

Министерство спорта и туризма Республики Беларусь  
Учреждение образования  
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ФИЗИЧЕСКОЙ  
КУЛЬТУРЫ»  
(БГУФК)

УДК 796.01:572

УТВЕРЖДАЮ  
Проректор по научной работе  
Т.А.Морозевич-Шилюк  
«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2022 г.

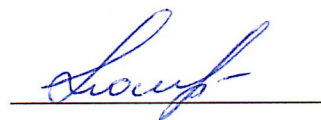


ОТЧЕТ  
О НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЕ  
Антропометрические аспекты раннего спортивного отбора

по теме:  
РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА РАННЕГО ВЫЯВЛЕНИЯ ОДАРЕННЫХ  
СПОРТСМЕНОВ ПРИОРИТЕТНЫХ ВИДОВ СПОРТА ПО ДАННЫМ  
АНТРОПОМЕТРИЧЕСКОГО АНАЛИЗА, ВКЛЮЧАЯ  
БИОИМПЕДАНСНЫЙ МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ КОМПОНЕНТНОГО  
СОСТАВА МАССЫ ТЕЛА  
(промежуточный, этап 2)

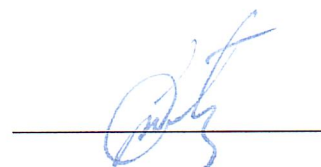
Тема 2.2.1

Заведующий кафедрой анатомии,  
кандидат биологических наук, доцент



Е.Б. Комар

Руководитель НИР,  
профессор кафедры анатомии,  
доктор биологических наук, профессор

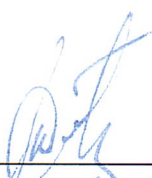


С.Б.Мельнов

Минск 2022

## СПИСОК ИСПОЛНИТЕЛЕЙ

Руководитель НИР,  
проф. каф. анатомии,  
д-р биол. наук, проф.

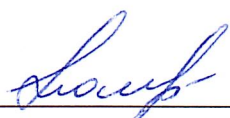
  
\_\_\_\_\_  
12.12.2022

С.Б.Мельнов

(введение, разделы 1–3, заключение)

Исполнители:


Зав. каф. анатомии, канд.  
биол. наук, доцент

  
\_\_\_\_\_  
12.12.2022

Е.Б.Комар

(введение, разделы 1.1, 3)

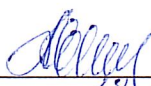
Профессор каф. анатомии,  
канд. мед. наук, доцент

  
\_\_\_\_\_  
12.12.2022

Г.М.Броновицкая

(реферат, раздел 1.2)

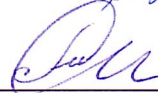
Доцент каф. анатомии,  
канд. биол. наук, доцент

  
\_\_\_\_\_  
12.12.2022

Н.В.Банецкая

(раздел 2.1, обзор литературы)

Старший преподаватель

  
\_\_\_\_\_  
12.12.2022

И.М.Суворова

(разделы 2.1, 2.2)


Старший преподаватель

  
\_\_\_\_\_  
12.12.2022

А.С.Ивашко

(раздел 2.2)


Преподаватель

  
\_\_\_\_\_  
12.12.2022

Н.Р.Тарасевич а.с.р.

(раздел 2.3)

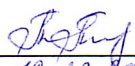
Преподаватель

  
\_\_\_\_\_  
12.12.2022

О.И.Болотько а.с.р.

(раздел 2.3, заключение)

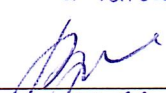
Преподаватель

  
\_\_\_\_\_  
12.12.2022

П.Г.Пигуль

(раздел 2.4, заключение)

Аспирант

  
\_\_\_\_\_  
12.12.2022

В.А.Курносова а.с.р.

(разделы 2.4, 3, заключение)

Нормоконтроль

  
\_\_\_\_\_  
14.12.2022

М.Е.Агафонова

## РЕФЕРАТ

Отчет 31 с., 1 кн., 1 рис., 4 табл., 15 источн.

### СПОРТИВНАЯ АНТРОПОЛОГИЯ, АНТРОПОМЕТРИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ, АНТРОПОГЕНЕТИКА, РАННИЙ ОТБОР, БИОИМПЕДАНСНЫЙ МЕТОД

Объект исследования: разработка уточненного алгоритма раннего отбора перспективных начинающих спортсменов на основе антропометрического анализа.

Цель работы: на основе анализа современного состояния спортивной антропологии выявить перспективные направления исследований для создания уточненного алгоритма отбора.

Метод проведения работы: аналитический анализ литературы, анкетирование, антропометрия, методы математического анализа.

Результаты работы и их новизна: разработаны и апробированы анкеты для антропогенетических исследований, предложены оптимальные методы математического анализа результатов.

Степень внедрения: 3 акта о внедрении результатов НИР в образовательный процесс БГУФК.

Область применения: спортивный отбор и долгосрочный прогноз спортивной успешности.

Полученный педагогический (психолого-педагогический, социально-психологический) эффект: углубление научного представления будущих тренеров о методах раннего выявления перспективной молодежи с целью отбора в секции спортивных игр, снижение вероятных потерь перспективных спортсменов.

Прогнозные предположения о развитии объекта исследования: совершенствование алгоритма прогноза физических показателей начинающих спортсменов на основе антропометрического анализа позволит определить предрасположенность спортсменов к успешности в различных видах спорта.

## СОДЕРЖАНИЕ

Термины и определения.....	5
Перечень сокращений и обозначений.....	6
Введение.....	7
1 Антропология и антропогенетика как основа спортивного отбора.....	9
1.1 Спортивный отбор: проблемное поле.....	10
1.2 Антропометрия как инструмент спортивного отбора.....	12
2 Методы исследований.....	16
2.1 Дерматоглифический метод .....	16
2.2 Метод оценки психофизиологического статуса спортсмена.....	16
2.3 Генеалогический анализ.....	17
2.4 Антропометрический метод .....	17
2.5 Биоимпедансный метод.....	18
3 Алгоритм раннего выявления одаренных спортсменов.....	20
Заключение.....	28
Список использованных источников.....	30

## ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ

В настоящем отчете о НИР применяют следующие термины и определения:

Антропология	– совокупность научных дисциплин, занимающихся изучением человека, его происхождения, развития, существования в природной (естественной) и культурной (искусственной) средах
Спортивная антропология	– изучает закономерности изменения морфологических и функциональных особенностей атлетов в связи со спортивными достижениями
Антропометрия	– совокупность методов и приемов измерений морфологических особенностей человеческого тела
Антропогенетика	– наука, изучающая закономерности наследственности и изменчивости у человека
Математическое моделирование	– исследование процессов, систем или объектов путем построения и изучения их моделей, и использования последних для определения или уточнения характеристик и рациональных способов построения вновь конструируемых процессов, систем и объектов
Спортивный отбор	– система организационно-методических мероприятий комплексного характера, включающих педагогические, социологические, психологические и медико-биологические методы исследования, на основе которых выявляются задатки и способности детей для специализации в определенном виде спорта

## **ПЕРЕЧЕНЬ СОКРАЩЕНИЙ И ОБОЗНАЧЕНИЙ**

В настоящем отчете о НИР применяют следующие сокращения и обозначения:

ГОСТ – государственный стандарт

КМС – кандидат в мастера спорта

МС – мастер спорта

Н – коэффициент наследуемости, %

НИР – научно-исследовательская работа

ЧЕ – чемпионат Европы

ЧМ – чемпионат мира

## ВВЕДЕНИЕ

Спортивный отбор представляет собой комплекс мероприятий по выявлению спортсменов, обладающих высоким уровнем способностей, отвечающих требованиям специфики вида спорта. С давних пор внимание исследователей и тренеров было направлено на определение важных прогностических факторов спортивного таланта.

Безусловно, раннее распознавание потенциально талантливых спортсменов открывает новые перспективы в управлении их дальнейшей долгосрочной эффективной подготовкой.

Феномен и концепцию спортивной одаренности можно охарактеризовать как предрасположенность к определенному виду деятельности и более высокому уровню обучаемости или тренируемости в этом виде. В спорте правильно развитая одаренность позволяет достичь высокого уровня мастерства и, следовательно, проявить спортивный талант. Очевидно, что чем раньше эта одаренность выявляется, тем более эффективной может стать подготовка спортсмена и тем больше вероятность его попадания в элитный класс. Таким образом, одаренный ребенок – это потенциально талантливый спортсмен, и, следовательно, выявление одаренных или потенциально талантливых молодых людей является очень важным фактором для достижения высоких спортивных результатов на мировых аренах.

Традиционно идентификация спортивной одаренности и таланта была связана с оптимальным для определенного вида спорта сочетанием антропометрических показателей, высоким уровнем обучаемости и тренируемости, высокой мотивацией, настойчивостью и способностью к соревновательной борьбе [1].

В течение последних десятилетий большое количество исследований было проведено для проверки батарей соответствующих тестов, оценивающих одаренность спортсменов в различных видах спорта.

Использование различных тестов и процедур для определения уровня развития двигательных качеств, физических навыков, показателей телосложения, физиологических показателей и психологических особенностей в различных комбинациях позволило выявить больше потенциальных кандидатов с точностью 67–95% [2]. Однако такая точность резко снижается при попытках предсказать талантливый результат в долгосрочной перспективе.

Эффективный отбор одаренных спортсменов может быть осуществлен на основе длительных комплексных исследований, которые предполагают анализ личности спортсмена в целом и его спортивных способностей на основе педагогических, медико-биологических, психологических, антропометрических и социологических критериев отбора.

Процесс спортивного отбора не должен основываться лишь на применении классических педагогических приемов особенно на ранних этапах тренировочного процесса, когда тренер руководствуется практически своим собственным опытом и чутьем, так как такие приемы ограничивают выявление талантливых личностей. Учитывая специфику спортивной антропологии, а также данные научных исследований о большом вкладе в развитие спортивного таланта биологических и психологических предпосылок, в нашей научной работе классически основной упор делался на применение антропометрических методов, антропоскопии и, в той или иной степени, методов медико-физиологических и психологических исследований.

Внедрение в спортивную практику новых антропологических подходов позволит существенно увеличить эффективность отбора на ранних стадиях тренировочного процесса, а также формализовать и объективизировать сбор и интерпретацию данных исследований, будет способствовать формированию методологических основ выявления и развития спортивного таланта.



## **1 Антропология и антропогенетика как основа спортивного отбора**

Спортивный отбор представляет собой комплекс мероприятий по выявлению спортсменов, обладающих высоким уровнем способностей, отвечающих требованиям специфики вида спорта. Эффективный отбор может быть осуществлен на основе длительных комплексных исследований, которые предполагают анализ личности спортсмена в целом и его спортивных способностей на основе педагогических, медико-биологических, психологических, антропометрических и социологических критериев отбора.

Спортивные способности во многом зависят от наследственно обусловленных задатков, которые максимально раскрываются при предъявлении к организму занимающегося высоких требований [1]. Наряду с изучением наследственных признаков прогноз спортивных способностей предполагает выявление тех показателей, которые могут существенно изменяться под влиянием тренировки. При этом необходимо принимать во внимание как темпы роста показателей, так и их исходный уровень.

За последние десятилетия, в течение которых проблема отбора и диагностики спортивных способностей стала самостоятельной ветвью исследований в спортивной науке, наметился общий методологический подход к ее решению:

а) сформировать требования вида спорта к спортсмену, то есть те основные качества и свойства, которые присущи выдающимся спортсменам в конкретном виде упражнений (профессиограмма, точнее, спортограмма);

б) с помощью современного математического аппарата (факторный анализ, корреляция, регрессия и др.) определить степень обусловленности спортивного результата уровнем развития отдельных качеств и свойств;

в) выявить необходимые для данного вида спорта качества (в большей степени генетически обусловленные) у новичков – кандидатов в чемпионы и рекордсмены. При таком подходе необходимо учитывать антропометрические особенности и физиологические характеристики.

## 1.1 Спортивный отбор: проблемное поле

Общепринятым считается деление процесса спортивного отбора на две стадии [3]. Первая стадия – первичный отбор детей и подростков для занятий избранным видом спорта, ориентирование наиболее способных спортсменов и углубленные специальные тренировки в избранном виде спорта. Вторая стадия – отбор и комплектование сборных учебных заведений, сборных команд страны для участия в ответственных международных стартах.

Первая стадия определения спортивной пригодности включает три этапа:

- первый этап предусматривает первичный отбор детей и подростков для занятий избранным видом спорта;
- второй перспективный этап – отбор и ориентацию наиболее способных юных спортсменов;
- третий этап – для углубленной специализированной тренировки в избранном виде спорта.

Основными задачами первого этапа определения спортивного пригодности является привлечение возможно большего количества одаренных в спортивном отношении детей и подростков к спортивным занятиям, их предварительный просмотр и организация начальной спортивной подготовки. К критериям, определяющим целесообразность привлечения детей к занятиям различными видами спорта, относятся рост, вес, особенности телосложения ребенка.

Важное значение для правильного определения спортивной пригодности имеют наблюдения тренера и учителя физической культуры за детьми в ходе занятий на уроках физической культуры, в спортивных секциях, внутришкольных, районных и городских соревнованиях и во время проведения контрольных испытаний.

Путем подбора специальных средств можно направленно влиять на формирование у младших школьников способностей к занятиям тем или

иным видом спорта.

К вступительным испытаниям на первичном этапе определения спортивной пригодности допускаются дети и подростки, прошедшие медосмотр в общеобразовательной школе и не имеющие отклонений в состоянии здоровья. Следует учитывать близость места жительства ребенка к спортивной базе, отношение родителей к его спортивным занятиям, успеваемость в общеобразовательной школе.

Если есть возможность, учащихся целесообразно направлять в летние спортивно-оздоровительные лагеря, где есть условия для более детального определения их способности к занятиям избранным видом спорта.

В процессе определения спортивной пригодности контрольные испытания должны проводиться с таким расчетом, чтобы определить не столько то, что уже умеет делать поступающий, сколько то, что он сможет сделать в дальнейшем, то есть выявить его способности к решению двигательных задач, проявлению двигательного творчества, умению управлять своими движениями.

На втором этапе определения спортивной пригодности осуществляется углубленная проверка соответствия предварительно отобранного контингента занимающихся требованиям, предъявляемым к успешной тренировке в избранном виде спорта. В течение 3–6 месяцев тренер всесторонне изучает возможности занимающихся путем наблюдений в процессе спортивной тренировки, контрольных испытаний, соревнований и контрольных прикидок, комплектуется учебно-тренировочные группы из числа наиболее способных детей и подростков.

В тоже время результаты, демонстрируемые спортсменами в спорте высших достижений, достигли пределов человеческих возможностей. За последние 20 лет не наблюдается их существенного улучшения, а кривая рекордов приближается к максимальной величине. Во многих видах спорта, особенно требующих проявления выносливости и скорости, достигнуты границы тренированности, и вероятно, физических и функциональных

возможностей [4]. С одной стороны, свидетельством исчерпаемости человеческих резервов является частота развития перетренированности [5], с другой – существуют предположения, что недостаточность диагностического инструментария, вариабельность результатов научных исследований, отсутствие возможности изучения индивидуального ответа на тренировочные нагрузки искажают диагностику перетренированности, часто ошибочно принимая за нее перенапряжение [6].

Для достижения спортивных результатов мирового уровня необходима спортивная одаренность, а для достижения мировых рекордов – спортивная гениальность [7]. С помощью математического моделирования было подсчитано, что 38% популяции населения имеют средний уровень развития двигательных способностей, 7% – очень низкий либо очень высокий. Только 0,13% населения могут быть спортивно талантливыми.

Определить наличие резервных возможностей организма спортсмена высокого класса, осуществить селекцию в сборные команды, в том числе и национальную олимпийскую команду страны, призвана научно обоснованная система спортивного отбора, включающая современные наукоемкие технологии.

Спортивный отбор как процесс поиска наиболее одаренных людей, способных достичь высоких спортивных результатов в конкретном виде спорта, развивается и совершенствуется десятки лет. За это время создано огромное количество научно-методических разработок, но требования времени увеличиваются и возникает необходимость создания более точных и современных методов.

## **1.2 Антропометрия как инструмент спортивного отбора**

Антропометрия – совокупность методов и приемов оценки морфологических особенностей тела человека: измерение роста, веса, внешних форм тела (размеров черепа, окружности груди, шеи, плеч,

предплечий, бедер, голеней), а также ряда функциональных показателей (жизненной емкости легких, силы мышц и др.). При этом пользуются измерительными и описательными признаками. Измерительные признаки выражаются в числах, описательные (например, цвет глаз, форма грудной клетки, живота, рост волос на лобке и в подмышечных впадинах и т. п.) – устанавливаются при осмотре путем сличения с различными эталонами – таблицами и моделями [3].

При изучении аспектов спортивной деятельности антропологические исследования используются достаточно широко – начиная от изучения тотальных размеров тела как фактора физического развития и соматической крепости, состояния опорно-двигательного аппарата и функций внешнего дыхания – до определения пропорций тела и структуры мышц. Нередко на основе морфофункциональных показателей и параметров физического развития устанавливают ориентиры, именуемые «модельными характеристиками».

Касаясь возможностей антропометрии в спорте, хотелось бы отметить, что достаточно полное, хотя и дискуссионное, ее значение представлено в работе Пфейфер Д.С. и соавт.:

«С течением времени в спорте все более преобладают тенденции стремительного роста рекордов, усложнение технических программ, что связано со значительной интенсификацией тренировочных и соревновательных нагрузок, и, как следствие, изменение морфологических показателей телосложения спортсменов. Кроме того, успехи и неудачи в достижении высоких спортивных результатов во многом определяются морфологическими особенностями спортсменов» [2].

Антропометрия нашла широкое применение в спорте. Так, на основе антропометрических данных подтверждена связь величин различных компонентов массы тела с проявлением разнообразных физических качеств и развитием функциональных систем организма: с показателями силы, быстроты и гибкости – отдельными сторонами подготовленности.

Существует взаимосвязь с интегральным показателем – специальной физической работоспособностью и, прямо или косвенно, со спортивным результатом [8]. Показана связь развития мышечной массы с уровнем мощности разных систем энергообеспечения мышечной деятельности: аэробной и анаэробной производительностью [2].

Специфику величин компонентов массы тела определяет видовая и квалификационная принадлежность спортсменов. Спортсмены высших разрядов обладают более высокими величинами мышечной и низкими величинами жировой массы, чем менее квалифицированные [9]. В каждом виде спорта складывается специфическая морфологическая модель тела, соответствие которой является базовым преимуществом для успешности и профессионального долголетия. Несоответствие модели при высокой мотивации спортсмена требует высокой активности дополнительных компенсаторных механизмов, что в итоге снижает вероятность высоких результатов, долголетия в спорте, более того, является фактором риска для состояния здоровья и свидетельствует о необходимости жесткого текущего контроля адаптации организма спортсмена к тренировочному воздействию.

Общепринято считать, что наиболее эффективными антропометрическими параметрами для спортивного отбора являются: продольные размеры тела; обхватные размеры тела; толщина кожно-жировых складок [3]. Изучение этих параметров вполне достаточно для определения общего и специального антропометрического статуса спортсмена.

В тоже время необходимо отметить, что человеческий фактор играет при проведении антропометрических измерений большую роль, не менее важна унификация и приборной базы.

Таким образом, среди множества показателей, влияющих на отбор спортсменов и спортивную деятельность, особенности телосложения занимают вполне определенное место. Так, интерес многих исследователей обусловлен зависимостью биомеханики движений от пропорций тела и его

строения в целом. Не менее важным является связь соматических структур с проявлениями физических качеств и двигательных способностей. В зависимости от размеров и пропорций тела, возможностей опорно-двигательного аппарата чаще всего исходно и происходит выбор спортивной специализации. И как бы ни был мотивирован человек на занятие избранным видом спорта, достижения могут быть ограничены несоответствием его соматотипа специфике деятельности. Несомненно, зависимость спортивной успешности от соматотипа носит сложный характер, по-разному проявляясь на протяжении всей спортивной карьеры.

## **2 Методы исследований**

### **2.1 Дерматоглифический метод**

В настоящее время в спортивной генетике также достаточно широко используются дерматологические маркеры пальцев рук для индивидуального прогноза предрасположенности человека к определенной двигательной деятельности и спортивной одаренности [10].

Дерматоглифический анализ, использованный в нашем исследовании, включал рассмотрение тотальных и локальных пальцевых характеристик и осуществлялся по методике Т.Д.Гладковой [11]. Изучены качественные (типы узоров) и количественные характеристики дерматоглифов.

В исследовании были проанализированы частота встречаемости папиллярных узоров, дельтовый индекс ( $DL_{10}$ ). Кроме того, были проанализированы фенотипы пальцевой дерматоглифики в соответствии с теорией межallelного взаимодействия генов системы A-L-W и мономерного доминантного наследования: ALW, LW (при  $L>5$ ), WL (при  $W>4$ ), 10L и 10W (соответственное количество петлевых и завитковых типов папиллярных узоров на всех 10 пальцах рук), AL.

### **2.2 Метод оценки психофизиологического статуса спортсмена**

Изучение психофизиологического статуса исследуемых групп проводилось на компьютерном комплексе для психофизиологического тестирования «НС-Психотест» (лицензия: 1416UX, версия 1.7.1.9, серия №1381VW). «НС-Психотест» предназначен для комплексной оценки психофизиологических и психологических свойств и функций организма людей по результатам выполнения тестовых заданий. После тщательной проработки научной литературы для проведения экспресс-диагностики нами были отобраны: восьмицветовой тест Люшера, методика «Реакция выбора»,



методики изучения и оценки внимания (Шульте-Горбова), помехоустойчивость, шкала субъективного благополучия, самочувствие в экстренных условиях, методика расставления чисел.

### **2.3 Генеалогический анализ**

Генеалогический анализ является более простым и менее трудоемким интегральным показателем, суммирующим как наследственную, так и средовую компоненту, что позволяет использовать его на ранних этапах тренировочного процесса (экономическая составляющая) для прогнозирования спортивной успешности на перспективу.

Контингент обследованных включал 130 человек разных видов спорта, из них: юноши – 70, девушки – 60, средний возраст 17–18 лет. Спортивная квалификация: мастера спорта – ♂ 8 человек, ♀ 6 человек; кандидаты в мастера спорта – ♂ 15 человек, ♀ 18 человек; 1 разряд – ♂ 33 человек, ♀ 20 человек; прочие – ♂ 14 человек, ♀ 16 человек.

Проведенное научное исследование включало анкетирование. Нами была разработана универсальная анкета, позволяющая собрать необходимую генетическую информацию для выяснения вклада генетической компоненты в формировании спортивного таланта. Анкета включала 12 вопросов, касающихся спортивных успехов родственников I, II и III степени родства.

Статистическая обработка полученных данных проводилась на основании  $\chi^2$ -критерия согласия Пирсона (критерий согласия хи-квадрат) и t-критерия (двусторонний тест Стьюдента).

### **2.4 Антропометрический метод**

На втором этапе научно-исследовательской работы было проведено комплексное антропометрическое обследование спортсменов, специализирующихся в академической гребле. В исследованиях приняли

участие 111 девушек в возрасте от 13 до 16 лет, имеющих спортивные разряды от 1-го юношеского до КМС.

Антропометрическое обследование проводилось в лабораторных условиях и включало измерение следующих показателей: роста при помощи антропометра с точностью до 0,1 см; массы тела на медицинских весах с точностью до 100 г; обхвата грудной клетки с помощью сантиметровой ленты с точностью до 0,1 см; толщины кожно-жировых складок посредством калипера, по результатам измерений проводили расчет компонентного состава массы тела; силы мышц сгибателей кисти с помощью динамометра.

Анализ антропометрических параметров проводился по формулам Иссаксона (площади поверхности тела) и Я.Матейко (количество жирового, мышечного компонента массы тела) [12].

Математическая обработка полученных результатов проводилась при помощи пакета программ Microsoft Excel и SPSS Statistics 27 с использованием общепринятых методов статистики. Количественные признаки представлены в виде среднего значения ( $\bar{X}$ ) и стандартной ошибки среднего (S). Достоверность различий между показателями определяли при помощи t-критерия Стьюдента. Критический уровень значимости принимали равным 0,05.

Расчет морфотипических характеристик исследуемых групп спортсменов проводился по наиболее простой и удобной в клинических условиях методике определения типа конституции организма (по М.В.Черноруцкому). В ее основе лежит расчет индекса физического развития (индекс Пинье).

## **2.5 Биоимпедансный метод**

Биоимпедансный анализ состава тела – сравнительно новая неинвазивная и широкодоступная медицинская диагностическая технология комплексной оценки водного, липидного и белкового обмена. Получаемая в

результате такой оценки информация востребована как на этапах лечения и реабилитации пациентов, так и при определении резервов здоровья и рисков развития заболеваний у практически здоровых людей. Под компонентным составом массы тела понимается количественное (выраженное в кг или %) соотношение метаболически активных и малоактивных тканей. К метаболически активным тканям относятся: мышечная, костная, нервная ткани, а также ткани внутренних органов, к малоактивным – подкожный и внутренний жир, составляющий энергетический запас организма.

Метод нашел широкое применение в спортивной практике [9, 12, 13, 14].

Биоэлектрические параметры и показатели состава тела позволяют судить об уровне физической подготовленности спортсменов на всех этапах тренировочного процесса в режиме мониторинга. Они также дают возможность оперативного обследования спортсменов в динамике тренировочного цикла [14].

### 3 Алгоритм раннего выявления одаренных спортсменов

Основываясь на изученных литературных данных, а также проведенных нами исследованиях схема оптимизированного алгоритма антропологического обследования может иметь следующий вид (рисунок 1):

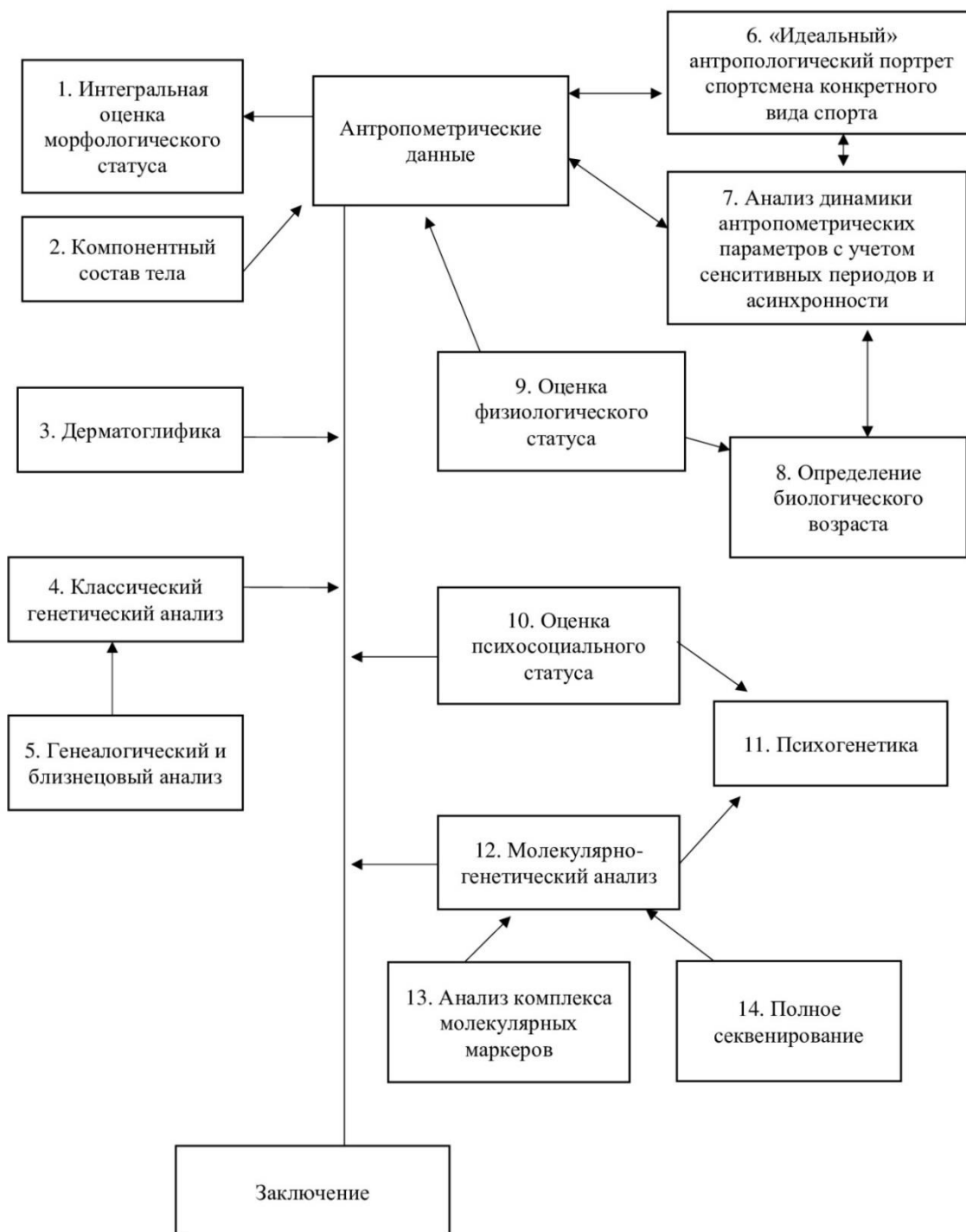


Рисунок 1 – Предполагаемая схема алгоритма предварительного отбора и мониторинга спортсменов

Указанный алгоритм основывается на данных антропометрии, унифицированных с помощью метода индексов («Интегральная оценка морфологического статуса») и соматотипирования, а также классическом компонентном составе тела (пункт 2, рисунок 1). Количественные характеристики проведенного анализа приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Количественные результаты исследований биоимпедансным анализатором «Медасс»

Количество обследуемых	Всего	Спортивная квалификация		
		КМС+МС	I-III разряд	Без разряда
	167	78	51	38
Виды спорта	Волейбол, баскетбол, гандбол, футбол, хоккей классический (на траве), легкая атлетика, художественная и спортивная гимнастика, конный спорт, восточные единоборства, плавание, скалолазание, мотокросс, теннис настольный, тяжелая атлетика, гребля на байдарках и каноэ, академическая гребля, бокс, конькобежный спорт, фигурное катание, борьба, шорт-трек, стрельба пулевая			

Метод индексов позволяет делать ориентировочные оценки изменений пропорциональности физического развития (индекс – величина соотношения двух или нескольких антропометрических признаков); индексы построены на связи антропометрических признаков (веса с ростом, жизненной емкостью легких, силой и т.п.) (пункт 1, рисунок 1).

Такого рода исследование опирается на данные антропометрического портрета перспективного спортсмена (пункт 6, рисунок 1) для конкретного вида спорта, который должен максимально учитывать требования к этому виду спорта, и построен на комплексе эмпирических стандартов, усредненных значениях признаков физического развития, полученные при

обследовании большого контингента людей, однородного по составу (возрасту, полу, спортивной специализации и т.д.).

При этом необходимо помнить, что текущая статическая оценка антропометрических данных имеет сиюминутное значение, тогда как для перспективного прогнозирования необходимо динамическое исследование, построенное с учетом возрастной периодизации (пункт 7, рисунок 1).

Растущий социальный и политический престиж спортивных достижений диктует необходимость определения генетических маркеров, позволяющих отбирать потенциально одаренных детей для различных видов спорта. Визуально проследить предрасположенность к определенному виду спорта у детей 5–6 лет практически невозможно, так как их спортивные навыки еще не сформированы на данном этапе развития. Одним из самых надежных и недорогих генетических маркеров является дерматоглифика (пункт 3, рисунок 1).

Нами было проведено изучение качественных и количественных характеристик типов пальцевых дерматоглифов у таэквондистов различной квалификации. Было установлено, что у таэквондистов по сравнению с лицами с пониженной физической активностью преобладают частоты узоров «ульнарная петля» – Lu (56,4% против 49,3% соответственно, при  $p < 0,05$ ) и «радиальная петля» – Lr (3,6% и 1,8% соответственно, при  $p < 0,05$ ) и реже наблюдаются простые узоры типа «дуга» – A (5,6% против 11,5% соответственно, при  $p < 0,05$ ). Эти результаты близки к ранее опубликованным И.Ю.Грбовиковой, что еще раз подтверждает универсальный характер указанных дерматоглифических маркеров для спортивного отбора [10].

Дерматоглифика тесно переплетается с генетическими исследованиями, основанными преимущественно на молекулярно-генетическом подходе (пункты 12–14, рисунок 1). В тоже время, преимущественно опираясь на дорогостоящие методы, научная общественность практически забыла возможности классических методов исследования наследственных характеристик человека.

Под наследуемостью понимают значимость генетических факторов в развитии определенного признака. Знание показателей наследуемости необходимо для понимания того, в какой степени среда может изменить какой-либо признак (двигательные способности, темперамент, характер и т.п.), что может иметь существенное значение в спортивном отборе (пункт 4, рисунок 1). Так, например, хорошо известно, что в настоящее время выявлено около 240 генов-маркеров, влияющих на формирование спортивных задатков [1, 15], а так называемые генетические паспорта определяют в лучшем случае 2–3 десятка генов, а обычно – 8–12, и это количество маркеров, конечно, не охватывает весь необходимый диапазон генов-маркеров, что в целом ставит под сомнение эффективность такой паспортизации спортсменов. Возможным прорывом в этой области может стать полногеномное секвенирование (пункт 14, рисунок 1). Однако стоимость его достаточно высока, а количество приборов в стране, которые могут быть привлечены для решения проблемы ограничено. Основной подход к статистическому анализу генетических данных, основанный на выявлении нейтрального, позитивного или негативного генотипов с последующим расчетом общего генетического балла по анализируемым генам может рассматриваться как необходимое зло или как способ формализации и количественной оценки данных на современном этапе развития науки. Однако, он не учитывает особенности взаимодействия аллелей различных генов, что существенно ограничивает его точность [15].

В тоже время использование практически только одного современного секвенатора могло бы полностью решить проблему генетической паспортизации для всей Республики. При этом количество генов для каждого вида спорта могло бы составлять от 100 до 150 маркеров, а цена бы за счет массового скрининга существенно снизилась.

Вторая болевая точка – необходимость перехода от простой суммы генетических баллов к методам, позволяющим учесть взаимодействие генов. И такие методы существуют, например, MDR-анализ (Multifactor

Dimensionality reduction). Использование этого метода уже на практике доказало, что одна и та же аллель конкретного гена в зависимости от окружения может проявлять себя по-разному, что еще раз подчеркивает несовершенство метода подсчета общего генетического балла. MDR-метод, дает возможность оценить как межгенные, так и генно-средовые взаимодействия, ассоциированные с формированием фенотипа. Метод снижения размерности MDR позволяет сократить число рассчитываемых параметров при одновременной оценке взаимодействий большого количества полиморфизмов за счет конструирования новых переменных на основе суммирования сочетаний генотипов повышенного и пониженного риска формирования патологического состояния.

Еще одним методом, используемым для оценки межгенных взаимодействий, является метод Монте-Карло Марковскими цепями (Markov Chain Monte Carlo, MCMC), реализованный в программном обеспечении APSampler. В рамках этого подхода осуществляется поиск генетических особенностей, ассоциированных с фенотипическим признаком. В последние годы накапливается все больше данных о тесной сопряженности генетических факторов и спортивной успешности. Литературные данные свидетельствуют о том, что генетический вклад в спортивные результаты связан с целым рядом особенностей организма спортсменов, такими как: общее здоровье, биометрические, физиологические и психологические факторы, предрасположенность к высоким скоростно-силовым показателям и восстановлению [1, 15]. Выявление множественных генетических полиморфизмов, что лежит в основе молекулярно-генетического метода, благоприятствующих формированию спортивных навыков, также предполагает сильную связь между генетикой спортсмена и его результативностью, что, в свою очередь, может использоваться при спортивном отборе на ранних стадиях тренировочного процесса.

Проведенный на втором этапе научно-исследовательской работы генеалогический анализ свидетельствуют, что вне зависимости от пола



возрастные достижения у лиц из «спортивных» семей реализуются в период 15,3–15,4 лет. В то время, как в группе из «обыкновенных» семей аналогичные достижения приходятся на возраст 16,5–16,6 лет. Разница относительно группы лиц без родства статистически достоверна ( $p < 0,05$ ). В тоже время даже между группой лиц I степени родства и группой лиц II степени родства наблюдается статистические различия на уровне тенденции ( $p < 0,1$ ). Таким образом, по-видимому, степень родственной близости все же сказывается на спортивных перспективах.

Кроме того, данные проведенного исследования позволяют сделать заключение, что лица из «спортивных» семей практически на 10–13 месяцев раньше (имеющие успешных спортсменов среди родственников I степени родства) начинают показывать высокий результат, а наличие родственника-медалиста II степени родства не гарантирует столь быстрой спортивной успешности.

Медико-биологическая поддержка, а также текущая оценка психологического статуса дадут основания тренеру для индивидуализации тренировочного процесса при обязательном участии спортивного врача и других профильных специалистов. Такой подход не только повысит эффективность тренировочного процесса, но и позволит избежать состояния перетренированности и срыва процесса адаптации к физическим и психическим нагрузкам. Кроме того, такое физиологическое обследование позволит доказательно выделить позднеспелых начинающих спортсменов (пункт 8, рисунок 1), что является еще одной извечной проблемой спортивной подготовки.

Для подобного рода исследований должны быть использованы приборы с выходом достаточно большого числа информативных параметров и, желательно, неинвазивных с достаточно коротким временным периодом обследований, что позволит проводить такого рода исследования массово и в динамическом режиме. По нашему мнению, именно такому подходу соответствуют используемое нами оборудование: скрининговый

неинвазивный анализатор АМР (проведено обследование 66 спортсменов, таблица 2); комплекс для регистрации и обработки биосигналов в вертебрологии Insight™ (обследовано 120 спортсменов, таблица 3); компьютерный комплекс НС «Психотест» (обследование прошли 302 спортсмена, таблица 4).

Таблица 2 – Количественные результаты исследований анализатором неинвазивным АМР

Количество обследуемых	Всего	Спортивная квалификация		
		КМС+МС	I–III разряд	Без разряда
	66	20	23	23
Виды спорта	Волейбол, баскетбол, гандбол, конный спорт, плавание, тяжелая атлетика, гребля на байдарках и каноэ, академическая гребля, бокс, конькобежный спорт, фигурное катание, борьба, шорт-трек, стрельба пулевая			

Таблица 3 – Количественные результаты исследований аппаратно-программной станцией сублюксации INSIGHT

Количество обследуемых	Всего	Спортивная квалификация		
		КМС+МС	I–III разряд	Без разряда
	120	60	32	28
Виды спорта	Волейбол, баскетбол, гандбол, футбол, хоккей классический (на траве), легкая атлетика, художественная и спортивная гимнастика, конный спорт, тяжелая атлетика, бокс, скалолазание			

Таблица 4 – Количественные результаты исследований аппаратно-программным комплексом НС «Психотест»

Количество обследуемых	Всего	Спортивная квалификация		
		КМС+МС	I-III разряд	Без разряда
	302	97	101	104
Вид спорта	Волейбол, баскетбол, гандбол, футбол, хоккей классический (на траве), легкая атлетика, художественная и спортивная гимнастика, конный спорт, восточные единоборства, плавание, скалолазание, мотокросс, теннис настольный, тяжелая атлетика, гребля на байдарках и каноэ, академическая гребля, бокс, конькобежный спорт, фигурное катание, борьба, шорт-трек, стрельба пулевая			

Проведенные исследования подтвердили гипотезу о необходимости включения психологической составляющей в разрабатываемый алгоритм предварительного отбора и мониторинга спортсменов (пункт 10, рисунок 1) для проведения психофизиологических и психологических тестов с регистрацией вегетативных и эмоциональных реакций.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Качественный спортивный отбор обеспечивает выявление одаренных, способных к занятиям спортом, более того, определенным его видом, детей в самом раннем возрасте. Это позволяет «прицельно» тренировать юных спортсменов как с учетом наследственности, так и влияния окружающей среды специализировать спортсменов с целью достижения высоких спортивных результатов и реализации потенциала человеческих способностей. При этом спортивный отбор продолжается постоянно в процессе спортивной деятельности, а качество отбора служит важным условием успешности многолетней подготовки спортивных резервов.

На основании данных, полученных в ходе второго этапа научно-исследовательской работы, можно сделать предварительное заключение, что без учета гендерных различий, генетическая компонента в «спортивных» семьях, определяемая в ходе реализации генеалогического анализа, может быть успешно использована в качестве одного из критериев для эффективности спортивного отбора на ранних этапах тренировочного процесса. В настоящее время сбор материала продолжается, что в конечном итоге позволит существенно повысить информативность предлагаемого подхода.

По нашему мнению основными методами раннего выявления одаренных спортсменов являются: антропометрические обследования, медико-биологические исследования, педагогические наблюдения, контрольные испытания (тесты), психологические обследования.

Антропометрические обследования позволяют определить, насколько кандидаты для занятий определенным видом спорта соответствуют тому морфотипу, который характерен для выдающихся представителей данного вида спорта.

Медико-биологические исследования дают оценку состояния здоровья, физическому развитию, физической подготовленности.

Педагогические контрольные испытания (тесты) позволяют судить о наличии необходимых физических качеств и способностей ребенка для успешной специализации в том или ином виде спорта. Среди физических качеств и способностей есть консервативные, генетически обусловленные качества и способности, которые с большим трудом поддаются развитию и совершенствованию в процессе тренировки.

Психологические обследования позволяют оценить проявление таких качеств, как активность и упорство в спортивной борьбе, самостоятельность, целеустремленность, спортивное трудолюбие, способность мобилизоваться во время соревнований, реакция на неудачное выступление в нем, активность и упорство в спортивной борьбе.

Результаты проведенных исследований позволяют сделать вывод, что психологические особенности личности спортсмена в значительной степени определяют успешность его спортивной деятельности. Грамотная и своевременная оценка таких свойств личности, как тревожность и эмоциональная устойчивость позволяет добиться максимальных спортивных успехов в довольно короткие сроки и, наоборот, психологический срыв, излишняя личная тревожность, которая свидетельствует о внутренней напряженности, неуравновешенности, склонности к навязчивому беспокойству, нерешительности, пониженной помехоустойчивости, снижении настроения сыграют негативную роль в спортивной успешности.

Очевидные перспективы имеет оценка групп спортсменов одного вида спорта, но различной квалификации, что позволяет находить дискриминативные признаки, которые могут быть использованы для идентификации потенциального таланта.

Все вышеизложенное позволяет констатировать, что предложенный нами и обоснованный алгоритм предварительного отбора и мониторинга спортсменов отвечает всем требованиям сегодняшнего дня и может существенно повысить эффективность спортивного отбора.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Ахметов, И. Молекулярно-генетические маркеры в спортивном отборе / И. Ахметов, В. Ильин, С. Дроздовская // Наука в олимпийском спорте. – № 4. – 2013. – С. 25–31.
2. Пфейфер, Д. С. Оценка морфологического статуса спортсмена: практ. пособие / Д. С. Пфейфер [и др.]. – Минск : РНПЦ спорта, 2017. – 32 с.
3. Сологуб, Е. Б. Спортивная генетика: учеб. пособие для вузов физич. культуры / Е. Б. Сологуб, В. А. Таймазов. – М. : Терра-спорт, 2000. – 125 с.
4. Antero, J. A medal in the Olympics runs in the family: a cohort study of performance heritability in the games history / J. Antero [et al.] // *Frontiers in physiology*. – Switzerland, 2018. – P. 144–154.
5. Halson, Sh. Does overtraining exist? An analysis of overreaching and overtraining research / Sh. Halson, A. Jeukendrup // *Sport medicine*. – 2004. – Vol. 34, 14. – P. 967–987.
6. Urhausen, A. Diagnosis of overtraining: What tools do we have? / A. Urhausen, W. Kinder-mann // *Sports Med*. – 2002. – Vol. 32. – P. 95–102.
7. Garthe, I. Effect of two different weight-loss rates on body composition and strength and power-related performance in elite athletes / I. Garthe, T. Raastad, P. E. Refsnes [et al.] // *Int. J. Sport Nutr. Exers. Metab*. – 2011. – Vol. 21, N 2. – P. 97–104.
8. Potteiger, J. A. Relationship between body composition, leg strength, anaerobic power, and on-ice skating performance in division I men's hockey athletes / J. A. Potteiger, D. L. Smith, M. L. Maier, T. S. Foster // *J. Strength Cond. Res*. – 2010. – Vol. 24, N 7. – P. 1755–1762.
9. Гудимов, С. В. Характеристика компонентного состава тела представителей игрового и циклического видов спорта / С. В. Гудимов, А. Н. Шкробко [и др.]. // *Спортивная медицина: наука и практика*. – 2021. – № 11(2). – С. 45–51.

10. Абрамова, Т. Ф. Использование пальцевой дерматоглифики для прогностической оценки физических способностей в практике отбора и подготовки спортсменов: метод. рекомендации / Т. Ф. Абрамова, Т. М. Никитина, Н. И. Кочеткова. – М. : Скайпринт, 2013. – 72 с.
11. Гладкова, Т. Д. Кожные узоры кисти и стопы обезьян и человека / Т. Д. Гладкова. – М., 1966. – 150 с.
12. Хафизова, Г. Н. Современные аспекты изучения состава тела человека / Г. Н. Хафизова, Н. В. Рылова, А. С. Самойлов // Наука и спорт: современные тенденции. – 2013. – № 1 (1). – С. 134–141.
13. Захарова, Э. Э. Анализ некоторых показателей состава тела студентов, занимающихся и не занимающихся спортом // Материалы V Международной студенческой научной конференции «Студенческий научный форум», г. Сочи, 7–10 ноября 2021 г. – С. 15–21.
14. Рылова, Н. В. Актуальные аспекты изучения состава тела спортсменов / Н. В. Рылова // Казанский медицинский журнал. – 2014. – Т. 95, № 1. – С. 108–111.
15. Дикхут, Г. Г. Генетика и пределы человеческих возможностей / Г. Г. Дикхут // Наука в олимп. спорте. – 2004. – № 2. – С. 56–64.