

Государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Казанский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации

*На правах рукописи*

Борисова Алена Владимировна

**Морфофункциональные критерии отбора юных  
футболистов**

диссертация на соискание ученой степени

кандидата медицинских наук

14.03.11 - Восстановительная медицина, спортивная медицина, лечебная физкультура, курортология и физиотерапия

**Научный руководитель:**

доктор медицинских наук,  
профессор Тахавиева Ф.В.

**Научный консультант:**

доктор медицинских наук

Ахметов И.И.

Казань– 2015

## СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

<b>ВВЕДЕНИЕ.....</b>	<b>4</b>
<b>ГЛАВА I. СОСТОЯНИЕ СОВРЕМЕННОЙ СИСТЕМЫ ОТБОРА В ДЕТСКО-ЮНОШЕСКОМ СПОРТЕ (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ).....</b>	<b>10</b>
<b>ГЛАВА II. МАТЕРИАЛЫ, МЕТОДЫ И ОБЪЕМ ИССЛЕДОВАНИЙ</b>	
2.1 Методология исследования .....	28
2.2. Материалы исследования.....	28
2.3. Методы обследования.....	29
<b>ГЛАВА III. ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ</b>	
3.1. Морфологические характеристики юных футболистов на этапе начальной спортивной подготовки и этапе спортивного совершенствования.....	51
3.2. Функциональные характеристики юных футболистов на этапе спортивного совершенствования.....	64
3.3. Результаты педагогического тестирования в зависимости от морфологических, функциональных характеристик юных футболистов на этапе спортивного совершенствования.....	67
3.4 Генетические характеристики юных футболистов, основанные на «модельных характеристиках» высококвалифицированных футболистов.....	72
<b>ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....</b>	<b>76</b>
<b>ВЫВОДЫ.....</b>	<b>80</b>
<b>Практические рекомендации.....</b>	<b>82</b>
<b>Список литературы.....</b>	<b>83</b>

## **ВВЕДЕНИЕ.**

Уровень результатов в современном спорте настолько высок, что для их достижения спортсмену необходимо обладать редкими морфологическими данными, уникальным сочетанием комплекса физических и психических способностей, находящихся на предельно высоком уровне развития (Платонов В.Н., 2004). Поэтому одной из центральных проблем в системе подготовки высококвалифицированных спортсменов является проблема спортивного отбора.

Уже не одно десятилетие в нашей стране и за рубежом вопросам поиска спортивных талантов уделяется много внимания (Бриль 1980; Шварц, Хрущев С.В. 1984; Платонов В.Н., 2013; Baker D.G, Newton R.U. , 2008; Naughton G., 2010; Pankhurst, A., Collins, D., 2013). Но поскольку спортивный отбор - это многокомпонентная, мультидисциплинарная система, включающая в себя медико-биологические, педагогические, психологические и социологические методы (Волков В.М., Филин В.П., 1983; Годик М.А., 1988; Платонов В.Н., 1997; Zaporozanow W., Sozanski H., 1997), то достаточно сложно разработать единые научно-обоснованные критерии, на основе которых можно было бы с определенной долей уверенности предсказать успешность того или иного спортсмена. Более того, различают несколько этапов спортивного отбора, для каждого из которых должны быть разработаны характерные именно для этого этапа модельные характеристики. В некоторых видах спорта определены характерные фенотипические признаки (Давыдов В.Ю., Авдиенко В.Б., 2012; Mohamed H. et al., 2009;), компоненты физической подготовленности (Годик М.А., Чкуасели А.Н., Гукасян А.А. и др., 1986; Майснер-Петиг Д., Корт Д., Шобер Х., 1990; Матвеев Л.П. 2000; Орловская Ю.В. 2000).

Последние десятилетия мирового профессионального спорта характеризуются развитием молекулярной генетической диагностики, разрабатывающий вопросы выбора спортивной специализации адекватные генетическим особенностям спортсменов и позволяющий вести научно

обоснованный отбор детей для занятий тем или иным видом физической активности (Рогозкин В.А., Назаров И.Б., Казаков В.И., 2000; Grimby G. 1992; Ahmetov I.I., Williams A.G., Popov D.V., 2009; Ahmetov I.I., Fedotovskaya O.N., 2012).

Что касается футбола, то в доступной отечественной литературе последних лет мы встретили, в основном, работы, касающиеся педагогических аспектов отбора (Сучилин А.А., 1997; Вигх Аттила 1990, Павлова Е.В., 2008; Кузнецова В.В., 2009). В зарубежной литературе медико-биологические вопросы отбора освещаются значительно шире (Malina R.M. et al., 2000; Reilly T, Bangsbo J., Franks A., 2000; Helsen W.F. et al., 2005; Lawrence I., 2010; Unnithan V. et al., 2012., Sæther S., 2014;). Однако обращает на себя внимание тот факт, что большинство исследований не затрагивает вопросов отбора на начальном этапе спортивной подготовки и этапе спортивного совершенствования.

В программном документе « Стратегия развития футбола в Российской Федерации» (Стратегия «Футбол 2020») написано о необходимости возрождения отечественной системы подготовки резервов большого футбола, улучшения селекции юных футболистов, определении потенциально талантливых юных футболистов, подготовки качественного резерва для футбольных клубов и сборных команд России. Одним из путей решения выше обозначенных вопросов является разработка методики медико-биологического отбора, особенно на этапе начальной спортивной подготовки и этапе спортивного совершенствования, что и предопределило наш интерес к исследованию в данной области.

**Цель исследования** – повышение эффективности системы отбора юных футболистов на основе морфологических, функциональных и генетических критериев на начальном этапе подготовки и на этапе спортивного совершенствования.

## **Задачи исследования**

1. Выявить наиболее значимые антропометрические показатели на этапе начальной спортивной подготовки и этапе спортивного совершенствования;
2. Определить соматотипологические особенности юных футболистов на этапах начальной спортивной подготовки и этапе спортивного совершенствования;
3. Оценить функциональное состояние юных футболистов;
4. Определить молекулярно-генетические маркеры предрасположенности к занятиям футболом;
5. Выявить взаимосвязь критериев педагогического и медико-биологического отбора;
6. Разработать критерии отбора для юных футболистов, основанные на морфофункциональных и молекулярно-генетических особенностях футболистов.

## **Научная новизна**

Представлено научное обоснование системы спортивного отбора на этапах начальной подготовки и спортивного совершенствования. Данная модель включает антропометрические, соматотипологические, функциональные, генетические и педагогические характеристики.

Впервые было проведено генетическое обследование высококвалифицированных футболистов и сравнение полученных данных с генотипом лиц, не занимающихся спортом. В результате чего были выделены маркеры, характеризующие предрасположенность к занятиям футболом.

Показано, что основными критериями отбора на начальном этапе спортивной подготовки, помимо уровня здоровья, являются линейные размеры тела, в то время как на этапе спортивного совершенствования – линейные

размеры тела, соматотип, функциональные, генетические параметры и результаты педагогического тестирования.

На основании анализа теоретических данных и материалов собственного эмпирического исследования разработан и научно обоснован многоаспектный комплексный подход, базирующийся на антропометрических, соматотипологических, функциональных и генетических характеристиках и позволяющий выявлять предрасположенность к занятиям футболом у юных спортсменов на этапе начальной спортивной подготовки и этапе спортивного совершенствования.

### **Теоретическая и практическая значимость**

работы определяется выявлением соматотипологических, морфофункциональных и генетических характеристик юных футболистов на этапе начальной спортивной подготовки и этапе спортивного совершенствования. На основании полученных в исследовании данных разработаны стандарты соматотипологических, морфофункциональных и генетических характеристик, которые можно рекомендовать в практику, как нормативные для проведения отбора юных футболистов на этапах начальной спортивной подготовки и спортивного совершенствования. Полученные данные целесообразно использовать в процессе этапного медицинского отбора за детьми, занимающимися футболом, что облегчит задачу эффективной их подготовки.

Изучены изменения антропометрических характеристик юных спортсменов при переходе с этапа начальной спортивной подготовки на этап спортивного совершенствования. Установлена зависимость между соматотипом на этапе спортивного совершенствования и линейными размерами тела на этапе начальной спортивной подготовки. Выявлена взаимосвязь между соматотипом и результатами педагогического тестирования на этапе спортивного совершенствования.

### **Методология и методы исследования**

Объектом исследования стали дети, прошедшие отбор в специализированную детско-юношескую спортивную школу, в возрасте от 7 до 8 лет, прошедшие медицинское обследование и получившие медицинское заключение о состоянии здоровья и физическом развитии. Медицинское обследование включало в себя медицинский осмотр врача-педиатра, медицинский осмотр врачей-специалистов: невролога, офтальмолога, оториноларинголога, хирурга, кардиолога, электрокардиографическое исследование (ЭКГ); эхокардиографическое исследование (ЭХО КГ), клинический анализ крови, общий анализ мочи. По результатам медицинского обследования врач-педиатр детской поликлиники оформлял заключение о состоянии здоровья ребенка, его физическом развитии (по форме 086/у). Зачисление детей в группы проводилось только после осмотра врача по спортивной медицине и обязательном наличии медицинской справки о состоянии здоровья из детской поликлиники (форма 086/у).

Всего было обследовано 163 юных футболиста, была проведена антропометрия (измерялись обхваты верхних и нижних конечностей, линейные размеры тела), проводилась кистевая динамометрия, проводилось педагогическое тестирование и генетическое обследование.

Параллельно с обследованием детей, проводилось генетическое обследование 78 высококвалифицированных футболистов (с юными футболистами совокупная группа футболистов составила 241 человек), генотипические характеристики которых стали «модельными характеристиками» и генетическое обследование 872 человек контрольной группы (школьники и студенты мужского пола).

Для проведения дальнейшего углубленного обследования, включающего в себя педагогическое тестирование, антропометрию, соматотипирование, определение физической работоспособности, вегетативного тонуса, три года спустя, из этой же группы, было отобрано 40 юных спортсменов, которые прошли дальнейший отбор, и с этапа начальной подготовки были переведены на этап спортивного совершенствования (11-12 лет).

## **Положения, выносимые на защиту**

- на этапе начальной спортивной подготовки наиболее важными критериями отбора являются уровень здоровья, линейные размеры тела юного футболиста, на этапе спортивного совершенствования – уровень здоровья, соматотип, линейные размеры тела;
- генетическими маркерами предрасположенности к занятиям футболом являются варианты генов *ACE*, *ACTN3*, *PPARA*, *UCP2*;
- на уровень физической подготовленности юных футболистов на этапе спортивного совершенствования влияют: линейные размеры тела, соматотип, уровень общей физической работоспособности и физической подготовленности, функциональное состояние вегетативной нервной системы и адаптационный потенциал;
- разработанные критерии отбора позволяют определить перспективность юных футболистов на этапах начальной спортивной подготовки и спортивного совершенствования.

**Достоверность и обоснованность результатов исследования** обеспечена использованием комплекса валидных методик, адекватных поставленной цели и задачам исследования, репрезентативностью выборки, корректным применением современных математико-статистических методов обработки данных.

Для обработки полученных данных был применен многофакторный математический анализ: корреляционный, регрессионный, дискриминантный.

Статистическая обработка проводилась с использованием пакета программ SPSS (v.13.0). Результаты представлены в виде  $M \pm m$ , где  $M$  – среднее арифметическое значение,  $m$  – стандартная ошибка среднего. Для сравнения показателей групп применяли дисперсионный анализ и критерий



Стьюдента с поправкой Бонферрони. Отличия полагались статистически значимыми при  $P < 0,05$ .

**Апробация результатов.** Результаты исследования доложены на IX международной научной конференции молодых ученых «Актуальные вопросы спортивной медицины, лечебной физической культуры, физиотерапии и курортологии» (Москва, 9-10 декабря, 2010 года), на V Российской научно-практической конференции «Здоровье человека в XXI веке» (Казань, 5-6 апреля 2013 года), на X Российской конференции «Педиатрия и детская хирургия в Приволжском федеральном округе, (Казань, 26-27 ноября, 2013 года), на VI Российской научно-практической конференции «Здоровье человека в XXI веке» (Казань, 3-4 апреля 2014 года), на II Международной научно-практической конференции «Физиологические и биохимические основы и педагогические технологии адаптации к разным по величине физическим нагрузкам» (Казань, 27-28 ноября, 2014 года), на XI Российской конференции «Педиатрия и детская хирургия в Приволжском федеральном округе (Казань, 2-3 декабря, 2014 года), на IX Международной научной конференции по вопросам состояния и перспективам развития медицины в спорте высших достижений (Москва, 11-12 декабря, 2014), на V Международной научной конференции студентов и молодых ученых «Университетский спорт: здоровье и процветание нации» (Казань, 23-24 апреля 2015), на V Всероссийском конгрессе с международным участием «Медицина для спорта - 2015» (Санкт-Петербург, 21-22 мая, 2015 года).

Апробация диссертационной работы проведена на совместной научно-практической конференции коллектива сотрудников кафедры неврологии и реабилитации ГБОУ ВПО «Казанский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации, кафедры реабилитологии и спортивной медицины ГБОУ ДПО «Казанская государственная медицинская академия» Министерства здравоохранения Российской Федерации, кафедры медико-биологических дисциплин ФГБОУ ВПО «Поволжская государственная академия физической культуры, спорта и

туризма» Министерства спорта Российской Федерации. (Протокол №58 от 03.07.2015 г).

## **Глава 1. СОСТОЯНИЕ СОВРЕМЕННОЙ СИСТЕМЫ ОТБОРА В ДЕТСКО-ЮНОШЕСКОМ СПОРТЕ (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ).**

Уровень результатов в современном спорте настолько высок, что для их достижения спортсмену необходимо обладать редкими морфологическими данными, уникальным сочетанием комплекса физических и психических способностей, находящихся на предельно высоком уровне развития [93]. Поэтому одной из центральных проблем в системе подготовки высококвалифицированных спортсменов является проблема спортивного отбора.

Так как спортивный отбор - это многокомпонентная, мультидисциплинарная система, включающая в себя медико-биологические, педагогические, психологические и социологические методы [30; 63; 84; 161], то достаточно сложно разработать единые научно-обоснованные критерии, на основе которых можно было бы с определенной долей уверенности предсказать успешность того или иного спортсмена. В современной системе спортивного отбора различают несколько этапов, для каждого из которых должны быть разработаны характерные именно для этого этапа модельные характеристики [32; 78; 94; 156; 157; 127].

По мнению ряда авторов, на начальных этапах спортивной подготовки не всегда удается отобрать тот контингент, который соответствует тому или иному виду спорта. Вместе с тем, в современном спорте распространён метод ранней специализации, который не всегда учитывает анатомо-физиологические особенности, уровень подготовленности и физического развития ребёнка. [14; 74; 80; 85; 94]. В настоящее время более ранние сроки начала занятий спортом затронули и те виды, в которых еще совсем недавно начинали специализироваться вполне взрослые люди, например, различные виды единоборств, тяжелая атлетика, стрельба и некоторые другие. В то же время,

ранняя спортивная специализация и сопутствующие ей напряженная тренировка и активная соревновательная деятельность являются крайне опасными, нарушающими объективные закономерности многолетнего совершенствования, преждевременно изнашивающая юного спортсмена и лишаящая его возможности достичь действительно высоких результатов в оптимальной для конкретного вида спорта возрастной зоне [56; 57; 85].

Данные, приведенные Орловской Ю.В. [82] свидетельствуют о том, что более 70% юных спортсменов к 16-17 годам имеют различные нарушения в состоянии здоровья, часть которых является основной причиной преждевременного прекращения занятий спортом [55]. Вполне очевидно, что подобная тенденция требует новых подходов, которые могли бы с высокой степенью вероятности говорить о перспективности того или иного ребенка.

Нередко врожденные особенности человека определяют его возможности в трудовой и спортивной деятельности. Сочетание врожденных морфологических и функциональных особенностей характеризует одаренность человека в том или ином виде деятельности [98].

В.М. Волков (1983) отмечает, что постоянный рост спортивных результатов возможен только при систематическом и комплексном осуществлении отбора и контроля перспективных юных спортсменов с учетом их индивидуальных особенностей, которые позволяют реализовать потенциал спортсмена [30].

Матвеев Л.П. (2004) дает понятию отбор следующее определение – это комплекс мероприятий, позволяющих определить высокую степень предрасположенности (одаренность) ребенка к тому или иному роду спортивной деятельности (виду спорта) [74].

Образцова Н.Н. (2012) дополняет это определение, говоря о спортивном отборе, как о комплексе мероприятий, позволяющих определить высокую степень предрасположенности ребенка к тому или иному виду спорта на основе способностей – совокупности качеств личности, которые соответствуют

объективным условиям и требованиям к определенной деятельности и обеспечивающие успешное ее выполнение [79].

Вместе с тем, Девяткина Г.В. (2010) считает, что спортивный отбор – длительный, многоступенчатый процесс, который может быть эффективным лишь в том случае, если на всех этапах многолетней подготовки спортсмена обеспечена комплексная методика оценки его личности, предполагающая использование различных методов исследования [42].

Бальсевич В.К. (1994) в своих работах отмечает, что спортивный отбор – это основанный на научном прогнозе процесс принятия и реализации решения о включении или не включении в спортивную деятельность ее возможного участника [13].

Из приведенных выше определений следует, что спортивный отбор представляет собой комплекс мероприятий по выявлению спортсменов, обладающих высоким уровнем способностей, отвечающих требованиям специфики вида спорта [27].

В современной научно-методической литературе представлены два основных концептуальных направления оценки способностей детей при спортивной ориентации и отборе. Одни авторы [4; 24] пытались сразу же выявить и оценить способности детей к конкретному виду спортивной деятельности, не анализируя спортивную одаренность ребенка в целом. Выбор вида спорта осуществлялся по принципу «углубленной специализации». Анализ результатов научных исследований и подобной спортивной практики показал, что такой подход к первоначальной ориентации и тренировочному процессу приводит к резкому росту результатов в юношеском возрасте, однако в дальнейшем спортивные достижения зачастую имеют тенденцию к снижению, вследствие чего многие спортсмены уходят из большого спорта. Другая группа исследователей на начальном этапе подготовки определяли способности общего плана, связанные со спецификой не одного, а нескольких видов спорта. С точки зрения Матвеева Л.П. (2004), такая ориентация может служить гарантией от ошибок в выборе спортивной специализации и позволяет

избежать преждевременного отсева детей на стадии приобщения их к спорту [74].

Рассматривая этапы спортивного отбора необходимо обратить внимание на утверждения Степина К.Н (2003), отмечающего, что современная система отбора, сопутствующая многолетнему процессу тренировки, должна подразделяться на три этапа [93].

Первый из них относится к начальному отбору для занятий спортом вообще. Его можно назвать всесторонним. Цель первого этапа – определение уровня двигательной подготовки всех здоровых детей, желающих заниматься спортом, и показателей строения их тела, в том числе определение отклонений от нормы. Занятия, проводимые в его рамках, должны быть направлены на всестороннее развитие всех двигательных способностей, заботу о всестороннем физическом развитии, улучшение здоровья и ограничение или устранение отклонений от нормы.

Второй этап связан с соответствующим отбором. Он направлен на определенную группу спортивных дисциплин. Цель второго этапа – обеспечение отбора самых талантливых в двигательном отношении детей для соответствующих групп спортивных дисциплин на основе выявленных во время занятий (тренировок) различных способностей: двигательных (координационных и кондиционных), соматических, функциональных, психических и состояния здоровья. На этом этапе занятия должны быть направлены на дальнейшее развитие всех двигательных способностей, необходимых в данной группе спортивных дисциплин. На третьем этапе осуществляется специализированный отбор. Его цель – определение специфических предрасположенностей, необходимых для конкретного вида спорта. Тренировочные занятия, проводимые в рамках этого этапа, должны учитывать соответствующие пропорции упражнений, направленных на развитие общей и специальной подготовки [93]. Ряд авторов придерживаются того же мнения и в своих работах выделяют три ступени отбора [32;101].

Отличительной особенностью спортивного отбора является необходимость осуществления поиска спортивно одарённых детей и подростков задолго до завершения происходящих в их организме биологических процессов роста и развития. По мнению М.С. Бриля (1980) необходимость учитывать в спортивном отборе множество разнообразных факторов, влияющих на возрастное развитие и специальную подготовку, делает прогноз успешности соревновательной деятельности весьма затруднительным.[17]. Gonçalves (2012) в своих работах пишет о том, что выявление биологических переменных, которые могут предсказать будущие спортивные результаты, практически невозможно [122].

Эффективный отбор, по мнению Платонова В.Н. (1997), 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 и антропометрических критериев отбора [84].

Утверждение о том, что управление на начальном этапе подготовки позволяет ориентировать детей при выборе вида спорта, отвечающего индивидуальным морфологическим, психофизиологическим особенностям, высказывалось многими специалистами. [142; 152].

Платонов В.Н. (1997) пишет о том, что в процессе отбора и ориентации используются многочисленные исследования, которые позволяют получить достаточно полную информацию о спортсмене: состояние здоровья и уровень физического развития, особенности телосложения, особенности биологического созревания, свойства нервной системы, функциональные возможности и перспективы совершенствования важнейших систем организма спортсмена, уровень развития двигательных качеств и перспективы их совершенствования, способности к освоению спортивной техники и тактики, перестройка двигательных навыков и технико-тактических схем, способности к перенесению тренировочных и соревновательных нагрузок, интенсивному протеканию восстановительных процессов, психофизиологические

способности к мышечно-двигательной и пространственно-временной дифференцировке, оперативному восприятию ситуации и принятию адекватных решений, мотивация, трудолюбие, настойчивость, решительность, мобилизационная готовность, соревновательный опыт, умение приспособливаться к партнерам и соперникам, особенностям судейства, уровень спортивного мастерства и способность реализовывать его в экстремальных условиях, характерных для главных соревнований[84].

На этапе начальной подготовки происходит массовый просмотр детей 6—10 лет с целью их ориентации для занятий определенным видом спорта. На первом этапе критериями спортивной ориентации являются возраст, рекомендации учителя физической культуры, данные медицинского обследования, антропометрические измерения и их оценка с позиций перспективы. В первую очередь, это конституциональное строение тела, его морфометрические характеристики [36; 45].

Существенные индивидуальные различия в биологическом развитии начинающих значительно затрудняют эту задачу [28; 30; 34; 130; 156]. Согласно приведенным литературным данным, показана целесообразность использования при отборе комплекса показателей, где особой информативностью обладают морфофункциональные признаки, в большей мере обусловленные генетически. [48; 59; 76; 108; 117; 132]. К числу таких показателей авторы относят длину тела и отдельных конечностей, также вариативные показатели физической подготовленности, в основном обусловленные генетически, которые незначительно изменяются под влиянием внешней среды. К ним относятся отдельные морфометрические признаки строения тела, координацию движения и предрасположенность к некоторым видам мышечной деятельности. Кроме стабильных характеристик, которые указывают на индивидуальные темпы развития организма, существуют лабильные, значительно изменяющиеся под влиянием воздействия среды, такие, например, как мышечная сила, подвижность в суставах, состояние систем дыхания и энергообеспечения [150]. Наибольшее влияние

наследственность оказывает на длиннотные размеры тела (длина туловища, верхних и нижних конечностей и др.), меньшее - на широтные размеры (ширина таза, бедер, плеч) и еще меньше - на обхватные размеры (обхват запястья, бедра, голени и др.) [61; 88]. Для некоторых видов спорта исходные величины роста и массы тела могут служить достаточно надежными прогностическими показателями будущих успехов [36; 45; 70]. Так, высокорослый, имеющий большую массу тела, метатель или единоборец тяжелой весовой категории имеет несравненно лучшие перспективы, чем низкорослый или среднего роста спортсмен. Высокие баскетболисты несомненно имеют преимущество над среднерослыми и т.д. В ряде видов спорта предпочтителен высокий рост с относительно небольшой массой тела [9]. Для выявления требований вида спорта принято тестировать спортсменов высшей квалификации. Полученные средние арифметические величины показателей тестов называют модельными характеристиками [17; 97]. Далее проводится сопоставление модельных характеристик с аналогичными данными среднего человека или с данными представителей других видов спорта [72].

В ходе антропометрических обследований необходимо определить, насколько кандидаты для зачисления в спортивную школу соответствуют тому морфотипу, который характерен для наиболее выдающихся представителей данного вида спорта [38,44]. Чтобы полнее учитывать особенности телосложения, связанные с влиянием генетических факторов, Дорохов Р.Н. [47] рекомендует определять так называемые соматические типы. Определение и оценка соматотипа по уровню варьирования: МаС, МеС и МиС (макро-, мезо-, микро- мембральные типы) позволяет более дифференцированно подойти к оценке двигательных возможностей. По мнению Губы В.П. (1987) детей, относящихся к микросоматическому типу, следует ориентировать на занятия гимнастикой, лыжным спортом, боксом, борьбой (лёгкие весовые категории). Детей макросоматических типов целесообразно отбирать для занятий баскетболом, волейболом, греблей, лёгкой атлетикой (метания, прыжки в высоту) [36].



Мартirosов Э.Г. (1998) в своих работах описывает “близкородственные спортивные специализации” (конькобежцы – многоборцы и бегуны на средние дистанции; марафонцы и бегуны на 5-10 км; спортивные ходоки и футболисты; прыгуны в высоту и баскетболисты и т.д.). Такие спортсмены могут достигать в родственных видах спорта хороших результатов, однако, вероятность эта не столь велика, так как выявляются существенные морфологические различия, за исключением антропологических [70].

Вместе с тем, Корнев М.А. (1991) отмечает, что вследствие тренировочного процесса, существенные изменения наблюдаются не только в мышечной, но и в костной системе, которая четко реагирует на изменения внешних воздействий перестройкой своей внутренней архитектуры - меняется соотношение и направление костных балок. Перекладины и балки, не испытывающие нагрузок, рассасываются, а по линии наибольших нагрузок, строятся новые [62].

Кроме того, для занятий отдельными видами спорта необходимы определенные соотношения между звеньями тела, например, борьба, метания, тяжелая атлетика. Изменить длину звена тела или длину конечности с помощью направленного воздействия невозможно, следовательно, есть только один рациональный путь – отбор в соответствии с требованиями вида спорта [36].

Однако ряд авторов спортивный отбор на ранних стадиях считают малоэффективным, мотивируя это тем, что проведение отбора в период набора в группы начальной подготовки, а также после одного года занятий не дает необходимого эффекта [13; 15; 108; 122]. По их мнению, только после 1,5–2 лет разносторонней предварительной подготовки начинает повышаться эффективность и качество отбора.

Лисенчук Г.А. (2004) высказывает мнение о том, что подготовка талантливых детей должна носить индивидуальный характер, позволяющий раскрыть природные дарования каждого ребёнка, начиная с начального этапа тренировочного процесса. При таком подходе появляется возможность оценить потенциальные способности спортсмена, выбрать вид спорта, в котором

возможна наиболее полная реализация индивидуальных способностей, и организовать тренировочный процесс в соответствии с требованиями управляемых процессов [65].

На этапе спортивного совершенствования управление направлено на определение потенциальных возможностей спортсменов, прошедших начальную подготовку, для включения наиболее талантливых из них в сферу резервного спорта [65].

В связи с задачами отбора наиболее способных детей к занятиям определенному виду спорта целесообразно проведение специальных тестов [65]. Вместе с тем, опыт тестирования свидетельствует о том, что во многих видах спорта, различных по своему содержанию и структуре соревновательной деятельности, в целях оценки уровня физической подготовленности детей рекомендуются примерно одни и те же программы контрольных испытаний, тестов, показателей. Как правило, это бег на короткие дистанции, прыжки с места вверх и в длину, броски набивных мячей и некоторые другие. Так, например, тесты в беге на 30 м, 60м, прыжки в длину, высоту, подтягивание в висе, отжимание в упоре и ряд им подобных встречаются в программах по гимнастике и по футболу, плаванию, конькам и в других видах спорта [50; 66;75].

Современная система контроля с целью ориентации на первом этапе подготовки преимущественно использует двигательные контрольные показатели, отражающие уровень развития физических качеств детей. Лисенчук Г.А. считает, что в вопросах формирования блока тестов и регистрируемых показателей имеются существенные недоработки, снижающие надёжность и объективность контрольной информации о фактическом состоянии двигательной функции детей [65]. С его точки зрения, такой подход не учитывает, что достижения детей во многом обусловлены не только наследственными признаками, что, наиболее важно определить в отборе, но и приобретёнными в процессе предшествующей подготовки качествами и техническими навыками, которые оказывают существенное влияние на

результаты тестирования. О том, что результаты педагогических тестов, на этапе начальной подготовки могут приводить к ошибочным заключениям о перспективности юных спортсменов свидетельствуют многие фундаментальные работы в области генетики, спортивной антропомоторики [10; 87; 89; 124; 125].

Многочисленными отечественными и зарубежными исследованиями установлено, что учет особенностей периодов роста и развития организма человека способствует более качественной организации и построения системы спортивного отбора и оптимальному сочетанию тренировочных нагрузок на занятиях [7; 20; 131; 141; 156; 159].

Рост и развитие человека запрограммированы генетически, однако влияние наследственности определяет лишь общий план развития. Окончательная реализация генетической программы в значительной степени зависит от условий внешней среды [11].

Возрастные изменения в организме происходят неравномерно: периоды ускоренного развития чередуются с периодами его замедления и относительной стабилизации.

Индивидуальное развитие организма происходит гетерохронно, т.е. различные органы и системы формируются в разные сроки. В отдельные периоды жизни (например, в период полового созревания) гетерохронность может усиливаться. Именно поэтому оценку биологической зрелости следует проводить комплексно, т.е. с учётом многих признаков, характеризующих биологический возраст юных спортсменов. Множество авторов указывают на то, что очень многие из тех, кто достиг результатов мирового уровня в молодежном и взрослом возрасте, не демонстрировали особых задатков спортивной одаренности на ранних возрастных этапах [24; 49; 84; 93; 96]. В частности показано, что достижения детей 7-12 лет в двигательных тестах таких, как бег на 30 м, прыжки в длину с места, подтягивание в висе, отжимание в упоре и спортивные упражнения мало коррелировали с достижениями этих же детей в возрасте 17 лет. Коэффициенты корреляций

показателей в 7-12 лет и в 17 лет составляли в пределах 0,252-0,649. Одновременно было установлено, что корреляция этих тестов возрастала по мере сокращения возрастного интервала. У 16-19-летних - до 0,590, у 18-19-летних - до 0,893.[65].

Все изменения, происходящие в организме наряду с фазами биологического созревания на различных возрастных этапах, связывают с наиболее благоприятными периодами развития всех систем и функций. Каждый конкретный период является наиболее благоприятным для наиболее успешного развития конкретного двигательного качества [51; 99].

Вместе с конституцией тела, наиболее генетически обусловленным фактором являются основные свойства нервной системы, в значительной мере определяющие психический склад личности, темперамент, характер. Наследуемые от отца или матери свойства нервной системы (ее подвижность, динамичность и уравновешенность) практически не изменяются на протяжении всей жизни [84; 91]. Поэтому в тех видах спорта, где то или иное свойство нервной системы (или комплекс свойств) имеет определяющее значение, оно может быть достаточно надежным показателем при определении спортивных способностей. К сожалению, на практике это не используется.

Что же касается личностных свойств характера, то они (хотя и базируются на типе нервной системы) в зависимости от условий жизни, характера и направленности деятельности, мотивации этой деятельности подвергаются значительным изменениям, т.е. достаточно мобильны, поэтому на начальных этапах спортивного отбора не могут использоваться как основные [91].

Не менее интересными представляются исследования в области спортивной психологии, касающиеся спортивного отбора. Бальсевич В.К. (1980, 1994) в своих работах пишет о том, что высокий уровень развития двигательных и физических способностей еще не является гарантией успеха. Мотивация считается одним из наиболее важных факторов, определяющих успех в деятельности, требующих высокого исполнительского мастерства.

Мотивацией к хорошему выполнению работы является для индивида осознание, что данная работа позволяет ему в максимальном объеме реализовать свои способности [13; 18].

С.Л. Рубинштейн (1973) полагает, что только через связь психических свойств человека с его деятельностью открывается путь для их формирования [91]. Это высказывание дает основание полагать, что развитие способностей детерминируется не только характером предметного содержания деятельности, но и естественными потенциалами самого индивида. Значительный вклад в развитие проблемы способностей внес Б.М. Теплов [91], который рассматривал их прежде всего как индивидуально-психологические различия между людьми. С помощью психологических методов определяются особенности психики спортсмена, оказывающие влияние на решение индивидуальных и коллективных задач в ходе спортивной борьбы, а также оценивается психологическая совместимость спортсменов при решении задач, поставленных перед спортивной командой.

Таким образом, можно сделать вывод о том, что влияние наследственных факторов на индивидуальную предрасположенность к тому или иному виду спорта чрезвычайно велико, и найти «свой» вид непросто. Конечно, с генетической точки зрения, спортивный талант - явление довольно редкое. Большинство людей показывают в спорте результаты, близкие к средним, а тех, кто не способен это делать (или, наоборот, способны показать значительно более высокие результаты), очень мало [104].

Для спорта высших достижений такой факт неутешителен и может породить пессимизм у многих желающих заниматься. Однако, если большинство людей могут достичь средних (и близких к ним) спортивных результатов, это должно быть стимулом для занятий спортом в детском и подростковом возрасте.

Достаточное разнообразие видов спорта расширяет возможность индивида достичь мастерства в одном из видов спортивной деятельности. Слабое проявление свойств личности и качественных особенностей

применительно к одному из видов спорта не может рассматриваться как отсутствие спортивных способностей. Мало предпочтительные признаки в одном виде спортивной деятельности могут оказаться благоприятными факторами и обеспечивать высокую результативность в другом виде. В связи с этим для прогнозирования спортивных способностей необходимо знание требований, которые предъявляет данный вид спорта к спортсменам, и задатки, которыми должен обладать спортсмен [23; 51; 104; 110; 116]. Кроме того, ряд авторов придерживаются мнения о том, что достижения в спорте обусловлены комплексным проявлением многих способностей, качеств или отдельных компонентов двигательной функции, являющихся частично или полностью компенсируемыми [30; 33; 86; 99; 161]. К числу наиболее стабильных характеристик относят, например, показатели системы энергообеспечения, морфологию скелетных мышц, скорость протекания рефлексов, тип нервной деятельности, обусловленных генетически на 70-90%. [77]. Одним из таких генетических маркеров, который может служить для решения проблем прогнозирования и отбора относительно профильной специфики спортивной деятельности, являются пальцевые дерматоглифы (узоры). Они служат одной из важнейших индивидуальных характеристик человека, при этом являются легко наблюдаемым наследуемым признаком [2]. Многочисленные исследования показали, что в циклических скоростно-силовых видах спорта наиболее простые узоры и наименьший гребневой счет. Наиболее сложный рисунок в сочетании с максимальным гребневым счетом характерен для спортсменов специализирующихся в сложно-координационных видах спорта. Виды спорта с ориентацией на выносливость и статическую устойчивость занимают промежуточную позицию. В игровых видах спорта отмечается усложнение пальцевых узоров, увеличение гребневого счета [63].

Последние десятилетия мирового профессионального спорта характеризуются развитием молекулярной генетической диагностики, разрабатывающий вопросы выбора спортивной специализации адекватные генетическим особенностям спортсменов и позволяющий вести научно

обоснованный отбор детей для занятий тем или иным видом физической активности [89; 105; 106; 124; 125].

Исследователи уделяют большое внимание наследованию определенной генетической предрасположенности к формированию различных физических качеств, развитие которых зависит от условий окружающей среды. При сходных условиях жизнедеятельности (питании, физических нагрузках, режиме и т.д.) у людей с различной генетической предрасположенностью физические качества формируются по-разному. Следовательно, выяснение генетической предрасположенности конкретных людей позволит значительно повысить эффективность отбора в спорте и судить о пределах физической работоспособности организма уже в раннем возрасте [90]. Авторы отмечают, что в реализации генетической детерминации к физической работоспособности принимают участие многие гены. Работы в этом направлении позволят расширить наши представления о генетической детерминации физической работоспособности человека [63; 118; 123; 133; 135; 138].

Данные многочисленных молекулярно-генетических исследований выполненных за последние годы в ведущих научных центрах России [10; 11; 90; 105], убедительно свидетельствуют о наличии генетической предрасположенности спортсменов к успешной соревновательной деятельности в циклических видах спорта, требующих преимущественного проявления выносливости или спринтерских (скоростно-силовых) возможностей. Представленные факты дают веские основания для целенаправленного отбора перспективных спортсменов и правильного выбора спортивной специализации (спринтер или стайер) в циклических видах спорта на основании результатов оценки генетически обусловленной предрасположенности к конкретному виду двигательной деятельности. Фактически, для определенных видов спорта можно идентифицировать набор генетических маркеров определяющих индивидуальные способности человека к выполнению различных физических упражнений, о дифференциальной наследственной предрасположенности к тем или иным видам спортивной деятельности. Генетические маркеры,

определяющие предрасположенность к развитию и проявлению физических качеств характеризуют так называемый генотип успешного спортсмена. Перспективность этого научного направления для спортивной практики не вызывает сомнений. Учитывая существенные фенотипические отличия в условиях и характере соревновательной и тренировочной деятельности спортсменов, специализирующихся в нециклических видах спорта, требуется дополнительное уточнение и экспериментальная проверка возможности переноса данных, полученных в циклических видах, на другие спортивные дисциплины [92].

Расшифровка генома человека открыла новые возможности в изучении молекулярных механизмов, лежащих в основе спортивного успеха, а также развития профессиональной патологии спортсменов. Согласно современным представлениям функциональной геномики, считается, что индивидуальные различия в степени развития тех или иных физических и психических качеств, а также в подверженности к тем или иным заболеваниям спортсменов во многом обусловлены ДНК-полиморфизмами, которых у человека насчитывается не менее 80 миллионов. В молекулярной генетике под термином «генетический маркер» понимается определенный аллель (вариант) гена (либо генотип, различные комбинации аллелей и генотипов), ассоциированный с предрасположенностью к развитию какой-либо патологии либо нормального признака (физические качества, биохимические, антропометрические, функциональные, психологические и другие показатели) [11]. Отличительной особенностью генетических маркеров, не меняющихся на протяжении всей жизни, является возможность их определения сразу после рождения ребенка (для этого достаточно сделать соскоб эпителиальных клеток ротовой полости), а, значит, прогноз развития признаков, значимых в условиях спортивной деятельности, можно составить очень рано. Генетические маркеры определяются с помощью ДНК-технологий (полимеразная цепная реакция (ПЦР), ПЦР в реальном времени, применение биочипов, секвенирование —



расшифровка последовательности ДНК), которые становятся все более доступными и дешевыми.

Генетические маркеры, ассоциированные с развитием и проявлением физических качеств (быстрота, сила, выносливость, ловкость, гибкость), могут применяться в системе спортивного отбора для уточнения спортивной специализации (например, подбор наиболее оптимальной дистанции в беге/плавании/конькобежном спорте и т.п.), для оптимизации тренировочного процесса (определение возможностей организма выполнять большие объемы нагрузок, акцентирование на развитии сильных сторон организма, выбор соревновательной тактики и т.п.). На данный момент обнаружено 120 генетических маркеров, ассоциированных с предрасположенностью к занятиям спортом [10]. Из них 59 связаны с видами спорта на выносливость и 20 – со скоростно-силовыми видами (табл. 1).

Таблица – 1. Генетические маркеры, ассоциированные с предрасположенностью к занятиям спортом [10].

<b>Маркеры выносливости</b>	<b>Маркеры быстроты и силы</b>
ACE I	ACE D
ACTN3 577X	ACTN3 Arg577
ADRA2A 6.7-kb	AGT 235Thr
ADRB2 16Arg	СКМ rs1803285 G
ADRB3 64Arg	AMPD1 Gln12
AQP1 rs1049305 C	HIF1A 582Ser
AMPD1 Gln12	IL1RN IL1RN*2
BDKRB2 -9, rs1799722 T	IL6 rs1800795 G
СКМ rs1803285 A	Митохондриальная ДНК: гаплогруппы F, m.204C, Non-L/U6
COL5A1 rs12722 T	MTHFR rs1801131 C

COL6A1 rs35796750 T	MTR rs1805087 G
EPAS1 rs1867785 G, rs11689011 T	MTRR rs1801394 G
GABPB1 (NRF2) rs12594956 A, rs8031031 T, rs7181866 G	NOS3 rs2070744 T, Glu298
GNB3 rs5443 T	PPARA rs4253778 C
HFE 63Asp	PPARG 12Ala
HIF1A Pro582	UCP2 Ala55
IL15RA rs2228059 A	VDR rs10735810 T
KCNJ11 Glu23	
Митохондриальная ДНК: благоприятные гаплогруппы — H, L0, M*, m.5178C, G1, m.152C, m.514 (CA)5, N9, poly (C≥7) m.568-573, V, неблагоприятные гаплогруппы – B, K, J2, T, L3*	
NFATC4 Gly160	
NOS3 Glu298, 164-bp, 4B, rs2070744 T	
PPARA rs4253778 G	
PPARD rs2016520 C	
PPARGC1A Gly482	
PPARGC1B 203Pro, 292Ser	
PPP3CB rs3763679 C	
PPP3R1 5I	
TFAM 12Thr	
UCP2 55Val	
UCP3 rs1800849 T	
VEGFA rs2010963 C	
VEGFR2 472Gln	

Y-хромосома благоприятные гаплогруппы: E*, E3*, K*(xP); неблагоприятная гаплогруппа: E3b1	
---	--

Следует отметить, что всего для 20 генетических маркеров (25,3%) была подтверждена их значимость в спортивном отборе как минимум в двух независимых исследованиях (14 маркеров выносливости: *ACE I*, *ACTN3 577X*, *ADRB2 16Arg*, *AMPD1 Gln12*, *BDKRB2 -9*, *COL5A1 rs12722 T*, *GABPB1 rs7181866 G* and *rs12594956 A*, *HFE 63Asp*, *KCNJ11 Glu23*, *PPARA rs4253778 G*, *PPARD rs2016520 C*, *PPARGC1A Gly482*, *UCP3 rs1800849 T*; 6 маркеров быстроты и силы: *ACE D*, *ACTN3 Arg577*, *AMPD1 Gln12*, *HIF1A 582Ser*, *NOS3 rs2070744 T*, *PPARA rs4253778 C*). Установлено, что чем большим числом благоприятных аллелей генов обладает индивид, тем выше его шансы стать высококвалифицированным спортсменом [106]. При этом важно отметить, что наиболее точное определение предрасположенности к спорту необходимо проводить на основе анализа максимального числа маркеров, в том числе фенотипических (антропометрия, функциональная диагностика, педагогические тесты и т.д.). Очевидно, что предстоит еще много работы по обнаружению генетических маркеров, значимых для спорта, и их включению (после проведения многократных независимых исследований) в диагностический комплекс («спортивные микрочипы», содержащие тысячи генетических маркеров).

Последние достижения в области молекулярной биологии и генетики открыли возможности для разработки новых подходов в спортивном отборе и ориентации, а также методов профилактики патологий, связанных со спортивной деятельностью. Уже сейчас в России начинают закладываться основы принципиально новой системы медико-генетического обеспечения детско-юношеского спорта, которая позволит поднять его на более высокий уровень, внедрить в практику основы профилактической медицины и генетики, активно помогать в планировании и коррекции тренировочного процесса, а также в индивидуализации питания и фармакологической поддержки [10].

Комплексных исследований для решения, выше обозначенной задачи по осуществлению, как качественного отбора, так и этапного контроля при наблюдении за юными футболистами не проводилось, что и определило цель и задачи настоящего исследования.

### **Степень разработанности темы исследования**

Проблемы отбора отражены в работах многих отечественных и зарубежных авторов [6; 62; 75; 79; 84; 108; 154], однако большинство исследований раскрывают суть отдельных сторон спортивного отбора – антропометрических [42; 51; 72; 132], соматотипологических [36; 38; 44; 60] генетических [103; 118; 123; 135; 139] и педагогических. [28; 30; 66; 73; 77]. Работ, в которых бы использовался мультидисциплинарный подход по изучению данной проблемы, нами практически не обнаружено, кроме того, большинство специалистов, занимающихся вопросами спортивного отбора, ориентированы на более поздние этапы спортивной подготовки [48; 68; 81; 136; 145].

Анализ литературных источников позволил установить, что в настоящее время проблема выявления перспективных юных футболистов на начальных этапах спортивной подготовки изучена недостаточно. Нами предполагается, что комплексный подход ко всем аспектам отбора позволит выявить определенные морфофункциональные и генетические критерии, характерные для этапа начальной спортивной подготовки и этапа спортивного совершенствования.

## **ГЛАВА II МАТЕРИАЛЫ, МЕТОДЫ И ОБЪЕМ ИССЛЕДОВАНИЙ**

**2.1. Методология исследования.** Используемая в работе методология базируется на теоретических и практических основах отечественной и зарубежной спортивной медицины, включает основные принципы комплексной диагностики юных спортсменов. Работа выполнена в соответствии с принципами доказательной медицины с использованием основных критериев распределения юных спортсменов, а также современных морфофункциональных, генетических и педагогических методов исследования и статистической обработки данных.

### **2.2. Материал исследования.**

Объектом исследования стали дети, прошедшие отбор в специализированную детско-юношескую спортивную школу, в возрасте от 7 до 8 лет, прошедшие медицинское обследование и получившие медицинское заключение о состоянии здоровья и физическом развитии. Медицинское обследование включало в себя медицинский осмотр врача-педиатра, медицинский осмотр врачей-специалистов: невролога, офтальмолога, оториноларинголога, хирурга, кардиолога, электрокардиографическое исследование (ЭКГ); эхокардиографическое исследование (ЭХО КГ), клинический анализ крови, общий анализ мочи. По результатам медицинского обследования врач-педиатр детской поликлиники оформлял заключение о состоянии здоровья ребенка, его физическом развитии (по форме 086/у). Зачисление детей в группы проводилось только после осмотра врача по спортивной медицине и обязательном наличии медицинской справки о состоянии здоровья из детской поликлиники (форма 086/у).

Всего было обследовано 163 юных футболиста, была проведена антропометрия (измерялись обхваты верхних и нижних конечностей, линейные размеры тела), проводилась кистевая динамометрия, проводилось педагогическое тестирование и генетическое обследование.

Параллельно с обследованием детей, проводилось генетическое обследование 78 высококвалифицированных футболистов (с юными футболистами совокупная группа футболистов составила 241 человек), генотипические характеристики которых стали «модельными характеристиками» и генетическое обследование 872 человек контрольной группы (школьники и студенты мужского пола).

Для проведения дальнейшего углубленного обследования, включающего в себя педагогическое тестирование, антропометрию, соматотипирование, определение физической работоспособности, вегетативного тонуса, три года спустя, из этой же группы, было отобрано 42 юных спортсмена, которые прошли дальнейший отбор, и с этапа начальной подготовки были переведены на этап спортивного совершенствования (11-12 лет).

Критерии отбора. Были отобраны юные спортсмены по критериям:

1. Наличие медицинской справки о состоянии здоровья из детской поликлиники (форма 086/у), разрешающей занятия футболом;
2. Возраст от 7 до 8 лет
3. Стаж занятий не менее 1 года
4. Дети, прошедшие отбор в детско-юношескую спортивную школу
5. Добровольное участие в исследовании

Таблица 2. - Распределение юных футболистов по возрастным группам на этапе начальной спортивной подготовки.

Этап начальной спортивной подготовки		Всего
U-7	123	163
U-8	40	

После обучения детей началам футбола, который продолжался в течение учебного года, произошел отсев юных спортсменов: часть - в результате эмпирического опыта тренерского состава, часть - медицинскими работниками

в результате проведения врачебного контроля. В результате чего дальнейшее обучение продолжили 42 юных футболиста, которые детально были нами оценены по морфофункциональным, педагогическим и генетическим характеристикам. В 2014 году нами был определен соматотип юных футболистов, вместе с тем был проведен ретроспективный анализ, который показывал какими антропометрическими характеристиками обладали юные спортсмены, когда начинали заниматься футболом.

Таблица 3. - Распределение юных футболистов по возрастным группам на этапе спортивного совершенствования.

Этап спортивного совершенствования		Всего
U-11	25	42
U-12	17	

### **2.3. Методы обследования.**

#### **2.3.1. Антропометрия**

#### **2.3.2. Соматотипирование**

Нами была проведена оценка морфометрического профиля юных футболистов с использованием метрической системы соматотипирования детей и подростков, предложенной Р.Н. Дороховым (1976, 1980, 1985), усовершенствованной совместно с В.Г. Петрухиным (1991). Было измерено 16 антропометрических показателей на этапе начальной спортивной подготовки и этапе спортивного совершенствования. На этапе спортивного совершенствования полученные данные оценивались по линии габаритного уровня варьирования, в котором выделяют пять основных соматических типов – это наносомный (НаС), микросомный (МиС), мезосомный (МеС), макросомный (МаС), мегалосомный (МеГС), помимо этого, существуют два

переходных соматических типа – микромезосомный (МиМеС), мезомакросомный (МеМаС).

Габаритный уровень варьирования оценивают по длине и массе тела, которые отдельно переводят в условные единицы и суммируют.

Для определения условных единиц используют следующую формулу :

$$A=(B-C)/D,$$

где А – искомая величина (условная единица); В – величина, полученная при измерении длины или массы тела; С и D – константы (коэффициенты)[72].

### **2.3.3. Определение общей физической работоспособности**

Следующим нашим шагом явилось исследование общей физической работоспособности.

Физическая работоспособность - интегральный показатель, позволяющий судить о функциональном состоянии различных систем организма и, в первую очередь, о производительности аппарата кровообращения и дыхания. Она прямо пропорциональна количеству внешней механической работы, выполняемой с высокой интенсивностью.

Для определения уровня физической работоспособности был использован Гарвардский степ-тест.

Оценка физической работоспособности производится по величине индекса ГСТ (ИГСТ) и основана на скорости восстановления ЧСС после восхождения на ступеньку.

Для работы необходимы: ступенька высотой 35 см, метроном, секундомер.

Далее обследуемый выполняет 10-12 приседаний (разминка), после чего начинает восхождение на ступеньку со скоростью 30 циклов в 1 мин. Метроном устанавливается на частоту 120 уд/мин. Подъем и спуск состоит из 4-х движений, каждому из которых будет соответствовать удар метронома: на 2 удара - 2 шага подъем, на 2 удара - 2 шага спуск. Восхождение и спуск всегда начинаются с одной и той же ноги.



Если обследуемый из-за усталости отстает от ритма в течение 20 сек., тестирование прекращается и фиксируется время работы в заданном темпе.

После окончания работы в течение 1 мин. восстановительного периода испытуемый, сидя, отдыхает. Начиная со 2-й минуты восстановительного периода, за первые 30 сек. на 2, 3 и 4-й минутах измеряется пульс.

ИГСТ вычисляется по формуле:

$$\text{ИГСТ} = (t \cdot 100) / [(f_1 + f_2 + f_3) \cdot 2],$$

где  $t$  - длительность восхождения, в сек.;  $f_1, f_2, f_3$  - частота пульса, за 30 сек. на 2, 3 и 4-й минуте восстановительного периода соответственно.

В случае, когда обследуемый из-за утомления раньше времени прекращает восхождение, расчет ИГСТ производится по сокращенной формуле:

$$\text{ИГСТ} = (t \cdot 100) / (f_1 \cdot 5,5),$$

где  $t$  - время выполнения теста, в сек.;  $f_1$  - частота пульса за 30 сек. на 2-й минуте восстановительного периода.

#### **2.3.4. Определение вегетативного индекса Кердо**

Оценка показателей вегетативного статуса юного футболиста включала расчет вегетативного индекса Кердо:

$$\text{ВИ} = (1 - Д / \text{ЧСС}) \times 100,$$

где ВИ – вегетативный индекс, Д — величина диастолического давления; ЧСС — частота сердечных сокращений в 1 мин.

При полном вегетативном равновесии (эйтония) систем регуляции сердечно-сосудистой системы индекс приравнивался к нулю; при преобладании симпатических влияний значение индекса имело положительный знак, парасимпатических — отрицательный.

#### **2.3.5. Определение индекса Хильдебранта.**

Межсистемные (кардиореспираторные) отношения рассчитывались с помощью коэффициента Хильдебранта (Q) — соотношения числа сердечных сокращений (ЧСС) к частоте дыхания [26]:

$$Q = \text{ЧСС} / \text{ЧД},$$

где ЧСС — число сердечных сокращений в 1 мин; ЧД — число дыханий в 1 мин. Показатель кардиореспираторного взаимодействия оценивался как в покое, так и после физической нагрузки.

Значения коэффициента в диапазоне 2,8–4,9 ед. свидетельствовали о нормальном межсистемном соотношении. Отклонение от этих значений позволяет говорить о рассогласованности в деятельности кардиальной и респираторной систем.

### **2.3.6. Определение индекса функциональных изменений (адаптационный потенциал по Р.М. Баевскому).**

Кроме того нами был оценен уровень здоровья юных спортсменов. В практике для оценки уровня здоровья используется индекс функциональных изменений (ИФИ) системы кровообращения, или адаптационный потенциал (АП) (по Р.М.Баевскому, 1979). АП рассчитывается без проведения нагрузочных тестов и позволяет давать предварительную количественную оценку уровня здоровья обследуемых.

АП системы кровообращения определяется по формуле:

$$\text{АП} = 0,011 \times \text{ЧСС} + 0,014 \times \text{САД} + 0,008 \times \text{ДАД} + 0,009 \times \text{МТ} - 0,009 \times \text{Р} + 0,014 \times \text{В} - 0,27$$

где ЧСС – частота сердечных сокращений в относительном покое (количество ударов за 1 минуту); САД – систолическое артериальное давление (мм рт.ст.); ДАД – диастолическое артериальное давление (мм рт.ст.); МТ – масса тела (кг); Р – рост (см); В – возраст (лет).

### **2.3.7. Педагогическое тестирование.**

Для оценки скоростно-силовых качеств и координационной деятельности были использованы следующие тесты:

2.3.7.1. бег на 15 м. Методика выполнения: забег от края линии старта, дальней от финиша, до края линии финиша, ближней к старту, на дистанцию 15 метров по прямой;

2.3.7.2. бег на 30 м. Методика выполнения: забег от края линии старта, дальней от финиша, до края линии финиша, ближней к старту, на дистанцию 30 метров по прямой;

2.3.7.3. прыжок в длину. Методика выполнения: ставится задача достигнуть наибольшей горизонтальной длины прыжка с разбега. При выполнении прыжка спортсмены в первой стадии совершают разбег по дорожке, затем отталкиваются одной ногой от специальной доски и прыгают в яму с песком. Дальность прыжка рассчитывается, как расстояние от специальной метки на доске отталкивания до начала лунки от приземления в песке.

Расстояние от доски отталкивания до дальнего края ямы для приземления должно быть не менее 10м. Сама линия отталкивания должна быть расположена на расстоянии до 5м от ближнего края ямы для приземления.

2.3.7.4. тест на общую координацию «Бумеранг». Методика выполнения. Данный тест состоит из 4-х этапов.

1-ый этап – выполняется кувырок на мате, спортсмен бежит, огибая конус слева, бежит к первому барьеру.

2-ой этап – выполняется прыжок через первый барьер, затем спортсмен пролезает под этим барьером, возвращается к конусу, обходя его слева, и бежит ко второму барьеру.

3-ий этап - выполняется прыжок через второй барьер, затем спортсмен пролезает под вторым барьером, возвращается к конусу, обходя его справа, и бежит к третьему барьеру.

4-ый этап - выполняется прыжок через третий барьер, затем спортсмен пролезает под третьим барьером, возвращается к конусу, обходя его справа, возвращается к мату.

Инвентарь: барьеры, высотой 40 см – 3шт., мат – 1шт., конус – 1 шт, секундомер.

Результат: оценивается время, затраченное на выполнение задания в секундах.

### **2.3.8. Молекулярно-генетический анализ.**

Для молекулярно-генетического анализа использовались образцы ДНК испытуемых, выделенных сорбентным методом, в соответствии с прилагаемой инструкцией по применению к комплекту реагентов для выделения ДНК «Проба-ПК» («ДНК-Технология», Москва).

Сорбентный метод применяется для выделения ДНК из эпителиальных клеток, полученных с помощью соскоба одноразовыми стерильными зондами. После гигиены полости рта испытуемому предлагается зондом в течение 2 минут протирать внутренние щечные поверхности, после чего зонд опускают в микропробирку с транспортной средой объемом 300 мкл и тщательно взбалтывают. Также сорбентный метод применяется для выделения ДНК из лейкоцитов после взятия венозной крови. Пробы до выделения ДНК хранят при  $-20^{\circ}\text{C}$ .

Полиморфизмы генов *ACE*, *ACTN3*, *PPARA*, *PPARD*, *PPARG*, *PPARGC1A*, *TFAM*, *UCP2* определяли с помощью полимеразной цепной реакции. Генотипирование осуществляли с помощью анализа полиморфизма длин рестриционных фрагментов. Для определения каждого полиморфизма генов использовали двухпраймерную систему. Для выявления однонуклеотидных замен ампликоны инкубировали вместе с эндонуклеазами рестрикции (*BstDEI* (*ACTN3*, *TFAM*), *TaqI* (*PPARA*), *Bsc4I* (*PPARD*), *Bsh1236I* (*PPARG*), *Msp I* (*PPARGC1A*), *Hind II* (*UCP2*)). Анализ длин рестриционных продуктов

проводился электрофоретическим разделением в 8% полиакриламидном геле с последующей окраской бромистым этидием и визуализацией в проходящем ультрафиолетовом свете.

### 2.3.8.1. Определение I/D полиморфизма гена ACE

I/D полиморфизм гена ACE определяли с помощью двухпраймерной системы (праймеры синтезированы в НПФ «ЛИТЕХ»):

Прямой праймер (AC1): 5'-CTGGAGACCACTCCCATCCTTTCT-3';

Обратный праймер – (AC2) 5'-GATGTGGCCATCACATTCGTCAGA-3'.

Реакционная смесь для ПЦР состояла из следующих компонентов:

Деионизированная вода	6,3 мкл
Буфер 10-кратный («СибЭнзим»)	1,25 мкл
dNTP (5мМ)	1,25 мкл
Праймер AC1	0,5 мкл (4 пМ)
Праймер AC2	0,5 мкл (4 пМ)
Тaq-полимераза («СибЭнзим»)	0,2 мкл (1 ед)

Для амплификации специфических фрагментов гена ACE в реакционную смесь добавляли  $\approx 100$  нг (2-3 мкл) ДНК и использовали следующий температурный режим ПЦР на термоциклере «Терцик»:

1	94°C – 5 мин	1 цикл
<hr/>		
	94°C – 1 мин	
2	58°C – 1 мин	30 циклов
	72°C – 1 мин	
<hr/>		
3	72°C – 5 мин	1 цикл

Продуктами амплификации данной ПЦР являлись фрагменты ДНК длиной 479 (аллель I) и 191 (аллель D) п.о. Таким образом, генотипу II

соответствовал фрагмент длиной 479 п.о., генотипу ID – два фрагмента длиной 479 и 191 п.о., а генотипу DD – фрагмент длиной 191 п.о.

### 2.3.8.2. Определение R577X полиморфизма гена *ACTN3*

R577X полиморфизм гена *ACTN3* (rs11549465) определяли с помощью двухпраймерной системы (праймеры синтезированы в НПФ «ЛИТЕХ»):

Прямой праймер (act1): 5'- CTGTTGCCTGTGGTAAGTGGG -3';

Обратный праймер – (act2) 5'-TGGTCACAGTATGCAGGAGGG-3'.

Реакционная смесь для ПЦР состояла из следующих компонентов:

Деионизированная вода	6,3 мкл
Буфер 10-кратный («СибЭнзим»)	1,25 мкл
dNTP (5мМ)	1,25 мкл
Праймер act1	0,5 мкл (4 пМ)
Праймер act2	0,5 мкл (4 пМ)
Тақ-полимераза («СибЭнзим»)	0,2 мкл (1 ед)

Для амплификации специфических фрагментов гена *ACTN3* в реакционную смесь добавляли  $\approx 100$  нг (2-3 мкл) ДНК и использовали следующий температурный режим ПЦР на термоциклере «Терцик»:

1	95°C – 5 мин	1 цикл
<hr/>		
	95°C – 1 мин	
2	60°C – 1 мин	30 циклов
	72°C – 1 мин	
<hr/>		
3	72°C – 5 мин	1 цикл

Продуктами амплификации данной ПЦР являлись фрагменты ДНК длиной 290 пар оснований (п.о.). Наличие замены нуклеотида С на Т в 16-м экзоне гена *ACTN3* создает для эндонуклеазы *BstDEI* 2 сайта рестрикции (C↓TNAG).

#### **Состав рестрикционной смеси:**

Деионизированная вода	5,9 мкл
Tango буфер («Fermentas»)	1 мкл
<i>BstDEI</i> («Fermentas»)	0,1 мкл (1 ед)

Инкубацию рестрикционной смеси (7 мкл) с продуктами амплификации (6 мкл) проводили в отдельной пробирке в термостате при 37 °С (на ночь).

Наличие двух сайтов рестрикции обуславливает разделение ампликонов на 4 фрагмента длиной 205, 85, 108 и 97 п.о. Анализ длин рестрикционных продуктов проводился электрофоретическим разделением в 8% полиакриламидном геле (ПААГ) с последующей окраской бромистым этидием и визуализацией в проходящем ультрафиолетовом свете при помощи трансиллюминатора «ETS Vilber-Lourmat». Результаты электрофореза заносились в рабочий журнал и фотодокументировались с помощью цифровой фотокамеры «Canon».

Таким образом, генотипу RR соответствовали фрагменты длиной 205 и 85 п.о., генотипу RX – 4 фрагмента длиной 205, 85, 108 и 97 п.о., а генотипу XX – три фрагмента длиной 108, 85 и 97 п.о.

#### **2.3.8.3. Определение G/C полиморфизма 7-го интрона гена *PPARA***

G/C полиморфизм гена *PPARA* (rs4253778) определяли в соответствии с методикой, предложенной Flavell et al. (2002). ПЦР осуществляли с помощью двухпраймерной системы (праймеры синтезированы в НПФ «ЛИТЕХ»):

Прямой праймер (PAF): 5'-ACAATCACTCCTTAAATATGGTGG-3';

Обратный праймер – (PAR) 5'-AAGTAGGGACAGACAGGACCAGTA-3'.

Реакционная смесь для ПЦР состояла из следующих компонентов:

Деионизированная вода	6,0 мкл
Буфер 10-кратный («СибЭнзим»)	1,5 мкл
dNTP (5мМ)	1,5 мкл
Праймер PAF	0,5 мкл (4 пМ)
Праймер PAR	0,5 мкл (4 пМ)
Taq-полимераза («СибЭнзим»)	0,2 мкл (1 ед)

Для амплификации специфических фрагментов гена *PPARA* в реакционную смесь добавляли  $\approx 100$  нг (2-3 мкл) ДНК и использовали следующий температурный режим ПЦР на термоциклере «Терцик»:

1	95°C – 5 мин	1 цикл
<hr/>		
	95°C – 1 мин	
2	60°C – 1 мин	30 циклов
	72°C – 1 мин	
<hr/>		
3	72°C – 5 мин	1 цикл

Продуктами амплификации данной ПЦР являлись фрагменты ДНК длиной 266 п.о. Наличие замены нуклеотида G на C в 2528 положении 7 интрона гена *PPARA* создает для эндонуклеазы *Taq I* сайт рестрикции (T↓CGA) (рис 2.3.).

**Состав рестрикционной смеси:**



Деионизированная вода	7,5 мкл
У буфер («СибЭнзим»)	1,5 мкл
<i>Taq I</i> («СибЭнзим»)	0,2 мкл (2 ед)

Инкубацию рестрикционной смеси (9,2 мкл) с продуктами амплификации (6 мкл) проводили в отдельной пробирке в термостате при 65 °С (на ночь).

Наличие сайта рестрикции обуславливает разделение ампликонов на два фрагмента длиной 216 и 50 п.о. Анализ длин рестрикционных продуктов проводился электрофоретическим разделением в 8% полиакриламидном геле (ПААГ) с последующей окраской бромистым этидием и визуализацией в проходящем ультрафиолетовом свете при помощи трансиллюминатора «ETS Vilber-Lourmat».

В качестве маркера молекулярного веса использовали продукты рестрикции ДНК фага  $\lambda$  (инкубация с эндонуклеазой *Pst I*). Таким образом, генотипу GG соответствовали нерестрицированные фрагменты длиной 266 п.о., генотипу GC – три фрагмента длиной 266, 216 и 50 п.о., а генотипу CC – два фрагмента длиной 216 и 50 п.о.

#### **2.3.8.4. Определение +294Т/С полиморфизма гена *PPARD***

+294Т/С полиморфизм нетранслируемой части 4-го экзона гена *PPARD* (rs2016520) определяли в соответствии с методикой, предложенной Skogsberg et al. (2000). ПЦР осуществляли с помощью двухпраймерной системы (праймеры синтезированы в НПФ «ЛИТЕХ»):

Прямой праймер (PD-F): 5'- CATGGTATAGCACTGCAGGAA-3';

Обратный праймер (PD-R): 5'- СТТССТССТGTGGCTGСТС -3'.

Реакционная смесь для ПЦР состояла из следующих компонентов:

Деионизированная вода	10 мкл
-----------------------	--------

Буфер 10-кратный («СибЭнзим»)	3 мкл
dNTP (5мМ)	3 мкл
Праймер PD-F	1 мкл (8 пМ)
Праймер PD-R	1 мкл (8 пМ)
Тақ-полимераза («СибЭнзим»)	0,2 мкл (1 ед)

Для амплификации специфических фрагментов гена *PPARD* в реакционную смесь добавляли  $\approx 100$  нг (2-3 мкл) ДНК и использовали следующий температурный режим ПЦР на термоциклере «Терцик»:

1	94°C – 3 мин	1 цикл
<hr/>		
	94°C – 30 сек	
2	60°C – 30 сек	40 циклов
	72°C – 45 сек	
<hr/>		
3	72°C – 5 мин	1 цикл

Продуктами амплификации данной ПЦР являлись фрагменты ДНК длиной 269 п.о. Наличие замены нуклеотида Т на С в +294 положении нетранслируемой части 4-го экзона гена *PPARD* создает для эндонуклеазы *Bsc4 I* сайт рестрикции (CCNNNNN↓NNGG) (рис 2.4.).

#### **Состав рестрикционной смеси:**

Деионизированная вода	7,5 мкл
SE буфер («СибЭнзим»)	0,8 мкл
<i>Bsc4 I</i> («СибЭнзим»)	0,1 мкл (2 ед)

Инкубацию рестрикционной смеси (8,4 мкл) с продуктами амплификации (6 мкл) проводили в отдельной пробирке в термостате при 55°C (на ночь).

Наличие сайта рестрикции обуславливает разделение ампликонов на два фрагмента длиной 167 и 102 п.о. Анализ длин рестрикционных продуктов проводился электрофоретическим разделением в 8% полиакриламидном геле (ПААГ) с последующей окраской бромистым этидием и визуализацией в проходящем ультрафиолетовом свете при помощи трансиллюминатора «ETS Vilber-Lourmat».

В качестве маркера молекулярного веса использовали продукты рестрикции ДНК фага  $\lambda$  (инкубация с эндонуклеазой *Pst I*). Таким образом, генотипу ТТ соответствовали нерестрицированные фрагменты длиной 269 п.о., генотипу ТС – три фрагмента длиной 269, 167 и 102 п.о., а генотипу СС – два фрагмента длиной 167 и 102 п.о.

#### 2.3.8.5. Определение Pro12Ala полиморфизма гена *PPARG*

Pro12Ala [CCG(Pro)→GCG(Ala)] полиморфизм гена *PPARG* (rs1801282) определяли в соответствии с методикой, предложенной Oh et al. (2000). ПЦР осуществляли с помощью двухпраймерной системы (праймеры синтезированы в НПФ «ЛИТЕХ»):

Прямой праймер (PG-F): 5'-GCCAATTCAAGCCCAGTC-3';

Обратный праймер (PG-R): 5'-GATATGTTTGCAGACAGTGTATCAGTG-AAGGAATCGSTTTCCCG-3' (предпоследний нуклеотид в праймере PG-R (C) не комплементарен амплифицируемому отрезку ДНК, но необходим для создания искусственного сайта рестрикции CG-CG).

Реакционная смесь для ПЦР состояла из следующих компонентов:

Деионизированная вода	5,6 мкл
Буфер 10-кратный («СибЭнзим»)	1,5 мкл

dNTP (5мМ)	1,5 мкл
Праймер PG-F	1 мкл (8 пМ)
Праймер PG-R	1 мкл (8 пМ)
Тақ-полимераза («СибЭнзим»)	0,2 мкл (1 ед)

Для амплификации специфических фрагментов гена *PPARG* в реакционную смесь добавляли  $\approx 100$  нг (2-3 мкл) ДНК и использовали следующий температурный режим ПЦР на термоциклере «Терцик»:

1	95°C – 5 мин	1 цикл
	95°C – 1 мин	
2	56°C – 1 мин	30 циклов
	72°C – 1 мин	
3	72°C – 10 мин	1 цикл

Продуктами амплификации данной ПЦР являлись фрагменты ДНК длиной 270 п.о. Наличие замены нуклеотида С на G в 34 положении экзона В гена *PPARG* создает для эндонуклеазы *Bsh1236I* сайт рестрикции (CG↓CG) (рис 2.5.).

#### **Состав рестрикционной смеси:**

Деионизированная вода	5,5 мкл
10X буфер R («Fermentas»)	2 мкл
<i>Bsh1236I</i> («Fermentas»)	1,5 мкл (15 ед)

Инкубацию рестрикционной смеси (9 мкл) с продуктами амплификации (6 мкл) проводили в отдельной пробирке в термостате при 37°C (на ночь).

Наличие сайта рестрикции обуславливает разделение ампликонов на два фрагмента длиной 227 и 43 п.о. Анализ длин рестрикционных продуктов проводился электрофоретическим разделением в 8% полиакриламидном геле (ПААГ) с последующей окраской бромистым этидием и визуализацией в

проходящем ультрафиолетовом свете при помощи трансиллюминатора «ETS Vilber-Lourmat».

В качестве маркера молекулярного веса использовали продукты рестрикции ДНК фага  $\lambda$  (инкубация с эндонуклеазой *Pst I*). Таким образом, генотипу Pro/Pro соответствовали нерестрицированные фрагменты длиной 270 п.о., генотипу Pro/Ala – три фрагмента длиной 270, 227 и 43 п.о., а генотипу Ala/Ala – два фрагмента длиной 227 и 43 п.о.

#### 2.3.8.6. Определение Gly482Ser полиморфизма гена *PPARGC1A*

Gly482Ser полиморфизм гена *PGC1A* (rs8192678) определяли в соответствии с методикой, предложенной Esterbauer et al. (2002). ПЦР осуществляли с помощью двухпраймерной системы (праймеры синтезированы в НПФ «ЛИТЕХ»):

Прямой праймер (CoF): 5'-GAGCCGAGCTGAACAAGCAC-3';

Обратный праймер (CoR): 5'-GGAGACACATTGAACAATGAATAGGATTG-3'.

Реакционная смесь для ПЦР состояла из следующих компонентов:

Деионизированная вода	4,5 мкл
Буфер 10-кратный («СибЭнзим»)	1,8 мкл
dNTP (5мМ)	0,9 мкл
Праймер CoF	0,3 мкл (3 пМ)
Праймер CoR	0,3 мкл (3 пМ)
Тaq-полимераза («СибЭнзим»)	0,2 мкл (1 ед)

Для амплификации специфических фрагментов гена *PGC1A* в реакционную смесь добавляли  $\approx 100$  нг (2-3 мкл) ДНК и использовали следующий температурный режим ПЦР на термоциклере «Терцик»:

1	95°C – 5 мин	1 цикл
<hr/>		
	95°C – 1 мин	
2	60°C – 1 мин	30 циклов
	72°C – 1 мин	
<hr/>		
3	72°C – 5 мин	1 цикл

Продуктами амплификации данной ПЦР являлись фрагменты ДНК длиной 238 п.о. Наличие замены нуклеотида А на G в положении 1444 8-го экзона гена *PGC1A* создает для эндонуклеазы *MspI* сайт рестрикции (C↓CGG) (рис 2.6.).

#### **Состав рестрикционной смеси:**

Деионизированная вода	6,5 мкл
Буфер Tango («Fermentas»)	1,5 мкл
<i>MspI</i> («Fermentas»)	0,4 мкл (4 ед)

Инкубацию рестрикционной смеси (8,4 мкл) с продуктами амплификации (6 мкл) проводили в отдельной пробирке в термостате при 37°C (на ночь).

Наличие сайта рестрикции обуславливает разделение ампликонов на два фрагмента длиной 171 и 67 п.о. Анализ длин рестрикционных продуктов проводился электрофоретическим разделением в 8% полиакриламидном геле (ПААГ) с последующей окраской бромистым этидием и визуализацией в проходящем ультрафиолетовом свете при помощи трансиллюминатора «ETS Vilber-Lourmat».

В качестве маркера молекулярного веса использовали продукты рестрикции ДНК фага λ (инкубация с эндонуклеазой *Pst I*). Таким образом, генотипу Ser/Ser соответствовали нерестрицированные фрагменты длиной 238

п.о., генотипу Gly/Ser – три фрагмента длиной 238, 171 и 67 п.о., а генотипу Gly/Gly – два фрагмента длиной 171 и 67 п.о.

### 2.3.8.7 Определение Ser12Thr полиморфизма гена *TFAM*

Ser12Thr полиморфизм гена *TFAM* (rs1937) определяли по собственной методике (Ahmetov I.I. et al., 2009). ПЦР осуществляли с помощью двухпраймерной системы (праймеры синтезированы в НПФ «ЛИТЕХ»):

Прямой праймер (TF1): 5'-CCAGGAGGCTCTCCGAGATTGG-3';

Обратный праймер – (TF2) 5'-ACCAGGGTGACTCTGAACTCCTA-3'.

Реакционная смесь для ПЦР состояла из следующих компонентов:

Деионизированная вода	6,3 мкл
Буфер 10-кратный («СибЭнзим»)	1,25 мкл
dNTP (5мМ)	1,25 мкл
Праймер TF1	0,5 мкл (4 пМ)
Праймер TF2	0,5 мкл (4 пМ)
Тақ-полимераза («СибЭнзим»)	0,2 мкл (1 ед)

Для амплификации специфических фрагментов гена *TFAM* в реакционную смесь добавляли ≈100 нг (2-3 мкл) ДНК и использовали следующий температурный режим ПЦР на термоциклере «Терцик»:

1	95°C – 5 мин	1 цикл
<hr/>		
	95°C – 1 мин	
2	63°C – 1 мин	30 циклов
	72°C – 1 мин	
<hr/>		

---

3      72°C – 5 мин      1 цикл

Продуктами амплификации данной ПЦР являлись фрагменты ДНК длиной 267 п.о. Наличие замены нуклеотида С на G в 1-м экзоне гена *TFAM* создает для эндонуклеазы BstDE I сайт рестрикции (C↓TGAG) (рис 2.9.).

#### **Состав рестрикционной смеси:**

Деионизированная вода	5,88 мкл
G буфер («СибЭнзим»)	1 мкл
BstDE I («СибЭнзим»)	0,12 мкл (2,4 ед)

Инкубацию рестрикционной смеси (7 мкл) с продуктами амплификации (6 мкл) проводили в отдельной пробирке в термостате при 60 °С (на ночь).

Наличие сайта рестрикции обуславливает разделение ампликонов на два фрагмента длиной 184 и 83 п.о. Анализ длин рестрикционных продуктов проводился электрофоретическим разделением в 8% полиакриламидном геле (ПААГ) с последующей окраской бромистым этидием и визуализацией в проходящем ультрафиолетовом свете при помощи трансиллюминатора «ETS Vilber-Lourmat».

В качестве маркера молекулярного веса использовали продукты рестрикции ДНК фага  $\lambda$  (инкубация с эндонуклеазой *Pst I*). Таким образом, генотипу Thr/Thr соответствовали нерестрицированные фрагменты длиной 267 п.о., генотипу Ser/Thr – три фрагмента длиной 267, 184 и 83 п.о., а генотипу Ser/Ser – два фрагмента длиной 184 и 83 п.о.

#### **2.3.8.8. Определение Ala55Val полиморфизма гена *UCP2***



Ala55Val полиморфизм гена *UCP2* (rs660339) определяли в соответствии с методикой, предложенной Kubota et al. (1998). ПЦР осуществляли с помощью двухпраймерной системы (праймеры синтезированы в НПФ «ЛИТЕХ»):

Прямой праймер (U2-F): 5'-CTGGGAGTCTTGATGGTGTCTAC-3';

Обратный праймер – (U2-R) 5'-CACCGCGGTACTGGGCGTTG-3' (третий с конца нуклеотид в праймере U2-R (Т) не комплементарен амплифицируемому отрезку ДНК, но необходим для создания искусственного сайта рестрикции GTC↓AAC).

Реакционная смесь для ПЦР состояла из следующих компонентов:

Деионизированная вода	6,3 мкл
Буфер 10-кратный («СибЭнзим»)	1,25 мкл
dNTP (5мМ)	1,25 мкл
Праймер U2-F	0,5 мкл (4 пМ)
Праймер U2-R	0,5 мкл (4 пМ)
Тaq-полимераза («СибЭнзим»)	0,2 мкл (1 ед)

Для амплификации специфических фрагментов гена *UCP2* в реакционную смесь добавляли ≈100 нг (2-3 мкл) ДНК и использовали следующий температурный режим ПЦР на термоциклере «Терцик»:

1	95°C – 5 мин	1 цикл
<hr/>		
	95°C – 1 мин	
2	63°C – 1 мин	30 циклов
	72°C – 1 мин	
<hr/>		
3	72°C – 5 мин	1 цикл

Продуктами амплификации данной ПЦР являлись фрагменты ДНК длиной 199 п.о. Наличие замены нуклеотида С на Т гена *UCP2* создает для эндонуклеазы *Hind II* сайт рестрикции (GTC↓AAC) (рис 2.10.).

#### Состав рестрикционной смеси:

Деионизированная вода	5,8 мкл
G буфер («СибЭнзим»)	1 мкл
<i>Hind II</i> («СибЭнзим»)	0,2 мкл (2 ед)

Инкубацию рестрикционной смеси (7 мкл) с продуктами амплификации (6 мкл) проводили в отдельной пробирке в термостате при 37 °С (на ночь).

Наличие сайта рестрикции обуславливает разделение ампликонов на два фрагмента длиной 180 и 19 п.о. Анализ длин рестрикционных продуктов проводился электрофоретическим разделением в 8% полиакриламидном геле (ПААГ) с последующей окраской бромистым этидием и визуализацией в проходящем ультрафиолетовом свете при помощи трансиллюминатора «ETS Vilber-Lourmat».

В качестве маркера молекулярного веса использовали продукты рестрикции ДНК фага  $\lambda$  (инкубация с эндонуклеазой *Pst I*). Таким образом, генотипу Ala/Ala соответствовали нерестрицированные фрагменты длиной 199 п.о., генотипу Ala/Val – три фрагмента длиной 199, 180 и 19 п.о., а генотипу Val/Val – два фрагмента длиной 180 и 19 п.о.

#### Перечень оборудования лаборатории молекулярной генетики

№	Наименование	Год выпуска	Количество	Для каких целей используется
1	Многоканальный амплификатор	2009	6	Проведение амплификации

	ДНК «Терцик» с дисплеем. 4 канала по 10*0,5 мл. (НПФ «ДНК-технология», Россия).			(полимеразной цепной реакции)
2	ПЦР-бокс универсальный (НПФ «ДНК-технология», Россия).	2009	1	Бокс предназначен для чистой работы с ДНК-пробами при проведении ПЦР-диагностики.
3	Бокс абактериальной воздушной среды БАВ-ПЦР-«Ламинар-С» (Россия)	2010	1	Бокс предназначен для чистой работы с ДНК-пробами при проведении ПЦР-диагностики.
4	Центрифуга «Pico 17», 24 места, 13300 об/мин (Heraeus, Германия)	2009	1	Центрифугирование
5	Микроцентрифуга-Вортекс Микроспин 2400 об/мин (BioSan, Латвия)	2009	3	Центрифугирование
6	Источник питания «Эльф-4» (5-400 V, 80W) (НПФ «ДНК-технология», Россия)	2009	3	Для регуляции выходного напряжения и мощности тока при проведении электрофореза
7	Трансиллюминатор ЕСХ-20М (Vilber Lourmat, Франция), 20x20 см	2009	1	Для визуализации результатов электрофореза
8	Видео-система GelImager, программное обеспечение (Россия)	2009	1	Для документации результатов электрофореза
9	Насос с колбой-ловушкой и устройством для пробоотбора (Литех, Россия)	2009	1	Пробоотбор надосадочной жидкости при выделении ДНК из биоматериала
10	Термостат твердотельный ТТ-1 «Термит», 40x1,5 мл, 28x0.5мл (НПФ «ДНК-технология», Россия)	2009	6	Инкубация биопроб при различных температурных режимах

1 1	Морозильная камера Liebherr GNes 3076, Германия	2009	4	Хранение биоматериала и реактивов при -28 С
1 2	Лабораторные весы Acom JW-1-200, Корея	2009	1	Взвешивание реактивов
1 3	Камера для вертикального электрофореза на два геля VE-20, Helicon	2009	4	Проведение вертикального электрофореза
1 4	Камера для горизонтального электрофореза SE-2, 170 x 120 мм, Helicon	2009	2	Проведение горизонтального электрофореза
1 5	Вакуумный отсасыватель OM-1, Россия	2010	1	Пробоотбор надосадочной жидкости при выделении ДНК из биоматериала
1 6	Холодильник	2009	2	Хранение биоматериала и реактивов при -20-+4С

## **ГЛАВА 3. ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ**

### **3.1. Морфологические характеристики юных футболистов на этапе начальной спортивной подготовки и этапе спортивного совершенствования.**

Как показали результаты проведенного исследования, на перспективность юных футболистов влияют следующие параметры линейные размеры тела, соматотип, вегетативный тонус, показатель кардио-респираторного взаимодействия (индекс Хильдебранта), индекс функциональных изменений (ИФИ), уровень общей физической работоспособности, результаты педагогического тестирования.

Исследование антропометрических данных юных спортсменов различных возрастных групп представлено в табл. 3.

Таблица 4. - Основные антропометрические характеристики юных футболистов в зависимости от возраста.

Возраст (количество)	<b>U -8 n = 98</b>	<b>U - 9 n = 34</b>	<b>U - 10 n = 34</b>	<b>U - 11 n = 23</b>	<b>U - 12 n = 25</b>
Длина тела, см P<0,0001	129,5±0,53***	138,2±1,0***	139,6±1,1***	145,4±1,4***	149,2±1,6***
Масса тела, кг P<0,0001	27,2±0,3***	32,6±0,7***	32,9±0,8***	36,7±1,2***	38,7±1,6***
ИМТ P<0,0001	15,94±0,14***	16,8±0,24***	16,71±0,24***	17,12±0,35***	17,0±0,39***

Как видно из табл. 4, каждый год у юных футболистов отмечается прирост роста, веса и индекса массы тела. В доступной литературе мы не встретили работ, анализирующих антропометрические характеристики юных футболистов 8-9 лет, однако Canhadas et al., 2010 изучали росто-весовые показатели у бразильских юных футболистов 10-13 лет [115]. Результаты сравнительного анализа показали, что в 10-11-12 летнем возрасте бразильские и русские футболисты не различаются по росту, однако бразильские футболисты имеют большую массу тела и больший индекс массы тела во всех сравниваемых возрастных периодах. При этом у юных футболистов, принимавших участие в нашем исследовании, не было обнаружено избыточной массы тела, характерной для сегодняшних школьников этой же возрастной группы. Эти результаты демонстрируют, что мальчики, отобранные для занятий футболом, имеют адекватные характеристики роста и развития. Более того, эти данные могут быть связаны с интенсивностью тренировочных нагрузок, результатами предварительного отбора при поступлении в детско-юношескую спортивную школу и уровнем физической активности мальчиков. При сравнении с мальчиками 10-11 лет, обучающихся в образовательной школе, по данным М.В. Антроповой, мальчики 10 лет имеют большую массу тела и более высокий индекс массы тела [5], однако в возрасте 11 лет эти показатели не отличаются от значений, характерных для юных футболистов. При этом рост школьников и юных футболистов не различался.

При определении соматотипа юных спортсменов на этапе начальной спортивной подготовки было выявлено (рис.1), что преобладающим соматотипом является микросоматический тип, кроме того, наблюдается полное отсутствие юных футболистов макросоматического типа.

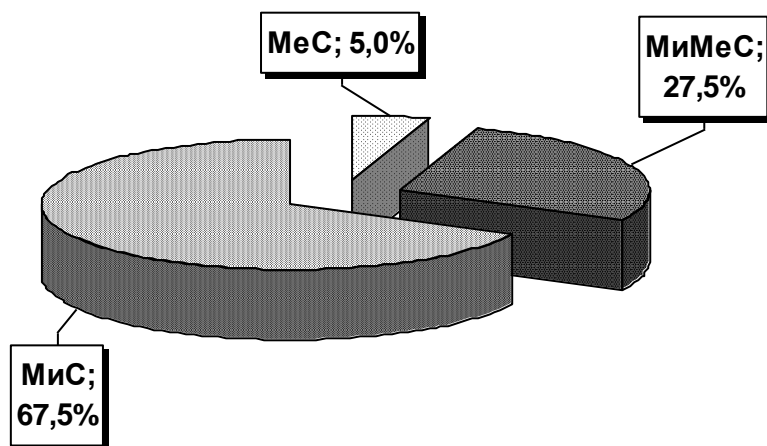


Рисунок 1. – Соматотипы юных футболистов на начальном этапе спортивной подготовки.

Вместе с тем, через 3 года, нами вновь был определен соматотип у этих же юных футболистов, находящихся на этапе спортивного совершенствования (рис.2). Распределение соматотипа на этапе спортивного совершенствования следующее: преобладающим соматотипом является микросоматотип, однако следует отметить, что в ходе отсева, наибольший процент ушедших составили микросоматики. Далее по частоте встречаемости идут мезосоматики и микромезосоматики, являющиеся переходным соматотипом и могут быть отнесены к мезосоматикам. Наименьший процент составили юные футболисты макросоматического типа.

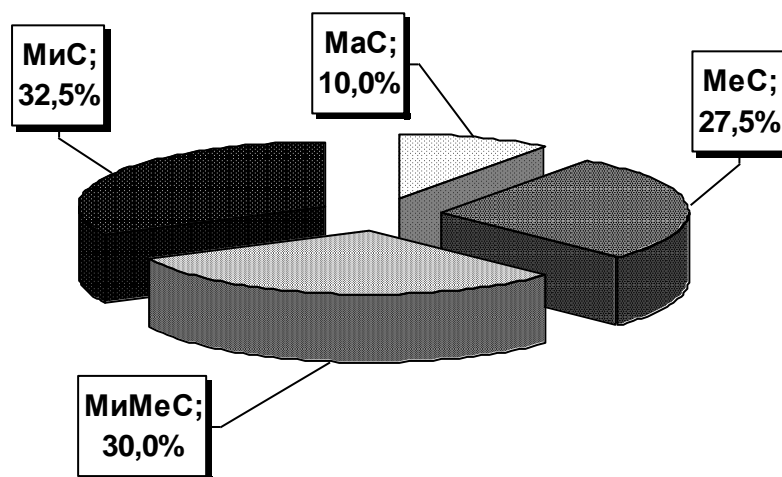


Рисунок 2. – Соматотипы юных футболистов на этапе спортивного совершенствования.

В связи с чем, необходимо сделать вывод о том, что определение соматотипа на начальном этапе спортивной подготовки будет малоэффективным, так как претерпевает значительные изменения в процессе взросления.

Оценивая антропометрические характеристики юных футболистов разных соматотипов необходимо отметить, что наибольшая динамика прироста длины (рис.3) и массы тела (рис. 4) выявлена у юных спортсменов макросоматического типа.

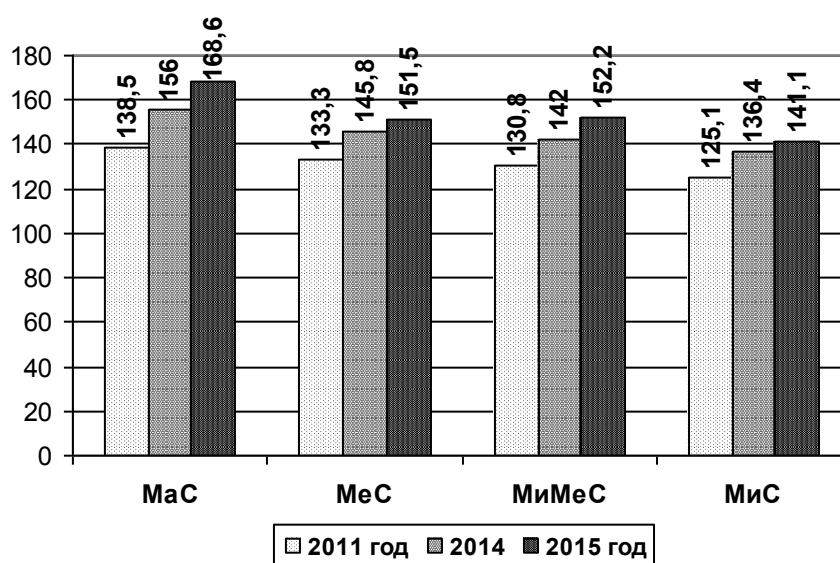


Рисунок – 3. Динамика прироста длины тела юного футболиста в зависимости от соматотипа.

Прирост длины тела макросоматиков составил более 30 см, в то время как мезосоматики и микромезосоматики выросли чуть более 20 см, наименьший прирост был отмечен в группе юных футболистов микросоматического типа и составил менее 20 см.

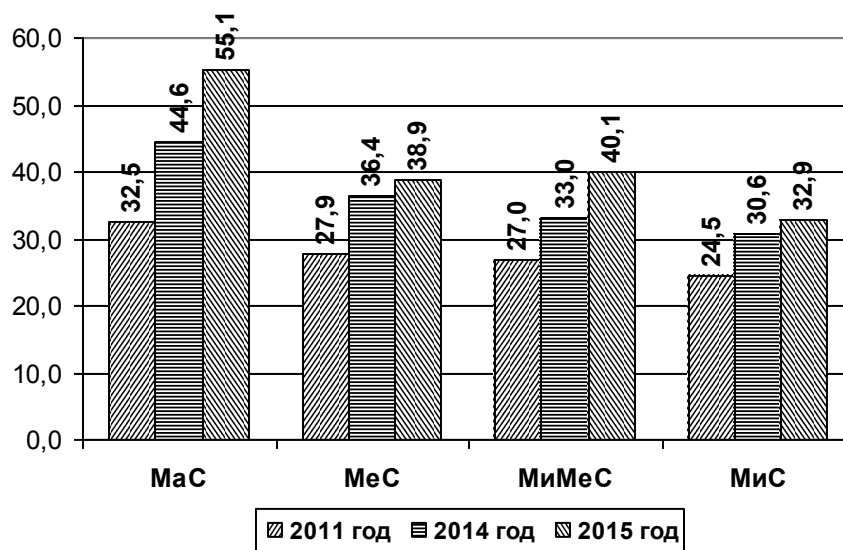


Рисунок – 4. Динамика прироста массы тела юного футболиста в зависимости от соматотипа.

Та же тенденция прослеживается и с приростом массы тела, наибольший прирост массы тела был отмечен у юных футболистов макросоматического типа и составил более 20 кг, прирост массы тела юных футболистов микросоматического типа составил менее 10 кг.

Кроме того, в результате проведенного статистического анализа были выявлены статистически достоверные различия между морфометрическими характеристиками юных футболистов разных соматотипов (табл.5).

Был проведен статистический анализ оценки различий между морфометрическими характеристиками юных футболистов разных соматотипов.

Таблица 5. - Длиннотные размеры тела юных футболистов в 2011 году в зависимости от соматотипа, который был определен в 2014 году. Ретроспективный анализ.



Показатели	Макро соматотип	Мезо соматотип	МикроМезо соматотип	Микро соматотип	В целом
Длина тела, см	138,5±2,0	133,3±1,5	130,8±1,0	125,1±1,0	129,7±0,9
Длина верхней конечности, см	64,0±0,6	60,5±0,9	59,5±0,7	56,6±0,5	58,9±0,5
Длина нижней конечности, см	86,0±2,2	82,1±1,2	80,3±1,0	76,7±0,9	79,7±0,7

Данные, представленные в таблице 9, позволяют сделать следующие выводы.

Наибольшая величина длины тела была выявлена у группы спортсменов с макросоматотипом - 138,5±2,0 см ( $P_{\text{МаС-МиМеС}} = 0,021$ ,  $P_{\text{МаС-МиС}} < 0,001$ ). Группа спортсменов с микросоматотипом характеризуется самой меньшей величиной длины тела среди всех соматотипов - 125,1±1,0 см ( $P_{\text{МиС-МаС}} < 0,001$ ,  $P_{\text{МиС-МеС}} < 0,001$ ,  $P_{\text{МиС-МиМеС}} = 0,002$ ).

Аналогичные показатели были получены и при анализе длины верхней конечности спортсменов. Наибольшая величина длины верхней конечности была зафиксирована у группы спортсменов с макросоматотипом - 64,0±0,6 см ( $P_{\text{МаС-МиМеС}} = 0,014$ ,  $P_{\text{МаС-МиС}} < 0,001$ ). Наименьшая длина верхней конечности отмечена у группы спортсменов с микросоматотипом - 56,6±0,5 см ( $P_{\text{МиС-МаС}} < 0,001$ ,  $P_{\text{МиС-МеС}} = 0,001$ ,  $P_{\text{МиС-МиМеС}} = 0,006$ ).

При анализе длины нижней конечности спортсменов получены следующие результаты. Минимальную длину нижней конечности имела группа спортсменов с микросоматотипом - 76,7±0,9 см ( $P_{\text{МиС-МаС}} = 0,001$ ,  $P_{\text{МиС-МеС}} = 0,009$ ). Отличий между группами спортсменов с другими соматотипами не выявлено.

Таблица 6. - Широтные размеры тела юных футболистов в 2011 году в зависимости от соматотипа, который был определен в 2014 году. Ретроспективный анализ.

Показатели	Макро соматотип	Мезо соматотип	МикроМезо соматотип	Микро соматотип	В целом
Ширина м/у надмышцелками плечевой кости	6,2±0,3	5,9±0,2	6,1±0,2	5,6±0,1	5,9±0,1
Ширина костей	5,2±0,3	5,0±0,1	5,1±0,2	4,6±0,1	4,9±0,1

предплечья					
Ширина м/у мышцелками бедренной кости	9,2±0,2	9,1±0,1	9,0±0,3	8,3±0,1	8,8±0,1
Ширина костей голени над лодыжками	5,8±0,2	5,9±0,2	5,9±0,1	5,2±0,1	5,6±0,1

По поводу отличий широтных показателей в группах спортсменов с различными соматотипами, представленных в таблице 10, можно отметить следующее.

Ширина м/у надмышцелками плечевой кости в группах спортсменов с различными соматотипами, практически, одинакова и составляет, в целом, 5,9±0,1 см.

Ширина костей предплечья в группах с различными соматотипами, также, достоверно не отличается и равна, в целом, 4,9±0,1 см.

Отличий в ширине м/у мышцелками бедренной кости между группами спортсменов с различными соматотипами не выявлено. Эта ширина, в среднем, оказалась равна 8,8±0,1 см.

Ширина костей голени над лодыжками в группе спортсменов с микросоматотипом (5,2±0,1 см) статистически достоверно меньше, чем в группах с тремя другими соматотипами ( $P_{\text{МиС-МаС}} = 0,039$ ,  $P_{\text{МиС-МеС}} = 0,014$ ,  $P_{\text{МиС-МиМеС}} = 0,004$ ).

Таблица 7. - Обхватные размеры тела юных футболистов в 2011 году в зависимости от соматотипа, который был определен в 2014 году. Ретроспективный анализ.

Показатели	Макро соматотип	Мезо соматотип	МикроМезо соматотип	Микро соматотип	В целом
СПВ (обхват плеча на уровне прикрепления дельтовидной мышцы), см	20,7±0,2	19,1±0,4	19,8±0,6	18,3±0,4	19,2±0,3
СПН (обхват плеча на уровне окончания брюшка	20,3±0,2	18,9±0,3	19,0±0,4	17,8±0,3	18,6±0,2

2-главой м. плеча), см					
СПБ (обхват бедра на уровне ягодичной складки), см	42,7±2,2	40,6±0,5	40,0±0,6	38,2±0,7	39,6±0,4
СБН (обхват бедра по максимально выступающей части головок 4- главой м. бедра), см	41,3±1,3	38,9±0,5	38,5±0,7	36,5±0,5	38,0±0,4

Обхватные размеры тела спортсменов, представленные в таблице 11, оказались, практически, одинаковыми для всех групп рассматриваемых соматотипов. Можно отметить статистически достоверное отличие показателей групп спортсменов с макросоматотипом и микросоматотипом для таких размеров как СПН ( $P_{\text{Mac-Mic}} = 0,014$ ), СПБ ( $P_{\text{Mac-Mic}} = 0,032$ ), СБН ( $P_{\text{Mac-Mic}} = 0,006$ ).

Таблица 8. – Объемы грудной клетки юных футболистов и ее экскурсия в 2011 году в зависимости от соматотипа, который был определен в 2014 году. Ретроспективный анализ.

Показатели	Макро соматотип	Мезо соматотип	МикроМезо соматотип	Микро соматотип	В целом
Объем грудной клетки в спокойном состоянии, см	67,0±0,5	65,4±0,8	65,2±0,9	61,7±0,6	63,8±0,5
Объем грудной клетки на вдохе, см	71,0±0,5	68,6±0,7	68,4±1,0	65,2±0,6	67,2±0,5
Объем грудной клетки на выдохе, см	66,3±0,3	63,5±0,8	63,9±0,9	60,6±0,6	62,7±0,5

Самый меньший объем грудной клетки в спокойном состоянии был зафиксирован в группе спортсменов с микросоматотипом - 61,7±0,6 см ( $P_{\text{Mic-Mac}} = 0,024$ ,  $P_{\text{Mic-MeC}} = 0,032$ ,  $P_{\text{Mic-MiMeC}} = 0,011$ ). Объемы грудной клетки в группах с тремя другими соматотипами были, практически, одинаковыми.

Такая же тенденция выявлена и при оценке у спортсменов объема грудной клетки на вдохе. Минимальный объем грудной клетки на вдохе был выявлен в группе спортсменов с микросоматотипом -  $65,2 \pm 0,6$  см ( $P_{\text{МиС-МаС}} = 0,009$ ,  $P_{\text{МиС-МеС}} = 0,038$ ,  $P_{\text{МиС-МиМеС}} = 0,021$ ).

То же самое можно сказать и об объеме грудной клетки спортсменов на выдохе. Наименьший объем грудной клетки в на выдохе был зафиксирован в группе спортсменов с микросоматотипом -  $60,6 \pm 0,6$  см ( $P_{\text{МиС-МаС}} = 0,010$ ,  $P_{\text{МиС-МеС}} = 0,022$ ,  $P_{\text{МиС-МиМеС}} = 0,014$ ).

Таблица 13. – Масса тела, ИМТ, толщина жировых складок, динамометрия у юных футболистов в 2011 году в зависимости от соматотипа, который был определен в 2014 году. Ретроспективный анализ.

Показатели	Макро соматотип	Мезо соматотип	МикроМезо соматотип	Микро соматотип	В целом
Масса тела, кг	$32,5 \pm 0,3$	$27,9 \pm 0,7$	$27,0 \pm 0,7$	$24,5 \pm 0,4$	$26,6 \pm 0,5$
ИМТ	$16,9 \pm 0,3$	$15,4 \pm 0,2$	$15,6 \pm 0,04$	$15,5 \pm 0,2$	$15,6 \pm 0,2$
ЖПЗ (толщина ж/с на задней поверх. плеча), см	$8,0 \pm 0,0$	$8,5 \pm 1,0$	$7,0 \pm 0,4$	$6,7 \pm 0,5$	$7,3 \pm 0,3$
ЖПП (толщина ж/с на передней поверхности плеча), см	$5,7 \pm 0,3$	$4,6 \pm 0,5$	$4,2 \pm 0,4$	$4,3 \pm 0,4$	$4,4 \pm 0,2$
ЖБВ (толщина ж/с над портняжной мышцей), см	$13,0 \pm 0,0$	$10,3 \pm 1,0$	$9,2 \pm 0,6$	$9,1 \pm 0,9$	$9,7 \pm 0,5$
ЖБН (толщина ж/с над латеральной головкой 4-глав. м. бедра), см	$8,0 \pm 1,0$	$8,4 \pm 1,3$	$6,7 \pm 0,6$	$6,3 \pm 1,0$	$7,0 \pm 0,5$
Динамометрия, правая рука, кг	$14,2 \pm 2,0$	$12,8 \pm 1,2$	$12,7 \pm 0,6$	$10,8 \pm 0,5$	$11,9 \pm 0,4$
Динамометрия, левая рука, кг	$15,5 \pm 0,5$	$11,8 \pm 1,0$	$11,6 \pm 1,0$	$9,6 \pm 0,6$	$11,2 \pm 0,5$

Максимальное значение массы тела было зафиксировано в группе спортсменов с макросоматотипом -  $32,5 \pm 0,3$  кг ( $P_{\text{МаС-МеС}} = 0,012$ ,  $P_{\text{МаС-МиМеС}} = 0,001$ ,  $P_{\text{МаС-МиС}} < 0,001$ ). Минимальное значение массы тела было отмечено в

группе с микросоматотипом -  $24,5 \pm 0,4$  кг ( $P_{\text{МиС-МаС}} < 0,001$ ,  $P_{\text{МиС-МеС}} = 0,004$ ,  $P_{\text{МиС-МиМеС}} = 0,015$ ).

При сравнении значений ИМТ в группах спортсменов с различными соматотипами было выявлено статистически значимое превышение показателей группы с макросоматотипом ( $16,9 \pm 0,3$ ) над другими группами ( $P_{\text{МаС-МеС}} = 0,026$ ,  $P_{\text{МаС-МиМеС}} = 0,015$ ,  $P_{\text{МаС-МиС}} = 0,001$ ). В группах с тремя другими соматотипами ИМТ были, практически, одинаковыми.

Сравнение толщины жировой складки на задней поверхности плеча, на передней поверхности плеча, над портняжной мышцей и над латеральной головкой 4-главой мышцы бедра не выявило статистически достоверных отличий в группах спортсменов с различными соматотипами. Эти значения, в среднем, оказались равными  $7,3 \pm 0,3$  см,  $4,4 \pm 0,2$  см,  $9,7 \pm 0,5$  см,  $7,0 \pm 0,5$  см, соответственно.

Показатели динамометрии на левой и правой руках статистически не отличались в группах спортсменов с первыми тремя соматотипами. Динамометрические показатели правой руки в группе спортсменов с макросоматотипом ( $14,2 \pm 2,0$  кг) превышали показатели в группе микросоматотипом ( $10,8 \pm 0,5$  кг,  $P = 0,032$ ). Динамометрические показатели левой руки в группе спортсменов с макросоматотипом ( $15,5 \pm 0,5$  кг) также превышали показатели в группе микросоматотипом ( $9,6 \pm 0,6$  кг,  $P = 0,016$ ).

Макросомный соматотип характеризуется более длинными верхними и нижними конечностями, более широким хватом бедра по максимально выступающей части головок четырехглавой мышца бедра (рис. 3), более широким расстоянием между мышцами бедренной кости.

Следует отметить, что у юных футболистов микросоматического типа, в отличие от всех других представленных соматотипов, практически отсутствует разница в объемах бедра и голени, что свидетельствуют о недостаточном развитии мышечной системы.

Что касается объема грудной клетки в спокойном состоянии, на вдохе, на выдохе, то он достоверно выше у макросоматиков, вместе с тем, статистически

значимых различий экскурсии грудной клетки у разных соматотипов выявлено не было. Несмотря на это, следует отметить, что наибольший прирост экскурсии грудной клетки был отмечен у юных футболистов макросоматического типа (рис.5).

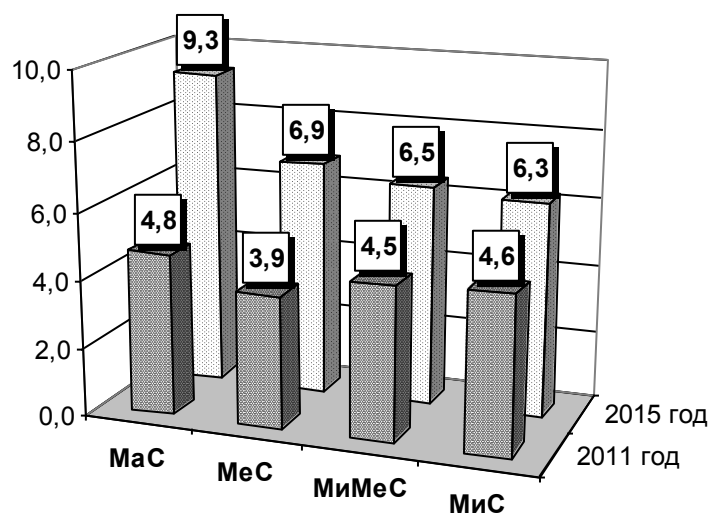


Рисунок - 5. Экскурсия грудной клетки юных футболистов на начальном этапе и этапе спортивного совершенствования (2011-2015 год).

Также не было обнаружено статистически значимых различий в зависимости от соматотипа по таким параметрам, как индекс массы тела, толщина жировой складки над латеральной головкой четырехглавой мышцы бедра, толщина жировых складок на передней и задней поверхностях плеча.

Следовательно, на этапе начальной спортивной подготовки, для более точного определения телосложения юного спортсмена, помимо длины и массы тела необходимо оценивать такие показатели, как длины конечностей, обхват бедра по максимально выступающей части головок четырехглавой мышца бедра, расстоянием между мышцелками бедренной кости, а также объем грудной клетки в спокойном состоянии, на вдохе и выдохе.

Немаловажным, как на этапе начальной спортивной подготовки, так и на этапе спортивного совершенствования является определение отношения длины нижней конечности к длине тела.

По нашим данным, на этапе начальной подготовке этот показатель составил 60,5% - 62,5%, на этапе спортивного совершенствования – 53% -

54,9%. Отдельно следует отметить, что данный показатель практически не менялся у юных футболистов в зависимости от соматотипа (рис. 6).

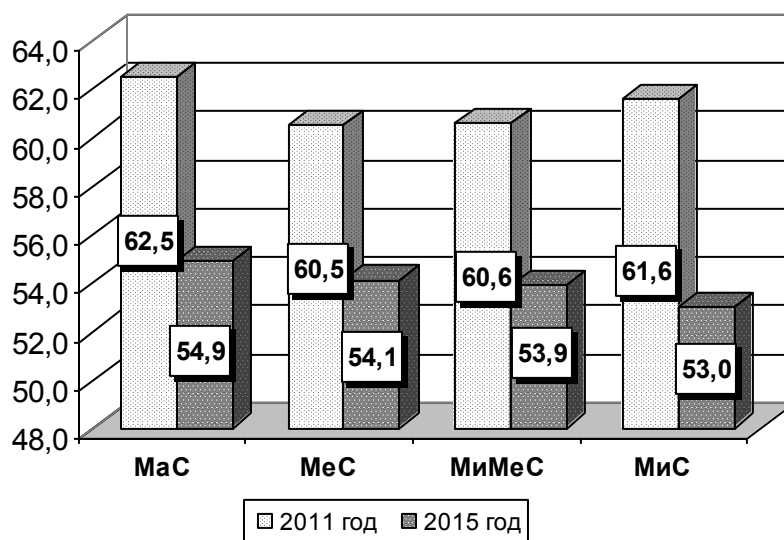


Рисунок 6. - Отношение длины нижней конечности к длине тела в зависимости от соматотипа в динамике (%), 2011 – 2015 годы.

У макросоматиков на этапе начальной спортивной подготовки данный показатель составил 62,5%, микросоматиков – 61,6%. На этапе спортивного совершенствования составил 54,9% - 53% соответственно.

Наряду с длиной и массой тела, не менее важными антропометрическими параметрами на этапе спортивного совершенствования являются обхваты бедра и голени (рис.7).

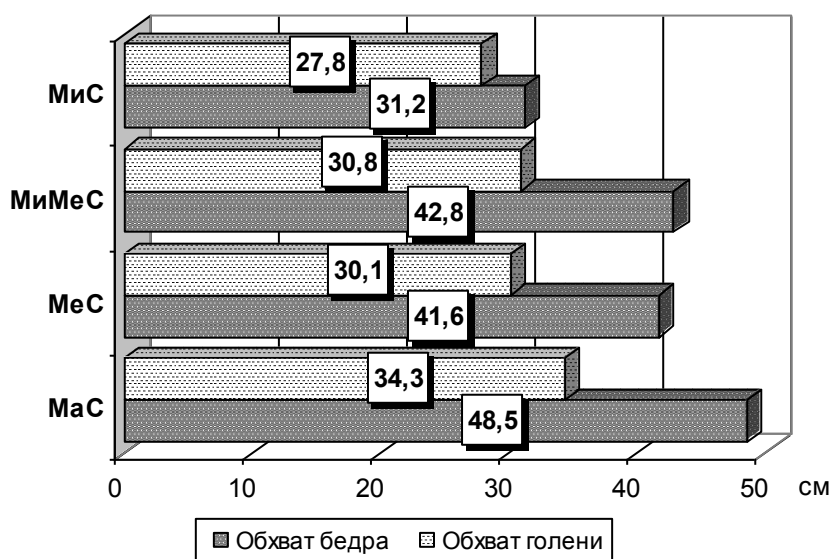


Рисунок – 7. Морфометрические характеристики юных футболистов в зависимости от соматотипа на этапе спортивного совершенствования.

### **3.2. Функциональные характеристики юных футболистов на этапе спортивного совершенствования.**

Для определения функционального состояния вегетативной нервной системы оценивались вегетативный индекс Кердо и показатель кардиореспираторного взаимодействия (индекс Хильдебранта).

В результате проведенного исследования было выявлено, что среди юных футболистов на этапе спортивного совершенствования преобладает симпатикотония, но не более 21 (по результатам оценки ВИ Кердо).

При определении индекса Хильдебранта были получены следующие результаты: в спокойном состоянии не более  $3,92 \pm 0,1$ , после физической нагрузки не более  $3,94 \pm 0,2$ . Результаты оценки индекса Хильдебранта у юных спортсменов, на этапе спортивного совершенствования, свидетельствуют о преобладании смешанного вегетативного тонуса, как в покое, так и после физической нагрузки, что свидетельствует о нормальных межсистемных соотношениях.

Однако, с целью определения взаимосвязи вегетативного тонуса, кардиореспираторного взаимодействия на уровень физической подготовленности юных футболистов, учитывая возраст и результаты педагогического тестирования, нами было выделено шесть групп спортсменов с наилучшими, удовлетворительными и неудовлетворительными результатами педагогических тестов.

При таком распределении было отмечено, что группа юных спортсменов 11-и лет с наилучшими результатами педагогических тестов в 100% имела симпатотонический тип реакции (рис. 8).



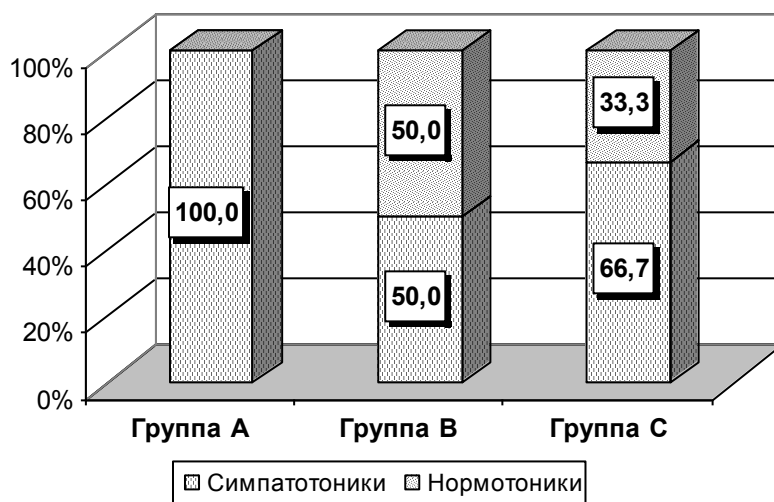


Рисунок 8. - Распределение вегетативного индекса Кердо (%) по группам у юных спортсменов 11 лет.

В группе юных футболистов 12-и лет, также более чем у 70% преобладала симпатикотония, вместе с тем, в группе детей с удовлетворительными результатами педагогических тестов была выделена группа юных спортсменов с преобладанием парасимпатикотонических влияний (рис.9)

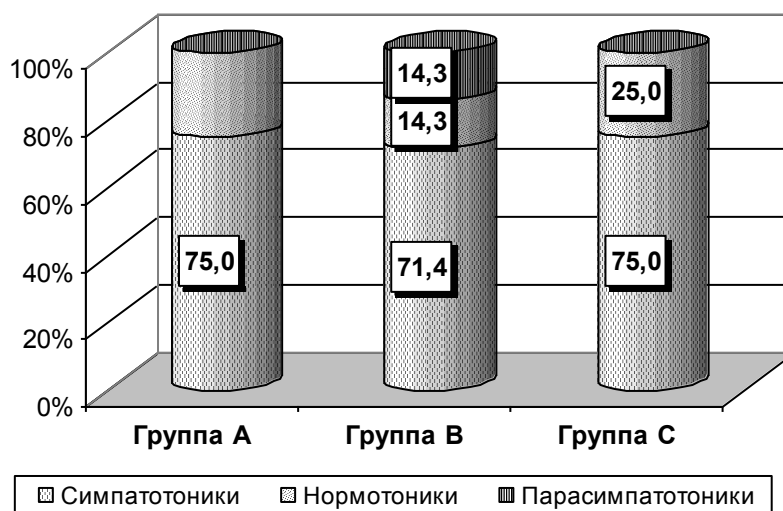


Рисунок 9. - Распределение вегетативного индекса Кердо (%) по группам у юных спортсменов 12 лет.

Показатель кардио-респираторного взаимодействия в зависимости от физической подготовленности менялся следующим образом (табл.14):

Таблица – 10. Показатели индекса Хильдебранта в зависимости от возраста и физической подготовленности юных футболистов.

Показатели ( $\bar{X} \pm \sigma$ )	Индекс Хильдебранта (11 лет)		Индекс Хильдебранта (12 лет)	
	в покое	после нагрузки	в покое	после нагрузки
Группа А с наилучшими результатами педагогических тестов	3,33±0,34	3,8±0,34	3,74±0,15	3,73±0,43
Группа В удовлетворительными результатами педагогических тестов	3,84±0,16	3,29±0,28	4,3±0,24	4,77±0,2
Группа С с неудовлетворительны ми результатами педагогических тестов	3,7±0,21	3,76±0,35	4,29±0,71	4,68±0,32

Следует отметить, что в группах В и С спортсменов 12-и лет, после физической нагрузки, индекс Хильдебранта составил 4,77 и 4,68 соответственно, что свидетельствует о тенденции к преобладанию у них симпатического тонуса, который указывает на расслабление в деятельности отдельных висцеральных систем и может свидетельствовать о перенапряжении и переутомлении.

Индекс функциональных изменений (ИФИ) или адаптационный потенциал (АП) по Баевскому составил 1,66±0,26. Полученный результат, свидетельствует об удовлетворительной адаптации юных спортсменов на этапе спортивного совершенствования.

### **3.3. Результаты педагогического тестирования в зависимости от морфологических, функциональных характеристик юных футболистов на этапе спортивного совершенствования.**

Среди остальных критериев отбора, немаловажным является определение уровня физической подготовленности, которая была оценена нами по результатам педагогических тестов и определению общей физической работоспособности.

В таблице 11 представлен уровень физической подготовленности юных футболистов в зависимости от соматотипа.

Таблица 11. - Уровень физической подготовленности юных футболистов в зависимости от соматотипа.

Показатели	Макро соматотип	Мезо соматотип	МикроМезо соматотип	Микро соматотип	В целом
Бег 15 м, сек	2,78±0,07	2,84±0,03	2,81±0,02	3,39±0,56	3,03±0,21
Бег 30 м, сек	5,15±0,16	5,13±0,05	5,17±0,05	5,21±0,05	5,18±0,03
Прыжок с места, см	191,7±15,3	186,5±3,3	184,5±3,5	163,1±12,2	177,4±5,1
Тест на координацию «Бумеранг», сек	12,28±0,22	12,23±0,24	12,23±0,19	11,97±0,10	12,14±0,09

Статистически достоверных отличий показателей в группах спортсменов с различными соматотипами, представленных в таблице 15, не выявлено. Хотя можно отметить, что результаты, показанные спортсменами группы с микросоматотипом в беге на 15 м и 30 м несколько выше, чем в трех других группах. А прыжок с места в этой группе несколько короче, чем в других группах.

Наилучшие результаты в беге на 15м, 30м и прыжке в длину с места были отмечены у юных футболистов макросоматического типа (рис.10, рис.11).

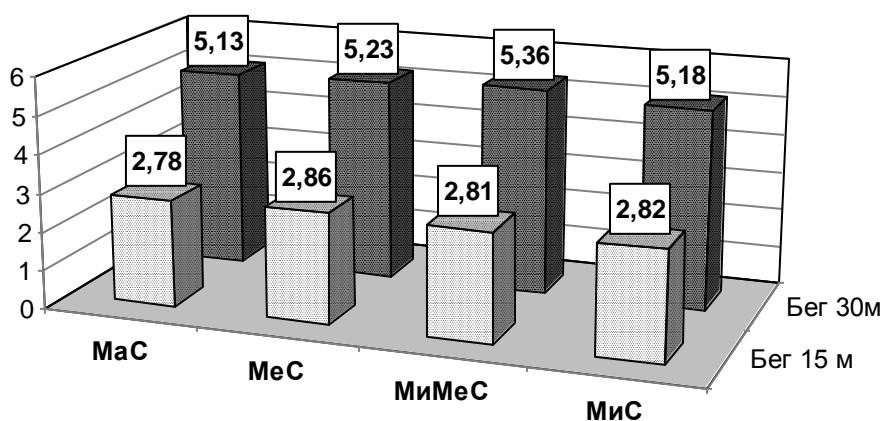


Рисунок – 10. Результаты бега на 15м и 30м среди юных футболистов разных соматотипов на этапе спортивного совершенствования, сек.

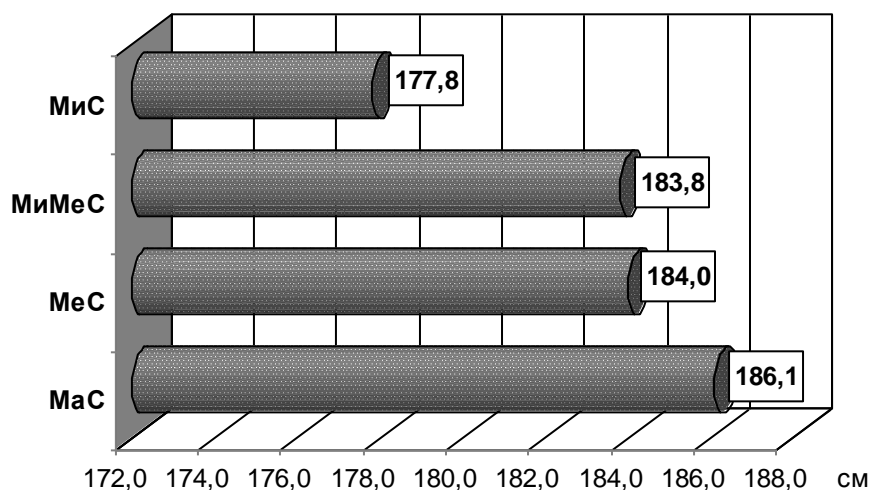


Рисунок – 11. Результаты прыжка в длину с места среди юных футболистов разных соматотипов на этапе спортивного совершенствования, см.

Результаты прыжка в длину с места в среднем составили свыше 183 см и только у юных футболистов микросоматического типа были результаты данного теста были ниже.

Однако статистически значимых различий в зависимости от соматотипа получено не было, в связи с чем, было решено провести анализ исходя из уровня физической подготовленности и с учетом возрастных особенностей юных футболистов (табл. 16, табл.17). Нами было выделено 6 групп спортсменов, в которых учитывались возраст и результаты педагогического тестирования.

Таблица 12. - Физическая подготовленность и морфометрические характеристики футболистов 11 лет.

Показатели	Группа А	Группа В	Группа С	В целом
Длина тела, см	143,6±1,3	140,0±2,1	137,2±2,6	140,3±1,3
Масса тела, кг	32,4±1,1	33,1±1,3	31,8±2,0	32,6±0,8
ИМТ	16,1±0,4	17,0±0,3	16,8±0,4	16,6±0,3
Бег 15 м, сек	2,75±0,02	2,86±0,01	2,92±0,02	2,85±0,02
Бег 30 м, сек	4,98±0,05	5,23±0,03	5,36±0,02	5,19±0,04
Прыжок с места, см	197,0±4,6	162,8±16,3	163,0±0,5	172,2±8,7
Тест на координацию «Бумеранг», сек	11,68±0,20	12,23±0,13	12,26±0,26	12,09±0,11

Сравнение таких показателей как длина тела спортсменов, масса тела, ИМТ, представленных в табл. 11, статистически достоверных отличий между группами не выявило.

Что касается результатов бега на 15 метров, то быстрее всех эту дистанцию пробежали спортсмены из группы А – за  $2,75 \pm 0,02$  сек. ( $P_{A-B} < 0,001$ ,  $P_{A-C} < 0,001$ ).

30 метров также быстрее пробежали спортсмены из группы А – за  $4,98 \pm 0,05$  сек. ( $P_{A-B} < 0,001$ ,  $P_{A-C} < 0,001$ ).

При сравнении результатов прыжков с места достоверных отличий между группами не выявлено, хотя можно отметить, что у спортсменов группы А результаты несколько лучше, чем у спортсменов двух других групп.

Анализ результатов теста «Бумеранг» не выявил отличий между группами.

Таблица 13. - Физическая подготовленность и морфометрические характеристики футболистов 12 лет.

Показатели	Группа А	Группа В	Группа С	В целом
Длина тела, см	$146,5 \pm 5,8$	$145,8 \pm 3,3$	$145,0 \pm 2,5$	$145,5 \pm 1,8$
Масса тела, кг	$34,8 \pm 4,9$	$36,9 \pm 3,0$	$36,7 \pm 1,6$	$36,5 \pm 1,4$
ИМТ	$16,1 \pm 0,4$	$17,3 \pm 0,7$	$17,4 \pm 0,4$	$17,2 \pm 0,4$
Бег 15 м, сек	$2,67 \pm 0,03$	$2,76 \pm 0,03$	$2,85 \pm 0,02$	$2,80 \pm 0,02$
Бег 30 м, сек	$4,83 \pm 0,06$	$5,12 \pm 0,09$	$5,28 \pm 0,04$	$5,16 \pm 0,05$
Прыжок с места, см	$209,3 \pm 6,5$	$186,8 \pm 2,0$	$174,6 \pm 2,9$	$183,8 \pm 3,6$
Тест на координацию «Бумеранг», сек	$11,62 \pm 0,18$	$12,04 \pm 0,13$	$12,45 \pm 0,23$	$12,20 \pm 0,15$

При сравнении значений длины тела спортсменов, масса тела, ИМТ (табл. 12), статистически достоверных отличий между группами не выявлено.

Дистанцию 15 метров спортсмены из группы А пробежали быстрее спортсменов из группы С ( $P_{A-C} = 0,003$ ).

30 метров спортсмены из группы А также пробежали быстрее спортсменов из группы С ( $P_{A-C} = 0,001$ ).

Дальше всех прыгнули с места спортсмены из группы А – на  $209,3 \pm 6,5$  см ( $P_{A-B} = 0,008$ ,  $P_{A-C} < 0,001$ ).

Анализ результатов теста «Бумеранг» не выявил отличий между группами.

Тест «Бумеранг», который является более специфичным для футбола, был удовлетворительно пройден всеми группами юных спортсменов (рис.12).

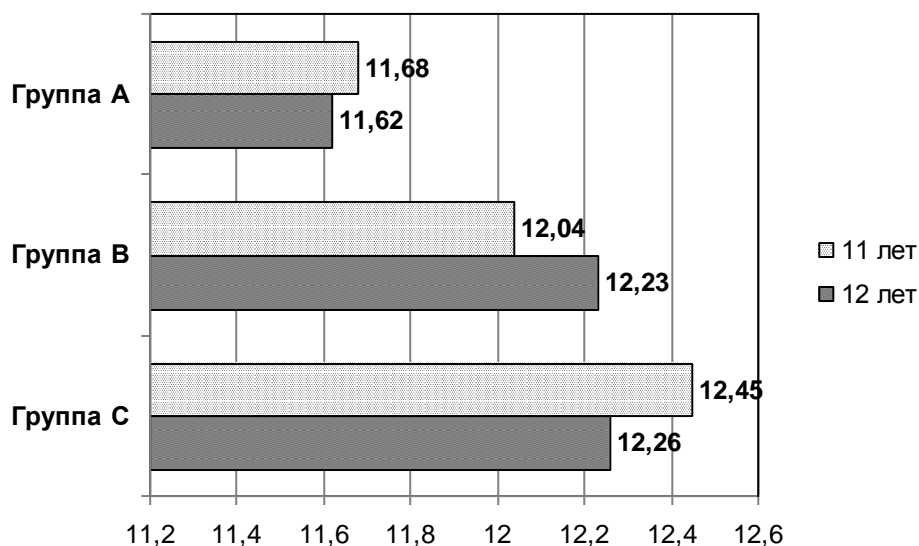


Рисунок – 12. Результаты теста «Бумеранг» у юных футболистов 11 и 12 лет, в зависимости от уровня подготовленности.

Что касается распределения соматотипов в зависимости от результатов педагогических тестов, оно было следующим (рис.13): юные футболисты, с удовлетворительными результатами педагогических тестов, преимущественно макросоматики и мезосоматики, наибольшее число юных спортсменов с неудовлетворительными результатами педагогического тестирования у микросоматического типа.

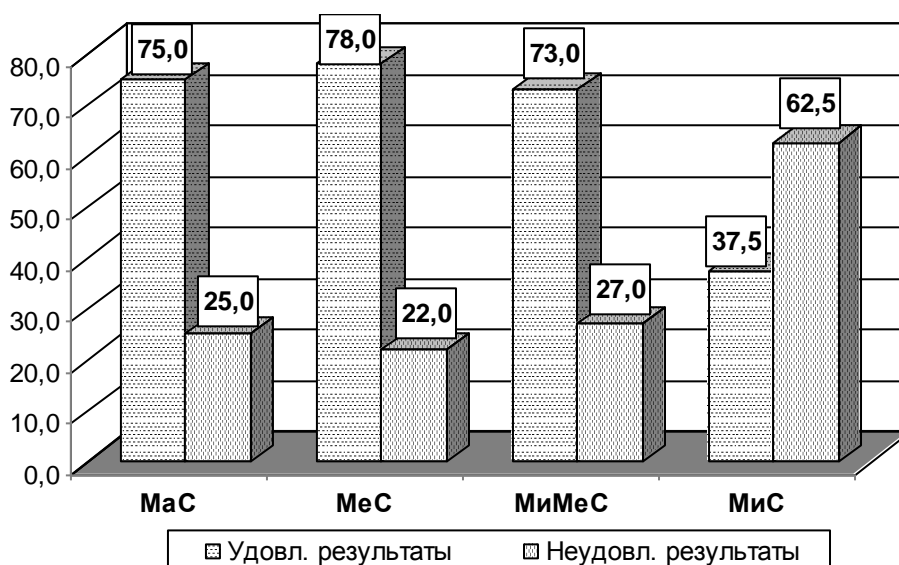


Рисунок 13. - Результаты педагогического тестирования юных футболистов в зависимости от соматотипа на этапе спортивного совершенствования (%).

Что касается общей физической работоспособности, то наилучшие результаты были показаны юными футболистами макросоматического типа (рис 14).

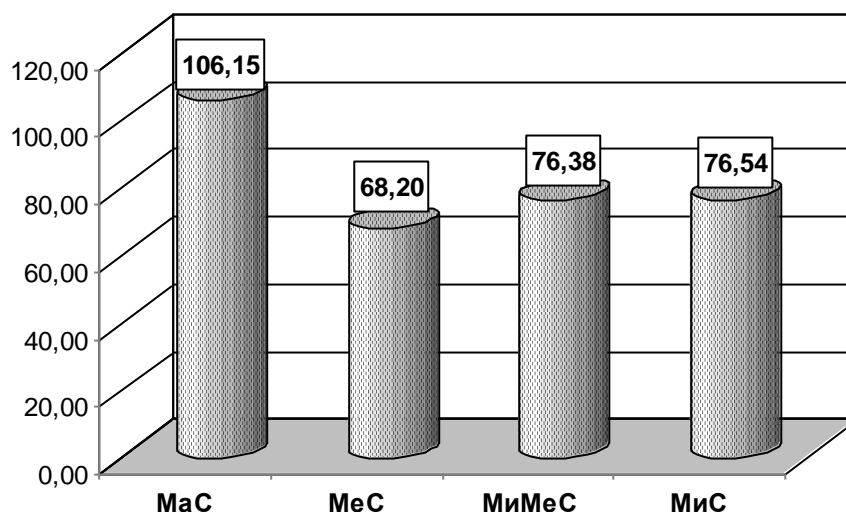


Рисунок 14. - Уровень физической работоспособности (ИГСТ) в зависимости от соматотипа на этапе спортивного совершенствования.

Отдельно следует отметить, что наименьшая общая физическая работоспособность была выявлена у юных футболистов мезосомного типа, в то время как микросоматики и микромезосоматики показали средние результаты.

### 3.4. Генетические характеристики юных футболистов, основанные на «модельных характеристиках» высококвалифицированных футболистов.

Последние достижения в области спортивной генетики открыли новые возможности в определении предрасположенности к выполнению физических нагрузок различной интенсивности и длительности, а также в диагностике и профилактике патологий спортсменов, развитие которых связано с чрезмерными тренировочными нагрузками. Фактически, для определенных видов спорта можно идентифицировать набор генетических маркеров определяющих индивидуальные способности человека к выполнению различных физических упражнений, о дифференциальной наследственной предрасположенности к тем или иным видам спортивной деятельности. Генетические маркеры, определяющие предрасположенность к развитию и проявлению физических качеств характеризуют так называемый генотип успешного спортсмена.

В результате проведенного генетического исследования, нами были выявлены различия в распределении генотипов (табл. 18) и аллелей (табл. 19) генов *ACE*, *ACTN3*, *PPARA* и *UCP2* между совокупной выборкой футболистов (n=241) и контрольной группой (n=872). При этом аллели *ACE D*, *ACTN3 R577*, *PPARA C*, *UCP2 55V* преобладали в группе футболистов по сравнению с контрольной группой. Таким образом, вышеуказанные 4 генетических маркера (*ACE D*, *ACTN3 R577*, *PPARA C*, *UCP2 55V*) можно отнести к маркерам предрасположенности к занятиям футболом. Данные маркеры расположены в генах, участвующих в регуляции сосудистого тонуса, роста скелетных мышц и миокарда (*ACE*), сокращении быстрых мышечных волокон (*ACTN3*), регуляции метаболизма углеводов и жиров (*PPARA*), а также в термогенезе и обеспечении метаболической эффективности мышечной деятельности (*UCP2*).

Таблица 14. - Распределение генотипов среди футболистов и лиц контрольной группы

Ген	Частота генотипов	Частота генотипов среди лиц	<i>P</i>
-----	-------------------	-----------------------------	----------



	среди футболистов, %				контрольной группы, %				
	<i>n</i>	II	ID	DD	<i>n</i>	II	ID	DD	
<i>ACE</i>	213	20,7	28,6	50,7	674	27,75	46,75	25,5	<0.0001*
<i>ACTN3</i>	240	RR	RX	XX	667	RR	RX	XX	0.0268*
<i>PPARA</i>	241	GG	GC	CC	788	GG	GC	CC	<0.0001*
<i>PPARD</i>	196	TT	TC	CC	872	TT	TC	CC	0.4067
<i>PPARG</i>	241	PP	PA	AA	847	PP	PA	AA	0.2687
<i>PPARGC1A</i>	193	GG	GS	SS	840	GG	GS	SS	0.8014
<i>TFAM</i>	192	SS	ST	TT	586	SS	ST	TT	0.9295
<i>UCP2</i>	196	AA	AV	VV	765	AA	AV	VV	0.0092*

\* $P < 0.05$ , статистически значимые различия между футболистами и лицами контрольной группы.

Таблица 15. - Сравнение частот минорных аллелей генов-кандидатов между футболистами и контрольной группой.

Ген	Минорный аллель (МА)	Футболисты		Контрольная группа		<i>P</i>
		<i>n</i>	Частота МА, %	<i>n</i>	Частота МА, %	
<i>ACE</i>	D	213	65.0	674	48.9	<0.0001*
<i>ACTN3</i>	577X	240	32.5	667	39.6	0.0071*
<i>PPARA</i>	rs4253778 C	241	24.3	788	17.3	0.0007*
<i>PPARD</i>	rs2016520 C	196	12.8	872	15.1	0.2607
<i>PPARG</i>	12A	241	15.6	847	14.0	0.4079
<i>PPARGC1A</i>	482S	193	33.7	840	32.6	0.7341

<i>TFAM</i>	12T	192	8.9	586	8.4	0.8867
<i>UCP2</i>	55V	196	44.4	765	35.8	0.0022*

MA – минорный аллель (то есть аллель, встречающийся в популяции с частотой < 50%). \*P<0.05 – статистически значимые различия между выборками.

В таблице 16 представлено распределение частот генотипов и аллелей по кандидатным генам у юных футболистов до и после отбора и сравнение с контрольной группой. Значимые различия видны только для полиморфизма G/C гена *PPARA*. При этом по частоте встречаемости аллеля C наблюдается процесс отбора юных футболистов: минимальная частота обнаруживается в контрольной группе, а максимальная - в группе детей после отбора (17,3% → 22,9% → 24,6%; P=0.009 для линейной зависимости).

Таблица 16. - Распределение частот генотипов и аллелей по кандидатным генам у юных футболистов до и после отбора и сравнение с контрольной группой.

<i>ACTN3</i>	n	RR	RX	XX	R, %	P
Контрольная группа	667	257	292	118	60,4	-
Дети до отбора	107	45	49	13	64,9	0.207
Дети после отбора	59	21	27	11	58,5	0.679
<i>PPARA</i>	n	GG	GC	CC	C, %	P
Контрольная группа	788	540	224	24	17,3	-
Дети до отбора	105	70	22	13	22,9	0.047*
Дети после отбора	59	37	15	7	24,6	0.045*
<i>PPARD</i>	n	TT	TC	CC	C, %	P
Контрольная группа	872	635	210	27	15,1	-
Дети до отбора	106	85	20	1	10,4	0.064
Дети после отбора	59	45	13	1	12,7	0.594
<i>PPARG</i>	n	PP	PA	AA	A, %	P
Контрольная группа	847	630	198	19	13,9	-
Дети до отбора	103	78	17	8	16,0	0.399
Дети после отбора	59	44	9	6	17,8	0.245
<i>PPARGC1A</i>	n	GG	GS	SS	S, %	P
Контрольная группа	840	394	344	102	32,6	-
Дети до отбора	103	51	40	12	31,1	0.694
Дети после отбора	59	27	25	7	33,1	0.919
<i>TFAM</i>	n	SS	ST	TT	T, %	P
Контрольная группа	586	489	95	2	8,4	-
Дети до отбора	106	90	16	0	7,5	0.787
Дети после отбора	59	54	5	0	4,2	0.153

<i>UCP2</i>	n	AA	AV	VV	V, %	<i>P</i>
Контрольная группа	765	326	330	109	35,8	-
Дети до отбора	107	44	43	20	38,8	0.404
Дети после отбора	59	25	21	13	39,8	0.426

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Так как вопросы отбора интересуют специалистов по всему миру уже не одно десятилетие в нашей стране и за рубежом, вопросам поиска спортивных талантов уделяется много внимания [41; 75; 107; 113; 114; 153]. Но поскольку спортивный отбор - это многокомпонентная, мультидисциплинарная система, включающая в себя медико-биологические, педагогические, психологические и социологические методы [30; 63; 84; 161], то достаточно сложно разработать единые научно-обоснованные критерии, на основе которых можно было бы с определенной долей уверенности предсказать успешность того или иного спортсмена.

В данной работе нами предпринята попытка выявить значимые антропометрические, соматотипологические, функциональные и генетические характеристики для успешных занятий футболом на ранних этапах спортивной подготовки, а также установить взаимосвязь между медико-биологическими и педагогическими параметрами, что на наш взгляд позволит усовершенствовать современную систему отбора.

В исследовании приняли участие 107 юных футболистов, прошедших отбор на этап начальной спортивной подготовки в специализированную детско-юношескую спортивную школу одной из команд премьер лиги, 47 высококвалифицированных футболистов, играющих в составе первого дивизиона, игровой стаж которых составил от 10 до 20 лет, группу контроля составили молодые люди в возрасте от 17 до 29 лет, не занимающиеся спортом.

Генотипы футболистов высокой квалификации сравнивали с генотипом группы контроля, с целью выявления значимых для футбола ДНК полиморфизмов. На основании полученных данных нами были разработаны «модельные генетические характеристики», которые затем сравнивали с генотипом юных футболистов. На сегодняшний день всего для 20 генетических маркеров была подтверждена их значимость в спортивном отборе как минимум

в двух независимых исследованиях (14 маркеров выносливости: *ACE I*, *ACTN3 577X*, *ADRB2 16Arg*, *AMPD1 Gln12*, *BDKRB2 -9*, *COL5A1 rs12722 T*, *GABPB1 rs7181866 G* and *rs12594956 A*, *HFE 63Asp*, *KCNJ11 Glu23*, *PPARA rs4253778 G*, *PPARD rs2016520 C*, *PPARGC1A Gly482*, *UCP3 rs1800849 T*; 6 маркеров быстроты и силы: *ACE D*, *ACTN3 Arg577*, *AMPD1 Gln12*, *HIF1A 582Ser*, *NOS3 rs2070744 T*, *PPARA rs4253778 C*). Наиболее значимыми генетическими маркерами предрасположенности к занятиям футболом являются D аллель полиморфизма I/D гена *ACE*, R577 аллель полиморфизма R577X гена *ACTN3*, C аллель полиморфизма rs4253778 G/C гена *PPARA*, 55V аллель полиморфизма A55V гена *UCP2*. Установлено, что чем большим числом благоприятных аллелей генов обладает индивид, тем выше его шансы стать высококвалифицированным спортсменом [106]. При этом важно отметить, что наиболее точное определение предрасположенности к спорту необходимо проводить на основе анализа максимального числа маркеров, в том числе фенотипических: антропометрических, функциональных, педагогических.

Поскольку антропометрические данные вносят существенный вклад в развитие медико-биологического отбора [1; 4; 7; 42; 45; 108; 119; 132] нами было проведено антропометрическое обследование и соматотипирование юных футболистов, как на этапе начальной спортивной подготовки, так и на этапе спортивного совершенствования.

Наиболее значимыми антропометрическими показателями на этапе начальной спортивной подготовки являются: длина тела, масса тела, длина верхней конечности, длина нижней конечности, отношение длины нижней конечности к длине тела. Кроме того необходимо учитывать обхват плеча на уровне прикрепления дельтовидной мышцы, обхват плеча на уровне окончания брюшка двуглавой мышцы плеча, обхват бедра под ягодичной складкой, обхват бедра по максимально выступающей части головок четырехглавой мышцы бедра, толщина жировой складки над портняжной мышцей, ширину между мышечками бедренной кости, ширину костей голени над лодыжками, объем грудной клетки в спокойном состоянии, объем грудной клетки на вдохе, объем

грудной клетки на выдохе.

Наиболее значимыми антропометрическими показателями на этапе спортивного совершенствования являются длина тела, масса тела, длина нижней конечности, отношение длины нижней конечности к длине тела. Кроме того необходимо учитывать обхват бедра по максимально выступающей части головок четырехглавой мышцы бедра.

Для юных футболистов на этапе спортивного совершенствования характерны следующие соматотипологические особенности: макросоматотип и мезосоматотип, микромезосоматотип, микросоматотип, что согласуется с литературными данными [60]. Наиболее оптимальным для занятий футболом является макросоматотип.

Что касается вегетативного обеспечения мышечной деятельности, то у наибольшего процента юных футболистов преобладал симпатикотонический тип реакции (по данным вегетативного индекса Кердо, но не более 21).

Индекс Хильдебранта, указывающий на кардио-респираторного взаимодействия в спокойном состоянии составил не более  $3,92 \pm 0,1$ , после физической нагрузки - не более  $3,94 \pm 0,2$ , что свидетельствует о нормальных межсистемных отношениях. Адаптационный потенциал по Баевскому составил  $1,66 \pm 0,26$ , что свидетельствует об удовлетворительной степени адаптации.

В результате проведенного исследования нами была выявлено, что на результаты педагогических тестов влияют соматотип, индекс массы тела, уровень общей физической работоспособности. Нами было установлено, что юные футболисты, с удовлетворительными результатами педагогических тестов, преимущественно макросоматики и мезосоматики, наибольшее число юных спортсменов с неудовлетворительными результатами педагогического тестирования у микросоматического типа.

Таким образом, критериями отбора для юных футболистов являются: линейные размеры тела (длина тела, масса тела, длина нижней конечности, обхват бедра по максимально выступающей части головок четырехглавой мышцы бедра, отношение длины нижней конечности к длине тела); соматотип

(макросоматотип и мезосоматотип, преимущественно макросоматотип); вегетативный тонус (преобладание симпатических влияний, индекс Кердо не более 21); показатель кардио-респираторный взаимодействия (индекс Хильдебранта в спокойном состоянии не более  $3,92 \pm 0,1$ , после физической нагрузки не более  $3,94 \pm 0,2$ ); адаптационный потенциал по Баевскому должен составлять  $1,66 \pm 0,26$ ; генотип.

Совокупность полученных научно-практических результатов соматотипологического, морфофункционального и генетического обследований позволили нам разработать и научно обосновать критерии медико-биологического отбора юных футболистов на этапе начальной спортивной подготовки и этапе спортивного совершенствования.

**Перспективы дальнейшей разработки темы.** Влияние выявленных критериев отбора на этапе начальной спортивной подготовки и этапе спортивного совершенствования на долгосрочное и сверхдолгосрочное прогнозирование, темпов формирования высшего спортивного мастерства, оптимальных сроков и структуры многолетней подготовки в футболе.

## ВЫВОДЫ

1. Наиболее значимыми антропометрическими показателями на этапе начальной спортивной подготовки являются: длина тела, масса тела, длина верхней конечности, длина нижней конечности, отношение длины нижней конечности к длине тела. Кроме того необходимо учитывать обхват плеча на уровне прикрепления дельтовидной мышцы, обхват плеча на уровне окончания брюшка двуглавой мышцы плеча, обхват бедра под ягодичной складкой, обхват бедра по максимально выступающей части головок четырехглавой мышцы бедра, толщина жировой складки над портняжной мышцей, ширину между мыщелками бедренной кости, ширину костей голени над лодыжками, объем грудной клетки в спокойном состоянии, объем грудной клетки на вдохе, объем грудной клетки на выдохе.
2. Наиболее значимыми антропометрическими показателями на этапе спортивного совершенствования являются длина тела, масса тела, длина нижней конечности, отношение длины нижней конечности к длине тела. Кроме того необходимо учитывать обхват бедра по максимально выступающей части головок четырехглавой мышцы бедра.
3. Для юных футболистов на этапе спортивного совершенствования характерны следующие соматотипологические особенности: макросоматотип и мезосоматотип, микромезосоматотип, микросоматотип. Наиболее оптимальным для занятий футболом является макросоматотип.
4. У юных футболистов на этапе спортивного совершенствования при исследовании вегетативного тонуса определен симпатотонический тип реакции (ВИ Кердо не более 21), показатель кардио-респираторного взаимодействия в спокойном состоянии не более  $3,92 \pm 0,1$ , после физической нагрузки не более  $3,94 \pm 0,2$ , свидетельствует о нормальных межсистемных отношениях. Адаптационный потенциал по Баевскому



составляет  $1,66 \pm 0,26$ .

5. Наиболее значимыми генетическими маркерами предрасположенности к занятиям футболом являются D аллель полиморфизма I/D гена *ACE*, R577 аллель полиморфизма R577X гена *ACTN3*, C аллель полиморфизма rs4253778 G/C гена *PPARA*, 55V аллель полиморфизма A55V гена *UCP2*.
6. На результаты педагогического тестирования влияют следующие параметры: соматотип, индекс массы тела, общая физическая работоспособность.
7. Критериями отбора для юных футболистов являются:
  - линейные размеры тела (длина тела, масса тела, длина нижней конечности, обхват бедра по максимально выступающей части головок четырехглавой мышцы бедра, отношение длины нижней конечности к длине тела)
  - соматотип (макросоматотип и мезосоматотип, преимущественно макросоматотип);
  - вегетативный тонус (преобладание симпатических влияний, индекс Кердо не более 21);
  - показатель кардио-респираторный взаимодействия (индекс Хильдебранта в спокойном состоянии не более  $3,92 \pm 0,1$ , после физической нагрузки не более  $3,94 \pm 0,2$ );
  - адаптационный потенциал по Баевскому должен составлять не более  $1,66 \pm 0,26$ ;
  - генотип.

## **ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ**

1. На этапе начальной спортивной подготовки для проведения отбора юных футболистов необходимо руководствоваться измерением линейных размеров тела.
2. На этапе спортивного совершенствования для проведения отбора необходимо учитывать соматотип, линейные размеры тела, вегетативный тонус, показатель кардиореспираторного взаимодействия, адаптационный потенциал.
3. На каждом из этапов спортивной подготовки, при отборе юных футболистов, необходим мультидисциплинарный подход, основанный на морфофункциональных, генетических и педагогических критериях отбора.

## Список использованной литературы

1. Абрамова Т.Ф. Мышечная и жировая масса тела как критерии срочных и долгосрочных приспособительных сдвигов у спортсменов циклических видов спорта в годичном цикле подготовки / Т.Ф. Абрамова, Н.Н. Озолин, А.Ф. Конькова// Матер. Всесоюз. научн.- практ. конф. «Научно-методическое обеспечение системы подготовки высококвалифицированных спортсменов и спортивных резервов». - М., 1990.- С.76 – 77;
2. Абрамова Т.Ф. Пальцевая дерматоглифика и физические способности: автореф. дис. ... д-ра биол. наук: 03.00.14./ Т.Ф. Абрамова – М., 2003. – 51 с.;
3. Алексеев Г.А. Физиологические аспекты футбола/ Г.А. Алексеев - М. : ГЦОЛИФК. 1986. - 34 с;
4. Антонов С.Г. Формирование выбора специализации в единоборствах: монография / С.Г. Антонов – СПб.: СПбГАФК им. П.Ф. Лесгафта, 1997. – 147 с.;
5. Антропова М.В. Здоровье и функциональное состояние сердечнососудистой системы школьников 10-11 лет / М.В. Антропова, Т.М. Параничева, Г.Г. Манке, Е.В. Тюрина // Журн. Новые исследования. -2009. -№ 1(18).-С. 92-101.
6. Арестов Ю. М. Подготовка футболистов высших разрядов / Ю. М. Арестов, М. А. Годик. -М.: Физкультура и спорт, 1980. - 127 с.;
7. Аркаев Л.Я. Как готовить чемпионов: теория и технология подготовки гимнастов высшей квалификации /Л.Я. Аркаев, Н.Г. Сучилин - М.: Физкультура и спорт, 2004. – 325 с.;
8. Афанасьева И.А. Спортивный отбор таэквондистов с учётом их генетических особенностей тренируемости: дис. ... канд. пед. наук: 13.00.04./ И.А. Афанасьева – СПб., 2002. – 144 с.;

9. Ахатов А.М. Основные направления отбора и ориентации используемые в детско-юношеском спорте / А.М. Ахатов, А.С. Кузнецов - Набережные Челны: КамГАФКСиТ. – 2010- 38с.
10. Ахметов И.И. Генетическое обеспечение детско-юношеского спорта / И.И. Ахметов, Л.Д. Мустафина, Э.С. Насибулина// Эл. журн. ПМ. - 2012. №7 (62). URL: <http://cyberleninka.ru/article/n/mediko-geneticheskoe-obespechenie-detsko-yunosheskogo-sporta> (дата обращения: 31.05.2015).;
11. Ахметов И.И. Молекулярная генетика спорта/ И.И. Ахметов — М.: Советский спорт, 2009. — 268 с.;
12. Баландин В.И. Прогнозирование в спорте/ В.И. Баландин – М.: Физкультура и спорт, 1986. – 191 с.;
13. Бальсевич В.К. Выявление и развитие спортивного таланта/ В.К. Бальсевич // Тезисы межд. Конф «Современные достижения спортивной науки» – СПб., 1994. – С. 3.;
14. Бальсевич В.К. Конверсия высоких технологий спортивной подготовки как актуальное направление совершенствования физического воспитания и спорта для всех/ В.К. Бальсевич// Журн. Теория и практика физической культуры, 1993, № 4, С. 21 – 23;
15. Бальсевич В.К. Методологические принципы исследований по проблеме отбора и спортивной ориентации/ В.К. Бальсевич// Журн. Теория и практика физической культуры. – 1980. – № 1. – С. 31–34.;
16. Бриль М.С. Исследование индивидуальных особенностей детей с целью отбора в детско-юношеские, спортивные школы: Автореф. дис. ... канд. пед. наук/ М.С. Бриль - М., 1968. - 23с.;
17. Бриль М.С. Отбор в спортивных играх/ М.С. Бриль - М.: Физкультура и спорт, 1980. – 127с.;
18. Бриль М.С. Принципы и методические основы активного отбора школьников для спортивного совершенствования: Автореф. дис. ... док-ра пед. наук/ М.С. Бриль - М.,1987. - 47с.;

19. Брянкин С.В. Организация отбора в современном спорте/ С.В. Брянкин, А.Т. Контанистов – Учебное пособие. - М.: МОГИФК, 1982. - 56с.;
20. Брянкин С.В. Отбор и ориентация спортсменов: Автореф. дис. ... канд. пед. наук/ С.В. Брянкин – Малаховка, 1982.- 23 с.;
21. Булатова М.М. Отбор и ориентация тренировочного процесса юных пловцов на этапе специализированной базовой подготовки/ М.М. Булатова, Л.А. Драгунов, А.А. Морозова // Отбор, контроль и прогнозирование в спортивной тренировке: Сб. научн. трудов. - Киев, 1990. - С.96 - 102;
22. Булгакова Н.Ж. Соотношение показателей биологического возраста, физического и функционального развития как критерии отбора и индивидуализации тренировки/ Н.Ж. Булгакова, Э.Г. Мартиросов, И.В. Чеботарева, В.Р. Соломатин, Е.Е. Воробьев Е.Е. // Журн. Научн.- спорт. вестник, №3, 1990. - С.23 – 29;
23. Булгакова Н.Ж. Исследование прогностической значимости для отбора некоторых морфофункциональных показателей юных пловцов/ Н.Ж. Булгакова, Э.Г. Мартиросов, И.В. Чеботарева// Проблемы спортивной антропологии. - М.: ВНИИФК, 1977. - С.12 – 38;
24. Булгакова Н.Ж. Отбор и подготовка юных пловцов/ Н.Ж. Булгакова – М.: Физкультура и спорт, 1986. – 156 с.;
25. Булгакова Н.Ж. Прогнозирование спортивных достижений юных пловцов по результатам курсовок после начального обучения / Н.Ж. Булгакова, В.Л. Зациорский, М.Н. Кремлева // Журн. Теория и практика физ. культуры, 1970, № 6. - С. 54 – 56;
26. Вейн А.М. Заболевания вегетативной нервной системы: Руководство для врачей / Под ред. А.М. Вейна. — М.: Медицина, 1991. — С. 624.;
27. Вершинин М.А. Концепция комплексного спортивного отбора в тхэквондо/ М.А. Вершинин, С.В. Вандышев// Журн. Фундаментальные исследования. – 2013. – № 11 (4). – С. 751-756;

28. Вигх Аттила Методы отбора и начальной подготовки мальчиков (6-10 лет) с целью комплектования специализированных классов (СДЮШОР) по футболу: Автореф. дис. ... канд. пед. наук: 13. 00. 04./ Вигх Аттила - Тбилиси, 1990. - 23 с.;
29. Волков В.М. Спортивный отбор/ М.В. Волков - Медико-биологический очерк. - Смоленск, 1979. 110 с.
30. Волков В.М. Спортивный отбор/ В.М. Волков, В.П. Филин - М. : Физкультура и спорт, 1983. - 176 с;
31. Волков Л.В. Теория и методика детского и юношеского спорта/ Л.В. Волков - К.: Олимпийская литература, 2002. - 296 с.;
32. Волков Л.В. Теория спортивного отбора: способности, одарённость, талант/ Л.В. Волков - К. : «Вежа», 1997. -128 с.;
33. Годик М.А. Факторная структура специальной подготовленности футболистов/ М.А. Годик, Е.В. Скоморохов // Журн. Теория и практика физической культуры, 1981.-№7.-С. 14-16.;
34. Голема М.В. Некоторые проблемы отбора в практике спорта / М.В. Голема// Современный олимпийский спорт: Тез. доклад международного конгресса. - К. : КГФИК, 1993. - С. 123-125;
35. Горбанёва Е.П. Качественные характеристики функциональной подготовленности спортсменов/ Е.П. Горбанёва - Саратов: «Научная Книга», 2008.- 145 с.;
36. Губа В.П. Должные нормы – морфологическая основа спортивной ориентации/ В.П. Губа// Современная морфология – физическ. культуре и спорту. – М., 1987;
37. Губа В.П. Возрастные основы формирования спортивных умений/ В.П. Губа – Смоленск, 1996. – 138 с.;
38. Губа В.П. Индивидуальные особенности юных спортсменов/ В.П. Губа, В.Г. Никитушкин – Смоленск, 1997. – С. 220.;

39. Губа В.П. Конституциональный подход – основа раннего отбора и ориентации в спорте/ В.П. Губа// Человек в мире спорта: Новые идеи, технологии, перспективы: Тез. докл. Междунар. конгр. - М., 1998. - Т. 1. - С. 284-285.;
40. Губа В.П. Новое в исследовании проблемы спортивного отбора и ранней ориентации / В.П. Губа// Человек в мире спорта: Новые идеи, технологии, перспективы : Тез. докл. Междунар. конгр. - М., 1998. - Т. 1. - С. 286.
41. Давыдов В.Ю. Отбор и ориентация пловцов по показателям телосложения в системе многолетней подготовки (Теоретические и практические аспекты) - Монография / В.Ю. Давыдов, В.Б. Авдиенко – Волгоград: ВГАФК, 2012 - 344 с.;
42. Девяткина Г.В. Значение анатомического строения тазобедренного сустава при спортивном отборе в художественной гимнастике/ Г.В. Девяткина// Физическая культура, здравоохранение и образование: мат. Всероссийской науч.-практ. конф. памяти В.С. Пирусского. – Томск: ТомГУ, 2010. – С. 196–202.;
43. Дорохов Р.Н. Новое в учении о конституции / Р.Н. Дорохов // Современ. антропология в мед. и спорт, практике. - Новосибирск, 1990. -С.47-48.;
44. Дорохов, Р.Н. Опыт использования оригинальной метрической схемы соматотипирования в спортивно-морфологических исследованиях / Р.Н. Дорохов // Теор.и практ.физ.культ.-1991, №1, с. 14-20.;
45. Дорохов, Р.Н. Соматические типы и варианты развития детей и подростков: Автореф. дисс. ... док. мед. наук / Р.Н. Дорохов.- Москва.- 1985.- 30с.;
46. Дорохов, Р.Н. Соматотипирование детей и подростков / Р.Н. Дорохов // Журн. Новости спорт, и мед. антропол. - М., 1991. № 3. -С. 107-121.;
47. Дорохов Р.Н. Алгоритм оценки соматического типа детей и подростков для ориентации в видах спорта / Р.Н. Дорохов. Метод, письмо. - Смоленск. 1950. - 21с.;

48. Драндров Г.Л. Развитие скоростно-силовых качеств и быстроты футболистов 13-16 лет с учётом типологических особенностей проявления свойств нервной системы: Автореф. дис. канд. пед. наук: 13.00.04./ Г.Л. Драндров - Омск, 1989. - 20 с.;
49. Ежова Н.М. Построение годичного цикла подготовки высококвалифицированных гребцов на байдарках и каноэ: учебное пособие/ Н.М. Ежова – Малаховка: МГАФК, 2000. – 52 с.;
50. Еньшин М.М. Методологические основы автоматизации отбора спортсменов олимпийского резерва / М.М. Еньшин// Проблемы отбора и подготовки юных спортсменов: Тез. доклад 12 Всесоюзной научно-практической конференции. - М. ВНИИФК, 1989. - Ч. 2. - С. 21-26.;
51. Зацюрский В.М. Проблемы наследуемости двигательных способностей/ В.М. Зацюрский, Л.П. Сергиенко// Журн. Вопросы антропологии. – 1976. – № 54- С. 15-22.;
52. Карпман В.Л. Методы определения и оценка физической работоспособности у футболистов / В.Л. Карпман, Ю.М. Арестов, З.Б. Белоцерковский, И.А. Гудков, О.Н. Белина, А.А. Кириллов// Методические рекомендации. - М., 1977.- 23 с.;
53. Карпман В.Л. Исследование физической работоспособности у спортсменов / В.Л. Карпман, З.Б. Белоцерковский, И.А. Гудков. - М.: Физкультура и спорт, 1974. - 96 с.;
54. Карпман В. Л. Сердце и работоспособность спортсмена / В. Л. Карпман, С. В. Хрущев, Ю. А. Борисова. - М.: Физкультура и спорт, 1978. -120 с.;
55. Кашуба В.А. Современные подходы к формированию здоровьесберегающей направленности спортивной подготовки юных спортсменов/ В.А. Кашуба //Журн. Физическое воспитание студентов. - 2012. № 2. С. 34-37;
56. Кашуба В.А. К вопросу профилактики нарушения опорно-рессорной функции стопы у юных спортсменов/ В.А. Кашуба, Н.Н. Паненко// Мат. межд. научн. конгр. «Стратегия развития спорта для всех и



- законодательных основ физической культуры и спорта в странах СНГ». - Кишинев, 2008. - С. 479-481;
57. Кашуба В.А. Технологии, берегающие и корригирующие здоровье, в системе подготовки юных спортсменов/ В.А. Кашуба, П.А. Яковенко, Т.А. Хабынец// Журн. Спортивна медицина. - К., 2008. - № 2.- С. 140-147;
58. Кириллов А.А. Пульсовые характеристики игровых и тренировочных нагрузок в футболе / А.А. Кириллов - М. : ГЦОЛИФК. - 1985. - 39 с.;
59. Кириллов А.А. Исследование физической работоспособности футболистов : автореф. дис. ... канд. пед. наук / Кириллов А.А. - М. : ГЦОЛИФК. -1976. - 24 с.;
60. Князев М.М. Соматотипы футболистов по игровым амплуа на этапе ранней специализации/ М.М. Князев// Эл. журн. Современные проблемы науки и образования №5, 2014/ - <http://www.science-education.ru/119-r14649> (дата обращения 2.02.2015);
61. Ковальчук Г.Н. Методика обучения прыжка в высоту на этапе начальной спортивной подготовки: автореф. дис. ... канд. пед. наук: 13.00.04./ Г.Н. Ковальчук – Омск, 1998. – 19 с.;
62. Корнев М.А. Окостенение и синостозирование костей кисти и дистального отдела костей предплечья подростков в их взаимосвязи с ростовыми показателями / М.А. Корнев, Н.Н. Агафонова // Журн. Новости спорт, и мед. антропол. -М., 1991. №2(6). -С.72-73.
63. Корнеева И.Т. Критерии отбора в современное спортивное плавание/ И.Т. Корнеева, В.Л. Гоготова, С.Д. Поляков// Журн. Физкультура в профилактике, лечении и реабилитации. -М., 2009. №3 (30), С.22-29.;
64. Левин В.С. Комплексная характеристика динамики подготовленности футболистов высшей квалификации: Автореф. дис. ... канд. пед. наук./ В.С. Левин - Малаховка, 1983.-21 с.
65. Лисенчук Г.А. Общие положения управления тренировочным процессом на начальных этапах подготовки спортсменов/ Г.А. Лисенчук// Журн.

- Физическое воспитание студентов. Украина, 2009. №6 С.28-36, (<http://bmsi.ru/doc/7b079280-5304-48e7-a658-7a246947ccea/html>);
66. Майснер-Петиг Д. Некоторые аспекты разработки критериев спортивной пригодности по показателям быстроты и скоростно-силовых способностей/ Д. Майснер-Петиг, Д. Корт, Х. Шобер// Теоретические и методические проблемы отбора в спорте. - М. : ГЦОЛИФК, 1990- С. 10-22;
67. Макарова Г.А. Спортивная медицина: Учебник./ Г.А. Макарова – М.: Советский спорт, 2004. – 480с.: ил.
68. Максименко И.Г. Теоретико-методические основы многолетней подготовки юных спортсменов в спортивных играх: автореф. дис. ... на соискание уч. степени д. физ. вос: спец. 24.00.01./ И.Г. Максименко «Олимпийский и профессиональный спорт». - К., 2011. - 46 с.;
69. Мартиросов Э.Г. Морфологические особенности футболистов высокой квалификации разных амплуа/ Э.Г. Мартиросов, А.Б. Рамин-Балучи // Журн. Теория и практика футбола, 2004. - № 3 (23). – С. 27-32.;
70. Мартиросов Э.Г. Соматический статус и спортивная специализация: Автореф. дисс. ... докт. биол. наук/ Э.Г. Мартиросов - М., 1998. - 87с.;
71. Мартиросов Э.Г. Соматотип ведущих юных футболистов мира/ Э.Г. Мартиросов, Е.В. Скоморохов, И. Фармоши, Ш. Варга// Журн. Архив анатомии, гистологии и эмбриологии. - 1987. - № 8. - С. 29-33.;
72. Мартиросов, Э. Г. Антропология и спорт / Э.Г. Мартиросов, В.П. Чтецов// Журн. Природа. 1976. - № 7. - С. 20-33.;
73. Матвеев Л.П. Модельно-целевой подход к построению спортивной подготовки/ Л.П. Матвеев// Журн. Теория и практика физической культуры. -2000. -№2. -С.28-37.;
74. Матвеев Л.П. Теория и методика физической культуры/ Л.П. Матвеев – СПб.: Изд-во «Лань», 2004. – 160 с.;
75. Морозова Ж.Ю. Методика комплексной оценки перспективности юных спортсменов для отбора в учебно-тренировочные группы спортивных

- школ/ Ж.Ю. Морозова// Тез. доклад XII Всесоюзн. научн. -практ. конф. - М. : ВНИИФК, 1989. - Ч. 2-С. 67-69.;
76. Мотылянская Р.Е. Новые методические подходы к выявлению генетически обусловленных параметров в системе спортивного отбора/ Р.Е. Мотылянская, М.А. Налбандян// Журн. Теория и практика физ. культуры. - 1984. - №12. - С. 24-25.;
77. Наужелик Р.Ю. Тестирование скоростно-силовых, скоростных качеств и выносливости на ранних этапах спортивного отбора: Дис. канд. пед. ... наук: 13.00.04./ Р.Ю. Наужелик - Вильнюс, 1988. - 164 с.;
78. Никитушкин В.Г. Теория и методика юношеского спорта: учебник монография/ В.Г. Никитушкин - М. : Физическая культура, 2010. - 208 с.;
79. Образцова Н.Н. Современные проблемы спортивного отбора / Н.Н. Образцова, Н.Н. Щербакова // Развитие одаренности в современной образовательной среде: сб. мат. Всероссийской заочной науч.-практ. конф. с международным участием 2 октября 2012 года. Часть II. – Белгород, 2012. – С. 130-134;
80. Озолин Н.Г. Настольная книга тренера: Наука побеждать/ Н.Г. Озолин - М.: Астрель: АСТ, 2002. - 864 с.;
81. Орджоникидзе З. Г. Состояние функциональной подготовленности спортсменов из состава ведущих футбольных команд России / З. Г. Орджоникидзе, В. И. Павлов, Н. И. Волков, А. Е. Дружинин // Журн. Физиология человека. 2007. - Т. 33. - №4. - С. 114-118.;
82. Орловская Ю.В. Теоретико-методологическое обоснование профилактическо-реабилитационного направления в системе подготовки спортивного резерва (на примере специализации баскетбол): Автореф. дис. ... док. пед. наук: 13.00.04/ Ю.В. Орловская- МГАФК. -Малаховка, 2000. - 22 с.;
83. Перевозников А.С. Программно-методическое обеспечение начальной подготовки дзюдоистов 6-10 лет с использованием композиционного

- планирования: Автореф. дис. ... канд. пед. наук.- 13.00.04 /А.С. Перевозников - ТГУ Тюмень, 2003. - 23 с.;
84. Платонов В.Н. Общая теория подготовки спортсменов в Олимпийском спорте/ В.Н. Платонов – Киев: Олимпийская литература, 1997. – 186 с.;
85. Платонов В.Н. Система олимпийской подготовки и направления совершенствования подготовки спортсменов к играм олимпиады 2008 г. В Пекине/ В.Н. Платонов// Наука в олимпийском спорте, спецвыпуск, 2005, - С.107-108;
86. Платонов В.Н. Общая теория подготовки спортсменов в олимпийском спорте/ В.Н. Платонов// Учебник для студентов вузов физического воспитания и спорта. - К. : Олимпийская литература. - 1997. - 383 с.;
87. Плахтиенко В.А. Прогнозирование в спорте/ В.А. Плахтиенко, В.Г. Мельник - Л.: ВДКИФК, 1980.- 79 с.;
88. Радчич И.Ю. Современная система подготовки высококвалифицированных прыгунов в высоту/ И.Ю. Радчич – М.: ВНИИФК, 1993. – 105 с.;
89. Ран З. Некоторые организационные аспекты проблемы отбора/ З.Ран// Теоретические и методические проблемы отбора в спорте. - М., 1990. - С. 5-9.;
90. Рогозкин В.А. Генетические маркеры физической работоспособности человека/ В.А. Рогозкин, И.Б. Назаров. В.И. Казаков// Журн. Теория и практика физической культуры. 2000. - №.12. - С.34-36.;
91. Рубинштейн С.Л. Проблемы общей психологии/ С.Л. Рубинштейн – М.: Высшая школа, 1973. – 423 с.;
92. Спицын В.А. Полиморфизм генов АРО Е И 5HTTLPR, у высококвалифицированных спортсменов как предрасполагающий фактор к достижению высоких результатов у борцов // В.А.Спицын, А.Н. Блеер, А.В.Смоленский, Э.Г.Мартиросов, С.В.Макаров, Э.К.Хуснутдинова, А.В. Михайлова, К.А. Камаев / Материалы научно-практической конференции

- «Спортивная медицина. Современное состояние, проблемы и перспективы», 17-19 июня 2010 года г. Сочи.;
93. Степин К.Н. Гибкость: основы развития/ К.Н. Степин – Днепропетровск: Арт-пресс, 2003. – 175 с.;
94. Суслов Ф. П. Проблемы детско-юношеского спорта на современном этапе его развития / Ф. П. Суслов // Журн. Физическая культура воспитание, тренировка. - 2008. - № 3. - С. 2-6.;
95. Сучилин А.А., Золотарев А.П., Шестаков М.М. Методологические основы исследования проблемы подготовки юных футболистов: монография/ А.А. Сучилин, А.П. Золотарев, М.М. Шестаков - Волгоград: Изд-во ВГАФК, 2005. -101с.;
96. Таймазов В.А. Индивидуальная подготовка боксеров в спорте высших достижений: автореф. дис. ... д-ра пед. наук: 13.00.04./ В.А. Таймазов – СПб., 1997. – 48 с.;
97. Тихвинский С.Б. Детская спортивная медицина. Руководство для врачей. — 2-е изд. перераб. и доп./ С.Б. Тихвинский, С.В. Хрущев — М. : Медицина, 1991. — 560 с.;
98. Тхазеплов А.М. Прогнозирование и отбор в спорте/ А.М. Тхазеплов// Учебно-методические материалы - Нальчик: Каб.-Балк. ун-т, 2002. – 50 с.;
99. Филин В.П. Теория и методика юношеского спорта/ В.П. Филин - М.: Физкультура и спорт, 1987. - 130 с.;
100. Хрущев С.В. Врачебный контроль за физическим воспитанием школьников / С.В. Хрущев. - М.: Медицина, 1974.
101. Хрущев С.В. Тренеру о юном спортсмене/ С.В. Хрущев, М.М. Круглый - М.: Физкультура и спорт, 1982. - 143 с.
102. Шамардин В.Н. Исследования физических нагрузок юных футболистов (15-17 лет) в годичном цикле тренировки: Автореф. дис. ... канд. пед. наук/ В.Н. Шамардин -Л., 1981.-21 с.;

103. Шварц В.Б. Методы изучения спортивной одаренности / В.Б. Шварц // Подросток-спортсмен; под ред. Р.Н. Дорохова, И.И. Бахраха. Смоленск, 1977.-С. 37-41;
104. Шварц В.Б. Медико-биологические аспекты спортивной ориентации и отбора / Шварц В.Б., Хрущев С.В. М.: Физкультура и спорт, 1984.— 151 с.;
105. Ahmetov I.I., Sports genomics: current state of knowledge and future directions / I.I. Ahmetov, O.N. Fedotovskaya// Cellular and Molecular Exercise Physiology. — 2012. - V.1(1) - e1.
106. Ahmetov I.I., Williams A.G., Popov D.V. et. al. The combined impact of metabolic gene polymorphisms on elite endurance athlete status and related phenotypes / I.I. Ahmetov, A.G. Williams, Popov D.V. et. al.// Human Genetics. — 2009. — Vol. 126, № 6. — P. 751-761.;
107. Amot A. Sports talent /A. Amot, Ch. Gaines/ N.Y.: Penguin Books, 198.6;
108. Bailey R. Towards a model of talent development in physical education/R. Bailey, D. Morley// Sport, Education and Society. – 2006. – Vol. 11(3). – P. 211-230.;
109. Baker D.G., Newton R.U. Comparison of lower body strength, power, acceleration, speed, agility, and sprint momentum to describe and compare playing rank among professional rugby league players/ D.G. Baker, R.U. Newton// J Strength Cond Res. – 2008. –Vol. 22(1). – P.153-158.;
110. Baker J. Horton, S.; Robertson-Wilson, J.; Wall, M. (2003). Nurturing sport expertise: factors influencing the development of elite athlete/ J. Baker, S. Horton, J. Robertson-Wilson, M. Wall// Journal of Sports Science and Medicine. –Vol. 2. – P.1-9.;
111. Baumeister R.F. Handbook of selfregulation: Research, theory, and applications/ R.F. Baumeister, K.D. Vohs// New York, NY: Guilford Press. – 2004.;

112. Bourke A. The dream of being a professional soccer player/ A. Bourke// Journal of Sport and Social Issues. – 2003.-Vol. 27(4). –P.399-419.;
113. Breitbach S., Tug S., Simon P. Conventional and genetic talent identification in sports: will recent developments trace talent?/ S. Breitbach, S. Tug, P. Simon // Sports Med. -2014.- Vol. 44(11). – P.1489-1503.;
114. Burgess D.J. Talent Development in Adolescent Team Sports: A Review/ D.G. Burgess, G.A. Naughton// International Journal of Sports Physiology and Performance. – 2010. – Vol.5. – P.103-116.;
115. Canhadas I. L. Anthropometry and fitness of young male soccer players/ I.L. Canhadas, R.L.P. Silva, C.R. Chaves, L.A. Portes// Rev Bras Cineantropom Desempenho Hum. – 2010. – Vol.12(4). P. - 239-245.;
116. De Bosscher V. Explaining international sporting success: An international comparison of elite sport systems and policies in six countries/ V. De Bosscher, P. De Knop, M. Van Bottenburg, S. Shibli, J. Bingham //Sport Management Review. – 2009. – Vol.12. – P.113–136.;
117. Elferink-Gemser M.T., Huijgen B.C.H., Coelho-E-Silva M., Lemmink K.A.P.M., Visscher C. (2012). The changing characteristics of talented soccer players – a decade of work in Groningen/ M.T. Elferink-Gemser, B.C.H. Huijgen, M. Coelho-E-Silva, K.A.P.M. Lemmink, C. Visscher// Journal of Sports Sciences. – 2012. – Vol. 30(15). – P.1581-1591.;
118. Eynon N. Genes for elite power and sprint performance: ACTN3 leads the way. /N. Eynon, E.D. Hanson, A. Lucia, P.J. Houweling, F. Garton, K.N. North, D.J. Bishop// Sports Med. - 2013. – Vol. 43(9). – P.803-817.;
119. Falk B. Talent identification and early development ielite water-polo players: a 2-year follow-up study/ B. Falk, R. Lidor, Y. Lander et al./ J. Sports Sciences. – 2003. – Vol.22. – P.347 – 355.;
120. Ford P. The developmental activities engaged in by elite youth soccer players who progressed to professional status compared to those who did not/P. Ford, A.M. Williams// Psychology of Sport and Exercise. – 2012. – Vol. 13(3). – P. 349-352.;

121. Gonaus C. Using physiological data to predict future career progression in 14- to 17-year-old Austrian soccer academy players/ C. Gonaus, E. Müller// Journal of Sports Sciences. – 2012.- Vol. 30(15). – P.1673-1682.;
122. Gonçalves C.E.B. Talent identification and specialization in sport: An overview of some unanswered questions/ C.E.B. Gonçalves, L.M.L. Rama, A.B. Figueiredo// International Journal of Sports Physiology and Performance. – 2012.-Vol. 7. P. 390-393.;
123. Grimaldi K.A. Personal Genetics-Sports Utility Vehicle? / K.A. Grimaldi, A. Paoli, G.J. Smith//Journal Recent Patents on DNA & Gene Sequences. – 2012. - Vol. 6(3). – P. 209-215.;
124. Grimby G. Clinical Aspects of Strength and Power Training// In: Strength and Power in Sport/ G. Grimby// Journal Blackwell Scientific Publications. -1992. - P. 338-354.;
125. Grindler K. Fussball Praxis, t. I, II, III/ K. Grindler, H. Pahlke, H. Hemmo. – Stuttgart. - 1981.- 601 s.;
126. Guth L.M. Genetic influence on athletic performance/ L.M. Guth, S.M. Roth // Journal Curr Opin Pediatr. – 2013. – Vol. 25(6). – P. 653-658;
127. Fidelix Y. L. Somatotype of Competitive Youth Soccer Players From Brazil/ Y.L. Fidelix, J. Berria, E. Pinheiro Ferrari, J. Gonçalves Ortiz, T. Cetolin// Journal Hum Kinet. – 2014. - Vol. 42. – P. 259–266;
128. Haugaasen, M.; Jordet, G. (2012). Developing football expertise: a football-specific research review. International Review of Sport and Exercise Psychology. 5(2), 177-201;
129. Helsen W.F. The roles of talent, physical precocity and practice in the development of soccer expertise/ W.F. Helsen, H.J. Hodges, J. Van Winckel, J.L. Starkes// Journal of Sports Sciences. – 2000. - Vol. 18. - P. 727-736.;
130. Helsen W.F. The relative age effect in youth soccer across Europe/ W.F. Helsen, J. Van Winckel, A.M. Williams/ Journal of Sports Sciences. – 2005. – Vol. 23(6). – P. 629-636.;



131. Helsen W.F. The relative age effect in European professional soccer: Did ten years of research make any difference?/ W.F. Helsen, J. Baker, S.M. Joerg// Journal of Sports Sciences. – 2012.- Vol. - 30(15). – P. 1665-1671.;
132. Hirose N. Relationships among birth-month distribution, skeletal age and anthropometric characteristics in adolescent elite soccer players/ N. Hirose// Journal of Sports Sciences. – 2009. – Vol. 27. – P. 1159-1166.;
133. Kannekens R. Positioning and deciding: key factor for talent development in soccer/ R. Kannekens, M.T. Elferink-Gemser, C. Visscher// Positioning Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sport. – 2011. – Vol. 21. – P. 846-852.;
134. Liach V. Toward effective forecast of professionally important sensorimotor cognitive abilities of young soccer players/ V. Liach, Z. Witkowski, B. Gutnik, A. Samovarov, D. Nash// Journal Perceptual and Motor Skills. – 2012. – Vol. 114(2). P. 485-506.;
135. Ma F., Yang Y., Li X., Zhou F., Gao C., Li M., Gao L. Thec bgujjcc association of sport performance with ACE and ACTN3 genetic polymorphisms: a systematic review and meta-analysis. // Journal PLoS One. - 2013. –Vol. 8(1). - e54685. - doi: 10.1371.
136. Matta M. de O. Morphological, maturational, functional and technical profile of young Brazilian soccer players/ M. de O. Matta, A.J.B. Figueiredo, E.S. Garsia et al.// Journal Rev Bras Cineantropom Desempenho Hum. – 2014. – Vol. 16(3). - P. 277-286.
137. Meylan C. Talent identification in soccer: The role of maturity status on physical, physiological and technical characteristics/ C. Meylan, J. Cronin, J. Oliver, M. Hughes// International Journal of Sports Science and Coaching. – 2010. – Vol. 5. - P. 571–592.;
138. Miah A. Genetic tests for ability? Talent identification and the value of an open future/ A. Miah, E. Rich// Journal Sport, Education and Society. – 2006. – Vol. 11(3). – P. 259-273.;
139. Mikami E. ACTN3 R577X genotype is associated with sprinting in elite

- Japanese athletes/ E. Mikami, N. Fuku, H. Murakami, H. Tsuchie, H. Takahashi, N. Ohiwa et al. //Int. Journal Sports Med. – 2014. – Vol. 35(2). – P. 172-177.;
140. Mills A. Identifying factors perceived to influence the development of elite youth football academy players/ A. Mills, J. Butt, I. Maynard, C. Hardwood// Journal of Sports Sciences. – 2012. – Vol. 30(15). – P.1593-1604;
141. Pérez I. Relative age effect in Spanish association football: Its extent and implications for wasted potential/ I. Pérez, M.T.G. Pain// Journal of Sports Sciences. – 2008. – Vol. 26(10). - P. 995-1003.;
142. Ramm K. Zur Wirksamkeit des Jahrestrainingsaufbaus im Skilanglauf und im Biathlon bei besonderer Beachtung der Luklusmethode/ K. Ramme, H. Bube// Journal Theorie und Praxis Leistugssport. - 1986.- Vol. 8/9.- P.115-127;
143. Reilly T. Children and adolescents in sport: Physiological considerations/ T. Reilly, G. Stratton// Journal Sports Exercise and Injury. – 1995. – Vol. 1. – P. 207-213.;
144. Reilly T. Anthropometric and physiological predispositions for elite soccer/ T. Reilly, J. Bangsbo, A. Franks// Journal of Sports Sciences. – 2000. – Vol.18. – P. 669-683.;
145. Reilly T. A multidisciplinary approach to talent identification in soccer/ T. Reilly, A.M. Williams, A. Nevill, A. Franks// Journal of Sports Sciences. – 2000. – Vol. 18. – P. 695-702.;
146. Richardson D. An examination of the migratory transition of elite young European soccer players to the English Premier League/ D. Richardson, M. Littlewood, M. Nest, L. Benstead //Journal of Sports Sciences. – 2012. – Vol. 30(15). – P.1605-1618.;
147. Roca A. Developmental activities and the acquisition of superior anticipation and decision making in soccer players/ A. Roca, A.M. Williams, P.R. Ford// Journal of Sports Sciences. – 2012. – Vol. 30(15). – P. 1643-1652.;
148. Roth S.M. Critical overview of applications of genetic testing in sport talent identification/ S.M. Roth// Journal Recent Pat DNA Gene. – 2012. – Vol.

- 6(3). – P. 247-255.;
149. Simonton D.K. Talent and its development: An emergenic and epigenetic model/ D.K. Simonton//Journal Psychological Review. - 1999. – Vol. 106. – P. 435-457.;
150. Titell K. Anatomical and Anthropometric Fundamentals of Endurance/ K. Titell, H. Wutscherk. - Endurance in Sport. - Blackwell Scientific Publications. - 1992. – P. 35 – 45;
151. Toering T.T. Self-regulation and performance level of elite and non-elite youth soccer players/ T.T. Toering, M.T. Elferink-Gemser, G. Jordet, C. Visscher// Journal of Sports Sciences. – 2009. – Vol.27. – P. 1509-1517.;
152. Ulatowski T. Teoria sportu/ T. Ulatowski// Biblioteka PTNKF. – 1996. – Warszawa. -280 s.;
153. Unnithan V. Talent identification in youth soccer/ V. Unnithan, J. White, A. Georgiou, J. Iga, B. Drust// Journal of Sports Sciences. -2012. – Vol. 30(15), P. 1719-1726.;
154. Vaeyens R. A multidisciplinary selection model for youth soccer: the Ghent Youth Soccer Project/ R. Vaeyens, R.M. Malina, M. Janssens, B. Van Renterghem, J. Bourgois, J. Vrijens// British Journal of Sports Medicine. – 2006. - Vol. 40. – P. 928-934.;
155. Van Yperen N. Why Some Make It and Others Do Not: Identifying Psychological Factors That Predict Career Success in Professional Adult Soccer/ N. Van Yperen//Journal The Sport Psychologist. - 2009. – Vol. 23. – P. 317-329.;
156. Vandendriessche J.B. Biological maturation, morphology, fitness, and motor coordination as part of a selection strategy in the search for international youth soccer players (age 15–16 years)/ J.B. Vandendriessche, R. Vaeyens, B. Vandorpe, M. Lenoir, J. Lefevre, R.M Philippaerts// Journal of Sports Sciences. – 2012. – Vol. 30(15). – P.1695-1703.;
157. Veale J.P. Performance and anthropometric characteristics of prospective elite junior Australian footballers: A case study in one junior team/ J.P. Veale,

- A.J. Pearce, S. Koehn, J.S. Carlson//Journal of Science and Medicine in Sport.  
– 2008. – Vol. 11. – P. 227-230.;
158. Wang G. Genomics of elite sporting performance: what little we know and necessary advances./G. Wang, S. Padmanabhan, B. Wolfarth, N. Fuku, A. Lucia, I. I. Ahmetov, P. Cieszczyk, M. Collins, N. Eynon, V. Klissouras, A. Williams, Y. Pitsiladis // Journal Adv Genet. – 2013. – Vol.84. – P.123-149.;
159. Williams A.M. Talent identification and development in soccer/ A.M. Williams, T. Reilly// Journal of Sports Sciences. – 2000. – Vol.18. – P.657-667.;
160. Williams A.M. Perceptual skill in soccer: implications for talent identification and development/ A.M. Williams //Journal of Sport Sciences. – 2000. - Vol.18. – P. 737-750.;
161. Zaporozanow W. Dobor i kwalifikacja do sportu /W. Zaporozanow, H. Sozanski// CCOS-RCMSKFiS. – 1997. – Warszawa. - 114 s.;

## Список сокращений

АП – адаптационный потенциал

ВИ – вегетативный индекс

ДНК – дезоксирибонуклеиновая кислота

ИГТС – индекс Гарвардского степ теста

ИМТ – индекс массы тела

ИФИ – индекс функциональных изменений

МаС – макросоматики

МеС – мезосоматики

МиМеС – микромезосоматики

МиС – микросоматики

ЧД – частота дыхания

ЧСС – частота сердечных сокращений

U – возраст