. – С. 4-14.
31. Лхагвасурэн, Гундэгмаа. Антропогенетическая характеристика спортсменов-единоборцев в различных этнических группах (тезисы) / Г.Лхагвасүрэн, Э.А Бондарёва, Е.З.Година, И.А.Хомякова, Л.В.Задорожная // Материалы V междунар. конф.: Студенческий спорт: здоровье и процветание нации. -Улан-Батор, - 2018. - С.110-115.
32. Лхагвасурэн, Гундэгмаа. Ассоциация Т/A – полиморфизма гена FTO с накоплением жира в различных этнических группах (Тезисы) / Г.Лхагвасүрэн, Э.А Бондарёва., Задорожная Л.В., Хомякова И.А., Попова Е.В., Березина Т.А. // Известия Института Антропологии, - Изд-во Моск. ун-та (М.). - 2018. - Выпуск № 3. - С. 14-15.
33. Лхагвасурэн, Гундэгмаа. Физические кондиции студенческой молодёжи Москвы и Улан-Батора: морфологический и генетический аспект (Тезисы) / Э.А Бондарёва., Задорожная Л.В., Гундэгмаа Л., Година Е.З// Материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, посвященной 90-летию кафедры ГЦОЛИФК и 85-летию со дня рождения заслуженного деятеля науки РФ, члена корреспондента РАМН, профессора Б.А.Никитюка: Проблемы современной морфологии человека.- Изд-во Моск. ун-та (М.). - 2018. - С. 98-100.

34. Година, Е.З. Сравнительный анализ тотальных размеров тела и функциональных характеристик сельских и городских детей и подростков Монголии / Е.З.Година, Г.Лхагвасурэн, Е.Ю.Пермякова // Вестник Московского университета. Серия 23: Антропология. – 2019. – № 1. – С. 35-48.
35. Лхагвасурэн Гундэгмаа, и др. Особенности взаимосвязей между морфологическими признаками, функциональными характеристиками и показателями физической подготовленности спортсменов Монголии / Лхагвасурэн Гундэгмаа, Е.З. Година, Е.Н. Комиссарова // Материалы науч. конф. посвященной 115-летию со дня рождения профессора М. Г. Привеса : сборник научных трудов / ФГБОУ ВО «ПСПбГМУ им. акад. И. П. Павлова» Минздрава России. – М. : Изд-во «Научная книга», 2019. – с. 121-124.

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ И ОБОЗНАЧЕНИЙ

АДС – артериальное давление, систолическое,
 АДД – артериальное давление, диастолическое,
 АКМ – активная клеточная масса,
 ВОЗ – Всемирная Организация Здравоохранения,
 ГУ – грудной указатель,
 Дин.прав. – динамометрия кисти правой руки,
 Дин.лев. – динамометрия кисти левой руки,
 ЖЕЛ - жизненная емкость легких,
 ЖМ - жировая масса,
 ИКС – индекс костной структуры,
 ИМТ – индекс массы тела
 МОК - Международный Олимпийский комитет,
 МНИФК – Монгольский Национальный Институт Физической Культуры,
 МНР – Монгольская Народная Республика,
 ОФП- общая физическая подготовка,
 СММ – скелетно-мышечная масса,
 ТМ – тощая масса,
 ЧСС – частота сердечных сокращений,
 Х – среднеарифметическая величина,
 S – среднеквадратическое отклонение,
 р – вероятность достоверности,
 R – каноническая корреляция,
 N – число испытуемых в группе,
 ПОС выд. – пиковая объемная скорость выдоха.
 ACE – ангиотензинпревращающий фермент,
 ACTN3– α-актинин-3,
 FTO (fat mass and obesity-associated gene) – ген, ассоциированный с развитием ожирения.