

Круглова Ирина Валентиновна

**ОЦЕНКА МОРФОФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ СПОРТИВНЫХ
ГИМНАСТОВ С УЧЕТОМ ИХ РЕЗУЛЬТАТИВНОСТИ**

3.1.33. Восстановительная медицина, спортивная медицина, лечебная физкультура, курортология и физиотерапия, медико-социальная реабилитация
(медицинские науки)

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
кандидата медицинских наук

Москва – 2025

Работа выполнена в Федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования «Российский национальный исследовательский медицинский университет имени Н.И. Пирогова» Министерства здравоохранения Российской Федерации,

Научный руководитель:

Доктор медицинских наук, профессор

Поляев Борис Александрович

Официальные оппоненты:

Калинин Андрей Вячеславович доктор медицинских наук, доцент, профессор кафедры К37, кафедры медицинской реабилитации и спортивной медицины Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации.

Павлов Владимир Иванович доктор медицинских наук, профессор, заведующий отделением функциональной диагностики и спортивной медицины Государственного автономного учреждения здравоохранения города Москвы «Московский научно-практический центр медицинской реабилитации, восстановительной и спортивной медицины им. С.И. Спасокукоцкого Департамента здравоохранения города Москвы».

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

Защита диссертации состоится «____» _____ 2025 г. в _____ часов на заседании диссертационного совета 21.2.058.03 на базе ФГАОУ ВО РНИМУ им. Н.И. Пирогова Минздрава России (Пироговский Университет), по адресу: 117513, г. Москва, ул. Островитянова, д.1, стр.6

С диссертацией можно ознакомиться в научной библиотеке ФГАОУ ВО РНИМУ им. Н.И. Пирогова Минздрава России (Пироговский Университет) по адресу: 117513, г. Москва, ул. Островитянова, д.1, стр.6 и на сайте <http://rsmu.ru>

Автореферат разослан «____» _____ 2025 г.

Ученый секретарь диссертационного совета,
кандидат медицинских наук, доцент



Н.В.Тохтиева

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы исследования

Определяется отсутствием единого подхода к оценке отклонений морфофункциональных показателей спортсменов при проведении углубленных медицинских обследований (далее УМО) с учетом вида спорта и спортивной специализации.

Получаемые результаты интерпретируются относительно референсных значений, ограничивающих интервалы (диапазоны), в которые укладывается 95% результатов практически здоровых обследуемых соответствующего пола и возраста [Цериотти Ф., 2007], при этом достаточное количество проведенных работ свидетельствуют о том, что значения лабораторных показателей у спортсменов нередко выходят за рамки установленных значений [Липпи Г. с соавторами, 2004].

Учитывая, что каждый вид спорта, каждая спортивная дисциплина формирует во временном континууме достаточно специфические морфофункциональные изменения, оценка параметров у спортсменов должна проводиться с учетом представлений о закономерностях формирования функциональных систем [Анохин П.К., 1975]. Именно теория функциональных систем в своей многогранности объясняет возможность развития спортивных качеств в процессе долгосрочной адаптации к многократно воспроизводимым упражнениям, путем формирования механизмов управления движениями и морфофункциональными изменениями. Следовательно, функциональные системы и их отдельные элементы будут отличаться для разных видов спортивной деятельности [Платонов В.Н. 2015, 2017].

Создание унифицированного алгоритма интерпретации антропометрических и лабораторных показателей, наиболее полно характеризующих ответ систем организма на специальные физические упражнения у атлетов национального и международного уровней, позволит объективно оценивать функциональные особенности, возможности и резервы конкретного индивида, необходимые для оценки и прогноза качества спортивной деятельности и определения дальнейшей тактики введения отдельного спортсмена.

Степень разработанности темы исследования

В настоящее время показана возможность разнонаправленных изменений показателей обусловленных спецификой спортивной деятельности. По мнению Марена Фрагала с соавторами, учет подобных эффектов позволяет, с одной стороны, избежать ошибочной интерпретации полученных данных, а с другой – определить референтные значения для различных видов спорта [Ли Е. с

соавторами, 2017, Фрагала М.С. с соавторами, 2017]. Указанным авторам, как и большинству других исследователей, не удалось избежать существенной методической погрешности – объектом исследования были непрофессиональные спортсмены и в перечень классифицирующих признаков не включался уровень спортивного мастерства, результативность спортсменов, не учитывалось их амплуа и спортивный стаж, что не позволяет в полной мере экстраполировать полученные данные на представителей спорта высших достижений.

Цель исследования

Выявление эффективных морфофункциональных параметров, сформированных на фоне специфических физических нагрузок в процессе многолетней спортивной подготовки у спортивных гимнастов.

Задачи исследования

1. Выявление маркеров и критериев эффективности адаптации к специальным физическим упражнениям у спортивных гимнастов с учетом пола и возраста.
2. Сравнительный анализ параметров, отражающих долгосрочные эффекты адаптации у спортивных гимнастов, с показателями спортсменов с иной направленностью тренировочного процесса.
3. Оценка параметров с учетом спортивной результативности в отдельных дисциплинах.
4. Верификация особенностей адаптации к физическим нагрузкам у спортсменов различной квалификации.
5. Разработка алгоритма дифференцированной оценки антропометрических и лабораторных показателей у спортсменов-гимнастов с учетом выявленных маркеров и особенностей адаптационных механизмов функционального ответа на специальные физические упражнения.

Научная новизна исследования

- впервые проведен анализ морфофункциональных параметров спортивных гимнастов в соответствии с половозрастной классификацией, утвержденной приказом Министерства спорта РФ;
- впервые проведен сравнительный анализ морфофункциональных параметров спортсменов в половозрастных группах с учетом результативности в разных дисциплинах;

- сравнительный анализ избыточных лабораторных показателей у спортивных гимнастов со спортсменами с иной направленностью тренировочного процесса позволил выявить маркеры структурного следа;
- сравнительный анализ морфофункциональных параметров позволил установить динамику показателей с учетом роста уровня спортивного мастерства;
- проведенные исследования позволили определить алгоритм отбора и оценки параметров для оценки структурного следа формирующегося на фоне этапов многолетней подготовки.

Теоретическая значимость

- доказано, различие морфологических параметров у спортивных гимнастов по возрасту и полу при внутригрупповом анализе с учетом половозрастной классификацией, утвержденной приказом Министерства спорта РФ;
- доказано, различие морфологических параметров у результативных спортивных гимнастов в разных специализациях по возрасту и полу;
- доказано, влияние морфологических параметров на результативность спортсменов;
- статистически достоверно выявлено отличие биохимических маркеров и соматометрических показателей спортивных гимнастов в сравнении со спортсменами других видов спорта;
- доказана специфичность выявленных маркеров структурного следа;
- доказана необходимость определения референсных значений для маркеров структурного следа у спортсменов различных видов спорта;
- доказано различие морфофункциональных параметров у спортсменов различных уровней спортивного мастерства;
- выявлена взаимосвязь лабораторных показателей с антропометрическими параметрами и уровнем спортивной квалификации;

Практическая значимость

Предложенный подход позволяет выявить маркеры долгосрочной адаптации у спортсменов высшего спортивного мастерства, устанавливает необходимость определения референсных значений для спортсменов с различной направленностью тренировочного процесса.

Выявление маркеров структурного следа и их оценка применительно к конкретному виду спорта позволяет избежать необоснованных периодов детренинга спортсменов, проведения излишних диагностических исследований и клинической верификации диагнозов.

Определение морфологических моделей спортсменов с учетом результативности в отдельных дисциплинах позволяет установить параметры нерезультативности для обоснованной корректировки тренировочного процесса.

Определение различий морфофункциональных параметров у спортсменов различных уровней спортивного мастерства позволяет предупредить явления деадаптации.

Определение взаимосвязи лабораторных и антропометрических параметров позволит создавать прогностические модели, в том числе с помощью цифровых технологий, изменения параметров.

Предмет научного исследования: лабораторные и антропометрические данные спортсменов спортивной сборной команды Российской Федерации по спортивной гимнастике с проведением сопоставлений с представителями иных видов спорта.

Объект научного исследования: электронная база данных спортсменов сборных команд Российской Федерации по спортивной гимнастике, боксу, велосипедному спорту, конному спорту, плаванию, пулевой стрельбе, спортивной борьбе, теннису, фехтованию, футболу и хоккею.

Гипотеза: среди получаемых в рамках УМО параметров имеется часть специфичных показателей сформированных под воздействием тренировочных нагрузок в процессе долгосрочной подготовки спортивных гимнастов. Данные показатели зачастую рассматриваются как патологические. Предполагается, что данные показатели являются спорт специфическими, отражают фенотипические изменения. Предполагается, что определение пула оптимальных морфофункциональных параметров для различных дисциплин позволит повысить достоверность медико-биологической оценки у спортсменов одного вида спорта.

Методология научного исследования

Представлена системой подходов к анализу полученных антропометрических и лабораторных данных при формировании генеральных совокупностей спортсменов сборной команды России по спортивной гимнастике по полу и возрасту.

Методы научного исследования

Ретроспективный анализ протоколов УМО (анамнестических, антропометрических, инструментальных, лабораторных) спортсменов сборных команд Российской Федерации по спортивной гимнастике с проведением сопоставлений со спортсменами по боксу, велосипедному спорту, конному

спорту, плаванию, пулевой стрельбе, спортивной борьбе, теннису, фехтованию, футболу и хоккею.

Используемые средства: протоколы результатов УМО спортсменов за период с 2010 по 2021 гг., представителей сборных команд Российской Федерации по спортивной гимнастике, боксу, велосипедному спорту, конному спорту, плаванию, пулевой стрельбе, спортивной борьбе, теннису, фехтованию, футболу и хоккею.

Электронные таблицы Microsoft Excel, пакет прикладных программ IBM SPSS Statistics 25.0, пакета прикладных программ StatTech v. 2.8.8 и v. 3.1.10 (разработчик - ООО "Статтех", Россия).

Ожидаемые результаты: установление маркеров долгосрочной адаптации при внутривидовой специализации спортсменов позволит определить допустимые изменения, связанные со специфической мышечной работой в спортивной гимнастике, установить их возрастную динамику.

Возможная область применения: Спортивная медицина. Реабилитация.

Практическое применение специалистами по спортивной медицине при оценке показателей обеспечения выполнения специальных упражнений у спортсменов сборной команды России по спортивной гимнастике во время УМО и курсов реабилитационно-восстановительного лечения, проводимых в медицинских организациях ФМБА России, задействованных в МБО спортсменов спортивных сборных команд.

Ожидаемая медико-социальная и экономическая эффективность от внедрения: Разработанная методология оценки показателей обеспечения выполнения специальных упражнений у спортсменов сборной команды России по спортивной гимнастике позволит объективно оценить функциональное состояние спортивных гимнастов высокого класса с учетом антропометрических показателей и маркеров энергообеспечения мышечной деятельности, а также позволит снизить экономические затраты и продолжительность периодов отстранения спортсменов от тренировочной и соревновательной деятельности, связанных с проведением дополнительных диагностических мероприятий, предупредить риски возникновения предпатологических и патологических состояний, связанных с интенсивными физическими нагрузками.

Основные положения, выносимые на защиту

1. Выявленные различия соматометрических параметров в динамике возрастного развития представителей основных гендерных групп в спортивной гимнастике определяют необходимость различных подходов к

формированию спортивных групп, что обеспечивает оптимизацию процесса многолетней спортивной подготовки.

2. Обобщенные результаты анализа данных лабораторного тестирования продемонстрировали необходимость формирования индивидуальных диапазонов с учетом центильного распределения в контингентах представителей различных вида спорта в целом и спортивных гимнастов в частности с использованием сведений о квалификации спортсменов, спортивной дисциплины (амплуа), половой принадлежности и возраста.

3. Определены маркеры структурного следа эффективности механизмов адаптации для спортивной гимнастики и ее отдельных дисциплин, что позволяет реализовать построение прогностических моделей.

Внедрение результатов исследования в практику

Результаты научной работы внедрены в практику подготовки клинических ординаторов кафедры реабилитации, спортивной медицины и физической культуры Российского национального исследовательского медицинского университета имени Н.И. Пирогова (РНИМУ имени Н.И. Пирогова); в учебный процесс кафедры Восстановительной медицины, спортивной медицины, курортологии и физиотерапии с курсом сестринского дела Медико-биологического университета инноваций и непрерывного образования ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И.Бурназяна ФМБА России; в практическую деятельность Центра спортивной медицины и реабилитации ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И.Бурназяна ФМБА России.

Степень достоверности и апробация результатов

Степень достоверности и объективность полученных данных подтверждена четкими критериями включения-исключения параметров контингента исследования, позволяющим сформировать репрезентативные выборки с достаточным количеством анализируемых данных. Количественные показатели оценивались на предмет соответствия нормальному распределению с помощью критерия Шапиро-Уилка (при числе исследуемых менее 50) или критерия Колмогорова-Смирнова (при числе исследуемых более 50). Статистический анализ проводился с использованием параметрических и непараметрических критериев, включая, t-критерий Стьюдента, t-критерий Уэлча, критерий Тьюки, критерий Колмогорова-Смирнова, U-критерий Манна-Уитни, критерий Геймса-Хауэлла, критерий Краскела-Уоллиса, критерий Данна с поправкой Холма, критерия хи-квадрат Пирсона и коэффициента ранговой корреляции Спирмена.

Уровень значимости, при котором отвергалась нулевая гипотеза об отсутствии различий между изучаемыми группами, выбран равным 0,05.

Основные результаты исследования были представлены на: XVI Международной научной конференции по вопросам состояния и перспективам развития медицины в спорте высших достижений, VIII научно-практической конференции (Москва, 2021 г.) и на XI Международном конгрессе «Безопасный спорт – 2024» (Москва, 2024 г.).

Личный вклад автора в проведенное исследование

Заключался в определении целей, задач и методологии исследования, проведении анализа литературных данных, определение дизайна исследования, сбор и обработка ретроспективных данных, подготовка публикаций по теме исследования, оформление и подготовка текста диссертации.

Публикации

По теме диссертационной работы опубликовано 4 научные статьи в журналах, включенных в перечень рецензируемых научных изданий, рекомендованных ВАК РФ Минобрнауки РФ для публикации научных результатов диссертации, а также 2 патента.

Соответствие диссертации паспорту научной специальности

Область исследований диссертационной работы включает данные о показателях для медицинского контроля за функциональным состоянием лиц, занимающихся спортом, объективную оценку функциональных особенностей, возможностей и резервов конкретного индивида, необходимую для оценки и прогноза качества спортивной деятельности, определения дальнейшей тактики введения отдельного спортсмена и направлена на предупреждение заболеваний и травм у спортсменов. Научные положения диссертации соответствуют паспорту научной специальности 3.1.33 – Восстановительная медицина, спортивная медицина, лечебная физкультура, курортология и физиотерапия, медико-социальная реабилитация.

Объем и структура диссертации

Диссертационная работа изложена на 250 страницах. Состоит из введения, обзора литературы, описания материалов и методов исследования, глав собственных методик отбора данных, результатов исследований, заключения, приложений. Диссертация иллюстрирована 14 рисунками, 56 графиками и 126

таблицами. Список литературы представлен 202 источниками: 99 отечественными и 103 зарубежными.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Материалы и методы исследования

Для решения поставленных задач применялся ретроспективный анализ данных полученных в рамках проведённых УМО спортсменов сборной команды Российской Федерации по спортивной гимнастике за период наблюдения с 2010 по 2021 года. За период с 2010 года по 2021 год обследования прошли 253 спортивных гимнаста из них: 122 (48%) спортсменов и 131 (52%) спортсменок. Общее количество протоколов УМО составило 1400 из них: 732 (52,3%) протокола УМО спортсменов и 668 (47,7%) протоколов УМО спортсменок.

I. Дизайн исследования.

1. Отбор материала.



Аналогичный подход был применен к протоколам результатов УМО спортсменов с иной направленностью тренировочного процесса. По результатам отобрано 8160 протоколов спортсменов по 10 видам спорта (бокс, велосипедный спорт, конный спорт, плавание, пулевая стрельба, спортивная борьба, теннис, фехтование, футбол и хоккей).

Дальнейший анализ проводился по сопоставимым параметрам антропометрических, лабораторных исследований.

726 протокола УМО 167 спортивных гимнастов соответствовали протоколам практически здоровых спортсменов, так как не имели отклонений по результатам осмотра специалистов и диагностических исследований, входящих в программу УМО. Данный подход в отборе материала был применен. Аналогичный подход был применен к протоколам результатов УМО спортсменов с иной направленностью тренировочного процесса. По результатам отобрано 8160 протоколов спортсменов по 10 видам спорта.

726 протокола УМО количественно были оценены по полу: 529 (72,9%) принадлежали спортсменам, 197 (27,1%) спортсменкам; возрастному диапазону: 11-27 лет спортсменки, 12 -30 лет спортсмены и среднему возрасту $15,9 \pm 2,4$, $18,7 \pm 2,9$ соответственно; спортивной квалификации (рис. 1,2) и спортивному стажу на момент прохождения УМО (у спортсменок средний стаж составил $11 \pm 2,0$ лет, у спортсменов $13 \pm 2,8$ лет, при среднем возрасте начала спортивной карьеры $4,7 \pm 0,8$ и $5,5 \pm 1,08$ лет соответственно).

Рисунок 1. Квалификация спортсменок
(197 протоколов)

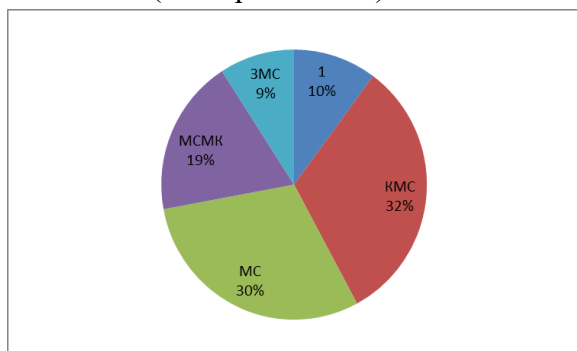
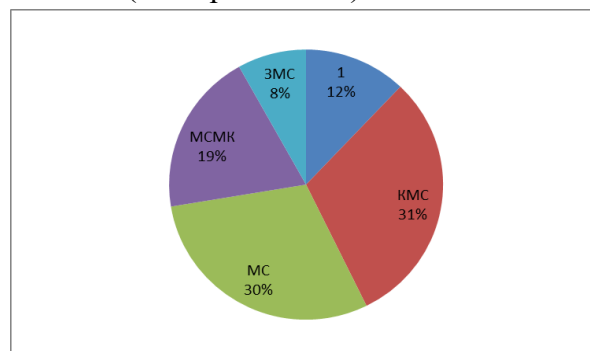


Рисунок 2. Квалификация спортсменов
(529 протоколов)



Разделение спортсменов на возрастные группы проведено в соответствии с приказом Минспорта России от 20.12.2021 N 999 "Об утверждении Единой всероссийской спортивной классификации (виды спорта, включенные в программу Игр Олимпиады)" (таблица 1).

Таблица 1. Распределение спортсменов по возрастным группам

Показатели	Категории	Средний возраст	Абс.	%
пол	мужской	$18,7 \pm 2,9$	529	72,9
	женский	$15,9 \pm 2,4$	197	27,1
Возраст (жен)	до 16 лет	$13,5 \pm 0,93$	100	50,8
	старше 16 лет	$18,4 \pm 2,06$	97	49,2
Возраст (муж)	до 18 лет	$15,6 \pm 0,96$	237	44,8
	старше 18 лет	$21,2 \pm 2,48$	292	55,2

2. Определение параметров.

2.1. Определение внутривидовой специализации спортивных гимнастов.

Внутригрупповая специализация спортивных гимнастов определялась путем оценки результативности на отдельных снарядах более 0,3 балла от среднего показателя квалификационной группы, определенного с учетом пола, возраста и уровня спортивного мастерства по данным результатов выступлений на всероссийских соревнованиях размещенные на официальном сайте Федерации спортивной гимнастики России <https://sportgymrus.ru/>.

С учетом характера мышечной работы «снарядники» были разделены на группы. В группу «преимущественно с силовыми упражнениями» (сила) были отнесены результативно выступающие среди спортсменов на кольцах, ковре и опорном прыжке, среди спортсменок на ковре и опорном прыжке. В группу «преимущественно с маховыми упражнениями» (махи) были отнесены спортсмены, результативно выступающие на параллельных брусьях, перекладине и коне, спортсменки, выступающие на бревне и разно уровневых брусьях.

В рамках оценки результативности на отдельных снарядах была выявлена группа спортсменов, результаты которых были ниже средних расчетных показателей (более – 0,3) на всех снарядах для определенного возраста и уровня спортивного мастерства. Данные спортсмены были отнесены в группу «нерезультативных».

Распределение спортсменов по группам в зависимости от пола, возраста и результативности на снарядах представлено в таблице 2.

Таблица 2. Распределение спортсменов по группам в зависимости от пола, возраста и результативности на снарядах

Наивысшая результативность в отдельных дисциплинах	726 протоколов			
	спортсмены мужского пола (n=529)		спортсмены женского пола (n=197)	
	спортсмены до 18 лет (n=237)	спортсмены старше 18 лет (n=292)	спортсменки до 16 лет (n=100)	спортсменки старше 16 лет (n=97)
Универсалы	107 (45,1%)	139 (47,6%)	51 (51%)	36 (37,1%)
Преимущественно силовые упражнения (Сила)	74 (31,2%)	110 (37,7 %)	16 (16%)	18 (18,6%)
Преимущественно маховые упражнения (Махи)	28 (11,8%)	29 (9,9%)	18 (18%)	33 (34,0%)
Результаты ниже расчетных параметров (Не результативные)	28 (11,8%)	14 (4,8%)	15 (15%)	10 (10,3%)

2.2. Отбор лабораторных параметров подлежащих исследованию.

Основанием отбора показателей для дальнейшего анализа служило выявление повышения значения от установленных референсных значений возрастных норм более чем у 50% спортивных гимнастов в общей совокупности спортсменов вне зависимости от возраста, но с учетом пола. Таких показателей было выявлено 6: холестерин общий, ЛПВП, фосфор, кислая фосфатаза общая, креатинфосфокиназа (КФК), Cross-Laps-B, с частотой выявляемости у спортсменов - 12,67%, 54,44%, 34,97%, 59,55%, 77,32%, 98,49%, у спортсменок – 96,45%, 97,97%, 55,33%, 86,29%, 76,14%, 98,98% соответственно.

II. Внутригрупповое сравнение.

1. Морфологических параметров по полу и возрасту, с учетом результативности в спортивных дисциплинах.
2. Лабораторных показателей спортивных гимнастов по полу и возрасту, с учетом результативности в спортивных дисциплинах.

III. Межгрупповое сравнение.

1. Сравнение лабораторных параметров спортивных гимнастов с лабораторными показателями спортсменов других видов спорта.
2. Сравнение соматометрических параметров спортивных гимнастов с параметрами спортсменов с иной направленностью тренировочного процесса.

IV. Определение спортспецифичных маркеров.

V. Определение взаимосвязи морфофункциональных параметров.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Результаты исследования наглядно продемонстрировали, что оценка морфофункциональных параметров является многофакторным процессом, позволяющим определить параметры структурного следа эффективной морфологической модели, сформированного в процессе многолетней спортивной подготовки.

К анализируемым габаритным и компонентным соматометрическим параметрам относились: рост (см), масса тела (кг), индекс массы тела (ИМТ) ($\text{кг}/\text{м}^2$), жировая масса (кг), мышечная масса (кг), окружности: шеи, правого и левого плеча в покое и напряжении, талии, бедер, правого и левого бедра, правой и левой голени (см). К лабораторным параметрам: холестерин общий, ЛПВП, фосфор, кислая фосфатаза общая, креатинфосфокиназа (КФК), Cross-Laps-B.

Сравнительный анализ половозрастных групп: спортсменки до 16 лет, спортсменки от 16 лет и старше, спортсмены до 18 лет, спортсмены от 18 лет и старше, показал достоверные различия ($p < 0,01$) для всех соматометрических и лабораторных параметров и определил средние значения показателей в каждой группе.

Внутригрупповой анализ исследуемых параметров с учетом результативности в отдельных дисциплинах позволил выявить параметры и закономерности причин не результативности, как по полу, так и по возрасту. Так при оценке габаритных и компонентных параметров установлено, что в группе спортсменок до 16 лет нерезультативными являлись спортсменки младшие по возрасту ($13,2 \pm 0,8$, $n=15$) (средний возраст группы $13,5 \pm 0,93$, $n=100$), но наиболее рослые ($146,0$ см, $n=15$) в сравнении с результативными спортсменками (махи - $136,0$ см, $n=18$; сила - $140,5$ см, $n=16$; универсалы – $144,8$ см, $n=50$) и средними показателями по группе ($143,0$ см, $n=99$) ($p < 0,001$). В группе спортивных гимнастов до 18 лет нерезультативные спортсмены имели наименьшие показатели, как в габаритных, так и компонентных параметрах ($p < 0,05$). Данные спортсмены в своей возрастной группе являлись самыми младшими ($15,5 \pm 0,9$, $n=28$; средний возраст группы $15,6 \pm 0,96$, $n=237$) и имели наименьший спортивный стаж ($9,7 \pm 1,3$, $n=28$; махи – $11,0 \pm 1,1$, $n=28$; сила – $11,0 \pm 1,4$, $n=74$; универсалы – $10,7 \pm 1,2$, $n=107$), что может указывать на недостаточность физиологических параметров для формирования эффективной морфологической модели. В старших группах спортивных гимнастов и у спортсменок и у спортсменов отмечена, общая закономерность у нерезультативных спортсменов, а именно превышение окружностей нижней половины тела в сравнении со средними по группе и результативными спортсменами. При этом у спортсменок отмечается наибольший показатель индекса массы тела (ИМТ $21,0$ кг/м², $n=9$; махи – $20,4$ кг/м², $n=33$; сила – $20,4$ кг/м², $n=18$; универсалы – $20,0$ кг/м², $n=34$), за счет наименьшего роста в группе ($149,5$ см, $n=10$; махи – $159,5$ см, $n=33$; сила – $153,5$, $n=18$; универсалы – $153,1$, $n=36$), и выявлена прямая зависимость ИМТ от жировой массы (рисунок 3). У спортсменов зависимость индекса массы тела от жировой массы не установлена, при наивысших показателях жировой массы ($5,5 \pm 1,7$ кг, $n=6$; махи – $3,0 \pm 0,8$ кг, $n=9$; сила – $3,3 \pm 1,3$ кг, $n=60$; универсалы – $3,6 \pm 1,3$ кг, $n=51$) ($p=0,001$) и наименьших показателях мышечной массы ($30,9$ кг, $n=6$; махи – $35,0$ кг, $n=9$; сила – $33,2$ кг, $n=60$; универсалы – $33,5$ кг, $n=51$) ($p=0,001$) в группе (рисунок 4).

Рисунок 3. Связь индекса массы тела и жировой массы у нерезультативных спортсменов старше 18 лет

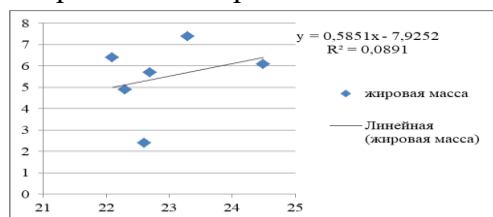
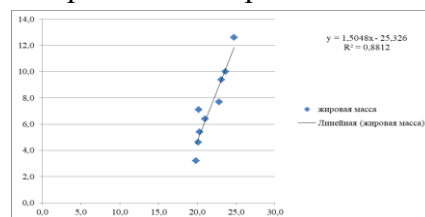


Рисунок 4. Связь индекса массы тела и жировой массы у не результативных спортсменов старше 16 лет



Увеличение окружностей нижней половины тела может привести к изменению биомеханики движений, вследствие изменения центра тяжести, что для спортсменов старших возрастных групп может являться критичным из-за менее лабильного, в сравнении с молодыми спортсменами, сформированного в рамках многолетней подготовки стереотипа движений, высокого риска травматизма, высокой конкуренции, малого временного промежутка на адаптацию к изменившимся факторам, что может стать причиной раннего завершения карьеры.

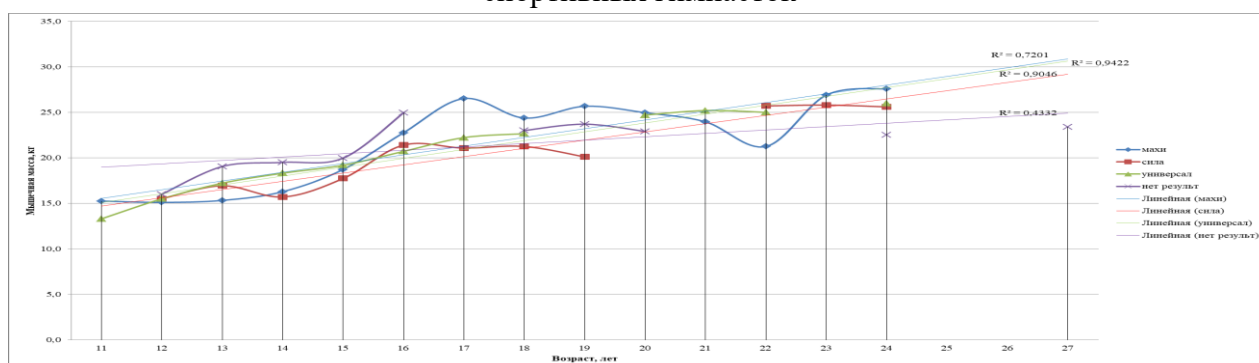
Оценка изменений соматометрических параметров у спортивных гимнастов с возрастом и с учетом результативности на отдельных снарядах (таблица 3) выявила значимость выбранных критериев при исследовании данного контингента, по скольку 68% (большинство) имеет коэффициент 0,5 и более при 100% положительной динамике всех показателей. 36% значений с коэффициентом 0,8 и более, позволяет с уверенностью говорить об изменении данных параметров у исследуемого контингента с возрастом.

Таблица 3. Зависимость изменений соматометрических параметров с возрастом у спортивных гимнастов с учетом результативности в отдельных дисциплинах

Упражнение	сила		нет результата		универсалы		махи	
	М	Ж	М	Ж	М	Ж	М	Ж
Параметр	М	Ж	М	Ж	М	Ж	М	Ж
Вес (кг)	0,53	0,87	0,95	0,26	0,42	0,92	0,70	0,78
Рост (см)	0,62	0,81	0,91	0,18	0,56	0,89	0,54	0,80
Жировая масса (кг)	0,51	0,56	0,78	0,07	0,28	0,82	0,29	0,78
Мышечная масса (кг)	0,52	0,90	0,72	0,43	0,52	0,94	0,36	0,72
ИМТ (кг/м ³)	0,78	0,87	0,92	0,23	0,35	0,80	0,47	0,70
Окружность шеи (см)	0,58	0,54	0,83	0,04	0,69	0,58	0,30	0,81
Окружность правого плеча в покое (см)	0,62	0,79	0,84	0,22	0,49	0,64	0,48	0,66
Окружность правого плеча напряженно (см)	0,63	0,74	0,85	0,13	0,46	0,71	0,65	0,73
Окружность левого плеча в покое (см)	0,60	0,72	0,85	0,16	0,56	0,69	0,54	0,66
Окружность левого плеча напряженно (см)	0,62	0,62	0,80	0,11	0,51	0,72	0,62	0,79
Окружность талии (см)	0,41	0,54	0,93	0,15	0,36	0,80	0,87	0,74
Окружность таза (см)	0,61	0,85	0,75	0,45	0,58	0,91	0,57	0,81
Окружность правого бедра (см)	0,61	0,92	0,89	0,30	0,40	0,77	0,57	0,85
Окружность левого бедра (см)	0,60	0,88	0,90	0,20	0,38	0,86	0,44	0,80
Окружность правой голени (см)	0,69	0,92	0,92	0,53	0,47	0,83	0,45	0,75
Окружность левой голени (см)	0,63	0,93	0,90	0,38	0,48	0,75	0,45	0,79

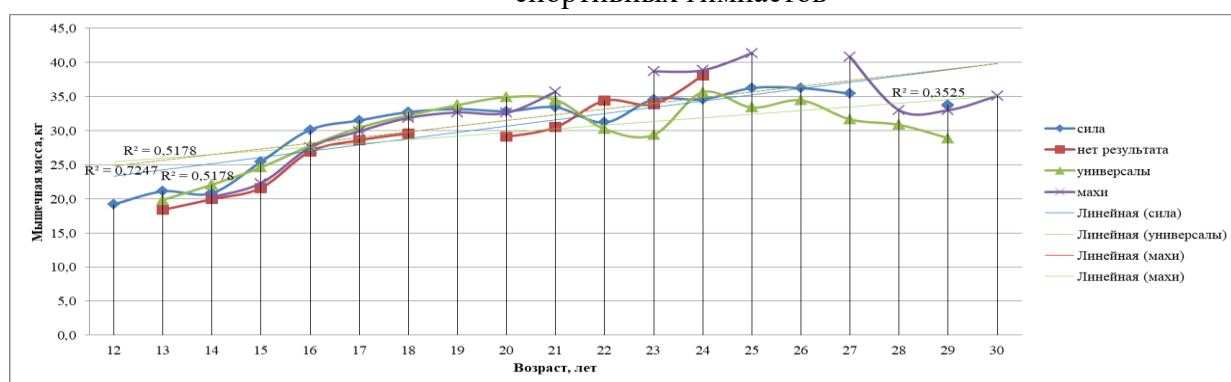
Определение коэффициентов детерминации для исследуемых параметров определил четкие половые изменения с возрастом (график 1 и 2). Так для спортивных гимнасток с возрастом наиболее характерны изменения в категории: «универсалы» - масса тела ($R^2=0,92$) и мышечной массы ($R^2=0,94$), «сила» - окружностей голеней ($R^2=0,92$, $R^2=0,93$) и бедер ($R^2=0,92$, $R^2=0,88$), «махи» - окружности шеи ($R^2=0,81$), правого и левого бедра ($R^2=0,85$, $R^2=0,80$) и окружности бедер ($R^2=0,81$).

График 1. Зависимость результативности от изменения мышечной массы с возрастом у спортивных гимнасток



Для спортивных гимнастов с учетом результативности в отдельных дисциплинах зависимость изменений исследуемых параметров менее определена при исследовании в возрастном диапазоне. Это связано с более «размытым» пубертатным периодом (графики 2).

График 2. Зависимость результативности от изменения мышечной массы с возрастом у спортивных гимнастов



Существенный прирост большинства соматометрических показателей в возрасте 16 лет у спортивных гимнасток может свидетельствовать о генетически детерминированном физиологическом периоде развития в этом возрасте, и определяет целесообразность разделения спортсменов на группы с учетом половозрастной классификации, утвержденной приказом Минспорта России от

20.12.2021 N 999. Проведенный анализ позволяет сделать заключение о необходимости проводить формирование мужских спортивных групп не с учетом возраста, как у женщин, а с учетом развития соматометрических данных, характерных для данной дисциплины («универсал», «сила», «махи»).

При верификации особенностей адаптации спортивных гимнастов в зависимости от спортивной квалификации установлены достоверные различия, как в группе спортсменов ($p < 0,001$), так и в группе спортсменок ($p < 0,001$).

При оценке лабораторных параметров в зависимости от уровня спортивного мастерства отмечено, что за исключением параметра «Холестерин общий» все показатели имеют тенденцию к снижению, что с одной стороны может являться физиологическим процессом, а с другой проявлением, деадаптационных процессов, связанных со снижением напряженности систем обеспечения при росте мастерства спортсмена (рисунок 5,6).

Рисунок 5. Анализ показателя "Кислая фосфатаза общая" в зависимости от спортивной квалификации у спортсменок

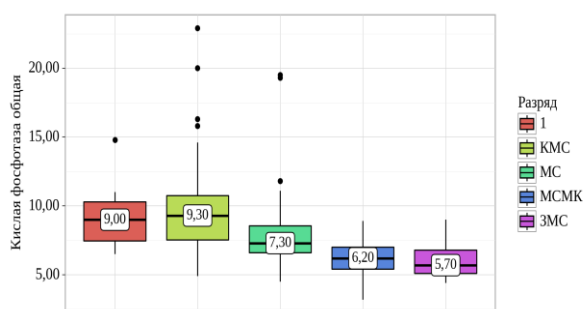
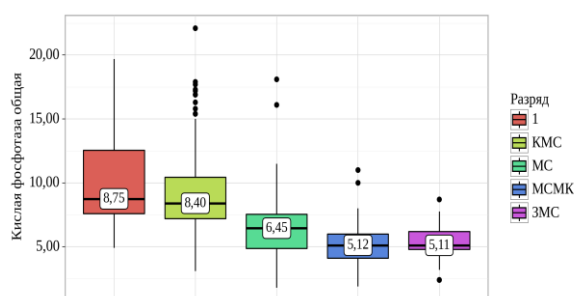


Рисунок 6. Анализ показателя "Кислая фосфатаза общая" в зависимости от спортивной квалификации у спортсменов



Для показателя «Холестерин общий» установлено достоверное различие по полу ($p < 0,001$) которое может свидетельствовать о различиях в преимущественных источниках энергообеспечения мышечной деятельности у спортсменов и спортсменок. Косвенно это подтверждается выявленным различием взаимосвязи показателя «КФК» с габаритными параметрами у женщин ($r_{xy} = 0,201$, $p = 0,020$) и компонентными параметрами у мужчин ($r_{xy} = 0,294$, $p < 0,001$). Повышенные значения показателя «КФК» у здоровых спортивных гимнастов определены активностью креатинфосфатного механизма энергообразования. Для показателя «Холестерин общий» так же определена общая закономерность. Более высокие значения у нерезультативных спортсменов во всех возрастных группах (до 18 лет – 4,51 ммоль/л (среднее по группе 4,4 ммоль/л); от 18 лет – 4,7 ммоль/л, (среднее по группе 4,4 ммоль/л)) и спортсменок (до 16 лет – 5,9 ммоль/л (среднее по группе 5,6 ммоль/л); от 16 лет – 6,1 ммоль/л, (среднее по группе 5,8 ммоль/л)), что возможно связано с

особенностью метаболического обмена, являющимся менее эффективным. Для определения роли показателя «Холестерин общий» в обеспечении результативности требуются дополнительные исследования.

Показатели «Кислая фосфатаза общая» и « β -Cross-Laps» являются маркерами костной резорбции и имеют физиологическое снижение с возрастом. Высокие значения данных показателей у спортивных гимнастов могут быть связаны с высокой нагрузкой на опорно-двигательный аппарат, специфичной для спортивной гимнастики. Предварительно проведенный корреляционный анализ показателей костного обмена, входящих в программу УМО, показал значимые двухсторонние корреляции на уровнях 0,01 и 0,05 во всех половозрастных группах, в том числе с учетом результативности в отдельных дисциплинах. В то же время нельзя исключить роль показателя «Кислая фосфатаза общая» в обеспечении организма спортивных гимнастов активными формами кислорода во время анаэробных упражнений, за счет фракции кислой фосфатазы устойчивой к тартрату и содержащий биядерный центр двухвалентного железа, а так же в качестве дополнительного источника фосфатных групп.

При сравнении исследуемых лабораторных показателей с данными спортсменов с иной направленностью тренировочного процесса (графики 3.4) установлено достоверное отличие для показателей: «Холестерин общий», «КФК», «Кислая фосфатаза общая», « β -Cross-Laps» более чем в трех из четырех изучаемых половозрастных группах.

График 3. Распределение спортсменок всех видов спорта до 16 лет по показателю «Кислая фосфатаза общая»

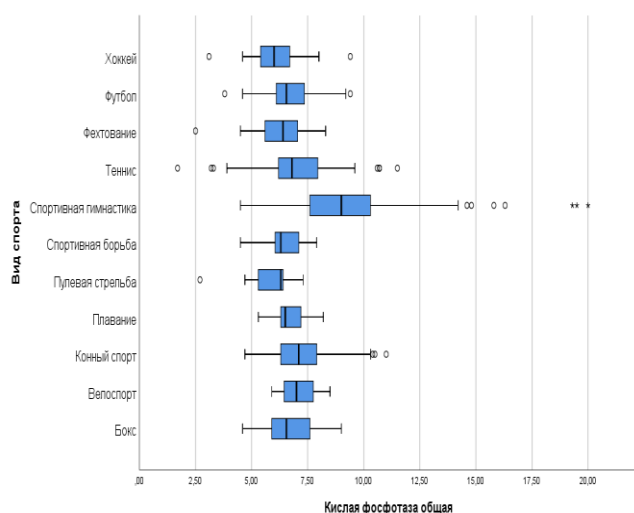
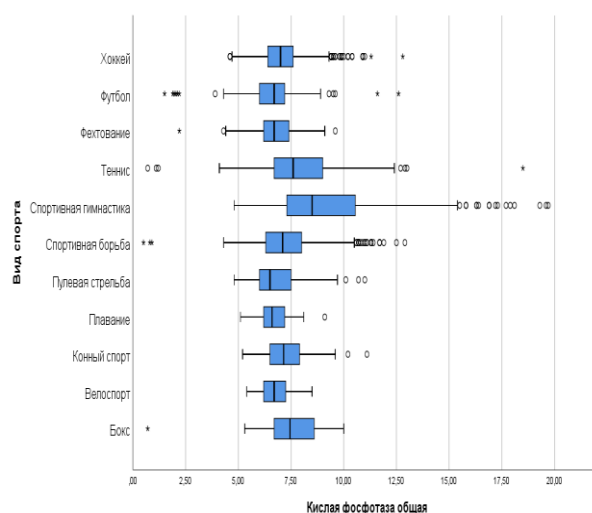


График 4. Распределение спортсменов всех видов спорта до 18 лет по показателю «Кислая фосфатаза общая»



При обобщении всех полученных данных, представленных в таблице 4, для четырех из шести лабораторных показателей выявлены общие статистические закономерности. Достоверные различия ($p < 0,05$) установлены при оценке параметров с учетом результативности в дисциплинах, различий параметров со спортсменами с иной направленностью тренировочного процесса, в сравнении уровня значений со спортсменами с иной направленностью тренировочного процесса и референтными значениями.

Таблица 4. Обобщенные данные лабораторных показателей спортивных гимнастов*

Показатели	референс ные значения	женщины								референс ные значения	мужчины							
		Спортсменки до 16 лет				Спортсменки от 16 лет и старше					Спортсмены до 18 лет				Спортсмены от 18 лет и старше			
Холестери н	<5,2	5,69±0,44				5,89 ± 0,52				<5,2	4,35 ± 0,66				4,43 ± 0,70			
ЛПВП	>0,9	2,19±0,37				1,97 ± 0,40				>0,9	1,62 ± 0,37				1,43 ± 0,35			
Фосфор	0,87-1,45	1,50 ± 0,16				1,43 ± 0,15				0,87-1,45	1,49 ± 0,18				1,27 ± 0,16			
Кислая фосфатаза	<5,5	9,48 ± 3,32				6,73 ± 1,50				<6,5	9,41 ± 3,16				5,61 ± 1,93			
КФК	26-192	409,62 ± 241,81				415,22 ± 496,98				39-308	611,22 ± 562,21				745,51 ± 792,73			
Gross- Laps-B	10-12 лет 0,145-0,752 13-18 лет 0,134- 0,605 Старше 18 <0.573	1,61 ±1,61				1,23 ± 0,48				10-12 лет 0,135-0,803 13-18 лет 0,158-0,638 Старше 18 <0.584	1,96 ± 0,72				1,16 ± 0,49			

различия по результативности в дисциплинах спортивных гимнастов

различия со спортсменами с иной направленностью тренировочного процесса

наивысшие значения среди групп спортсменов с иной направленностью тренировочного процесса

значения, превышающие референтные значения

Изменение указанных показателей, с высокой долей вероятности, является проявлением структурного следа сформированного на фоне многолетней спортивной подготовки. Для показателей со значениями превышающими референсные целесообразно установить «должные» с учетом пола и возраста.

Сравнение габаритных и компонентных параметров спортивных гимнастов с параметрами спортсменов с иной направленностью тренировочного процесса, не имеющих достоверных различий как минимум по двум из шести изучаемых лабораторных показателей, показал достоверные отличия ($p < 0,001$) во всех половозрастных группах, обусловленные, в том числе, сформированными морфологическими моделями, специфичными для каждого вида спорта.

Рисунок 7. Габаритные параметры спортсменов от 18 лет и старше различных видов спорта.

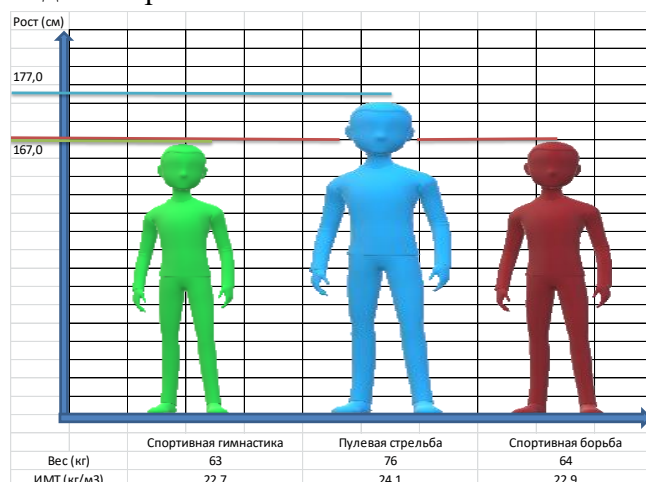
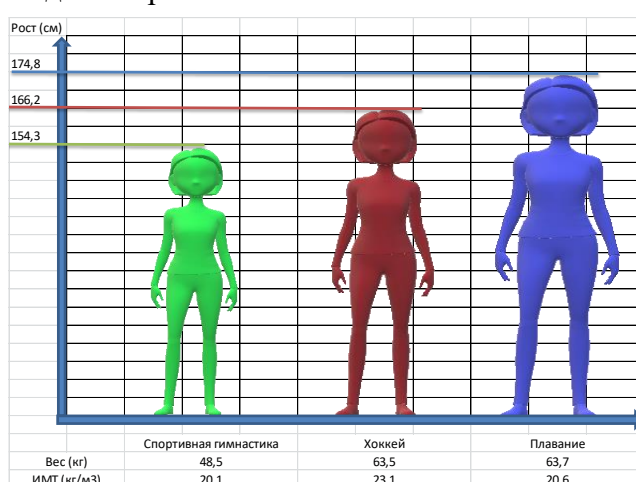


Рисунок 8. Габаритные параметры спортсменов от 16 лет и старше различных видов спорта.



Проведенный анализ превышающих референсные значения лабораторных показателей и антропометрических параметров показал, что для правильной трактовки результатов обследований, получаемых в рамках УМО, целесообразно формирование индивидуальных групповых коридоров показателей для видов спорта и спортивных дисциплин с учетом центрального распределения показателей при внутригрупповом анализе.

ВЫВОДЫ

1. Обоснованный перечень маркеров эффективности адаптации к специальным физическим упражнениям, определяющим сущность спортивной гимнастики, включает следующие групповые характеристики: антропометрические показатели (длина и масса тела; обхватные размеры шеи, плеч в покое и напряжении, таза, бедер и голеней, показатели компонентного состава тела – весоростовое соотношение ИМТ, жировая и мышечная массы), а также лабораторные параметры (уровни общего холестерина и ЛПВП, фосфора, активность общей кислой фосфатазы и креатинфосфокиназы, содержание маркера костной резорбции С-концевого пептида коллагена I – beta-Cross-Laps). Характер возрастной динамики указанных морфофункциональных показателей определяется бинарной моделью распределения представителей спортивной гимнастики по половой принадлежности.

2. Процедурой многовекторных сопоставлений биомедицинского математического анализа подтверждено наличие системного структурного следа, сформировавшегося в процессе долгосрочной адаптации к спортспецифическим нагрузкам, свойственным спортивной гимнастике и/или иным видам спортивной

деятельности. При этом гимнастам свойственно существенное превышение как общепопуляционных значений, так и показателей среди представителей иных видов спорта в аналогичных возрастных диапазонах.

3. Установлены морфофункциональные параметры, определяющие уровень спортивной результативности в динамике возрастного развития спортсменов и спортсменок: предикторами низких результатов являются смещение центра тяжести тела и недостаточность соматометрических показателей для формирования эффективной возрастной модели в группе гимнастов, не достигших 18 лет, и активный рост гимнасток в преддверии 16-летия. При этом в наибольшей степени специфику различных упражнений отражают показатели костного метаболизма, включая β -Cross-Laps.

4. Уровень развития морфофункциональных характеристик является определяющим фактором становления спортивного мастерства в спортивной гимнастике. Оценка антропометрических и лабораторных параметров на этапах становления спортивного мастерства позволяет верифицировать гендерные особенности адаптации к физическим нагрузкам, а также преимущественную вовлеченность различных путей метаболического обеспечения упражнений в отдельных дисциплинах спортивной гимнастики.

5. В регрессионных моделях, построенных с учетом спортивной квалификации, продемонстрированы устойчивые связи параметров с признаками пола, за исключением показателя β -Cross-Laps, значения которого практически идентичны в выборках гимнастов и гимнасток.

6. Алгоритм дифференцированной оценки антропометрических и лабораторных маркеров с учетом фактора пола и динамики возрастного развития в ходе долгосрочной адаптации лежит в основе эффективной морфофункциональной модели, предполагающей предикцию успешности в дисциплинах спортивной гимнастики в процессе становления спортивного мастерства.

ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

Включить в перечень определяющих показателей, анализируемых врачами по спортивной медицине профильных учреждений, маркеры и критерии, отражающие эффективность адаптационных механизмов.

Включить определение маркеров спортспецифичного структурного следа эффективности адаптации в рамках проведения мероприятий периодической оценки здоровья спортсменов на всех этапах многолетней подготовки.

При динамическом контроле за функциональным состоянием и результативностью практически здоровых спортсменов учитывать

соматометрические (габаритные и компонентные) и лабораторные параметры, соотнося их с результативность как в виде спорта в целом, так и в отдельных дисциплинах.

В контингенте представителей спортивной гимнастики учету подлежат тенденции к устойчивой сопряженной избыточности значений таких параметров как: холестерин общий, кислая фосфатаза общая, КФК, Gross-Laps-B.

В качестве наиболее информативного независимого фактора при внутригрупповом анализе использовать спортивную квалификацию, принимая во внимание возможность соотнесения с ней иных позиций спортивного анамнеза, прежде всего, среднего результата в дисциплине и спортивного стажа.

СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

1. Круглова И.В. Оценка отличительных черт физического развития спортсменов высокого уровня олимпийских видов спорта. / Базанович С.А., Жолинский А.В., Круглова И.В., Оганнисян М.Г., Тохтиева Н.В., Фещенко В.С., Щелыкалина С.П., Ядгаров М.Я., Парастаев С.А.// Лечебная физкультура и спортивная медицина. – 2019. - №2. – С. 35 – 40. УДК: 61.612.1/9.
2. Круглова, И. В. Оценка морфофункциональных параметров спортивных гимнастов с учетом их результативности в отдельных дисциплинах / И. В. Круглова, И. В. Пастухова, А. С. Самойлов // Современные вопросы биомедицины. – 2022. – Т. 6. – № 4. DOI: 10.51871/2588-0500_2022_06_04_27
3. Круглова И.В. Связь результативности с параметрами морфологических моделей у высококвалифицированных спортсменов / Круглова И.В., Самойлов А.С. // Современные вопросы биомедицины. 2023. - Т. 7. - № 3. DOI: 10.24412/2588-0500-2023_07_03_36
4. Круглова И.В. Морфологическая модель в спорте / И.В.Круглова, Б.А.Поляев // Лечебная физкультура и спортивная медицина. – 2024. - №3 (173). – С. 3 – 13. УДК: 61.612.1/9.
5. Патент RU 2018612305. Медицинская информационно-аналитическая система по "Функционированию и ведению электронного регистра состояния здоровья спортсменов сборных команд российской федерации" / Жолинский А.В., Круглова И.В., Раков С.В., Артамохов П.В., Фомин А.В., Денисова В.Ю./ свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ Номер свидетельства: №2018612305. – 2018 г. Номер заявки: 2017664054. Дата регистрации: 29.12.2017г. Дата публикации: 15.02.2018 г.
6. Патент №2022662413. Программный модуль учета медико-биологического сопровождения спортсменов сборных команд, формирования статистическо-аналитической отчетности и автоматизации поддержки принятия решений (СпортМед-ГЗ) / Воробьев Е.Г., Круглова И.В./ свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ. Номер свидетельства: №2022662413. – 2022 г. Номер заявки: 2022661973 Дата поступления: 27.06.2022 г. Дата регистрации: 04.07.2022 г.

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

1 – Первый взрослый спортивный разряд

ЗМС – Заслуженный мастер спорта России

ИМТ – Индекс массы тела

Ж - Женщины

кг - Килограмм

КМС – Кандидат в мастера спорта России

Кг/м² – килограмм на метр квадратный

КФК – Креатинфосфокиназа

ЛПВП - липопротеиды высокой плотности

М – Мужчины

Ммоль/л – миллимоль на литр

МС – Мастер спорта России

МСМК – Мастер спорта России международного класса

МБО - Медико-биологическое обеспечение

РФ – Российская Федерация

см - Сантиметры

УМО – углубленное медицинское обследование

ФМБА – Федеральное медико-биологическое агентство

Cross Laps – β – маркер костной резорбции