

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Уральский федеральный университет имени
первого Президента России Б. Н. Ельцина»

Институт физической культуры, спорта и молодежной политики

Кафедра физической культуры

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ

Зав. кафедрой _____

« _____ » _____ 2021 г.

**ВОЗРАСТНАЯ ДИНАМИКА ПОКАЗАТЕЛЕЙ ВИНГЕЙТ-ТЕСТА
У СПОРТСМЕНОВ**

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

Направление 49.04.03 «Спорт»

образовательная программа «Технологии спортивной подготовки»

Руководитель
доцент, к.м.н

К. Р. Мехдиева _____

Нормоконтролер
проф, к.п.н.

Т. И. Мясникова _____

Студент гр. ФKM-290602

М. А. Владельщикова _____

Екатеринбург
2021

РЕФЕРАТ

Магистерская диссертация 68 с., 18 рис., 6 табл., 76 источников, 3 прил.

ВОЗРАСТНАЯ ДИНАМИКА ПОКАЗАТЕЛЕЙ ВИНГЕЙТ-ТЕСТА У СПОРТСМЕНОВ

Объект исследования – процесс контроля за развитием скоростно-силовых способностей спортсменов различных половозрастных групп.

Предмет исследования – возрастная динамика показателей Вингейт-теста спортсменов различного пола и возраста.

Цель исследования – определить возрастную динамику показателей Вингейт-теста спортсменов различных половозрастных групп.

В результате исследования были изучены особенности скоростно-силовых способностей и их значимость в спортивной деятельности, в результате проведенного тестирования выявлены нормативные показатели развития скоростно-силовых способностей спортсменов разного пола и возраста.

Научная новизна исследования: впервые выявлены нормативные значения показателей Вингейт-теста и их динамика для разных половозрастных групп спортсменов: показатели МАМ, скоростной выносливости, а также время достижения пика мощности. Выявлены высокие и недостаточные значения показателей скоростно-силовых способностей для некоторых видов спорта.

Практическая значимость работы: определены рекомендованные нормативные показатели Вингейт-теста для спортсменов разных половых и возрастных групп, а также высоких и недостаточных показателей скоростно-силовых способностей спортсменов разных видов спорта.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	5
ГЛАВА 1 СКОРОСТНО-СИЛОВЫЕ СПОСОБНОСТИ СПОРТСМЕНОВ: ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА И МЕТОДЫ ИХ ИССЛЕДОВАНИЯ	8
1.1 Понятие о скоростно-силовых способностях спортсменов и их значимость в спортивной деятельности	8
1.2 Физиологическая характеристика скоростно-силовых качеств.....	12
1.3 Периоды развития скоростно-силовых качеств	18
1.4 Контроль скоростно-силовых способностей спортсменов	25
ГЛАВА 2 ОРГАНИЗАЦИЯ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ	31
2.1 Организация исследования.....	31
2.2 Группа исследования.....	33
2.3 Вингейт-тестирование скоростно-силовых способностей спортсменов	35
2.4 Статистическая обработка полученных данных	36
ГЛАВА 3 НАУЧНОЕ ОБОСНОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИССЛЕДОВАНИЯ ВОЗРАСТНОЙ ДИНАМИКИ ПОКАЗАТЕЛЕЙ СКОРОСТНО-СИЛОВЫХ СПОСОБНОСТЕЙ	38
3.1 Анализ результатов Вингейт-тестирования спортсменов.....	38
3.2 Взаимосвязь результатов Вингейт-теста и возрастных изменений спортсменов	52
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	57
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	60

ПЕРЕЧЕНЬ УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ, СИМВОЛОВ, СОКРАЩЕНИЙ, ЕДИНИЦ И ТЕРМИНОВ

P – мощность, Вт

MAM – максимальная алактатная мощность, Вт

MAM/kg , – относительная максимальная алактатная мощность, Вт/кг

P_{15} – мощность на 15 с, Вт

P_{15}/kg – относительная мощность на 15 с, Вт/кг

P_{30} – мощность на 30 с, Вт

P_{30}/kg – относительная мощность на 30 с, Вт/кг

AP – средняя мощность, Вт

AP/kg – относительная средняя мощность, Вт/кг

T_{pp} – время достижения максимальной мощности, с

ВВЕДЕНИЕ

Тестирование-скоростно-силовых способностей – обязательная часть контроля подготовки спортсмена в подавляющем большинстве видов спорта [25, 28, 37]. Проводиться такое исследование может как в условиях повседневного тренировочного процесса, так и в специализированных лабораториях. Современные методики лабораторных тестирований в отличие от полевых видов исследования позволяют дать точную и корректную оценку развития скоростно-силовых способностей спортсменов. К таким методикам относятся прыжковые тесты на тензоплатформе, с использованием аппарата Vertec или технологий Myotest, а также тестирование на велоэргометре [35, 41, 43, 47, 50, 57, 61, 63]. Тестирование скоростно-силовых способностей спортсменов на велоэргометре, в отличие от прыжковых тестов, минимизирует влияние техники исполнения упражнения на конечные результаты, что является большим преимуществом. На основе результатов Вингейт-теста производится планирование и корректировка тренировочного процесса, определение уровня физической готовности испытуемого, а также его предрасположенность к какому-либо виду спорта.

Существенное влияние скоростно-силовых способностей на результативность спортсменов детерминирует необходимость в проведении тестирований и контроле за данными показателями у спортсменов разного возраста, пола, а также уровня подготовки. Вингейт-тестирование скоростно-силовых способностей отличается от иных видов тестирований простотой проведения, доступностью, валидностью и корректностью полученных результатов [35, 52]. Полученные в ходе Вингейт-тестирования данные в совокупности с учетом знаний сенситивных периодов развития человека, а также их скоротечности, позволяют планировать и корректировать тренировочный процесс наиболее оптимальным образом.

Проблема исследования – какие нормативные показатели свойственны каждой половозрастной группе спортсменов.

Каждому возрасту и полу свойствен определенный уровень развития двигательных качеств, при этом наивысшие достижения в силе и скорости достигаются в разные сроки. Систематическая тренировка ускоряет развитие двигательных качеств, но прирост их в различные возрастные периоды неодинаков. Тренировочные воздействия в сенситивные периоды наиболее эффективны. Возникает более выраженное развитие физических качеств – силы, скорости, выносливости, гибкости и координации наилучшим образом происходят реакции адаптации к физическим нагрузкам, в наибольшей степени развиваются функциональные резервы организма [27]. В зависимости от внешнего воздействия на организм в сенситивные периоды будет происходить и раскрытие наследственных возможностей и задатков: благоприятное воздействие создаст условия для создания новых умений и способностей, а неблагоприятные приведут к задержке их развития, вызовут перенапряжение функциональных систем.

Объект исследования – процесс контроля за развитием скоростно-силовых способностей спортсменов различных половозрастных групп.

Предмет исследования – возрастная динамика показателей Вингейт-теста спортсменов различного пола и возраста.

Цель – определить возрастную динамику показателей Вингейт-теста спортсменов различных половозрастных групп.

Задачи:

- 1) изучить литературу по исследуемой теме и дать общую характеристику скоростно-силовым особенностям;
- 2) определить среднегрупповые и нормативные показатели Вингейт-теста у спортсменов разного пола и возраста;
- 3) выявить взаимосвязь результатов Вингейт-теста и возрастных изменений спортсменов.

Гипотеза исследования – Вингейт-тестирование позволяет отслеживать возрастную динамику показателей скоростно-силовых способностей спортсменов, что способствует планированию и корректировке тренировочного процесса с учетом сенситивных периодов спортсменов.

Теоретическая основа исследования

Тема данного исследования активно изучалась на протяжении многих лет и нашла свое отражение в научных трудах в области физической культуры и спорта отечественных и зарубежных авторов: В. Н. Платонова, Ю. В. Верхошанского, Л. П. Матвеева, Л. В. Волкова, З. И. Кузнецова, В. И. Лях, Т. Driss, О. Ozkaya, P.K Changela, W. G. Hopkins, C.C. Raasch и др.

Методы исследования

Анализ научно-методической литературы, Вингейт-тест при педалировании ногами, статистический анализ данных.

Опытно-экспериментальная база исследования

Исследование было проведено на базе научно-исследовательской лаборатории «Функциональных тестирований и комплексного контроля в спорте» ЦКП УрФУ (г. Екатеринбург).

Новизна исследования

Были впервые предоставлены нормативные показатели Вингейт-теста их динамика для разных половозрастных групп спортсменов: показатели МАМ, скоростной выносливости, а также время достижения пика мощности. Выявлены высокие и недостаточные показатели скоростно-силовых способностей для некоторых видов спорта.

Апробация результатов исследования

Результаты исследований, изложенные в работе, были опубликованы в 2 публикациях, входящих в международные базы цитирования (WoS/Scopus).

Структура и объем диссертации

Полный объем диссертации – 68 страниц машинописного текста в компьютерной верстке, 18 рисунков, 6 таблиц, 76 источников в библиографическом списке, 3 приложения.

ГЛАВА 1 СКОРОСТНО-СИЛОВЫЕ СПОСОБНОСТИ СПОРТСМЕНОВ: ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА И МЕТОДЫ ИХ ИССЛЕДОВАНИЯ

1.1 Понятие о скоростно-силовых способностях спортсменов и их значимость в спортивной деятельности

Подавляющее большинство видов спорта так или иначе связано со скоростно-силовыми способностями человека, а уровень развития данных физических качеств напрямую влияет на результативность [59, 40].

В исследованиях, посвященных изучению взаимосвязи результатов спортсменов и показателей скоростно-силовых способностей в возрастном аспекте, было показано, что при отборе в элитные спортивные команды помимо учета показателей тестов скоростно-силовых способностей должен вестись учет поло-возрастного созревания спортсменов [36, 37, 40, 54, 59, 62, 73]. Высокие показатели скоростно-силовых способностей свойственны элитным спортсменам, в то время как спортсмены с худшими результатами остаются в любительском спорте.

Согласно исследованиям Dieter N. Deprez, футболисты, демонстрирующие наиболее высокие показатели МАМ чаще подписывают профессиональные контракты и получают большее количество игровых минут [44]. Для таких одаренных спортсменов составляются и подбираются индивидуальные программы тренировок, направленные на развитие их скоростно-силовых способностей с учетом возрастных и антропометрических особенностей [44].

Высокая взаимосвязь между показателями скоростно-силовых способностей и результатами соревнований обуславливают необходимость в проведении их тестирований, а также анализе полученных данных. На основании результатов тестирований строятся не только критерии оценки развития основных физических качеств организма, но и происходит корректировка тренировочного процесса с учетом влияния различных факторов [11, 22, 29, 31, 38, 49, 70].

Необходимость в унификации и структурировании знаний в данной области обуславливает высокий интерес к теме скоростно-силовых возможностей человека в научной среде. Исследования данной темы ведутся как с точки зрения практического применения знаний (тестирования скоростно-силовых способностей и прикладное использование полученных данных), так и с точки зрения теоретических знаний.

Вопросу определения и классификации скоростно-силовых способностей уделяется достаточно много внимания со стороны ученых. Данное понятие обладает рядом своих особенностей, обусловленных двойственной структурой своего проявления: во-первых, это проявление скоростных способностей человека, а, во-вторых, проявление его силовых способностей. Рассмотрим скоростно-силовые способности через дифференциацию проявления таких физических качеств как сила и скорость, чтобы в последующем сформировать наиболее полное понимание их взаимосвязанного проявления.

1. Сила – способность человека преодолевать сопротивление или противодействовать ему за счет деятельности мышц [24]. При этом, согласно В. Н. Платонову, сила имеет три формы проявления, в зависимости от режима работы мышц: статический (при напряжении мышцы не изменяют свою длину), изотонический концентрический (сопротивление преодолевается за счет напряжения мышц при уменьшении их длины) и изотонический эксцентрический (противодействие сопротивлению при одновременном растяжении или увеличении длины мышц).

2. К основным видам силовых способностей относят [24]:

- максимальную силу, или собственно-силовые способности, – это наивысшая сила, которую способна развить нервно-мышечная система при произвольном максимальном мышечном сокращении;
- силовую выносливость – это способность длительное время поддерживать достаточно высокие силовые показатели, т. е. возможность организма сопротивляться утомлению при силовой работе;

- скоростную силу – это «способность нервно-мышечной системы к мобилизации функционального потенциала для достижения высоких показателей силы в максимально короткое время».

Рассмотрим понятие скоростных способностей. Интересно, что в течении ряда лет к данному понятию приравнивался обобщенный термин «быстрота», однако в последние годы укоренилось понятие «скоростные способности», так как оно в большей мере учитывает множественность форм проявлений движений и их высокую специфичность. При этом, под скоростными способностями подразумевают комплекс функциональных свойств человека, обеспечивающих выполнение двигательных действий в минимальный промежуток времени [24]. Быстрота же может пониматься как:

- комплекс функциональных свойств человека, непосредственно и по преимуществу определяющих скоростные характеристики движений, а также двигательной реакции [33];
- единство проявления центральных и периферических нервных структур двигательного аппарата человека, позволяющий перемещать тело и отдельные его звенья за минимально короткое время [12];
- специфическая двигательная способность человека к экстренным двигательным реакциям и высокой скорости движений, выполняемых при отсутствии значительного внешнего сопротивления, сложной координации работы мышц, не требующих больших затрат [19].

Скоростные способности могут проявляться как в элементарном виде (латентное время простых и сложных двигательных реакций, скорость выполнения отдельного движения при незначительном внешнем сопротивлении, частоте движений), так и комплексном (стартовые скоростные способности, дистанционные скоростные способности, переключение с одних действий на другие).

Проявление силовых и скоростных способностей в полностью дифференцированном виде, как мы поняли из вышеописанного, невозможно. В связи

с этим, взгляды многих ученых на взаимодействие этих способностей и рассмотрение их в комплексном виде также имеет ряд расхождений в понятийном и структурном аппарате.

С точки зрения А. А. Василькова, скоростно-силовыми качествами человека являются его способности к проявлению предельно возможных усилий в кратчайший промежуток времени при сохранении оптимальной амплитуды движений [7]. А. М. Максименко же считает, что скоростно-силовые качества являются способностью нервно-мышечной системы преодолевать сопротивление с высокой скоростью мышечных сокращений [20]. Следовательно, скоростные-способности выражаются в действиях, в которых фиксируется высокая скорость движения и значительное мышечное напряжение. При этом, мощность мышечного напряжения зачастую может фиксироваться максимальная, в то время как показатели скорости могут и не достигать предельной величины. Это связано с особенностью проявления скоростно-силовых качеств как двойственной структуры, при которой возникает следующая зависимость: чем сильнее внешнее отягощение, тем большую роль играет силовой компонент; чем меньше внешнее отягощение, тем большую значимость приобретает скоростной показатель [17]. Иллюстрацией первого случая, согласно Ж. К. Холодову, является подъем гири/штанги большого веса или толкание ядра, в то время как примером второй зависимости выступает метание малого мяча или копья.

Интересно, что взгляды многих исследователей на скоростно-силовые качества несколько отличается, в том числе, существенно отличается понятийный аппарат данного вопроса. Так, в учебно-методическом комплексе С. И. Бочкаревой понятие скоростно-силовых качеств приравнивается к понятию взрывная сила [5]. При этом большинство исследователей взрывную силу выносят как составляющий компонент скоростно-силовых способностей. Согласно А. А. Атилову, скоростно-силовые качества подразделяются на две группы: быстрая сила и взрывная сила [2]:

- быстрая сила характеризуется непределённым напряжением мышц, которое проявляется при выполнении упражнений со значительной, но не достигающей пределов, скоростью;
- взрывная сила характеризуется достижением максимальных показателей силы при выполнении двигательных действий за максимально короткое время.

При этом, взрывная сила, также подразделяется на две основные категории и одну дополнительную в зависимости от момента её проявления: стартовая сила, ускоряющая сила и амортизирующая сила [18].

Стартовая сила определяется как способность мышц к быстрому развитию рабочего усилия в начальный момент их напряжения, а ускоряющая – это способность мышц к быстрой наращивания рабочего усилия в условиях их начавшегося сокращения. Амортизирующая сила – способность за минимально возможное время закончить движение при его осуществлении с максимальной скоростью.

Обратим внимание, что зачастую в вопросах о скоростно-силовых способностях включается также понятие мощности как показателя мышечной работы, зависящего от силы, скорости и иногда технического мастерства. Определяется мышечная мощность количеством работы, выполненным за единицу времени. Проявление мышечной мощности представляет собой физиологическую характеристику скоростно-силовых качеств и подробнее мы рассмотрим этот вопрос в следующем пункте.

1.2 Физиологическая характеристика скоростно-силовых качеств

Результатом сочетания скорости и силы служит максимальная мощность, которая иногда называется также «взрывной» мощностью. Значимость показателей мощности можно обнаружить в следующей взаимосвязи: так как

финальная скорость снаряда или тела определяется силой скоростью приложенного воздействия, то, чем выше развиваемая спортсменом мощность, тем большая скорость воздействия на снаряд или тело. Следовательно, от показателей мощности демонстрируемой спортсменом зависят его спортивные результаты. Наиболее яркими примерами спортивных упражнений с проявлением мощности являются метания снарядов, борьба, прыжки и т. д.

Так как мощность проявляется в сочетании двух компонентов, то и её увеличение может происходить как за счет одновременной работы над составляющими, так и за счет отдельного увеличения силы сокращения мышцы или скорости её сокращения.

Силовым компонентом мощности является показатель динамической силы, который может проявляться в виде концентрического или эксцентрического сокращения. В первом случае динамическая сила определяется по ускорению, передаваемому телу за счет сокращения мышцы, во-втором случае, по замедлению или торможению движения тела за счет того же сокращения мышцы. Интересно, что проявление мышечной силы зависит от величины массы, на которую воздействует сила: силовые показатели могут расти прямо пропорционально с увеличением массы перемещаемого тела, однако при достижении некоторого показателя массы прирост динамической силы останавливается. Это связано с тем, что выполнение движений на динамическую силу сопровождается сложной внемышечной и внутримышечной координацией. В свою очередь это оказывает влияние на результаты повторных измерений показателей динамической силы: у одного и того же человека при повторных измерениях они могут отличаться. Подобную специфику физиологической особенности мышц необходимо учитывать при построении тренировочного процесса: необходимо использовать тот вид упражнений, который вызывает наиболее значительное повышение результата, а также выполнять тренировку при такой скорости движений, при которой обнаруживается наибольший прирост мышечной силы [14].

Другим компонентом мышечной силы, характеризующим её способность к быстрому проявлению своих качеств, является взрывная сила. Показателями взрывной силы служат так называемые градиенты, отображающие скорость её нарастания:

- абсолютный градиент – скорость нарастания мышечной силы в отношении максимального её проявления ко времени;
- относительный градиент – это время достижения выбранной части максимальной силы, как правило, её половины.

Скорость нарастания силы играет большую роль в быстрых движениях: если длительность движения достаточно большая, т. е. все спортсмены успеют проявить свою максимальную силу, то преимущество окажется на стороне участника с наибольшими показателями максимальной силы вне зависимости от его показателей градиентной силы; в случае, когда время движения минимальное, то преимущество будет на стороне участника с высоким градиентом силы и вне зависимости от его максимальных силовых способностей.

Интересно, что показатели взрывной силы мало зависят от максимальной произвольной изометрической силы, но при этом, изометрические упражнения, направленные на увеличение статической силы, способны незначительно изменить взрывную силу, определяемую по показателям градиента силы. Таким образом, стоит учитывать физиологические особенности проявления взрывной силы и механизмы проявления статической силы. В данном случае оказывают влияние координационные и, так называемые, мышечные факторы.

В проявлении координационных факторов взрывной силы оказывает влияние характер импульсации мотонейронов активных мышц, а именно частота их импульсации в начале разряда и синхронизации импульсации разных мотонейронов. В таком случае наблюдается следующая взаимосвязь: чем выше начальная частота импульсации мотонейронов, тем быстрее нарастает мышечная сила.

К мышечным факторам относят скоростно-сократительные свойства мышечных волокон [16]: длина мышц, толщина активируемых мышц (мышечная сила больше, чем больше суммарный поперечник произвольно сокращающихся мышц), композиция мышц (соотношение быстрых и медленных мышечных волокон в сокращающихся мышцах).

К скоростным компонентам мощности относят величину ускорения и максимальную скорость [24]. Эти два фактора скорости не имеют тесной связи друг с другом, т. е. одни спортсмены могут демонстрировать медленное ускорение, но большую максимальную скорость, а другие, наоборот, быстрое ускорение и относительно небольшую максимальную скорость. Повышение скоростного компонента мощности может осуществляться за счет улучшения координации работы мышц или увеличения скоростных сократительных свойств мышц.

Скоростные сократительные свойства мышц в значительной мере зависят от соотношения быстрых и медленных мышечных волокон. Внутри быстрых волокон выделяют два вида: быстрые окислительно-гликолитические (II-A) и быстрые гликолитические (II-B). У спортсменов, чей вид спорта подразумевает проявление скоростно-силовых качеств преобладают показатели быстрых мышечных волокон.

Внутри- и межмышечная координация способствует увеличению мощности, так как при координированной работе мышц их усилия кооперируются, преодолевая внешнее сопротивление с большей скоростью: при хорошей межмышечной координации сократительное усилие группы мышц или одной мышцы лучше соответствует пику скорости, создаваемой предыдущим усилием другой мышцы или группы мышц. Следовательно, следующее усилие становится более эффективным. Кроме того, одним из факторов, влияющим на скорость движения, является скорость и степень расслабления мышц-антагонистов.

Рассмотрим скоростно-силовые показатели человека с энергетической точки зрения. Так как все скоростно-силовые упражнения выполняется с предельной продолжительностью до 1–2 мин, то они относятся к анаэробным. Для энергетической характеристики этих упражнений используются следующие показатели: анаэробная мощность и максимальная анаэробная емкость.

Анаэробная мощность – это максимальная способность двух анаэробных энергетических систем (АТФ + КФ) и гликолиза производить энергию. Работа максимальной анаэробной мощности выполняется практически только за счет энергии анаэробного расщепления мышечных фосфагенов, а именно АТФ и КрФ. Поэтому запасы этих веществ и особенно скорости их энергетической утилизации определяют максимальную анаэробную мощность. Примерами упражнений, в которых результаты зависят от максимальной анаэробной мощности являются прыжки и короткий спринт.

Для оценки максимальной анаэробной емкости используют величину максимального кислородного долга, который возникает после работы предельной продолжительности, как правило, от 1 до 3 мин. Согласно классификации Р. Маргария, кислородный долг состоит из двух компонентов [32]:

- алактатный кислородный долг – это количество O_2 , которое необходимо затратить для ресинтеза АТФ и КФ и пополнения тканевого резервуара кислорода (кислород, связанный в мышечной ткани с миоглобином);
- лактатный кислородный долг – это количество O_2 , которое необходимо для устранения накопленной во время работы молочной кислоты.

Алактатный кислородный долг устраняется на первых минутах после окончания работы. Устранение лактатного кислородного долга может продолжаться 30 мин и больше (устранение молочной кислоты заключается в окислении одной ее части до H_2O и CO_2 и в ресинтезе гликогена из остальной части).

Это объясняется тем, что наибольшая часть избыточного количества кислорода, потребляемого после работы, используется для восстановления запасов АТФ, КрФ и гликогена, которые расходовались в анаэробных процессах

за время работы. Такие факторы, как уровень катехоламинов в крови, повышенная температура тела и увеличенное потребление кислорода, часть сокращающимся сердцем и дыхательными мышцами, также могут быть причиной повышенной скорости потребления кислорода во время восстановления после тяжелой работы. Поэтому имеется лишь умеренная связь между величиной максимального долга и максимальной анаэробной емкостью.

Высокая лактаcidная емкость обусловлена рядом причин. Прежде всего, спортсмены способны развивать более высокую мощность работы и поддерживать ее более продолжительно, чем нетренированные люди. Это, в частности, обеспечивается включением в работу большой мышечной массы (рекрутированием), в том числе быстрых мышечных волокон, для которых характерна высокая гликолитическая способность. Кроме того, в процессе тренировочных занятий, особенно с применением повторно-интервальных упражнений анаэробной мощности, развиваются механизмы, которые позволяют спортсменам «переносить» более высокую концентрацию молочной кислоты (и соответственно более низкие значения pH) в крови и других жидкостях тела, поддерживая высокую спортивную работоспособность. Особенно это характерно для бегунов на средние дистанции.

Силовые и скоростно-силовые тренировки вызывают определенные биохимические изменения в тренируемых мышцах. Хотя содержание АТФ и КрФ в них несколько выше, чем в нетренируемых (на 20–30 %), оно не имеет большого энергетического значения. Более существенно повышение активности ферментов, определяющих скорость оборота (расщепления и ресинтеза) фосфагенов, в частности миокиназы и креатинфосфокиназы.

Морфологические, функциональные и биохимические изменения, происходящие в организме, носят неравномерный и неоднодневный характер: существуют периоды ускоренного роста, стабилизации и замедления. В процессе развития организма какие-то функции формируются раньше, а иные – позднее. Для рационального физического воспитания и совершенствования человека необходимо также учитывать возрастные особенности онтогенеза.

1.3 Периоды развития скоростно-силовых качеств

Смена одного возрастного периода другим представляет собой некий переломный период, в процессе которого происходит смена одного качественного состояния на другое. Такие процессы носят название критических, они скачкообразны и происходят как в целом организме, так и в отдельных органах и тканях. Эти процессы контролируются генетически, однако на их базе в организме выстраиваются периоды особой чувствительности, так называемые сенситивные периоды, которые, в свою очередь, уже менее подвержены генетическому влиянию. Именно в сенситивные периоды наблюдается наибольшая восприимчивость к влияниям внешней среды, в том числе педагогическим и тренерским.

Процесс перехода от одного возрастного периода к другому взаимосвязан с качественными изменениями организма. Подобные изменения могут происходить постепенно и скачкообразно. Скачкообразные периоды развития организма или его органов и тканей принято называть критическими периодами [3, 10, 15, 16, 26]. В такие периоды происходит переключение организма на новый уровень онтогенеза, при этом происходит смена условий жизнедеятельности, приспособляемость к новым условиям которой позволяют осуществить сенситивные периоды. С этим связана высокая чувствительность организма к внешним влияниям в сенситивные периоды развития. В зависимости от внешнего воздействия на организм в сенситивные периоды будет происходить и раскрытие наследственных возможностей и задатков: благоприятное воздействие создаст условия для создания новых умений и способностей, а неблагоприятные приведут к задержке их развития, вызовут перенапряжение функциональных систем. Таким образом, тренировочные воздействия в сенситивные периоды наиболее эффективны. Возникает более выраженное развитие физических качеств – силы, быстроты, выносливости, гибкости и координации наилучшим образом происходят реакции адаптации к физическим нагрузкам, в наибольшей степени развиваются функциональные резервы организма [27].

Сенситивные периоды для развития различных физических качеств проявляются гетерохронно и зависят от развития ряда систем организма: совершенствование выносливости определяется в значительной мере слаженной деятельностью кровеносной, дыхательной и сердечнососудистой систем, а развитие силы мышц тесно связано с ростом костной и мышечной тканей, с формированием способности управлять работой мышц. Каждому возрасту свойствен определенный уровень развития двигательных качеств, при этом наивысшие достижения в силе и скорости достигаются в разные сроки. Систематическая тренировка ускоряет развитие двигательных качеств, но прирост их в различные возрастные периоды неодинаков. Так как скоростно-силовые качества состоят из двух компонентов, сенситивные периоды которых отличны, рассмотрим каждый отдельно.

Возрастные периоды развития силовых качеств

Впервые максимальную произвольную силу мышц при изометрическом напряжении удастся измерить в возрасте 4–5 лет. Максимальная производная сила сгибателей и разгибателей кисти составляет в среднем соответственно 5,22 и 4,61 кг, бедра 6,0 и 7,9 кг, туловища 8,17 и 14,65 кг [3].

С возрастом происходит неравномерное развитие силы отдельных мышц. Согласно исследованию А. В. Коробкова, максимальных показателей силы достигают [15]:

- разгибатели туловища и сгибатели стопы – к 16-ти годам;
- сгибатели пальца и разгибателей предплечья, плеча, шеи, сгибателей пальца и разгибателей бедра – к 20–30 годам;
- сгибатели туловища, бедра и голени достигается после 30 лет.

При этом стоит отметить, что, хотя абсолютные максимумы силы достигаются в возрасте от 20 до 40 лет, относительная сила (на 1 кг массы тела) для большинства групп мышц достигает максимума в 12–13 лет.

Серия исследований Л. В. Волкова позволила выявить закономерности и возрастные рамки развития отдельных групп мышц. Так, было установлено,

что в результате более раннего укрепления сгибателей верхней конечности сгибатели предплечья оказываются сильнее разгибателей предплечья; сила разгибателей голени больше силы сгибателей; сила разгибателей бедра, голени, стопы больше силы их антагонистов; существуют различия и в силе правой и левой рук, в зависимости от ведущей руки человека [9, 10].

Для сгибателей кисти характерно постоянное возрастное повышение абсолютного показателя силы: с 8 до 17 лет сила сгибателей кисти возрастает в 3,5 раза, но сопровождается последующими замедлениями темпов прироста. Сходные закономерности имеет и сила сгибателей предплечья: от 8 до 11 лет прирост силы составляет 46,8 %, от 11 до 14 лет – 43,6 %, а от 14 до 17 лет – 50 %. То есть сила сгибателей предплечья от 8 до 17 лет увеличивается в 3,16 раза. В случае с разгибателями предплечья мы будем наблюдать иные чувствительные периоды развития силы: с 8 до 11 лет наблюдается довольно значительное ее увеличение, с 11 до 13 лет темп прироста несколько уменьшается, затем сменяется резким подъемом в старшем возрасте. С 8 до 17 лет максимальная сила разгибателей предплечья увеличивается в 3,8 раза [9, 10].

В случае развития разгибателей туловища наблюдается прирост с 8 до 17 лет в 2,5 раза: в младшем возрасте (от 8 до 11 лет) прирост составляет 34,1 %; в среднем (от 11 до 14 лет) – 31,6% и в старшем (14–17 лет) – 45,9 %.

Существенные изменения в возрастном развитии силы наблюдаются в икроножной мышце, абсолютный показатель которой с 8 до 17 лет увеличивается в 4,3 раза. Увеличение силы икроножной мышцы от 8 до 11 лет составляет 71,4 %, от 11 до 14 лет – 34,7 %, а от 14 до 17 лет – 87,6 %. Особенно большой скачок в приросте наблюдается в возрасте от 14 до 15 лет – 57,2 % [9, 10].

Возрастные изменения мышечной силы девочек и девушек имеют свои особенности. Так, с 9 до 10 лет наблюдается существенный прирост силы мышц кисти и спины, с 10 до 11 лет – всех групп мышц, с 11 до 12 лет – силы мышц спины и ног, с 12 до 13 лет – силы мышц кисти и спины. Сопоставление уровней силы различных групп мышц у девочек 8–15 лет выявило существенную связь между ними. Так, при удовлетворительной и пониженной силе

мышц ноги в большинстве случаев отмечается такая же сила мышц кисти; при хорошей и удовлетворительной силе мышц ноги часто имеет место такая же сила мышц спины [17].

Поступательные неравномерные изменения наблюдаются и в процессе развития динамической силы, в частности взрывной силы. В прыжках с места вверх наблюдается непрерывное улучшение показателей у девочек до 12–14 лет, затем следует некоторая стабилизация результатов и даже их ухудшение; у мальчиков среднегодовые показатели взрывной силы с возрастом повышаются, достигая своего максимума в 15–17 лет. При метании предметов на дальность наблюдаем схожие результаты: у мальчиков происходит улучшение показателей с 10 до 11 и с 12 до 13 лет, а у девочек – с 15 лет не увеличиваются.

Для более ранних возрастов 7–9 лет во всех видах имитационных движений (метание копья и диска, толкание ядра) по всем показателям (максимальная сила, работа, мощность) обнаруживается постепенное, относительно равномерное изменение величины прироста. В последующем (9–10 лет и 10–11 лет) происходит некоторое снижение показателей работы и мощности между этими возрастными группами. С 11 до 14 лет отмечается резкое увеличение абсолютного значения показателей работы и мощности движения, что свидетельствует о том, что 11–14-летний возраст является периодом бурного расцвета скоростно-силовых способностей. Разница в показателях работы и мощности остается на высоком уровне и после 14 лет, но величина самих показателей несколько снижается [4].

В исследованиях В. К. Бальсевич представлены данные исследований зависимости силовых проявлений от половозрастных показателей испытуемых, продемонстрированных в ходе тестирования высоты вертикального прыжка и становой динамометрии (табл. 1). Согласно представленным данным, рост силовых показателей у представителей мужского пола происходит до 16 лет, а у женского пола до 14 лет.

Таблица 1 – Показатели силовых проявлений в разном возрасте ($X \pm m$)

Возраст, лет	Виды силовых проявлений			
	Мужской пол		Женский пол	
	Становая сила, кг	Высота вертикального прыжка, см	Становая сила, кг	Высота вертикального прыжка, см
5–6	–	$25,6 \pm 14$	–	$23,1 \pm 6$
7–8	–	$30,6 \pm 7,6$	–	$26,7 \pm 7$
9–10	–	$35,1 \pm 7,3$	–	$31,2 \pm 8$
11–12	$45,5 \pm 22$	$38,9 \pm 8$	$36,4 \pm 14$	$33,1 \pm 7$
13–14	$70,8 \pm 24$	$44,2 \pm 10$	$44,9 \pm 14$	$34,4 \pm 8$
15–16	$103,1 \pm 26$	$46,2 \pm 11$	$65,9 \pm 19$	$31,6 \pm 9$
17–19	119 ± 22	$45,0 \pm 12$	$64,0 \pm 16$	$30,6 \pm 7$

Таким образом, мы можем говорить о том, что наибольший прирост показателей силы, проявляемой в различных движениях, проявляется в возрасте от 11 до 16 лет. При этом у мальчиков и юношей темпы прироста силовых параметров выше, чем у девочек и девушек, и происходит до 16 лет, в то время как у представительниц женского пола до 14 лет.

Возрастные периоды развития показателей быстроты

Развитие скоростных качеств происходит также неравномерно и имеет свои характерные особенности для мальчиков и девочек, как и в случае развития силовых способностей.

Обратимся к исследованиям Л. В. Волкова в области измерений скрытого времени двигательной реакции, а также скорости простой и сложной двигательной реакции. В первом случае время двигательной реакции в движении кисти в 9–11-летнем возрасте становится близким к показателям взрослых, а к 13–14 годам этого же уровня достигают показатели движения плеча, бедра, голени и стопы [9, 10].

Скорость простой и сложной двигательной реакции от возраста к возрасту изменяется незначительно: среднее время простой реакции от 9 до 15 лет уменьшается на 9 %, сложной – на 19 %. Стоит отметить, что параллельно за этот период у детей и подростков значительно улучшается качество реагирования, что приводит к увеличению стабильности показателей реакции.

В возрасте от 7 до 16 лет происходит увеличение темпа движений в 1,5 раза, но оно протекает неравномерно: значительное увеличение характерно для 7–9 лет, когда средний ежегодный прирост равен 0,3 – 0,6 движения в 1 с; в 10–11 лет годовой прирост частоты движений несколько снижается – 0,1 – 0,2 движения в 1 с, а в 12–13 лет снова увеличивается – 0,3 – 0,4 движения в 1 с. У 14–16-летних ежегодный прирост замедляется: у мальчиков до 0,1 – 0,2 движения в 1 с, у девочек в 14–15 лет прекращается совсем, а в 16 лет незначителен [9, 10].

Половые различия начинают проявляться в максимальной частоте движений во всех суставах конечностей: в возрасте 7–10 лет у мальчиков темп движений выше, чем у девочек, а в возрасте 13–14 лет – ниже.

В движениях, выполняемых с максимальной скоростью, различают нарастание скорости, максимум и период ее снижения. Время нарастания максимальной скорости в стартовом разбеге от возраста и пола не зависит. В основном спортсмены достигают максимальной скорости бега на 5-й и 6-й с. Максимальная скорость, достигнутая на 5-й или 6-й с, с возрастом увеличивается: у детей 7 лет она составляет 4,55 м / с; 10–11 лет – 5,37 м / с; 12–13 лет – 5,78 м / с. При этом мальчики 14 лет демонстрируют более высокие показатели максимальной скорости по сравнению с 18-летними. В возрасте от 14 до 15 лет максимальная скорость увеличивается особенно интенсивно – на 51 см / с, а начиная с 16 лет нарастание максимальной скорости замедляется: годовой прирост в 16 лет составляет 33 см / с; в 17 – 24 см / с; в 18 лет – всего 15 см / с [9, 10].

У девочек динамика изменений от возраста к возрасту выглядит иначе. От 13 до 14 лет максимальная скорость у них возрастает на 28 см / с. В дальнейшем наступает падение скорости. Так, в 15 лет прирост скорости составляет 17 см / с и держится на этом уровне до 16 лет. В 17–18 лет заметно значительное увеличение максимальной скорости.

После достижения максимальной скорости бега, которая обычно удерживается не более 1–2 с, начинается ее снижение. Наиболее значительное снижение скорости бега отмечается у детей в 7–8 лет. Последующее снижение скорости является показателем скоростной выносливости. У большинства подростков оно несколько уменьшается до 12–13 лет. В 14–15 лет скорость опять снижается, а в дальнейшем (до 18 лет) остается стабильной. Самый большой прирост скорости наблюдается у мальчиков от 12 до 15 лет.

Данные исследований возрастной динамики показателей быстроты движений, проведенных В. К. Бальсевич группе лиц не занимающихся спортом, позволяют выявить максимально благоприятные периоды для развития этих качеств (табл. 2). Так, измерения проводились на основе показателей времени простой слухомоторной реакции, теппинг-теста и времени отталкивания при вертикальном прыжке вверх с места.

Таблица 2 – Показатели быстроты движений в разном возрасте ($\bar{X} \pm m$)

Возраст, лет	Мужской пол			Женский пол		
	Время реакции, мс	Теппинг-тест, 10 с	Время отталкивания, мс	Время реакции, мс	Теппинг-тест, 10 с	Время отталкивания, мс
5–6	286 ± 10	47,8 ± 13	372 ± 138	287,3 ± 143	47,8 ± 12	307,2 ± 142
7–8	219,7 ± 102	53,9 ± 14	352 ± 97	223,4 ± 179	56,7 ± 17	362 ± 101
9–10	207,0 ± 116	55,8 ± 14	373 ± 160	272,4 ± 176	50,7 ± 12	346 ± 94
11–12	203,3 ± 86	62,4 ± 9	362 ± 104	231,4 ± 108	60,5 ± 10	335 ± 90
13–14	179,3 ± 64	62,9 ± 11	354 ± 136	202 ± 78	59,4 ± 13	328 ± 87
15–16	171 ± 23	71,4 ± 10	350 ± 105	195 ± 5,1	64,0 ± 11	283,2 ± 84
17–19	177,4 ± 38	72,8 ± 10	361 ± 85	194 ± 59	67,1 ± 11	326,7 ± 89

Таким образом, можно говорить о том, что развитие быстроты движений в онтогенезе характеризуется двумя этапами: периодами интенсивного и экстенсивного развития. При этом мы можем выделить, что до 12-летнего возраста половые различия в уровне развития скорости движений невелики, но в старшем возрасте мальчики имеют постепенно возрастающее преимущество перед девочками, у которых уровень развития скоростных качеств стабилизируется после 13–14 лет [30].

1.4 Контроль скоростно-силовых способностей спортсменов

На сегодняшний день существует две разновидности проведения тестирований скоростно-силовых способностей. Первый позволяет проводить тесты в условиях спортивного зала и с минимальными требованиями к инвентарю. Однако на результаты таких тестов может оказывать влияние ряд неконтролируемых факторов (встречный или попутный ветер при беге, техника выполнения упражнения и др.), зачастую делая их недостоверными.

Второй вид тестирований – лабораторный. Он имеет достаточно широкий перечень требований к условиям проведения тестирования и включает: наличие специальных устройств, санитарно-гигиенические требования к помещению (влажность, освещенность и т. д.), наличие квалифицированного персонала и т. д. Лабораторные методы тестирования выдвигают более высокие требования к проведению процедуры тестирования, но при этом и результат таких тестирований более точен, корректен и унифицирован.

Среди наиболее известных видов не лабораторных тестирований скоростно-силовых способностей являются [13]:

- 1) прыжок в длину с места;
- 2) пятикратный прыжок;
- 3) челночный бег (10 х 5 м);
- 4) метания мяча весом 1 кг из положения сидя / стоя;
- 5) прыжок в высоту с разбега;
- 6) подъем туловища из положения лежа на спине в течение 30 с;
- 7) выпрыгивания;
- 8) отжимания от пола / скамейки.

Кроме вышеперечисленных упражнений для оценки развития скоростно-силовых способностей используются и иные виды тестов. Это могут быть как варианты исполнения вышеописанных тестов (тройной прыжок, десятикратный прыжок, прыжок в высоту с места), так и совершенно иные формы, отра-

жающие специфику какого-либо вида спорта (подрыв штанги на грудь, передвижение на лыжах 100 м бесшажным ходом, имитация движений рук бадминтонистов с резиновым амортизатором за 1 мин и др.) [6, 25, 1, 11].

Помимо отдельных упражнений существуют разработанные методики тестирования скоростно-силовых способностей, которые в последнее время набирают популярность в европейских странах и США. Наиболее известные Yo-Yo тест (Yo-Yo Intermittent), тест звукового сигнала (Bleep тест), тест Маргария.

Тест Маргария проводится при помощи лестницы (минимум на 9 ступеней) со свободной ровной зоной перед ней, а также тайминговой системы (рис. 1). В ходе выполнения теста испытуемому необходимо пробежать вверх по лестнице как можно быстрее. Тайминговая система активируется при вбегании спортсменом на третью ступеньку и выключается при его остановке на последней ступени. В результате полученное время преодоления заданного расстояния позволяет вычислить анаэробно-алактатную мощность спортсмена по специальной формуле: $P = (m * 9.807 * h)/t$, где m – масса спортсмена, кг; h – высота между двумя датчиками движения, м; t – зафиксированное время бега, с.



Рисунок 1 – Схематическое изображение теста Маргария

Безусловно, тест Маргария позволяет стандартизированно оценить развитие скоростно-силовых способностей спортсменов одной группы, однако сравнение результатов подобного тестирования, проведенного в разных условиях невозможно. Это связано со сложностью подбора лестницы, у которой был бы заданный угол наклона, определенная высота ступеней и необходимое

их число. Кроме того, к недостаткам данного тестирования можно отнести и травмоопасность, которая возникает при вбегании на лестницу на максимальной скорости, специфичность бега по лестнице, а также недостаток информации о динамике скорости испытуемых, демонстрируемой в ходе тестирования [6, 64].

Тест звукового сигнала также является разновидностью бегового теста [6, 13, 25]. В процессе тестирования участникам необходимо выполнять пробежки от одной линии к другой и обратно в установленный временной период, который отмечается звуковым сигналом. Постепенно и последовательно время между звуковыми сигналами сокращается (увеличивается уровень), что вынуждает спортсменов ускоряться. Спортсмен в ходе теста может не успеть добежать до обозначенной отметки один раз, после второй ошибки спортсмен прекращает тестирование. Дистанция может быть 15 м или 20 м и подбирается в соответствии с особенностями избранного вида спорта, а также целей и задач исследования. Результатом исследования служит оценка каждого спортсмена, которая строится на записи пройденного уровня и количеством челноков. В последующем оценка спортсмена сравнивается с нормативными показателями теста установленного протокола. Одним из достоинств данного вида тестирования является его соревновательная основа, которая может оказать положительное влияние на результаты тестов участников. Кроме того, тест звукового сигнала позволяет спортсмену самостоятельно отслеживать динамику собственных результатов (прохождение уровней). Однако отследить показатели максимальной алактаной мощности и максимальной скорости в ходе данного тестирования достоверно невозможно.

Подобным тесту звукового сигнала является Yo-Yo тест, который также является беговым. Его отличительной чертой является наличие периодических интервалов отдыха, которые предусмотрены с целью имитации соревновательной нагрузки таких видов спорта как футбол, баскетбол, хоккей, крикет, гандбол и др. Процедура исследования выглядит следующим образом: испытуемые

выстраиваются у отметки 5 м и по звуковому сигналу начинают бег к 25 м, после второго звукового сигнала спортсмены возвращаются к отметке 5 м, где им дается некоторое время для восстановления, в период которого они идут до отметки 0 м и возвращаются к старту, ожидая следующий звуковой сигнал. Подобно тесту звукового сигнала маркером окончания теста для испытуемого служит вторая ошибка, т. е. ситуация, при которой испытуемый не успевает достигнуть отметки до подачи звукового сигнала. Балл испытуемому выставляется в соответствии с пройденной трассой (кругом), в последующем данный балл сверяется с нормативными показателями, выведенными в таблицы.

Методика Yo-Yo теста позволяет избирательно подойти к процессу исследования физических качеств спортсменов с учетом особенностей избранного вида спорта, так как разработано четыре версии тестирования:

- восстановление 1 – ориентация на способность спортсмена выполнять периодические упражнения, требующие максимальной активации аэробной системы;
- восстановление 2 – версия для спортсменов более высоко класса, позволяет исследовать процессы восстановления после анаэробной нагрузки;
- выносливость 1 – ориентация на исследование показателей выносливости, которые активируются во время продолжительных видов физической активности;
- выносливость 2 – версия для спортсменов более высоко класса, предназначено для исследования показателей выносливости.

Недостатком данного вида тестирования, как и других подобных не лабораторных тестов, является высокая вероятность допущения ошибки спортсменом в ходе тестирования, а также невозможность установить истинный уровень развития скоростно-силовых способностей спортсменов. К достоинствам Yo-Yo теста можно отнести: простоту организации проведения тестирования, т. к. не требуется наличие дорогостоящего оборудования и специально обученного персонала, а также наглядность динамики результатов для самого спортсмена и

присутствие соревновательного элемента, который может оказать положительное влияние на результат тестирования.

Лабораторные тестирования скоростно-силовых способностей проводятся, как правило, на тензометрической платформе, эргометрах и велоэргометрах разных моделей и типов, а также прочих используемых в спортивной науке тренажерах. Такие исследования позволяют не только проследить динамику результатов конкретного спортсмена, но и выявлять такие важные показатели как максимальная алактатная мощность (МАМ), относительная пиковая мощность (МАМ / кг), средняя мощность (АР), относительная средняя мощность (АР / кг), время достижения пика (t_{pp}) и показатели мощности в конкретный отрезок времени выполнения упражнения и т. д.

Тестирование скоростно-силовых способностей в условиях лаборатории может быть проведено на различных тренажерах, выбор которых определяется целями и задачами исследования, а также особенностями избранного вида спорта испытуемых. Так, наиболее подходящим тренажером для исследования взрывной силы является тензоплатформа, позволяющая наиболее точно оценить скорость одиночного движения [41, 51, 63]. При помощи тензоплатформы и предустановленного программного обеспечения проводятся исследования высоты прыжка, мощности отталкивания, времени отталкивания, полета, а также подседа. Такого рода исследование позволяет определить не только способность спортсмена к быстрому проявлению мышечной силы, но и выявить скорость нарастания силы и показатель максимального проявления силы и времени её достижения. Однако в результате тестирования на тензоплатформе нельзя выявить показатели скоростной и силовой выносливости [57, 60].

Самым распространенным видом тестирования скоростно-силовых способностей на сегодняшний день является Вингейт-тестирование. Современные велоэргометры, оснащенные аппаратным и программными обеспечениями, обладают миллисекундной чувствительностью и позволяют получать самые точные показатели максимальной алактатной мощности (МАМ), средней

мощности (AP), минимальной мощности (LP), индекса усталости (FI), падения мощности (PD), времени до максимальной алактатной мощности (t_{pp}), максимальной скорости ($V_{\text{макс}}$), мощности на максимальной скорости ($P V_{\text{макс}}$), времени на максимальной скорости ($t V_{\text{макс}}$), снижения мощности (P_{dec}) [28]. При этом часть показателей (MAM, t_{pp} , $V_{\text{макс}}$, $P V_{\text{макс}}$, $t V_{\text{макс}}$) являются мерами взрывной силы и демонстрируют развитие алактатной системы энергообеспечения [35]. Остальные показатели (AP, LP, FI, PD и P_{dec}) используются для измерения алактатной и аэробной гликолитической мощности активных мышц [22].

Что касается методик проведения тестирований, то существует множество протоколов проведения исследования, в которых нормируется время проведения теста, тип старта (с места или скользящий), вес сопротивления (за стандарт на сегодняшний день установлено 7,5 % от массы тела), периоды и тип отдыха, если тест проходится в несколько этапах.

Самой распространено считается следующая методика проведения тестирования: скользящий старт с частотой педалирования 80 оборотов в минуту, разгон до максимально возможной скорости и удержание её в течение 30 секунд с предварительно рассчитанным отягощением в 7,5 % от массы тела.

Интересно, что аналитическая оценка исследовательских работ в области нагрузочных тестирований показала высокую надежность определения MAM и иных значений при проведении Вингейт-тестов, скоростно-силовых, инерционных, повторных и др. исследований вне зависимости от используемых протоколов. Выбор протокола исследования должен определяться целями, задачами и направлениями тестирования, как и выбор конкретного устройства или тренажера [34].

Метод Вингейт-тестирования для контроля развития скоростно-силовых способностей спортсменов наиболее часто встречается в следующих видах спорта: футбол и мини-футбол, хоккей, лыжные гонки, конькобежный спорт, смешанные единоборства, дзюдо, каратэ, плавание, гандбол, легкая атлетика, велосипедный спорт [1, 11, 33, 41, 61, 75, 76].

ГЛАВА 2 ОРГАНИЗАЦИЯ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

2.1 Организация исследования

Исследование проводилось на базе лаборатории «Функциональных тестирований и комплексного контроля в спорте» ЦКП Уральского федерального университета имени первого Президента России Б. Н. Ельцина (Россия, г. Екатеринбург).

Лаборатория, в которой проводилось исследование, была подготовлена и оборудована с учетом санитарно-гигиенических требований: была обеспечена эффективная система вентиляции и кондиционирования, температура и влажность воздуха соответствовала требованиям для проведения тестирований спортсменов.

Отметим, что предварительно до спортсменов было доведено обязательное условие для проведения тестирования: прием пищи не менее, чем за 2 часа и не более чем за 4 часа до тестирования. Данное требование обусловлено изнуряющим характером работы в процессе тестирования и выполнением физической нагрузки высокой интенсивности. После проведения тестирования все спортсмены были обеспечены необходимым количеством питьевой воды.

Перед началом исследования каждый спортсмен был подробно проинструктирован о методике тестирования, правилах безопасного поведения во время прохождения теста, а также о регистрируемых параметрах. Каждому спортсмену были озвучены рекомендации о необходимости сообщать о возникновении следующих симптомов: резкая слабость, затруднение дыхания, головокружение и т.д. Осуществлявший тестирование персонал лаборатории внимательно наблюдал за исследуемыми и при появлении каких-либо симптомов, являющихся индикаторами прекращения теста по медицинским показаниям, прекращал тестирование.

Каждый участник исследования на момент тестирования не имел каких-либо острых или хронических патологий со стороны ведущих систем организма, а также был допущен к тренировочной и соревновательной деятельности. Согласно данным врачебных наблюдений у участников эксперимента отсутствовали медицинские противопоказания к нагрузочным тестированиям. Все дети и их родители, а также совершеннолетние спортсмены, были проинструктированы о цели и методике тестирования, противопоказаниях и возможных осложнениях перед тем, как у них было получено письменное информированное согласие на участие в исследовании и дальнейшем опубликовании полученных данных.

В качестве тренажера для исследования использовался велоэргометр Monark 894E Ergomedic Peak Bike (Monark, Швеция). Оценка скоростно-силовых способностей спортсменов осуществлялась по стандартному протоколу Вингейт-теста: предварительно рассчитывалось и устанавливалось отягощение, составляющее 7,5 % от массы тела, спортсменом осуществлялся разгон до максимально возможной скорости с последующим удержанием её в течение 30 секунд [73]. Пример протокола исследования представлен в приложении А.

Для обеспечения подготовки организма к работе и разогрева мышц с целью предотвращения микротравм и коленного сустава перед тестированием спортсменами была проведена общеразогревающие упражнения, а также ходьба по лестнице в течение 5-7 минут. Кроме того, для каждого испытуемого в индивидуальном порядке был подготовлен велоэргометр с учетом антропометрических данных: была проведена регулировка сидения по высоте таким образом, чтобы в нижней точке положения стопы при педалировании колено было выпрямлено, также были отрегулированы рукоятки руля для наиболее удобного хвата руками и при помощи специальных ремней были зафиксированы стопы в педалях.

С целью адаптации спортсмена к устройству, тест начинался с короткой, но интенсивной разминки без отягощения (при поднятой корзине). После подтверждения готовности спортсмена к проведению тестирования, испытуемый начинал наращивать скорость педалирования и, при достижении 80 оборотов в минуту корзина с грузом опускалась, создавая сопротивление, что соответствовало началу теста. Фиксировать все параметры скоростно-силовых способностей, а также отслеживать скорость педалирования с начала теста позволяло предустановленное программное обеспечение велоэргометра.

По окончании теста были проанализированы такие показатели: относительная максимально достигнутая в тесте мощность нагрузки (МAM/кг, Вт/кг), время достижения пика мощности (t_{pp} , с), процент потери мощности к 15 с и 30 с (Вт/кг) [45, 61]. Примеры заключений Вингейт-теста представлены в приложении Б. Кроме того, программное обеспечение велоэргометра Monark 894E Ergomedic Peak Bike позволило провести оценку качества выполнения Вингейт-теста спортсменами.

2.2 Группа исследования

В исследовании приняли участие 520 спортсменов в возрасте от 7 до 38 лет. При расчетах возрастных норм МAM все участники были поделены по полу и возрастным группам. В итоге было сформировано 14 групп мужского пола: 7 лет ($n = 9$), 8 лет ($n = 8$), 9 лет ($n = 18$), 10 лет ($n = 31$), 11 лет ($n = 23$), 12 лет ($n = 10$), 13 лет ($n = 8$), 14 лет ($n = 73$), 15 лет ($n = 78$) и 16 лет ($n = 37$), 17-18 лет ($n = 42$), 19-21 год ($n = 52$), 22-25 лет ($n = 40$), старше 25 лет ($n = 44$). Спортсменки женского пола были разделены на 6 групп: 9 лет ($n = 8$), 10 лет ($n = 9$), 11 лет ($n = 11$), 14 лет ($n = 8$), 15 лет ($n = 6$) и 16 лет ($n = 5$). Тестируемые атлеты занимались в спортивных секциях волейбола, футбола, мини-футбола, плавания, лыжных гонок, конькобежного спорта, карате, хоккея и др.

Среди испытуемых была произведена дополнительная выборка, позволявшая рассчитать нормы для представителей различных видов спорта. Так,

среди 159 спортсменов высокого класса различных специализаций в возрасте от 17 до 38 лет были сформированы следующие группы: футбол ($n = 29$), мини-футбол ($n = 32$), лыжные гонки ($n = 27$), смешанные единоборства (ММА) ($n = 29$), легкая атлетика ($n = 3$), конькобежный спорт ($n = 3$), дзюдо ($n = 6$) и др. Кроме того, в исследовании приняли участие 49 студентов Института физической культуры, спорта и молодежной политики УрФУ в возрасте от 19 до 35 лет, которые составили группу сравнения.

Внутри данной выборки в рамках одного вида спорта было произведено деление на две подгруппы согласно спортивным званиям (МСМК и МС) или уровню спортивных достижений (мировой и российский). Так, бойцы смешанных единоборств (ММА) были подразделены на две группы: спортсмены, принимающие участие в соревнованиях европейского и мирового уровня ($n = 13$, средний возраст $25,23 \pm 4,56$ лет, рост $178,61 \pm 4,48$ см, вес $78,53 \pm 9,98$ кг) и призеры всероссийских соревнований ($n = 16$, средний возраст $24,5 \pm 2,96$ лет, рост $178,75 \pm 5,88$ см, вес $78,75 \pm 8,21$ кг). Интересно, что большинство бойцов мирового уровня кроме высоких достижений в ММА обладают званиями в иных видах единоборств: самбо, спортивная борьба, кикбоксинг, рукопашный бой, грэпплинг, бокс, и др.

Лыжники-гонщики были разделены на две группы: мастера спорта международного класса, призеры международных соревнований ($n = 7$, средний возраст $31 \pm 2,58$ лет, рост $180,85 \pm 3,57$ см, вес $79 \pm 1,82$ кг) и призеры всероссийских соревнований ($n = 20$, средний возраст $19,15 \pm 4,84$ лет, рост $176,65 \pm 4,93$ см, вес $69,6 \pm 6,58$ кг), мастера спорта и кандидаты в мастера спорта. Представители одного мини-футбольного клуба были разделены на возрастные подгруппы: спортсмены до 21 года ($n = 16$, средний возраст $19,18 \pm 0,98$ лет, рост $178,56 \pm 4,77$ см, вес $70,87 \pm 7,71$ кг) и старше 22 ($n = 16$, средний возраст $28,06 \pm 5,60$ лет, рост $179,68 \pm 6,22$ см, вес $73,93 \pm 6,97$ кг). Подобное разделение игроков по возрасту было обусловлено, в том числе, спортивным уровнем испытуемых, так как спортсмены старшего возраста успешно выступали в суперлигах и на международных соревнованиях, а футболисты молодежного

возраста являются призерами чемпионатов и турниров всероссийских уровней.

Кроме того, в выборке присутствуют: футболисты ($n = 29$, средний возраст $20,24 \pm 1,27$ лет, рост $181,65 \pm 6,07$ см, вес $73,79 \pm 5,49$ кг), дзюдо ($n = 6$, средний возраст $20,5 \pm 1,51$ лет, рост $175 \pm 6,92$ см, вес $81,5 \pm 9,48$ кг), конькобежцы ($n = 3$, средний возраст $20,66 \pm 6,35$ лет, рост 180 ± 2 см, вес $75,33 \pm 10,01$ кг) и спортсмены-легкоатлеты ($n=3$, средний возраст $25,66 \pm 2,30$ лет, рост $174 \pm 10,39$ см, вес $59 \pm 5,29$ кг), специализирующиеся в беге на длинные дистанции и горном беге, являются мастерами спорта, победителями всероссийских соревнований.

Для выявления норм в отдельных видах спорта, группу сравнения составили студенты института физической культуры, в которую вошли как спортсмены сборных команд Свердловской области в различных видах спорта, так и студенты, не принимающие участия в соревнованиях ($n = 24$, средний возраст $25,37 \pm 4,20$ лет, рост $170,5 \pm 26,70$ см, вес $75,87 \pm 12,80$ кг).

2.3 Вингейт-тестирование скоростно-силовых способностей спортсменов

Вингейт-тест был разработан в начале 1970-х годов и с тех пор считается достоверной и валидной оценкой МАМ, времени достижения пика и изменяющейся на протяжении всего тестирования работы [35, 46]. Механические эргометры с аппаратным и программным обновлением (Monark Peak Bike 894E и Monark Ergonomic 891E) появились в 2000-х годах, благодаря чему стало возможным получение более точных данных с расчетами до миллисекунды. В настоящее время в процессе проведения Вингейт-тестирования можно получить данные о следующих показателях: максимальная алактатная мощность (МАМ), средняя мощность (AP), мощность на 15 и 30 секундах (P_{15} и P_{30}), минимальная мощности (LP), индекс усталости (FI), падение мощности (PD), время до максимальной алактатной мощности (t_{pp}), максимальная скорость

($V_{\text{макс}}$), мощность на максимальной скорости ($PV_{\text{макс}}$), времени на максимальной скорости ($tV_{\text{макс}}$), снижения мощности (P_{dec}). Кроме того, современное программное обеспечение позволяет автоматически произвести расчеты некоторых единиц с учетом массы тела испытуемого ($MAM/\text{кг}$, $AP/\text{кг}$, $P_{15}/\text{кг}$ и $P_{30}/\text{кг}$). При этом, MAM , $t_{\text{пр}}$, $V_{\text{макс}}$, $PV_{\text{макс}}$ и $tV_{\text{макс}}$ отвечают за развитие алактатной системы энергообеспечения, в то время как AP , LP , FI , PD и P_{dec} используются для измерения алактатной и аэробной гликолитической мощности активных мышц [64, 22].

Что касается методик проведения тестирований, то существует множество протоколов проведения исследования, в которых нормируется время проведения теста, тип старта (с места или скользящий), вес сопротивления (за стандарт на сегодняшний день установлено 7,5 % от массы тела), периоды и тип отдыха, если тест проходится в несколько этапах.

Самой распространено считается следующая методика проведения тестирования: скользящий старт с частотой педалирования 80 оборотов в минуту, разгон до максимально возможной скорости и удержание её в течение 30 секунд с предварительно рассчитанным отягощением в 7,5 % от массы тела.

Обращает на себя внимание тот факт, что, большинство авторов исследовательских работ в области нагрузочных тестирований склоняются к высокой надежности определения MAM и иных значений при проведении Вингейт-тестов, скоростно-силовых, инерционных, повторных и др. исследований вне зависимости от используемых протоколов. Таким образом, это свидетельствует о том, что выбор конкретного устройства или тренажера для проведения тестирования, а также определение протокола исследования должны определяться целями, задачами и направлениями тестирования [47].

2.4 Статистическая обработка полученных данных

Статистическая обработка данных была проведена с использованием пакетов программ «Excel» (Microsoft Office 2010) и SPSS Statistics 23.0 (IBM).

Для описания исследуемых и характеристики групп было рассчитано среднее значение (M), стандартное отклонение (SD).

Был проведен анализ нормальности распределения значений в группах, однофакторный одномерный анализ сравнения средних (one-way ANOVA) между показателями в группах различного пола. Использовался t-критерий Стьюдента для независимых выборок в качестве сопоставления результатов на основе параметрического метода.

Различия считали достоверными при $p < 0,05$

ГЛАВА 3 НАУЧНОЕ ОБОСНОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИССЛЕДОВАНИЯ ВОЗРАСТНОЙ ДИНАМИКИ ПОКАЗАТЕЛЕЙ СКОРОСТНО-СИЛОВЫХ СПОСОБНОСТЕЙ

3.1 Анализ результатов Вингейт-тестирования спортсменов

В результате проведенного исследования было выявлено, что Вингейт-тестирование детей младше 9 лет может сопровождаться организационными сложностями, обусловленными техническими особенностями велоэргометра. Так, в ходе исследования был выявлен минимальный рекомендуемый рост испытуемого для прохождения Вингейт-теста – 140 см.

Исследование показало, что средняя величина максимальной алактатной мощности у детей 7 лет равна $6,7 \pm 1,8$ Вт/кг, у 8 лет – $6,7 \pm 0,8$ Вт/кг. Дальнейший прирост максимальной мощности происходит неравномерно (рис. 2).

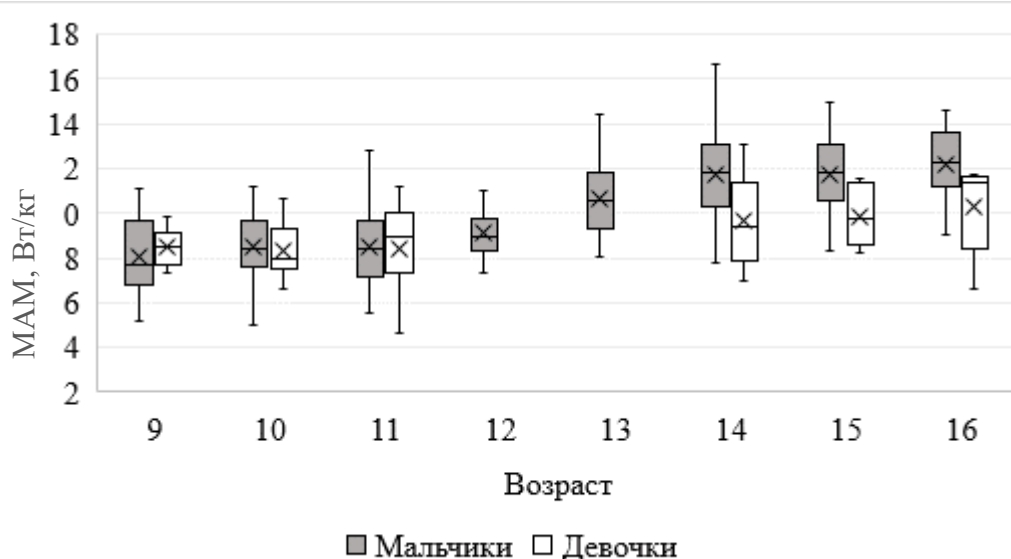


Рисунок 2 – Возрастная динамика максимальной алактатной мощности в Вингейт-тесте у детей и подростков

Примечание: «х» внутри прямоугольника – среднее арифметическое по выборке, линия – медиана. Нижняя и верхняя грань прямоугольника – 1^{ый} и 3^{ий} квартили. Концы «платок отклонений» – максимальные и минимальные значения максимальной мощности в возрастной группе тестируемых.

Сравнение результатов средних значений МАМ мальчиков 9-11 лет показало недостоверные изменения: $p = 0,34$ для 9 и 10 лет, $p = 0,94$ для 10 и 11 лет. Для данной возрастной группы свойственны равные значения стандартного отклонения средней МАМ, но разница между минимальным и максимальным значениями варьирует в широком диапазоне – от 5,5 до 12,78 Вт/кг (рис. 2).

Максимальная алактатная мощность мальчиков данного возраста составляет $8,42 \pm 1,56$ Вт/кг, а девочек – $8,41 \pm 1,46$ Вт/кг. В период 9-11 лет возрастные и половые различия данных Вингейт-теста отсутствуют (табл. 3).

Таблица 3 – Максимальная мощность в Вингейт-тесте, Вт/кг ($M \pm SD$)

Возраст	Количество	Мальчики	Девочки	p
9	19 ♂; 8 ♀	$8,03 \pm 1,58$	$8,49 \pm 0,84$	0,34
10	31 ♂; 9 ♀	$8,48 \pm 1,52$	$8,33 \pm 1,23$	0,77
11	63 ♂; 11 ♀	$8,5 \pm 1,58$	$8,41 \pm 2,01$	0,89
12	30 ♂; - ♀	$9,14 \pm 1,14$	-	-
13	23 ♂; - ♀	$10,64 \pm 1,65$	-	-
14	74 ♂; 11 ♀	$11,74 \pm 2,15$	$9,66 \pm 2,12$	0,009
15	60 ♂; 6 ♀	$11,76 \pm 1,56$	$9,88 \pm 1,37$	0,018
16	23 ♂; 5 ♀	$12,2 \pm 1,59$	$10,28 \pm 2,12$	0,11

Примечание: ♂ - мальчики; ♀ - девочки; различия достоверны при $p \leq 0,05$.

Рост относительной пиковой мощности наблюдается у детей с 11 лет. За год в возрасте 11-12 лет происходит увеличение на 7,53% (достоверность различий $p = 0,032$), 12-13 лет – 17,7% ($p = 0,032$), 13-14 лет – 10,34% ($p = 0,013$). При этом, в возрастах 14 лет, 15 и 15-16 лет МАМ достоверно не различается ($p = 0,94$ и $p = 0,26$ соответственно).

Анализ результатов максимальной алактатной мощности у девушек 14 и 15 лет показал, что она достоверно ниже, чем у юношей такой же возрастной категории. В возрасте 16 лет достоверных отличий не установлено, что может быть объяснено малым объемом выборки девушек ($n = 5$), а также их высокими спортивными достижениями. Однако максимальные значения МАМ у юношей по величине планок отклонений (рис. 2) значительно выше женских показателей максимальной алактатной мощности.

Показатели скоростных способностей спортсменов, т. е. время достижения пика мощности (t_{pp} , с), изменяются несколько иначе. У детей 9-11 лет среднее время достижения пика стабильно, однако данный показатель сильно изменяется внутри группы, так как стандартное отклонение большое. В возрасте 12 лет происходит увеличение времени достижения пика мощности в Вингейт-тесте и стандартного отклонения (рис. 3). Далее с 13-летнего возраста происходит уменьшение среднего времени t_{pp} , а также снижение разброса данных значений в возрастной группе: так, среднее значение t_{pp} в возрасте 10 лет – $3,45 \pm 2,55$ с, в 15 лет – $2,59 \pm 1,58$ с, 16 лет – $2,49 \pm 1,06$ с.

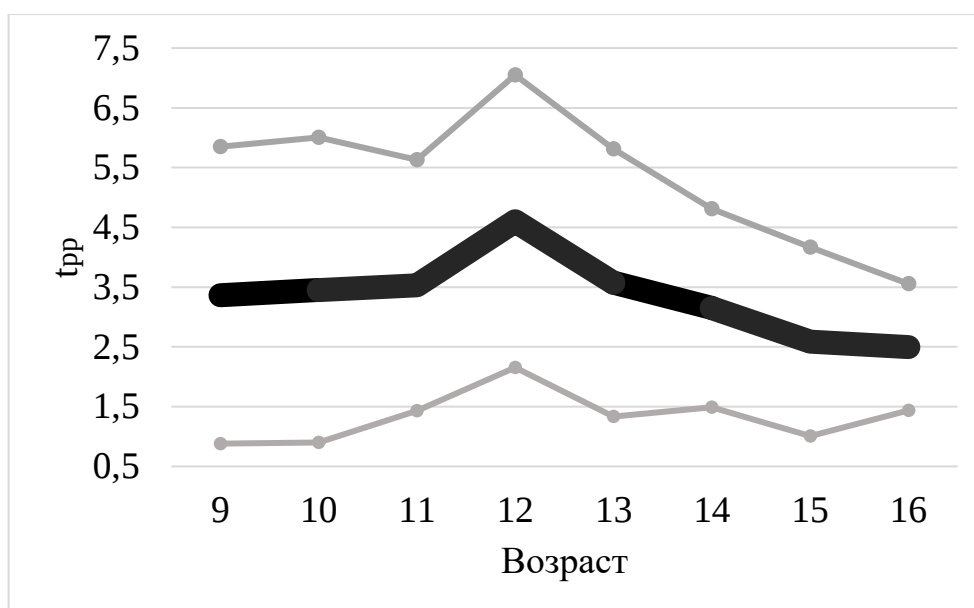


Рисунок 3 – Возрастная динамика времени достижения максимальной алактатной мощности в Вингейт-тесте у детей и подростков мужского пола
Примечание: черная линия – среднее значение, тонкие серые линии – стандартное отклонение.

Анализ результатов Вингейт-теста взрослых спортсменов производился с учетом избранного вида спорта (табл. 4). Результаты сравнительного анализа между показателями МАМ и средней мощности у спортсменов в подгруппах внутри одного вида спорта позволили выявить достоверные различия между показателями МАМ у бойцов смешанных единоборств международного и российского уровня ($p < 0,05$), у игроков мини-футбольных клубов в подгруппах разного возраста ($p < 0,05$).

Таблица 4 – Максимальная алактатная мощность и средняя мощность в Вингейт-тесте у спортсменов высокого класса различных специализаций ($M \pm SD$ (min-max))

Вид спорта	Критерий деления на подгруппы	МAM, Вт/кг	Средняя мощность, Вт/кг
Конькобежный спорт	МС	15,26±0,47 (14,75-15,34)	9,92±0,78 (9,42 -10,82)
Мини-футбол	18-21	14,13 ±1,32 (12,8 -17,46)	9,11±0,7 (7,82-10,08)
	23+	14,82±1,1 (13,23-16,58)	9,28±0,72 (7,77-10,41)
Футбол	18-21	14,64±1,1 (13,45-17,13)	9,62±0,53 (9,26-10,45)
Дзюдо	МС	13,69±0,36 (13,23-14,29)	8,66±0,22 (8,31-14,29)
Смешанные единоборства	Российский уровень	11,36±1,39 (9,9-13,05)	8,14±0,61 (6,86-9,14)
	Международный уровень	12,22±0,89 (10,25-13,69)	8,29±0,32 (7-8,96)
Лыжные гонки	КМС, МС	12,98±1,61 (10,32-16,17)	8,87±0,7 (7,52-10,27)
	МСМК	13,18±0,59 (12,59-14,27)	8,88±0,52 (8,39-9,67)
Легкая атлетика	МС, МСМК	12,68±1,9 (11,08-14,79)	9,31±0,86 (8,78-10,3)
Студенты-спортсмены		12,02±1,29 (8,21-14,49)	8,21±0,64 (6,64-10,46)

В подгруппах лыжников разного уровня квалификации достоверных отличий показателя МAM выявлено не было ($p > 0,05$). Кроме того, установлено, что средняя мощность в подгруппах спортсменов во всех исследуемых видах спорта не имела достоверных различий ($p > 0,05$). Ожидается высокие показатели МAM и скоростно-силовой выносливости продемонстрировали представители конькобежного спорта. У лыжников-гонщиков международного уровня выявлены высокие показатели МAM. При этом и некоторые более молодые и менее квалифицированные лыжники смогли достичь достаточно высоких результатов МAM (около или равные 16 Вт/кг).

Легкоатлеты, специализирующиеся в беге на длинные дистанции, имеют невысокий средний показатель МAM, но высокий уровень скоростно-силовой выносливости ($AP = 9,31$). Анализ средних результатов тестирования студентов-спортсменов приводят к следующим выводам: во-первых, МAM ниже 10 Вт/кг не свойственна взрослым людям занимающимся спортом даже

на любительском уровне, во-вторых, нетренированные люди могут демонстрировать высокие показатели МАМ и при этом иметь низкий уровень скоростно-силовой выносливости.

Корреляционный анализ показал, что достоверные взаимосвязи отсутствуют между параметрами МАМ и средней мощности в группах футболистов, а также в группе ММА российского уровня ($r = 0,346$, $p > 0,05$ и $r = 0,319$, $p > 0,05$ соответственно). Достоверные взаимосвязи между данными параметрами были обнаружены в группах: лыжники (КМС и МС) – $r = 0,805$, $p < 0,01$; мини-футболистов 18-21 год и старше 23 лет – $r = 0,498$, $p < 0,05$ и $r = 0,69$, $p < 0,01$; лыжников-гонщиков (МСМК) – $r = 0,814$, $p < 0,01$; спортсмены ММА международного уровня – $r = 0,89$, $p < 0,01$.

Программное обеспечение велоэргометра Monark 894E позволило оценить качественную сторону выполнения Вингейт-теста, согласно которой правильность прохождения теста наблюдается с возраста 14 лет (рис. 4).

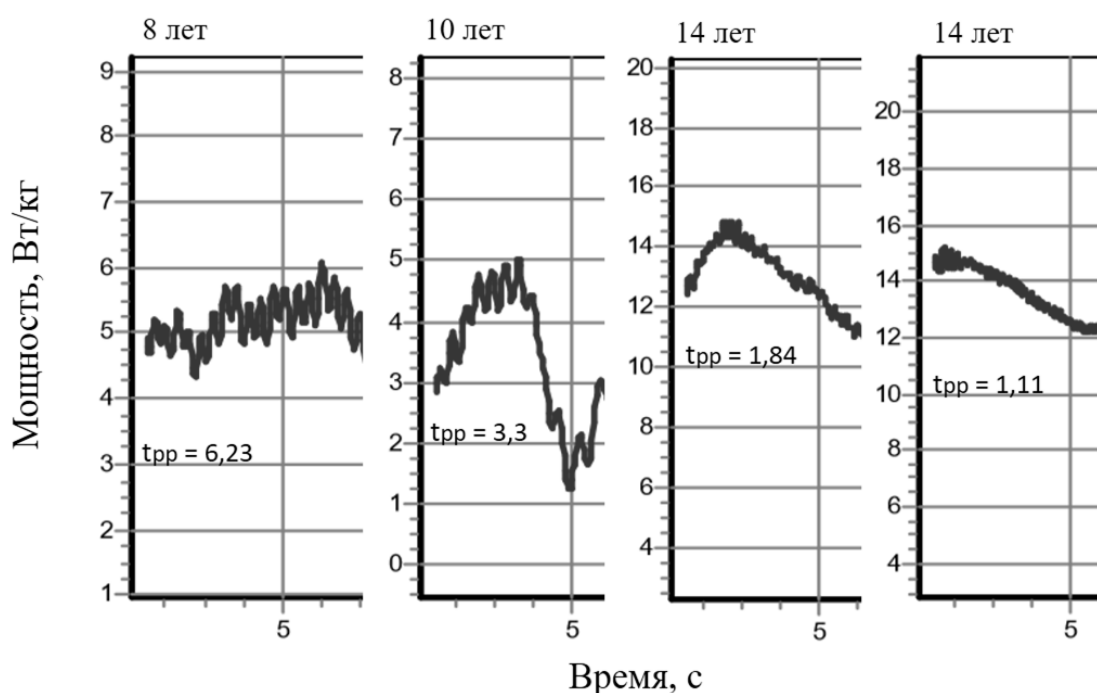


Рисунок 4 – Возрастная динамика качества выполнения Вингейт-теста

Таким образом, дальнейшее исследование изменений показателей выносливости наиболее информативным будет для спортсменов старше 14 лет.

Изменение показателей выносливости

В 14-летнем возрасте изменение мощности происходит неравномерно у разных подгрупп: так, испытуемые, у которых результаты МАМ меньше возрастной нормы, теряют в мощности 19%, в то время как у испытуемых с результатами МАМ выше нормы происходит падение мощности на 39% к 15 с, однако при этом показатели второй группы все же остаются выше (8,9 Вт/кг к 7,1 Вт/кг) (рис. 5).

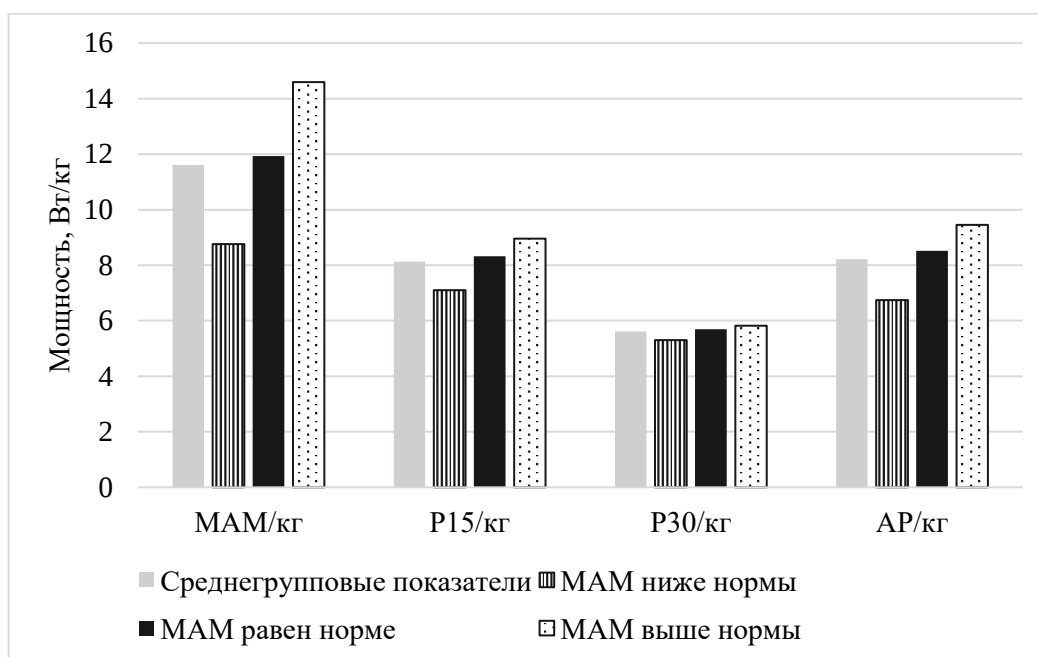


Рисунок 5 – Динамика показателей мощности у мальчиков 14 лет

Группа испытуемых с показателями, равными норме теряет к 15 с 30% (мощность 8,3 Вт/кг). К 30 с показатели у группы ниже нормы опускаются еще на 21% (становится 60% от МАМ), у группы с показателями выше нормы – на 21% (становится 40% от МАМ), у группы с нормальными показателями – на 12% (становится 48% от МАМ). При этом, распределение показателей мощности на 30 с сохраняет тенденцию убывания от группы с показателями выше нормы к группе, которые продемонстрировали МАМ ниже нормы (5,8 Вт/кг, 5,6 Вт/кг, 5,2 Вт/кг).

Таким образом, группа, изначально демонстрирующая больший показатель в мощности теряет намного больше, однако при этом их результат остается высоким (рис. 6).

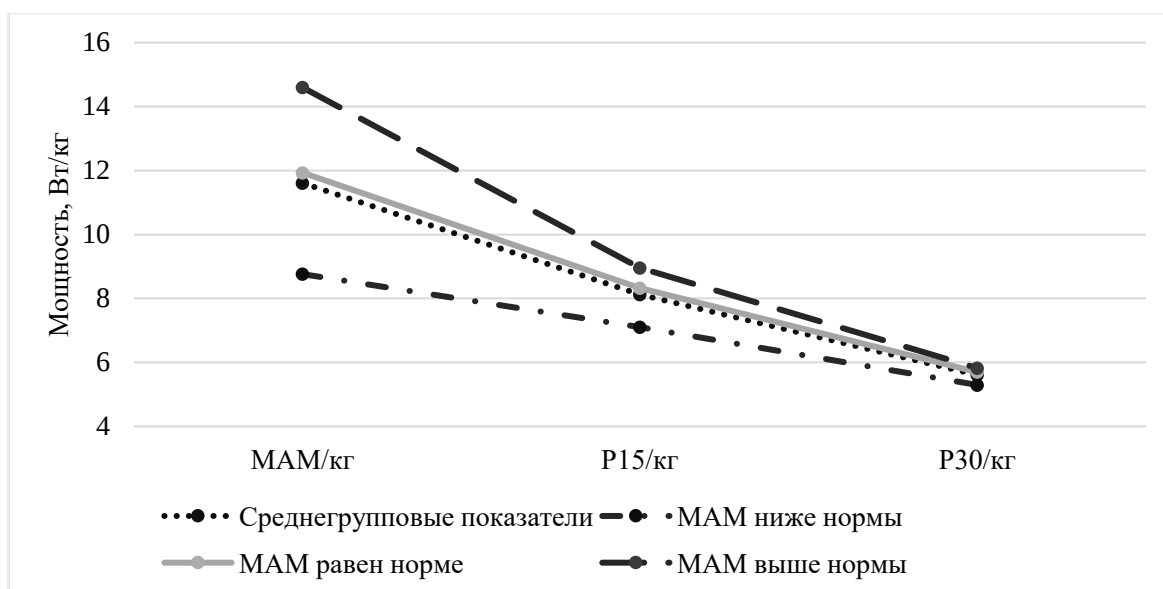


Рисунок 6 – Падение показателей мощности во время Вингейт-теста у мальчиков 14 лет

Среди испытуемых, продемонстрировавших МММ выше нормы, к 15 с сохранили мощность равной норме – 44%, выше нормы – 31%. К 30 с в данной группе происходят следующие изменения: не дошли до 30 с – 13%, показали результат в диапазоне нормы – 38%, выше нормы – 31%. При этом, демонстрировали результат выше нормы на протяжении всего исследования лишь 6%.

У юношей 15-16 лет показатели мощности к 15 с падает у разных групп более равномерно (рис. 7), чем у испытуемых возрастом 14 лет.

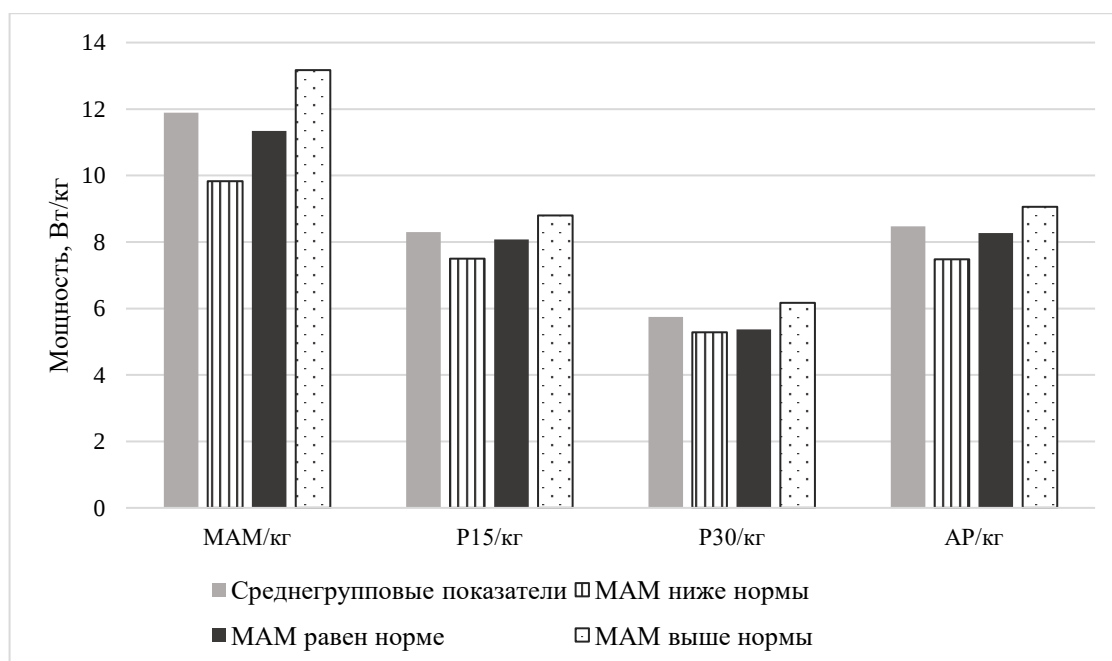


Рисунок 7 – Динамика показателей мощности у юношей 15-16 лет

Испытуемые, у которых результаты МАМ меньше возрастной нормы, теряют в мощности 24%, в то время как у испытуемых с результатами МАМ выше нормы происходит падение мощности на 33% к 15 с, однако при этом показатели группы, чьи МАМ были изначально выше нормы, больше, чем у других подгрупп (8,7 Вт/кг к 7,4 Вт/кг).

Группа испытуемых с показателями, равными норме теряет к 15 с 29% (мощность 8,0 Вт/кг, что ниже, чем у 14летних). К 30 с показатели у группы ниже нормы опускаются еще на 22% (становится 54% от МАМ), у группы выше нормы – на 20% (становится 47% от МАМ), у группы с нормальными показателями – на 24% (становится 47% от МАМ). При этом, распределение показателей мощности на 30 с сохраняет тенденцию убывания от группы с показателями выше нормы к группе, которые продемонстрировали МАМ ниже нормы (6,1 Вт/кг, 5,3 Вт/кг, 5,2 Вт/кг) (рис. 8).

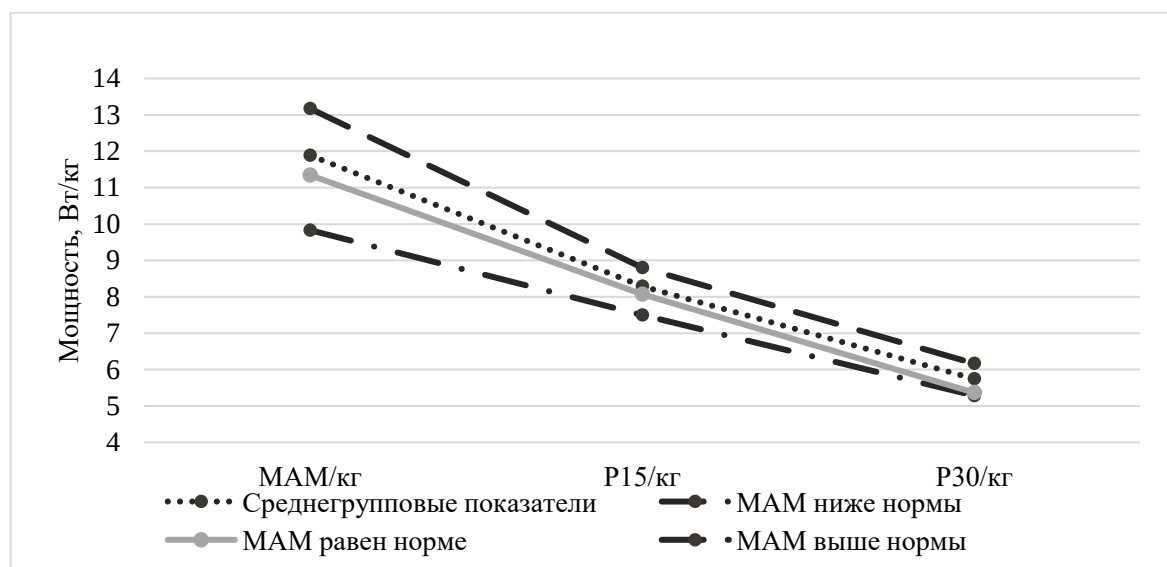


Рисунок 8 – Падение показателей мощности во время Вингейт-теста у мальчиков 15-16 лет

Среди испытуемых, продемонстрировавших МАМ выше нормы, к 15 с сохранили мощность равной норме – 52%, выше нормы – 43%, ниже нормы – 5%. К 30 с в данной группе происходят следующие изменения: не дошли до 30 с – 7%, показали результат в диапазоне нормы – 60%, выше нормы – 29%. При этом, демонстрировали результат выше нормы на протяжении всего исследования лишь 19%.

В данной возрастной группе часть испытуемых среди тех, кто продемонстрировал результат МАМ выше нормы, уже к 15 с показала результат ниже возрастной нормы, чего не наблюдалось у 14-летних.

Изменение показателей мощности у спортсменов 17-18 лет происходит неравномерно (рис. 9): у которых результаты МАМ меньше, чем установленные возрастные нормы, теряют в мощности 26%, в то время как у испытуемых с результатами МАМ выше нормы происходит падение мощности на 40% к 15 с, однако при этом показатели группы «выше нормы» остаются выше (8,9 Вт/кг к 8,1 Вт/кг). Группа испытуемых с показателями, равными норме теряет к 15 с 36% (мощность 8,1 Вт/кг). К 30 с показатели у группы ниже нормы опускаются еще на 21% (становится 54% от МАМ), у группы выше нормы – на 18% (становится 42% от МАМ), у группы с нормальными показателями – на 23% (становится 41% от МАМ). При этом, распределение показателей мощности на 30 с изменяет свою тенденцию и группа, с показателями в диапазоне возрастной нормы демонстрирует мощность ниже, чем группа, которая изначально показала результаты МАМ ниже нормы (6,2 Вт/кг, 5,1 Вт/кг, 5,7 Вт/кг).

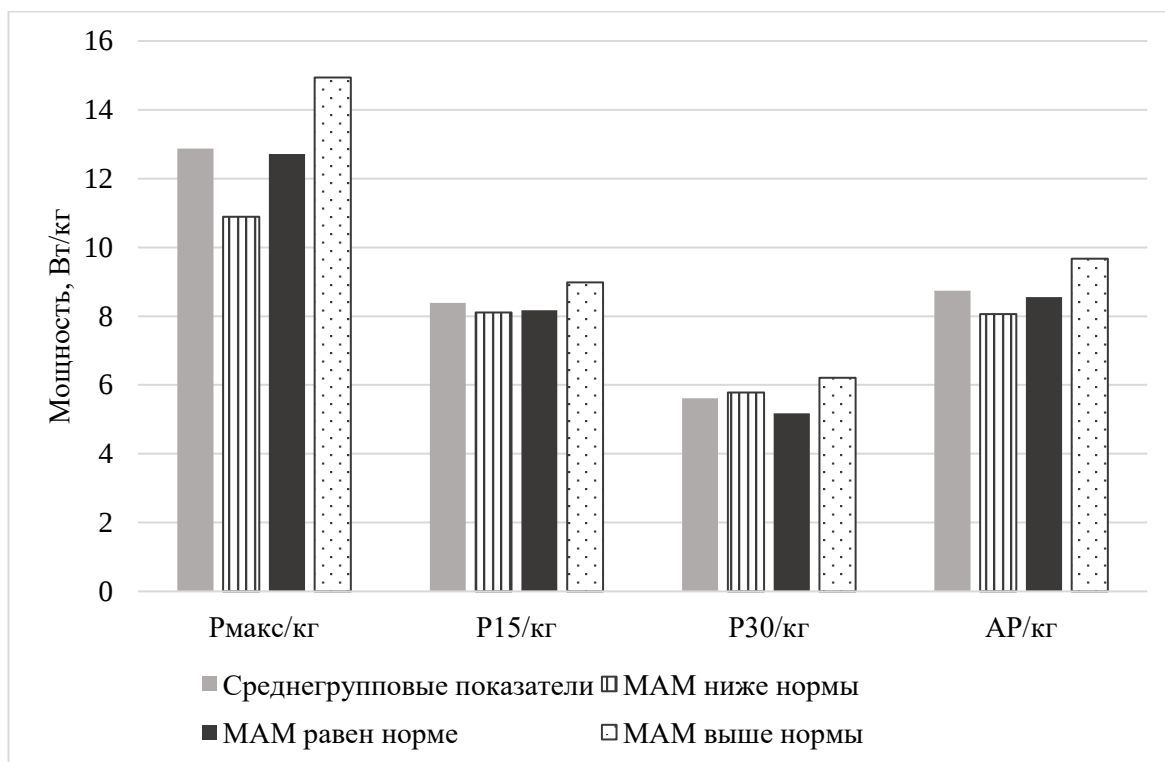


Рисунок 9 – Динамика показателей мощности у юношей 17-18 лет

Среди испытуемых, продемонстрировавших МАМ выше нормы, к 15 с удержали мощность равной норме – 58%, выше нормы – 33%, ниже нормы – 8%. К 30 с в данной группе происходят следующие изменения: не дошли до 30 с – 17%, показали результат в диапазоне нормы – 33%, выше нормы – 42%. При этом, демонстрировали результат выше нормы на протяжении всего исследования 25%.

В данной возрастной группе становится больше испытуемых, которые демонстрируют результат отличный от нормальных показателей: по сравнению с 15-16-летними уменьшается процент тех, кто демонстрирует результат равный нормальным показателям на 30 с (с 60% до 33%), но значительно увеличивается число тех, кто поддерживает результат выше нормы на протяжении всего исследования (у 14-летних всего 6%, далее 19% и 25%).

Кроме того, в данной возрастной группе среди всех испытуемых происходит выравнивание результатов к 15 с (рис. 10).

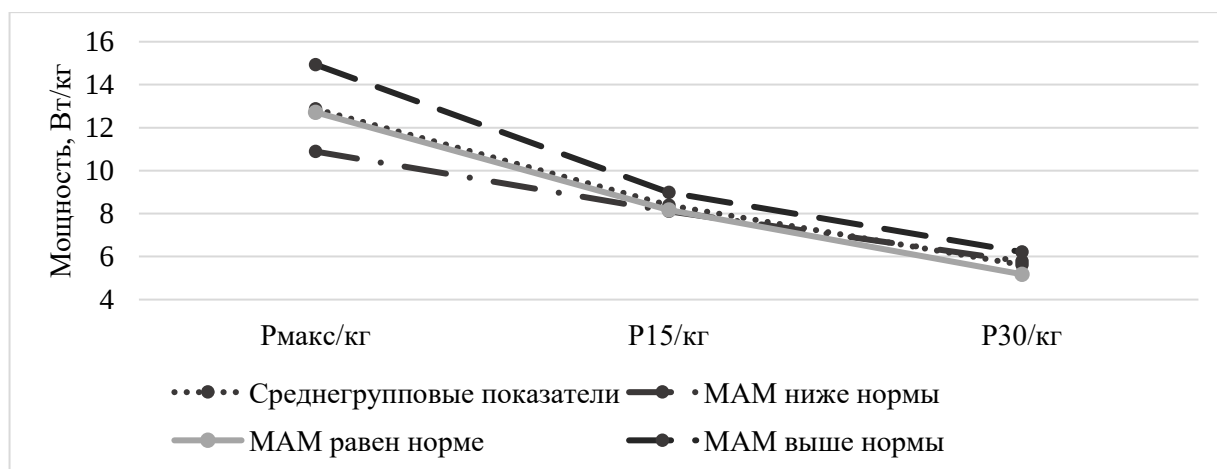


Рисунок 10 – Падение показателей мощности во время Вингейт-теста у юношей 17-18 лет

В возрастной группе 19-21 год к 15 с наблюдается следующее: испытуемые, у которых результаты МАМ меньше, чем установленные возрастные нормы, теряют в мощности 38%, в то время как у испытуемых с результатами МАМ выше нормы происходит падение мощности на 42% к 15 с, однако при этом показатели группы, показавшей МАМ выше нормы остаются значительно выше, чем у других подгрупп – 9,3 Вт/кг к 7,2 Вт/кг (рис. 11). Группа испытуемых с показателями, равными норме теряет к 15 с 37% (мощность 8,8 Вт/кг).

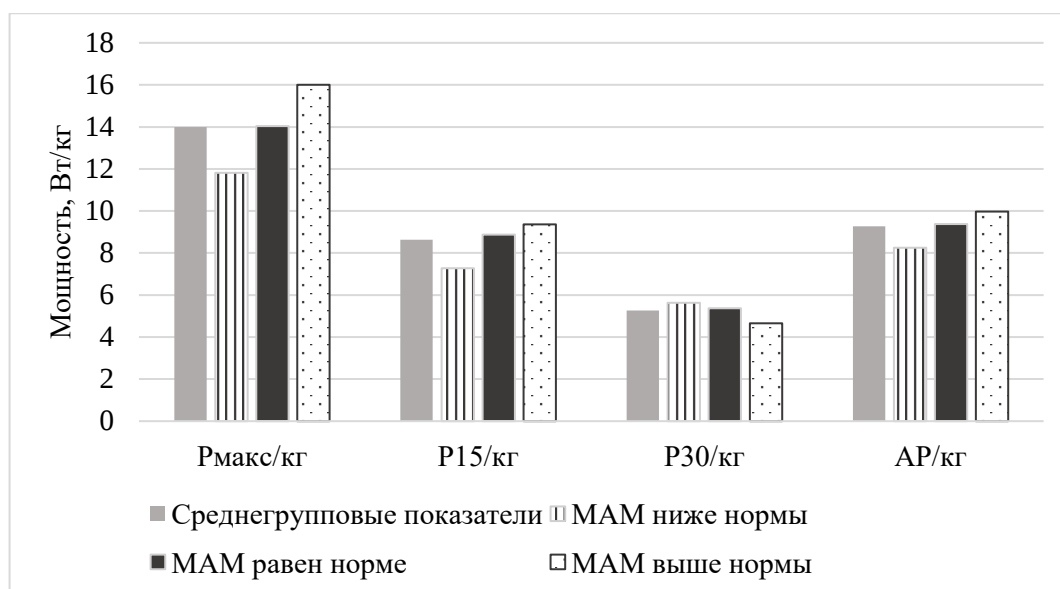


Рисунок 11 – Динамика показателей мощности у спортсменов 19-21 год

К 30 с показатели у группы ниже нормы опускаются еще на 14% (становится 48% от МАМ), у группы выше нормы – на 29% (становится 29% от МАМ), у группы с нормальными показателями – на 25% (становится 38% от МАМ). При этом, распределение показателей мощности на 30 с изменяет свою тенденцию: выше нормы – 4,6 Вт/кг, в диапазоне нормы – 5,3 Вт/кг, ниже нормальных показателей – 5,6 Вт/кг).

В данной возрастной категории у испытуемых, изначально продемонстрировавших МАМ выше нормальных показателей мощность на 30 с становится меньшей, чем у других групп (рис. 12).

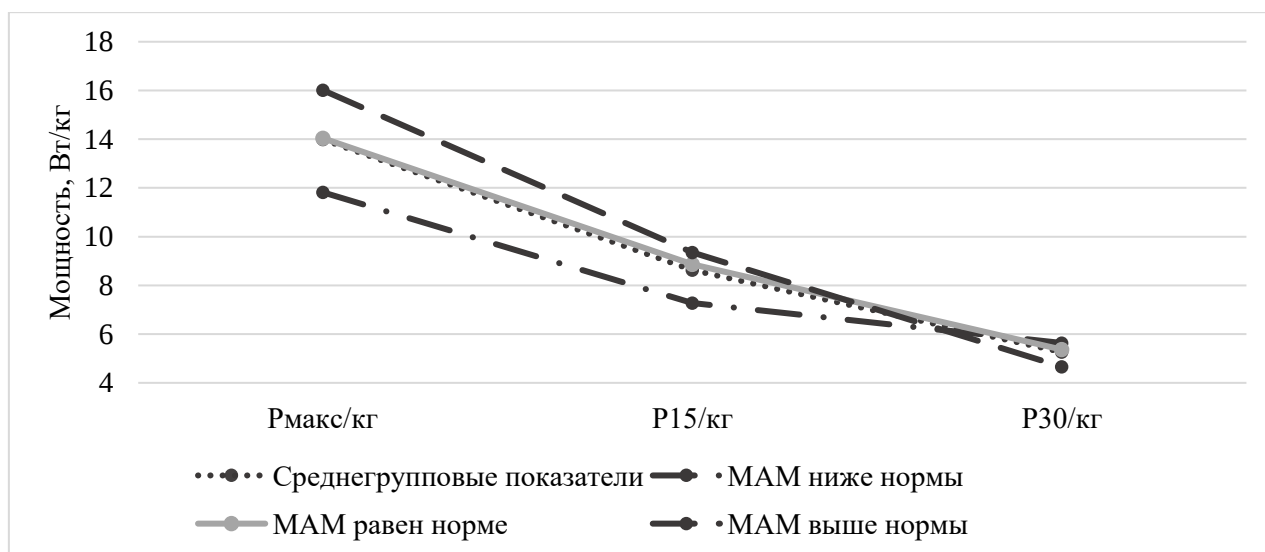


Рисунок 12 – Падение показателей мощности во время Вингейт-теста у мужчин 19-21 год

Среди испытуемых, продемонстрировавших МАМ выше нормы, к 15 с сохранили мощность равной норме – 64%, выше нормы – 36%, ниже нормы – 0%. К 30 с в данной группе происходят следующие изменения: дошли до 30 с все испытуемые, показали результат в диапазоне нормы – 55%, выше нормы – 18%. При этом, демонстрировали результат выше нормы на протяжении всего исследования 9%.

Таким образом, в данной возрастной группе происходит стабилизация показателей выносливости: спортсмены меньше теряют к 15 с, т. е. их показатели остаются равными норме или становятся выше; все спортсмены дошли до 30 с. Однако на фоне стабилизации падения показателей выносливости происходит значительное уменьшение мощности на 30 с (у 14-летних средний показатель – 5,6 Вт/кг, у 15-16-летних – 5,7 Вт/кг, у 17-18-летних – 5,6 Вт/кг, у 19-21-летних – 5,2 Вт/кг).

Для возрастной категории 22-25 лет изменение показателей мощности к 15 с следующее: испытуемые, у которых результаты МАМ меньше возрастной нормы, теряют в мощности 27%, в то время как у испытуемых с результатами МАМ выше нормы происходит падение мощности на 48%, однако при этом показатели второй группы остаются выше (7,9 Вт/кг к 7,2 Вт/кг), но ниже, чем у группы испытуемых с показателями равными норме – мощность становится равной 8,3 Вт/кг с потерей 33% (рис. 13).

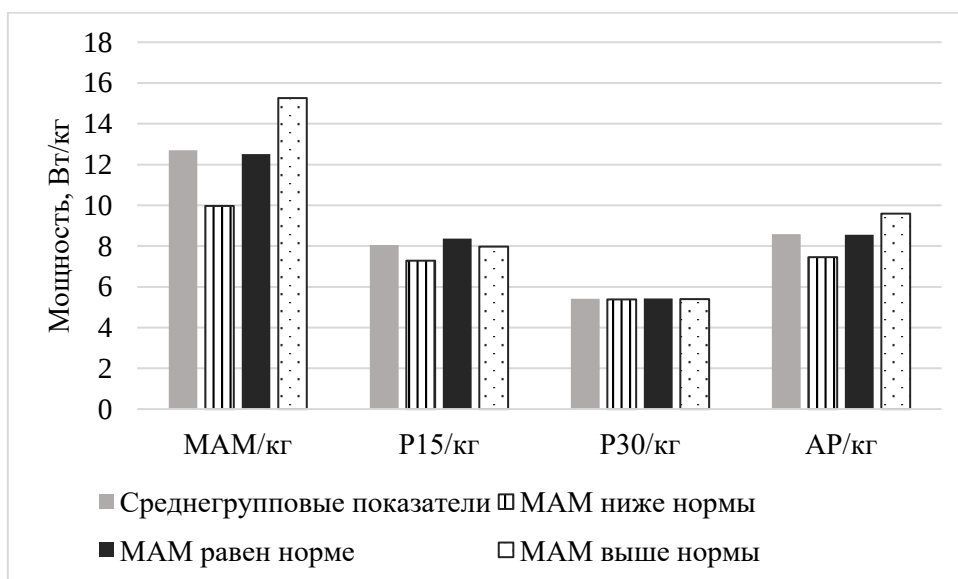


Рисунок 13 – Динамика показателей мощности у спортсменов 22-25 лет

К 30 с показатели у группы ниже нормы опускаются еще на 21% (становится 54% от МАМ), у группы выше нормы – на 18% (становится 35% от МАМ), у группы с нормальными показателями – на 24% (становится 43% от МАМ). При этом, распределение показателей мощности на 30 с меняется следующим образом: показатели становятся примерно равными 5,3 Вт/кг у групп, которые демонстрировали МАМ выше и ниже нормальных показателей, и 5,4 Вт/кг у группы с нормальной МАМ (рис. 14).

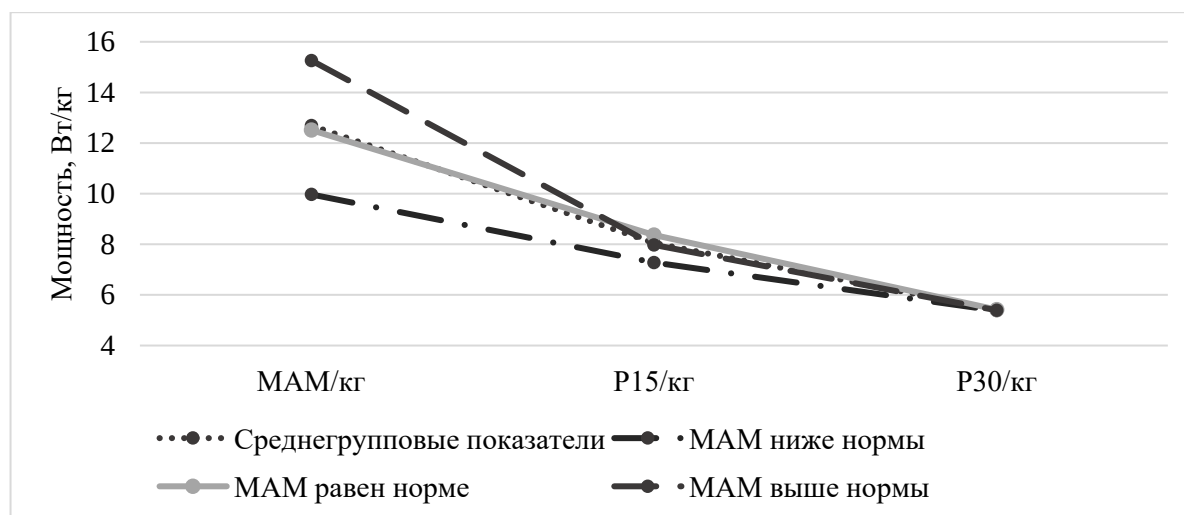


Рисунок 14 – Падение показателей мощности во время Вингейт-теста у мужчин 22-25 лет

Среди испытуемых, продемонстрировавших МАМ выше нормы, к 15 с сохранили мощность равной норме – 63%, выше нормы – 25%, ниже нормы – 13%. К 30 с в данной группе происходят следующие изменения: не дошли до 30 с – 19%, показали результат в диапазоне нормы – 56%, выше нормы – 13%, ниже нормы – 13%. При этом, демонстрировали результат выше нормы на протяжении всего исследования 6%.

Для возрастной категории спортсменов старше 25 лет характерны следующие изменения к 15 с (рис. 15): испытуемые, у которых результаты МАМ меньше возрастной нормы, теряют в мощности 29%, в то время как у испытуемых с результатами МАМ выше нормы происходит падение мощности на 49%, однако при этом показатели второй группы становятся меньше (7,6 Вт/кг у группы «выше нормы», 8,0 Вт/кг – группа «ниже нормы»). Кроме того, группа испытуемых с показателями, равными норме достигает – 8,1 Вт/кг и к 15 с теряет 37%.

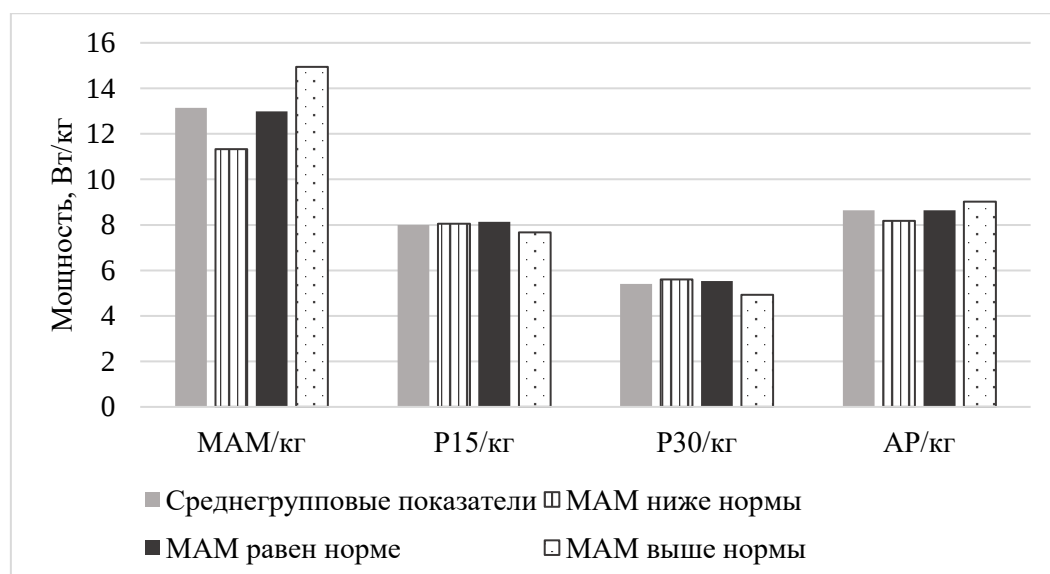


Рисунок 15 – Динамика показателей мощности у спортсменов старше 25 лет

К 30 с показатели у группы ниже нормы опускаются еще на 22% (становится 49% от МAM), у группы выше нормы – на 18% (становится 33% от МAM), у группы с нормальными показателями – на 20% (становится 43% от МAM). При этом, распределение показателей мощности на 30 с меняется следующим образом: показатели становятся примерно равными 5,5 Вт/кг у групп, которые демонстрировали МAM ниже и равными нормальным показателям, и 4,9 Вт/кг у группы с МAM выше нормы (рис. 16). При этом, в данной группе ни один испытуемый не смог поддерживать показатели мощности на уровне выше нормальных показателей.

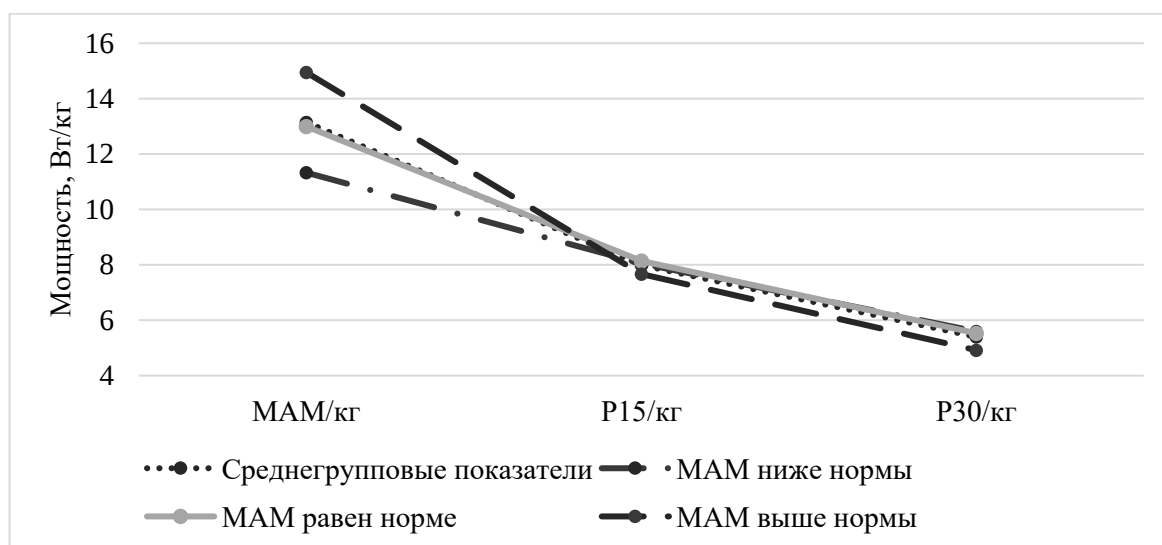


Рисунок 16 – Падение показателей мощности во время Вингейт-теста у мужчин старше 25 лет

Среди испытуемых, продемонстрировавших МАМ выше нормы, к 15с сохранили мощность равной норме – 58%, выше нормы – 25%, ниже нормы – 17%. К 30с в данной группе происходят следующие изменения: не дошли до 30с – 17%, показали результат в диапазоне нормы – 42%, выше нормы – 8%, ниже нормы – 33%.

Таким образом, большое количество участников мужского пола в данном исследовании позволило выявить нормативные показатели скоростно-силовых способностей для разных возрастных групп (табл. 5). Стоит отметить, что к нормальным значениям были отнесены результаты в пределах $M \pm 2/3 SD$, которые составили 50% выборки каждого возраста.

Таблица 5 – Нормативные показатели скоростно-силовых способностей для разных возрастных групп

Возраст	Норма МАМ, Вт/кг	Норма на 15 с, Вт/кг	Норма на 30 с, Вт/кг	Время до пика, t_{pp} , с
9	6,4 – 9,0	4,3 – 6,3	2,9 – 5,0	1,4 – 3,7
10	7,4 – 9,4	4,9 – 6,5	3,2 – 5,2	1,6 – 4,9
11	7,3 – 10,3	4,5 – 6,6	2,7 – 4,9	1,4 – 2,8
12	8,7 – 10,5	6,4 – 7,7	3,7 – 6,3	2,9 – 6,2
13	9,6 – 12,7	6,6 – 7,3	4,8 – 5,9	1,4 – 2
14	10,3 – 13,2	7,4 – 8,8	4,9 – 6,2	2 – 4
15-16	10,8 – 12,9	7,6 – 8,9	4,7 – 6,7	1,5 – 3,5
17-18	11,7 – 13,9	7,8 – 8,9	4,8 – 6,3	1,3 – 3,6
19-21	12,9 – 15,0	7,6 – 9,6	4,2 – 6,4	1,5 – 2,8
22-25	11,4 – 14,0	6,9 – 9,2	4,5 – 6,3	1,3 – 3,3
25+	12,2 – 14,1	7,0 – 8,9	4,4 – 6,3	1,3 – 2,6

3.2 Взаимосвязь результатов Вингейт-теста и возрастных изменений спортсменов

Высокие темпы развития максимальной скорости одиночных движений и скорости передвижений циклических локомоций свойственны девушкам в возрасте от 11 до 15 лет и до 16 лет у юношей. Естественный прогресс развития скорости целостных движений наблюдается у девушек до 14-15 лет, а у юношей до 15-16 лет. В последующем у девушек происходит ухудшение

данных показателей, а у юношей фиксируется медленный прирост с последующей стабилизацией в возрасте 17-18 лет.

Данное явление связано с усредненным возрастом (12 лет) полового созревания, сопровождающегося ростом силовых способностей. Происходит процесс налаживания связей активно изменяющихся структур – нервной системы, костей, мышц, что, в свою очередь, вызывает снижение координационных возможностей. В связи с этим, данным возрастным периодам свойственно ухудшение нервно-мышечной координации, и, как правило, происходит увеличение времени достижения пика мощности в Вингейт-тесте (рис. 17). Кроме того, происходит рост стандартного отклонения, что объясняется неравномерным процессом полового созревания испытуемых.

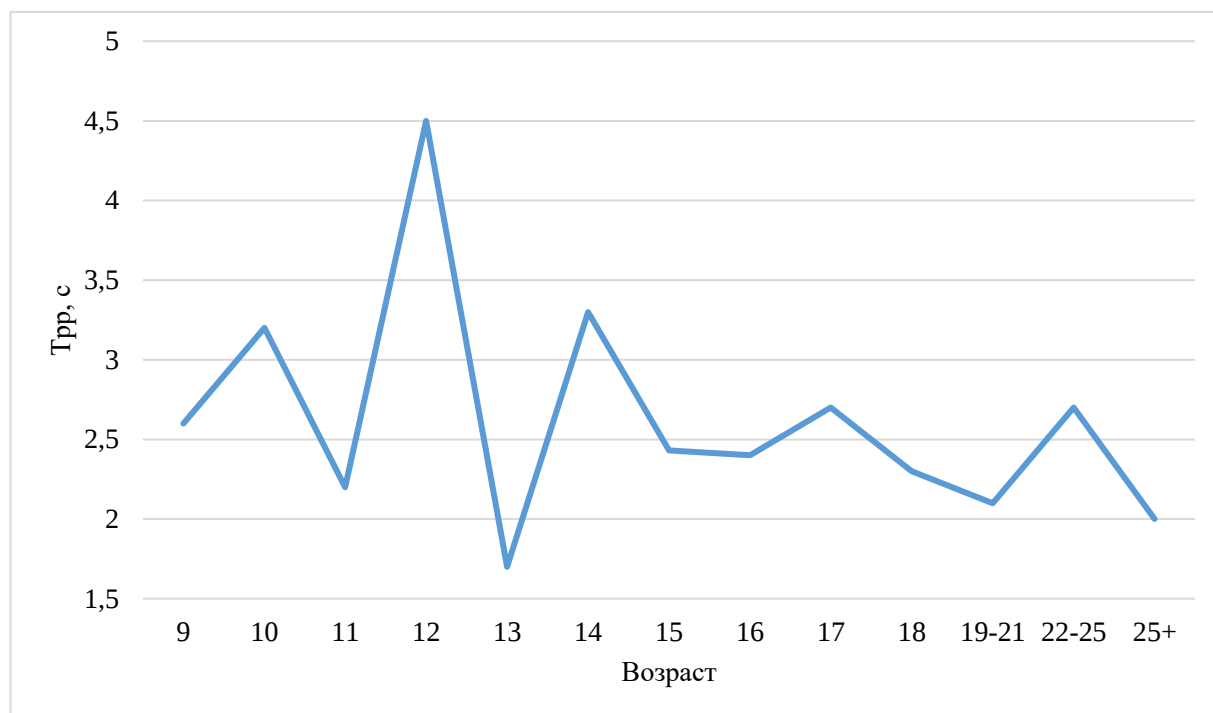


Рисунок 17 – Среднегрупповое время достижения пика спортсменами разного возраста

Развитие выносливости также происходит неравномерно. Для представителей мужского пола свойственно активное улучшение показателей выносливости в возрастах 13-14 и 15-16 лет, а низкие темпы прироста приходятся на возраст 9-11 лет (рис. 18)

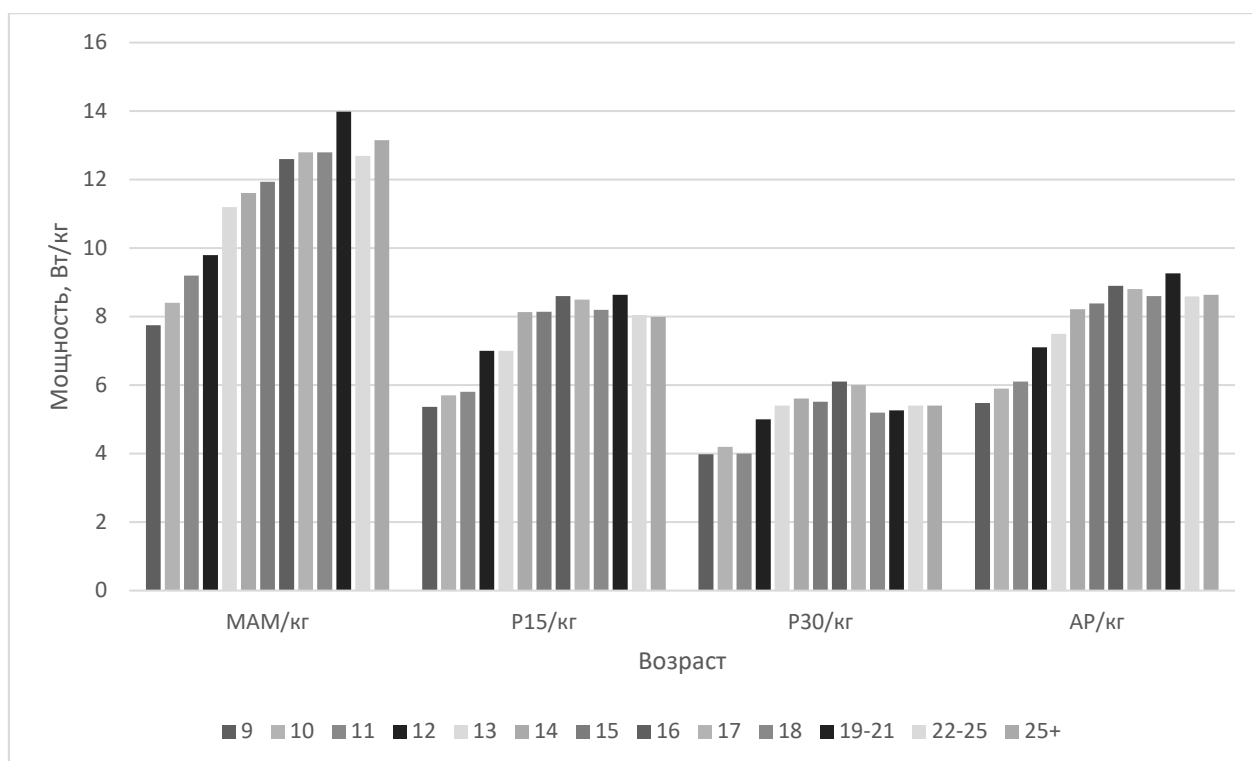


Рисунок 18 – Динамика показателей Вингейт-тестирования спортсменами мужского пола разного возраста

Для разных видов спорта свойственно неравномерное распределение показателей выносливости в разные возрастные периоды. Так, мини-футболисты в возрастных от 18 до 25 лет теряют в мощности к 15 с в среднем на 10% больше, чем футболисты того же возраста (табл. 6). Однако уже к 30 с показатели выносливости выравниваются. Лучшие результаты продемонстрировали спортсмены-лыжники 14, 15 и 16 лет.

Силовая выносливость юношей имеет высокие темпы прироста от 13 до 18 лет. Средние темпы её прироста наблюдаются в детском возрасте и в начале подросткового возраста. Наибольших показателей значения мощности достигают спортсмены, достигшие возрастной биологической зрелости, т.е. после 18-19 лет. В связи с этим можно проследить следующее: высшие достижения в видах спорта, связанных с выносливостью, приходятся на возрастной период после 20 лет.

Таблица 6 – Возрастная динамика показателей выносливости у спортсменов мужского пола

Возраст	14	15	16	17	18	19-21	22-25	25+
Хоккей								
Потеря мощности к 15 с, %	33	36	34	-	-	-	-	-
Потеря мощности к 30 с, %	48	55	56	-	-	-	-	-
Футбол								
Потеря мощности к 15 с, %	31	33	-	-	30	38	49	-
Потеря мощности к 30 с, %	53	59	-	-	69	66	64	-
Мини-футбол								
Потеря мощности к 15 с, %	-	-	-	-	41	43	39	48
Потеря мощности к 30 с, %	-	-	-	-	65	60	56	66
Лыжные гонки								
Потеря мощности к 15 с, %	27	25	29	31	42	-	-	36
Потеря мощности к 30 с, %	46	44	48	51	57	-	-	53
Единоборства								
Потеря мощности к 15 с, %	-	-	-	-	38	37	31	38
Потеря мощности к 30 с, %	-	-	-	-	58	60	51	55
Конькобежный спорт								
Потеря мощности к 15 с, %	-	-	32	37	-	-	-	-
Потеря мощности к 30 с, %	-	-	51	55	-	-	-	-
Гандбол								
Потеря мощности к 15 с, %	-	-	-	37	21	-	-	-
Потеря мощности к 30 с, %	-	-	-	63	43	-	-	-
Прочие виды спорта								
Потеря мощности к 15 с, %	-	-	-	-	-	36	40	31
Потеря мощности к 30 с, %	-	-	-	-	-	61	70	58

Естественное развитие силовых качеств человека происходит до 25–30 лет. При этом развитие силы мышц и развитие разных видов силовых качеств в онтогенезе людей мужского и женского пола имеет гетерохронный характер. Общее развитие силы мышц у девочек 9–10 лет и у мальчиков 10–

11 лет незначительно: средняя МАМ в этом возрасте $8,42 \pm 1,56$ Вт/кг. Начиная с 12 лет мышечная сила у девушек возрастает медленнее, чем у юношей.

Возрастной период от 9–10 до 16–17 лет характеризуется наиболее высокими темпами прироста абсолютной силы. В дальнейшем темпы прироста силы постепенно замедляются. Максимальные показатели абсолютной силы люди достигают в 25-30 лет.

Возрастная динамика относительной силы имеет несколько иной характер. В 10-11 лет относительная сила достигает высоких показателей. В 12-13 лет она стабилизируется или даже несколько снижается вследствие ускоренного развития роста и увеличения массы тела. Повторное возрастание темпов развития относительной силы приходится на период от 15 до 17 лет.

Скоростно-силовые качества имеют наиболее высокие темпы прироста у девочек от 10 до 11 лет, а у мальчиков от 10 до 11 и от 13 до 15 лет.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе данного исследования был проведен анализ научно-методической литературы, который позволил выявить неоднородное и скачкообразное развитие скоростно-силовых способностей спортсменов. На основе данных, полученных в ходе проведенного нами Вингейт-тестирования была выявлена возрастающая динамика скоростно-силовых способностей разных половозрастных групп спортсменов. По итогам работы был определен ряд выводов.

1. Анализ научно-методической литературы показал, что наиболее благоприятными периодами развития максимальной скорости являются 11-15 лет у девушек и с 11 до 16 лет у юношей, после чего у девушек данный показатель имеет тенденцию к снижению, а у юношей стабилизируется в возрасте 17-18 лет. Кроме того, процесс развития выносливости также происходит неравномерно: низкие темпы прироста наблюдаются до 11 лет, а в начале подросткового возраста – средний прирост. Наибольший прирост характерен для периода возрастной биологической зрелости, т.е. после 18-19 лет. Возрастной период от 9–10 до 16–17 лет характеризуется наиболее высокими темпами прироста абсолютной силы. В дальнейшем темпы прироста силы постепенно замедляются. Максимальные показатели абсолютной силы демонстрируют спортсмены 25-30 лет.

2. Проведенное исследование показало отсутствие половозрастных различий показателей Вингейт-тестирования у детей 9-11 лет: средние показатели максимальной алактатной мощности $8,42 \pm 1,56$ Вт/кг. Повышение скоростно-силовых способностей после 11 лет происходит неравномерно: ежегодный прирост относительной пиковой мощности у мальчиков составил: в период 11-12 лет – 7,53 %, 12-13 лет – 17,7 %, 13-14 лет – 10,34 %. Относительная МАМ спортсменов в 14 лет ($11,74 \pm 2,15$ Вт/кг), в 15 ($11,76 \pm 1,56$ Вт/кг) и 16 лет ($12,2 \pm 1,39$ Вт/кг) достоверно не различается. Максимальная мощность у девушек 14 и 15 лет ($9,66 \pm 2,12$ Вт/кг и $9,88 \pm 1,37$ Вт/кг) достоверно ниже, чем у юношей. В возрасте 16 лет статистической достоверности

различий МАМ между группами юношей и девушек не установлено. Для спортсменов старшего возраста свойственны следующие показатели: 17-18 лет – $12,87 \pm 1,69$; 19-21 год – $13,98 \pm 1,54$; 22-25 лет – $12,69 \pm 1,95$; старше 25 лет – $13,14 \pm 1,43$.

1. Максимальных значений МАМ спортсмены достигают после 18 лет (15,7 Вт/кг – 17 лет, 16,34 Вт/кг – 18 лет, 16,5 Вт/кг – 19 лет, 17,4 Вт/кг – 20 лет, 17,1 Вт/кг – 21 год), скачок МАМ наблюдается в возрасте 12-13 лет (лучший результат был зарегистрирован у спортсменов в возрасте 11 лет – 12,7 Вт/кг, а в 13 лет – 14,3 Вт/кг). Лучшие результаты продемонстрировали спортсмены-конькобежцы (15,7 Вт/кг – 17 лет), хоккеисты (17,2 Вт/кг – 16 лет), лыжники (16,1 Вт/кг – 18 лет), мини-футболисты (16,5 Вт/кг – 37 лет, 17,4 Вт/кг – 20 лет) и футболисты (16,03 Вт/кг – 22 года). В результате анализа показателей МАМ, выявлена следующая взаимосвязь: чем выше показатели МАМ, достигнутые спортсменом, тем более выражено падение показателей выносливости.

3. В 9-11 лет среднее время достижения пика стабильно, к 12 годам время достижения пика мощности увеличивается, а с 13 лет уменьшается, как среднее время до пика, так и разброс значений относительно среднего в возрастной группе. Лучшие значения времени достижения пика наблюдаются в возрасте 17 лет и в 19-21 год (лучший результат 1,07 с – в 17 лет, среднее – $2,7 \pm 1,08$ с; лучший результат 1,025 с – в 19 лет, среднее – $2,1 \pm 1,0$ с). Спад данного показателя наблюдается в возрастах 12 лет ($4,6 \pm 2,4$ с), 14 лет ($3,4 \pm 2,4$ с), 22-25 лет ($2,7 \pm 2,2$ с). Наиболее высоких результатов показателей достигали спортсмены мини-футболисты, футболисты, хоккеисты и лыжники. Худшие результаты показывали спортсмены-единоборцы, пловцы.

4. Наибольшая динамика улучшения показателей скоростно-силовой выносливости отмечена в 12-13 лет (в 11 лет к 15 с – 5,8 Вт/кг, к 30 с – 4 Вт/кг, в 12 лет 15 с – 7 Вт/кг, к 30 с – 5 Вт/кг), в 14-16 лет (к 14-ти годам к 15 с – 8,13 Вт/кг, а к 30 с – 5,6 Вт/кг, а в 16 лет 8,6 Вт/кг, а к 30 с – 6,1 Вт/кг), в 19-21 год

(к 15 с – 8,6 Вт/кг, а к 30 с – 5,2 Вт/кг). При этом в возрасте 9-11 лет наблюдается естественный прирост выносливости в небольших темпах. Лучшие показатели выносливости демонстрируют лыжники 14-17 лет, потеря мощности которых составляет 25-30% и 44-50% к 15 и 30 с, соответственно. Худшие показатели демонстрируют мини-футболисты возрастной группы 18-21 год (потеря мощности составляет 41-43% и 60-65% к 15 и 30 с соответственно) и старше 25 лет (потеря мощности составляет 48% и 66% к 15 и 30 с соответственно).

5. Наиболее высокий уровень скоростно-силовых способностей зафиксирован у представителей конькобежного спорта (МAM $15,26 \pm 0,47$ Вт/кг, потеря мощности к 15 с и 30 с – 32-37% и 51-55% соответственно), футболистов (МAM $14,64 \pm 1,1$ Вт/кг, потеря мощности к 15 с и 30 с – 30-38% и 53-69% соответственно), и лыжников высокой квалификации (МAM $13,18 \pm 0,59$ Вт/кг, потеря мощности к 15 с и 30 с – 27-42% и 44-57% соответственно), но недостаточный уровень у бойцов смешанных единоборств (МAM $11,36 \pm 1,39$ Вт/кг, потеря мощности к 15 с и 30 с – 31-38% и 51-60% соответственно) и мини-футболистов (МAM $14,13 \pm 1,32$ Вт/кг, потеря мощности к 15 с и 30 с – 39-48% и 60-66% соответственно).

Таким образом, Вингейт-тестирование позволяет получать объективные данные о динамике изменений показателей скоростно-силовых способностей спортсменов различных специализаций. Наличие данных о нормативных значениях показателей данных способностей может способствовать планированию и коррективке тренировочного процесса с учетом половых и возрастных особенностей спортсменов, а также специфики избранного вида спорта.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Андрущишин, И. Ф. Развитие скоростно-силовых качеств дзюдоистов высокой квалификации на этапе специальной подготовки / И. Ф. Андрущишин, М. Н. Шепетюк, З. Р. Райфова, Н. М. Шепетюк // Наука и спорт: современные тенденции. – 2015. – № 2. – URL: <https://clck.ru/P2exL> (дата обращения: 18.03.2021).
2. Атилов, А. А. Школа бокса для начинающих / А. А. Атилов. – Ростов на Дону: Феникс, 2005. – 123 с.
3. Бальсевич, В. К. Онтокинезиология человека / В. К. Бальсевич. – Москва : Теория и практика физической культуры, 2000. – 275 с.
4. Бальсевич, В. К. Очерки по возрастной кинезиологии человека / В. К. Бальсевич. – Москва : Советский спорт, 2009. – 220 с.
5. Бочкарева, С. И. Физическая культура : учебно-методический комплекс / С. И. Бочкарева, О. П. Кокоулина, Н. Е. Копылова, Н. Ф. Митина, А. Г. Ростеванов. – Москва : Издательский центр ЕАОИ, 2011 – 344 с.
6. Бушма, Т. В. Педагогическая оценка физической подготовленности студенток первого курса технического вуза / Т. В. Бушма, Е. Г. Зуйкова, Л. М. Волкова // Здоровье – основа человеческого потенциала: проблемы и пути их решения. – 2018. – № 2. – URL: <https://clck.ru/P2evE> (дата обращения: 18.03.2021).
7. Васильков, А. А. Теория и методика физического воспитания / А. А. Васильков. – Ростов на Дону : Феникс, 2008. – 381 с.
8. Верхошанский, Ю. В. Основы специальной физической подготовки спортсменов. / Ю. В. Верхошанский. – Москва : Физкультура и спорт, 1988 – 330 с.
9. Волков, Л. В. Обучение и воспитание юного спортсмена / Л. В. Волков. – Киев : Здоров'я, 1984. – 144 с.
10. Волков, Л. В. Физические способности детей и подростков / Л. В. Волков. – Киев : Здоров'я, 1981. – 116 с.

11. Дедловская, М. В. Экспериментальное исследование совершенствования скоростно-силовых способностей бадминтонистов 14–15 лет / М. В. Дедловская, В. Л. Крайник, Т. Ф. Мифтахов // Известия ТулГУ. Физическая культура. Спорт. – 2019. – №1. – URL: <https://clck.ru/P2ez2> (дата обращения: 28.02.2021).
12. Ильин, Е. П. Мотив и мотивация / Е. П. Ильин. – Санкт-Петербург : Питер, 2000. – 512 с.
13. Кайгородова, А. В. Физические упражнения для развития скоростно-силовых способностей: учебно-методическое пособие / А. В. Кайгородова, Р. Х. Митриченко. – Ижевск: Издательство «Удмуртский университет», 2015. – 35 с.
14. Каталог образовательных ресурсов: Прикладная физиология : [сайт]. – Екатеринбург : УрФУ. – URL: <https://clck.ru/Nou3z> (дата обращения: 28.02.2021). – Текст: электронный.
15. Коробков, А. В. Развитие и инволюция функций различных групп мышц человека в онтогенезе : автореферат дис. на соискание ученой степени доктора медицинских наук / А. В. Коробков, канд. мед. наук, доц. ; Воен.-мед. ордена Ленина акад. им. С. М. Кирова. Краснознам. воен. ин-т физ. культуры и спорта им. В. И. Ленина. – Ленинград : [б. и.], 1958. – 35 с.
16. Крестовников, А. Н. Очерки по физиологии физических качеств / А. Н. Крестовников. – Москва : ФиС, 1951. – 531 с.
17. Кузнецова, З. И. Развитие двигательных качеств в условиях урока физкультуры / З. И. Кузнецова // Физкультура в школе. – 1976. – № 11. – С. 15–18.
18. Курамшин, Ю. Ф. Теория и методика физической культуры / Ю. Ф. Курамшин. – Москва : Советский спорт, 2004. – 463 с.
19. Лях, В. И. Методика физического воспитания учащихся 10–11 классов / В. И. Лях, А. А. Зданевич – Москва : Просвещение, 2012. – 237 с.
20. Максименко, А. М. Теория и методика физической культуры / А. М. Максименко. – Москва : Физическая культура, 2005. – 544 с.

21. Матвеев, Л. П. Теория и методика физической культуры : учебник для ин-тов физ. культуры / Л. П. Матвеев. – Москва : ФИС, 2009 – 543 с.
22. Мякинченко, Е. Б. Развитие локальной мышечной выносливости в циклических видах спорта / Е. Б. Мякинченко, В. Н. Селуянов. – Москва : ТВТДивизион, 2009 – 360 с.
23. Платонов, В. Н. Общая теория подготовки спортсменов в олимпийском спорте: учебник тренера высшей квалификации / В. Н. Платонов. – Москва : Советский спорт , 2005. – 820 с.
24. Платонов, В. Н. Система подготовки спортсменов в олимпийском спорте. Общая теория и ее практические приложения / В. Н. Платонов. – Киев : Олимпийская литература, 2004. – 808 с.
25. Реуцкая, Е. А. Оценка скоростно-силовых возможностей лыжников-гонщиков в полевом тестировании / Е. А. Реуцкая, П. Ю. Пинягин // Ученые записки университета Лесгафта. – 2019. – № 11 (177). – URL: <https://clck.ru/P2ewT> (дата обращения: 16.03.2021).
26. Солодков, А. С. Физиология спорта: учебное пособие / А. С. Солодков, Е. Б. Сологуб. – Санкт-Петербург : СПбГАФК им. П. Ф. Лесгафта, 1999. – 231 с.
27. Солодков, А. С. Физиология человека. Общая. Спортивная. Возрастная / А. С. Солодков, Е. Б. Сологуб. – Москва : Спорт, 2016. – 624 с. – Издание 6-е, исправленное и дополненное.
28. Солонщикова, В.С. Методические аспекты проведения Вингейт-теста и их теоретическое обоснование / В. С. Солонщикова, Ф. А. Мавлиев, А. З. Манина // Наука и спорт: современные тенденции. – 2019. – №1. – URL: <https://clck.ru/Nouru> (дата обращения: 16.03.2021).
29. Сорокина, Е. В. Развитие скоростно-силовых качеств : методическая разработка / Е. В. Сорокина // МБОУ ДО ДЮСШ № 3 ГО Волжский Волгоградской области. – Волжский, 2016. – 23 с.
30. Топчиян, В. С. Возрастные особенности развития скорости бега / В. С. Топчиян // Легкая атлетика. – 1964. – № 8. – С. 31–32.

31. Федоров, В. И. Повышение эффективности подготовки легкоатлетов-спринтеров на основе использования специальных упражнений циклического характера с выраженной асимметрией силового воздействия / В. И. Федоров, А. И. Чикуров, С. В. Радаева // Вестн. Том. гос. ун-та. – 2012. – №361. – URL: <https://clck.ru/NouhY> (дата обращения: 10.03.2021).
32. Физиологическое тестирование спортсменов высокого класса / Под ред. Д. Дауэла, Г. Уэнгера, Г. Грина. – Киев : Олимпийская литература, 1998. – 430 с.
33. Холодов, Ж.К. Теория и методика физического воспитания и спорта / Ж. К. Холодов, В. С. Кузнецов. – Москва : «Академия», 2003. – 480 с.
34. Almuzaini, K. S. Fleck S.J. Modification of the Standing Long Jump Test Enhances Ability to Predict Anaerobic Performance / Almuzaini K. S., Fleck S.J. // Journal of Strength and Conditioning Research. – 2008. – Vol. 22 (4). – P. 1265–1272. DOI: 10.1519/JSC.0b013e3181739838
35. Bar-Or, O. The Wingate anaerobic test. An update on methodology, reliability and validity / Bar-Or O. // Sports Med publ. – 1987. – Vol. 4. – P. 381-394.
36. Beneke, R. Anaerobic Performance and Metabolism in Boys and Male Adolescents / Beneke R., Hütler M., Leithäuser R. M. // European Journal of Applied Physiology. – 2007. – Vol. 101 (6). – P. 671–677. DOI: 10.1007/s00421-007-0546-0
37. Berdnikova A.N. Individualization of Physical Training for Football Players Aged 13–14. Human. Sport. Medicine, 2018, vol. 18, no. 4, pp. 73–79. (in Russ.) DOI: 10.14529/hsm180411
38. Buchheit, M. Reliability and stability of anthropometric and performance measures in highly-trained young soccer players: Effect of age and maturation / Buchheit M, Mendez-Villanueva A. // J Sports Sci/ – 2013. – Vol. 31. – P. 1332–1343.
39. Carlson J.S., Naughton G., Performance characteristics of children using various braking resistances on the wingate anaerobic test / J.S. Carlson, G. Naughton // Journal of Sports Medicine and Physical Fitness. – 1994. – Vol. 34. – No. 4. – P. 362–369.

40. Casamichana, D. Comparing the physical demands of friendly matches and small-sided games in semiprofessional soccer players. / J. Castellano, C. Castagna // J Strength Cond Res. – 2012. – Vol. 26. – P. 837–843. DOI: 10.1519/JSC.0b013e31822a61cf
41. Changela P.K, Bhatt S. The correlational study of the Vertical Jump test and Wingate Cycle test as a method to assess Anaerobic Power in High School Basketball players / P.K. Changela, S. Bhatt // International journal of Scientific and Research Publications. – 2012. – Vol. 2. – No. 6. – P. 1–6.
42. Cometti, G. Isokinetic strength and anaerobic power of elite, subelite and amateur French soccer players / Cometti G., Maffiuletti N.A., Pousson M., Chatard J. C., Maffulli N. // Int J Sports Med. – 2001. – Vol. 22. – P. 45–51.
43. Davies C.T.M., Wemyss-Holden J., Measurement of short term power output: comparison between cycling and jumping / C.T.M. Davies, J. Wemyss-Holden, K. Young // Ergonomics. – 1984. – Vol. 27. – No. 3. – P. 285–296.
44. Deprez, D. N. A retrospective study on anthropometrical, physical fitness, and motor coordination characteristics that influence dropout, contract status, and first-team playing time in high-level soccer players aged eight to eighteen years / Fransen J., Lenoir M., Philippaerts R. M., Vaeyens R. // J Strength Cond Res. – 2015. – Vol. 29. – P. 1692–1704.
45. Dorel S., Guilhem G., Adjustment of muscle coordination during an all-out sprint cycling task / S. Dorel, G. Guilhem, A. Couturier, F. Hug // Medicine and Sciences in Sports and Exercise. – 2012. – Vol. 44. – No. 11. – P. 2154–2164. DOI: 10.1249/MSS.0b013e3182625423
46. Dotan, R. The Wingate anaerobic test's past and future and the compatibility of mechanically versus electro-magnetically braked cycle ergometers / Dotan R. // Eur J Appl Physiol Publ. – 2006. – Vol. 98. – P. 113-116 ; Dotan, R. Load optimization for the Wingate Anaerobic Test / Dotan R., Bar-Or O. // Eur J Appl Physiol Publ. – 1983. – Vol. 51. – P. 409-417.

47. Driss, T. The Measurement of Maximal (Anaerobic) Power Output on a Cycle Ergometer: A Critical Review / T. Driss, H. Vandawelle // BioMed Research, International Volume. – 2013. – 40 p.
48. Fukashiro, S. Direction control in standing horizontal and vertical jumps / Fukashiro S., Besier T.F., Barrett R., Cochrane J., Nagano A., Lloyd D. G. // J Sport Health Sci. – 2005. – Vol. 3. – P. 272–279.
49. Gil, S. Selection of young soccer players in terms of anthropometric and physiological factors / Gil S., Ruiz F., Irazusta A., Gil J., Irazusta J. // J Sports Med Phys Fitness. – 2007. – Vol. 47/ – 25 pp.
50. Glatthorn, J. F. Validity and reliability of Optojump photoelectric cells for estimating vertical jump height / Glatthorn J. F., Gouge S., Nussbaumer S., Stauffacher S., Impellizzeri F. M., Maffiuletti N. A. // J Strength Cond Res. – 2011. – Vol. 25. – P. 556–56.
51. Hara, M. Effect of arm swing direction on forward and backward jump performance / Hara M., Shibayama A., Arakawa H., Fukashiro S. // J Biomech. – 2008. – Vol. 41. – P. 2806–2815.
52. Hopkins, W. G. Spreadsheets for analysis of controlled trials, with adjustment for a subject characteristic / Hopkins W. G. // Sportscience. – 2006. – Vol. 10. – P. 46–50.
53. Hopkins, W.G. Reliability of power in physical performance tests / W.G. Hopkins, E.J. Schabert, J.A. Hawley // Sports Medicine. – 2001. – Vol. 31. – No. 3. – P. 211–234. DOI: 10.2165/00007256-200131030-00005
54. Little, T. Specificity of acceleration, maximum speed, and agility in professional soccer players / Little T., Williams A. G. // J Strength Cond Res. – 2005. – Vol. 19. – P. 76–78.
55. Malina, R. M. Characteristics of youth soccer players aged 13–15 years classified by skill level / Malina R. M., Ribeiro B., Aroso J., Cumming S. P. // Br J Sports Med. – 2007. – Vol. 41. – P. 290–295.

56. Meylan, C. M. Adjustment of measures of strength and power in youth male athletes differing in body mass and maturation / Meylan C. M., Cronin J. B., Hopkins W. G., Oliver J. L. // *Pediatr Exerc Sci*/ – 2014. – Vol. 26. – P. 41–48.
57. Meylan, C. M. The reliability of jump kinematics and kinetics in children of different maturity status / Meylan C. M., Cronin J. B., Oliver J. L., Hughes M. G., McMaster D. // *J Strength Cond Res*. – 2012. – Vol. 26. – P. 1015–1026.
58. Murtagh, C. F. Unilateral jumps in different directions: A novel assessment of soccer-associated power? / Murtagh C. F., Vanrenterghem J., O'Boyle A., Morgans R., Drust B., Erskine R. M. // *J Sci Med Sport*. – 2017. – Vol. 20. – P. 1018–1023.
59. Murtagh, Conall F. Importance of Speed and Power in Elite Youth Soccer Depends on Maturation Status / Brownlee, Thomas E., O'Boyle, Andrew, Morgans, Ryland; Drust, Barry, Erskine, Robert M. // *Journal of Strength and Conditioning Research*. – 2018. – Vol. 32. – No. 2. – P. 297-303. DOI: 10.1519/JSC.0000000000002367
60. Nagano, A. Optimal coordination of maximal-effort horizontal and vertical jump motions—a computer simulation study / Nagano A., Komura T., Fukushima S. // *Biomed Eng Online*. – 2007. – Vol. 6. – P. 1–9.
61. Nikolaidis, P.T. Normative Data of the Wingate Anaerobic Test in 1 Year Age Groups of Male Soccer Players / P.T. Nikolaidis, B. Matos, F.M. Clemente et al. // *Front Physiol*. – 2018. – Vol. 9. – P. 1–7. DOI: 10.3389/fphys.2018.01619
62. O'Brien, T. D. Strong relationships exist between muscle volume, joint power and whole-body external mechanical power in adults and children / O'Brien T.D., Reeves N. D., Baltzopoulos V., Jones D. A., Maganaris C. N. // *Exp Physiol*. – 2009. – Vol. 94. – P. 731–738.
63. Oliver, J. L. Changes in jump performance and muscle activity following soccer-specific exercise / Oliver J. L., Armstrong N., Williams C. // *J Sports Sci*. – 2008. – Vol. 26. – P. 141–148.

64. Ozgur, O. The Test-Retest Reliability of New Generation Power Indices of Wingate All-Out Test / Ozgur O., Gorkem A. B., Hakan A. and E. V. // J Sports Publ. – 2018. – Vol. 6 (2). – 31 p. – DOI:10.3390/sports6020031
65. Ozkaya, O. The Test-Retest Reliability of New Generation Power Indices of Wingate All-Out Test / O. Ozkaya, G. A. Balci, H. As, E. Vardarli // J Sports Publ. – 2018. – № 6. – 31 p.
66. Pearson, D. Predictability of physiological testing and the role of maturation in talent identification for adolescent team sports / Naughton G., Torode M. // J Sci Med Sport. – 2006. – Vol. 9. – P. 277–287.
67. Philippaerts, R. M. The relationship between peak height velocity and physical performance in youth soccer players / Vaeyens R., Janssens M., Van Renterghem B., Matthys D., Craen R., Bourgois J., Vrijens J., Beunen G., Malina R.M. // J Sports Sci. – 2006. – Vol. 24. – P. 221–230.
68. Platonov, V. N. A Preparacao Fisica / V. N. Platonov, M. M. Bulatova. – Rio de Janeiro: Sprint, 2003. – 388 p.
69. Raasch C.C., Zajac F.E., Muscle coordination of maximum-speed pedaling / C.C. Raasch, F.E. Zajac, B. Ma, W. S. Levine // Journal of Biomechanics. – 1997. – Vol. 30. – No. 6. – P. 595–602.
70. Reilly, T. A multidisciplinary approach to talent identification in soccer / Williams A. M., Nevill A., Franks A. // J Sports Sci. – 2000. – Vol. 18. – P. 695–702.
71. Rumpf, M.C. Effect of different training methods on running sprint times in male youth / Cronin J. B., Oliver J. L., Hughes M.G. // Pediatr Exercise Sci. – 2012. – Vol. 24. – P. 170–86.
72. Rumpf, M.C. Vertical and leg stiffness and stretch-shortening cycle changes across maturation during maximal sprint running / Cronin J. B., Oliver J. L., Hughes M.G. // Hum Mov Sci. – 2013. – Vol. 32. – P. 668–676.
73. Samozino P., Horvais N., Why does power output decrease at high pedaling rates during sprint cycling? / P. Samozino, N. Horvais, F. Hintzy // Medicine and Science in Sports and Exercise. – 2007. – Vol. 39. – No. 4. P. 680–687.

74. 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) / Vandendriessche, J. B., Vaeyens R., Vandorpe B., Lenoir M., Lefevre J., Philippaerts R. M. // J Sports Sci. – 2012. – Vol. 30. – P. 1695–1703.

75. Zakharova A, Berdnikova A, Mekhdieva K. Testing of power abilities in high level soccer players: Quantitive and qualitive assessment methods / A. Zakharova, A. Berdnikova, K. Mekhdieva // Ed. Vilas-Boas J.P., Cabri J., Pezarat-Correia P., Rivera O. icSPORTS 2018 – Proceedings of the 6th International Congress on Sport Sciences Research and Technology Support. SciTePress. – 2018. – P. 111-118.

76. Zakharova A.V., Berdnikova A.N. Monitoring of power abilities in young football players / A. Zakharova, A. Berdnikova // Human. Sport. Medicine. – 2016. – Vol. 16. – No. 4. – P. 64-74. (in Russ.)

Приложение А

Протокол проведения Вингейт-теста

ФИО	Пол	Вид спорта	Возраст	Рост	Вес	МАМ	МАМ/кг	P ₁₅	P ₁₅ /кг	P ₃₀	P ₃₀ /кг	AP	AP/кг	Трр

Примеры заключений Вингейт-теста



Monark Test Report

Created: 17.4.2020 19:00:59

tel.

Person Information

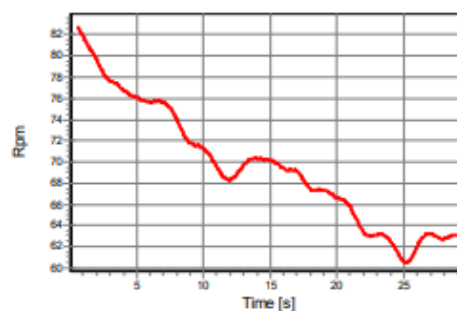
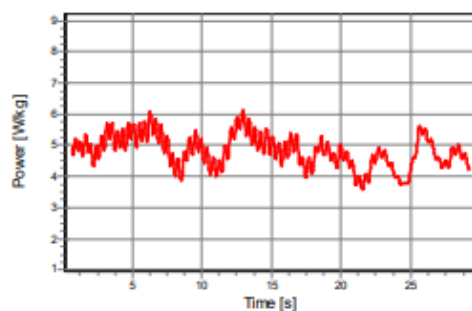
First Name:	Але	Height:	127
Last Name:	Гон	Weight [kg]:	24
Sex:	Male	Date of Birth:	09.02.2011

Test Information

Bout Duration [s]:	30	Date and Time:	10.7.2019 10:43:06
Person Weight [kg]:	24,0	Supervisor:	

Analysis

Bout	Brake Weight [kg]	Peak Power [W]	Peak Power [W/kg]	Avg. Power [W]	Avg. Power [W/kg]	Min. Power [W]	Min. Power [W/kg]	Power Drop [W]	Power Drop [W/kg]	Power Drop [W/s]	Power Drop [%]	Power Drop [W/s/kg]	Time to Peak [ms]
1	1,8	147,19	6,13	115,94	4,83	85,97	3,582	61,21	2,55	2,04	41,59	0,085	12 949





Monark Test Report

Created: 20.4.2020 15:48:43

tel.

Person Information

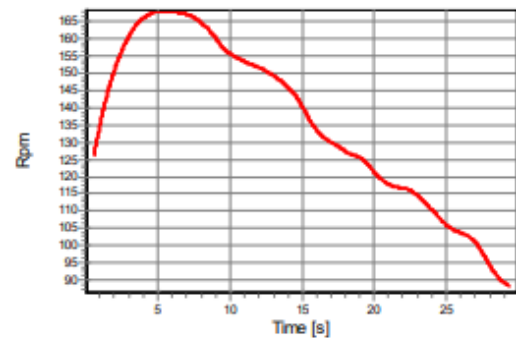
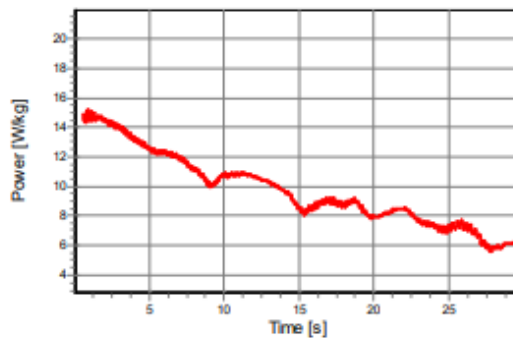
First Name:	Иван	Height:	178
Last Name:	Кузнец	Weight [kg]:	77
Sex:	Male	Date of Birth:	15.02.2004

Test Information

Bout Duration [s]:	30	Date and Time:	26.3.2019 11:38:44
Person Weight [kg]:	77,0	Supervisor:	

Analysis

Bout	Brake Weight [kg]	Peak Power [W]	Peak Power [W/kg]	Avg. Power [W]	Avg. Power [W/kg]	Min. Power [W]	Min. Power [W/kg]	Power Drop [W]	Power Drop [W/kg]	Power Drop [W/s]	Power Drop [%]	Power Drop [W/s/kg]	Time to Peak [ms]
1	5,8	1 160,74	15,07	772,10	10,03	431,11	5,599	729,63	9,48	24,32	62,86	0,316	1 112





Monark Test Report

Created: 20.4.2020 16:33:19

tel.

Person Information

First Name: Рома
Last Name: Корн
Sex: Male

Height: 172
Weight [kg]: 56
Date of Birth: 01.11.2004

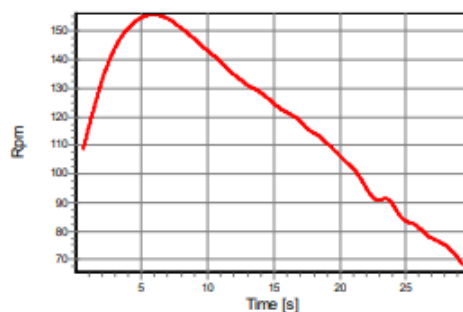
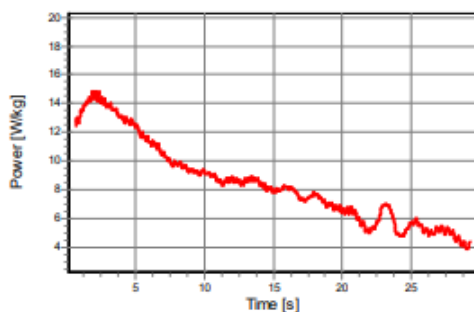
Test Information

Bout Duration [s]: 30
Person Weight [kg]: 56,0

Date and Time: 26.3.2019 11:41:14
Supervisor:

Analysis

Bout	Brake Weight [kg]	Peak Power [W]	Peak Power [W/kg]	Avg. Power [W]	Avg. Power [W/kg]	Min. Power [W]	Min. Power [W/kg]	Power Drop [W]	Power Drop [W/kg]	Power Drop [W/s]	Power Drop [%]	Power Drop [W/s/kg]	Time to Peak [ms]
1	4,2	831,18	14,84	495,91	8,86	216,04	3,858	615,14	10,98	20,50	74,01	0,366	1 840



Список опубликованных работ по теме магистерской диссертации

Мехдиева, К.Р. Сравнительный анализ результатов Вингейт-тестирования у спортсменов высокого класса / К. Р. Мехдиева, А. В. Захарова, М. А. Владельщикова, В. Э. Тимохина // ТиПФК. – 2021. – № 1. – с. 29-31.

Мехдиева, К.Р. Возрастная динамика показателей вингейт-теста у юных спортсменов / К. Р. Мехдиева, А. В. Захарова, М. А. Владельщикова, В. Э. Тимохина // Человек. Спорт. Медицина. – 2020. – № 3. – с. 97-103.