

МИНИСТЕРСТВО СПОРТА И ТУРИЗМА РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

ГОСУДАРСТВЕННОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
«РЕСПУБЛИКАНСКИЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ ЦЕНТР СПОРТА»

А.Л. Захаревич, Д.С. Пфейфер, А.С. Кузикевич

**НАГРУЗОЧНОЕ ТЕСТИРОВАНИЕ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ
ОБЩЕЙ РАБОТОСПОСОБНОСТИ ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ
СПОРТИВНОГО РЕЗЕРВА**

Практическое пособие

Минск
РНПЦ спорта
2018

УДК 796.015.82(076)+616-072.85

ББК 75.0ф

З 38

*Рекомендовано к изданию экспертной комиссией РНПЦ спорта,
протокол № 8 от 22 ноября 2018 года.*

Подготовлено в рамках отраслевого проекта
111-16 «Разработать программу медико-биологического контроля
подготовки спортивного резерва Республики Беларусь с учетом
особенностей детского и юношеского возраста»

Авторы:

А.Л. Захаревич;

Д.С. Пфейфер

А.С. Кузикович

Рецензенты:

А.П. Веремейчик, кандидат биологических наук, доцент;

Н.В. Иванова, кандидат биологических наук, доцент

Захаревич, А.Л.

З 38

Нагрузочное тестирование для определения общей работоспособности
представителей спортивного резерва: практ. пособие / А.Л. Захаревич,
Д.С. Пфейфер, А.С. Кузикович. – Минск: РНПЦ спорта, 2018. – 24 с.

ISBN 978-985-7054-53-4

УДК 796.015.82(076)+616-072.85

ББК 75.0ф

В пособии представлена информация о методических особенностях проведения функционального нагрузочного тестирования для оценки физической работоспособности представителей спортивного резерва. Описан алгоритм определения группы риска по результатам оценки физической работоспособности методом велоэргометрии.

Издание предназначено для врачей спортивной медицины, специалистов организаций, обеспечивающих научно-методическое сопровождение подготовки спортсменов.

ISBN 978-985-7054-53-4

© Государственное учреждение «Республиканский научно-практический центр спорта», 2018

© Оформление. ГУ «Республиканский учебно-методический центр физического воспитания населения», 2018

ВВЕДЕНИЕ

Проведение нагрузочного тестирования у здоровых лиц является важным элементом количественного измерения уровня здоровья, а также дает возможность оценить уровень физической работоспособности независимо от внешних факторов.

Одним из проявлений адаптации организма атлета к спортивным нагрузкам является увеличение его физической работоспособности. Физическая работоспособность проявляется в различных формах мышечной активности, зависит от способности и готовности спортсмена к физической работе и определяется особенностями его физиологических механизмов [1].

В настоящее время физическая работоспособность широко исследуется в спортивной практике, представляя несомненный интерес для специалистов как медико-биологического, так и спортивно-педагогического направлений.

Повышенная реактивность организма в детском и юношеском возрасте обуславливает сложность оценки влияния физической нагрузки на организм юных спортсменов и требует детального изучения в различных возрастах и направлениях спортивной деятельности.

1 ОСОБЕННОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ У ПОДРОСТКОВ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ ДОЗИРОВАННЫХ ФИЗИЧЕСКИХ НАГРУЗОК

Деятельность сердца и сосудов в подростковом периоде имеет свои особенности, в значительной мере связанные с изменением гормонального статуса и нервной системы. В период полового созревания происходит интенсивный рост сердца в длину, ширину, увеличивается объем его полостей. Меняются уровни артериального и венозного давления, ритм сердечных сокращений. Во всех возрастных группах у девушек отмечается более частый сердечный ритм, чем у юношей [2].

Во время проведения нагрузки у подростков небольшой ударный объем, обусловленный малыми размерами сердца, компенсируется более частым сердцебиением, поэтому они достигают большей максимальной частоты сердечных сокращений (ЧСС), чем взрослые. В постпубертатном периоде максимальная ЧСС снижается с возрастом на 7–8 уд/мин каждые последующие 10 лет. При одном и том же уровне нагрузки девочки имеют более высокую ЧСС, чем мальчики, как и подростки с избыточной массой тела по сравнению с худыми. Нагрузка при высокой или низкой температуре окружающей среды вызывает более высокую ЧСС, чем нагрузка, проводимая при нейтральной температуре.

Пиковые значения ЧСС зависят от исходного уровня тренированности: у лиц с первоначально высокой максимальной ЧСС в процессе регулярных физических тренировок она может снижаться. При ступенчато возрастающей нагрузке на

велозргометре при достижении ЧСС 170 уд/мин только 35 % подростков в возрасте 15–17 лет воспринимали ее как истинно субмаксимальную, остальные 65 % или недооценили выполненную нагрузку, или она действительно являлась для них недостаточной. Существующие различия в восприятии интенсивности нагрузки при достижении ЧСС 170 уд/мин свидетельствуют о том, что одна ЧСС не может быть критерием оценки работоспособности. Также на величину ЧСС при нагрузке влияют мотивация ребенка к выполнению нагрузки, взаимопонимание тестируемого и тестирующего, вид используемого протокола. В среднем максимальная ЧСС у детей и подростков, по данным разных авторов, колеблется в диапазоне между 190 и 210 уд/мин [3].

Таким образом, реакция сердечно-сосудистой системы на физическую нагрузку у детей и подростков связана с анатомо-функциональными особенностями растущего организма и отличается от таковой у взрослого спортсмена. Разрозненные литературные данные о реакциях сердечно-сосудистой системы на спортивную нагрузку в подростковом и юношеском возрасте не позволяют применять эти данные рутинно для контроля состояния юных спортсменов, подготовки и отбора их в национальные команды и требуют проведения детального изучения и разностороннего анализа.

2 ОЦЕНКА ФИЗИЧЕСКОЙ РАБОТОСПОСОБНОСТИ

Работоспособность следует оценивать при помощи прямых и косвенных показателей. Прямые показатели позволяют оценивать спортивную деятельность как с количественной (метры, секунды, килограммы, очки и т.д.), так и с качественной (надежность и точность выполнения конкретных физических упражнений) стороны. Методики исследования прямых показателей работоспособности подразделяются на количественные, качественные и комбинированные. С помощью комбинированных методик исследования можно оценивать как производительность, так и надежность, точность спортивной деятельности.

К косвенным критериям работоспособности относят различные клинко-физиологические, биохимические и психофизиологические показатели, характеризующие изменения функций организма в процессе работы. Косвенные критерии работоспособности представляют собой реакции организма на определенную нагрузку и указывают на то, какой физиологической ценой для спортсмена обходится эта работа. Это дает основание использовать различные физиологические методики для прогнозирования работоспособности атлета, а также для выяснения механизмов адаптации к конкретной профессиональной деятельности, оценке развития утомления и анализа других функциональных состояний организма [1].

Применение значительного количества косвенных показателей для более полной оценки функционального состояния организма приводит нередко к противоречивым результатам: в одно и то же время одни константы могут

свидетельствовать о снижении работоспособности, другие – о ее повышении, третьи – не обнаруживать никаких изменений. Поэтому для оценки работоспособности при тестировании обычно используется совокупность показателей, т.е. результат проделанной работы и уровень адаптации организма к данной нагрузке. Это объясняется главным образом тем, что работоспособность во многом зависит не только от состояния функций организма, но и от ряда других факторов (характер и условия физических нагрузок, их интенсивность и длительность, мотивация, режим отдыха, питания и т.д.). Достижение высоких спортивных результатов зависит не только от работоспособности, но и от уровня развития специальных качеств, т.е. от тренированности [4].

Однако при узкой специализации у спортсменов высокого класса могут обнаруживаться низкие показатели отдельных компонентов работоспособности (силовые показатели у бегунов-стайеров, показатели аэробной производительности у штангистов и др.). Маловероятно, чтобы спортсмен, у которого наивысшая работоспособность зарегистрирована в зоне умеренной мощности, смог показать столь же высокий результат в зоне максимальной мощности, и наоборот. Именно на таких индивидуальных различиях основана специализация в спорте. Спринтер, как правило, не может сравниться со стайером в выносливости, а стайеру далеко до максимальной мощности спринтера [5].

2.1 Оценка физической работоспособности спортсменов в лабораторных условиях

Согласно требованиям ВОЗ для проведения нагрузочного тестирования на общую работоспособность необходимо проведение количественной оценки показателей, точной воспроизводимости метода при повторных тестах и обеспечение регистрации физиологических параметров реакции организма тестируемого на нагрузку [6].

Можно выделить следующие наиболее популярные подходы в тестировании общей работоспособности:

- оценка максимальных показателей, характеризующих производительность кислородотранспортной системы;
- прямая оценка максимальной мощности, при которой наблюдается квазистойчивое состояние между продукцией и утилизацией продуктов гликолиза;
- косвенная оценка аэробно-анаэробного перехода [7].

В практике спорта и спортивной медицины наиболее широкое распространение получило тестирование физической работоспособности по ЧСС. Это объясняется в первую очередь тем, что ЧСС является легко регистрируемым физиологическим параметром [8].

Определение физической работоспособности по тесту PWC_{170} широко вошло в практику спортивной физиологии и медицины. Тест PWC_{170}

основывается на приблизительном соответствии динамики показателей спортсменов во время тестирования и линейной экстраполяции зависимости между ЧСС и мощностью выполняемой физической нагрузки [9]. При этом ряд авторов отмечают наличие зон нелинейной зависимости ЧСС и мощности выполняемой мышечной работы также при ЧСС 170 уд/мин [3].

В связи с этим повысилась актуальность диагностического и прогностического значения теста, насколько этот неспецифический показатель может быть использован для поиска оптимального тренировочного процесса спортсменов различной специализации. Однако судить о физической работоспособности в целом по уровню отдельных факторов, даже по оценке максимума потребления кислорода или мощности нагрузки, при которой ЧСС стабилизируется на уровне 170 уд/мин, нельзя. Это может привести к совершенно неправильным выводам, особенно если спортсмен главное внимание уделяет тренировке специальной мышечной силы.

Показано, что наибольших значений PWC_{170} достигает у бегунов на средние дистанции и лыжников-гонщиков. Это обусловлено тем, что в данных видах спорта особое внимание уделяется тренировкам на выносливость, которые оказывают существенное влияние на морфологические характеристики сердца, что обуславливает существенное расширение его функциональных возможностей [5].

Менее выражена структурно-функциональная перестройка сердца в процессе адаптации к специфическим физическим нагрузкам у прыгунов в воду. Величина PWC_{170} у них минимальна по сравнению со спортсменами других специализаций.

Занятия баскетболом и спринтом оказывают достаточно выраженное влияние на деятельность вегетативных систем организма и прежде всего на кардиореспираторную систему, которое проявляется как в функциональных, так и в морфологических изменениях. По этой причине физическая работоспособность баскетболистов и спринтеров достигает высоких значений, хотя в структуре тренировок выносливость не является доминирующим физическим качеством.

Определение уровня физической работоспособности спортсменов осуществляется путем применения тестов с максимальными и субмаксимальными мощностями физических нагрузок [8].

В тестах с максимальными мощностями физических нагрузок испытуемый выполняет работу с прогрессивным увеличением ее мощности до истощения (до отказа). Применение этих тестов имеет и определенные недостатки: во-первых, пробы небезопасны для испытуемых и потому должны выполняться при обязательном присутствии врача и, во-вторых, момент произвольного отказа – критерий очень субъективный и зависит от мотивации и других факторов.

Тесты с субмаксимальной мощностью нагрузок осуществляются с регистрацией физиологических показателей во время работы или после ее

окончания. Тесты второй группы технически проще, но их показатели зависят не только от проделанной работы, но и от особенностей восстановительных процессов. Принципиальная особенность этих тестов заключается в том, что между мощностью мышечной работы и длительностью ее выполнения имеется обратно пропорциональная зависимость, и с целью определения физической работоспособности для таких случаев построены специальные номограммы.

Перспективы использования этого теста в спорте высоких достижений достаточно ограничены, так как основаны на эмпирическом расчете показателей работоспособности и максимального потребления кислорода тканями во время тестирования общей работоспособности спортсменов. Тем не менее эта проба может быть пригодна для проведения скрининговых исследований на этапах подготовки резерва национальных команд в случае отсутствия условий и оборудования для определения показателей газообмена, т.к. принцип ее пригоден для определения как общей, так и специальной работоспособности спортсменов.

В настоящее время не существует единых стандартов оценки физической работоспособности по результатам велоэргометрии. Сложности их разработки объясняются несколькими причинами:

- нормативы, основанные на среднестатистических данных, разрабатываются при обследовании контингентов, существенно различающихся по исходным половозрастным, антропометрическим, профессиональным и клиническим данным;

- для разработки нормативных значений используются разные протоколы дозирования нагрузки, что создает трудности в последующем сравнении результатов;

- результаты, полученные в разных лабораториях, могут существенно отличаться из-за того, что оборудование, используемое для тестирования, изначально различается по своим характеристикам;

- в качестве критерия оценки работоспособности используются различные показатели: абсолютные значения достигнутого потребления кислорода или МЕТ, различные процентные соотношения полученного (или рассчитанного) по результатам теста максимального потребления кислорода (МПК), выполненная нагрузка в ваттах, продолжительность теста в минутах, достигнутая ЧСС;

- отсутствует единообразный подход к градации физической работоспособности: авторы предлагают ее деление на 3–7 уровней, используя в качестве критерия деления или различные проценты, доверительные интервалы, или средние значения, или их стандартное отклонение.

За рубежом физическая работоспособность (толерантность к нагрузкам, функциональные возможности) оценивается только по результатам максимальных нагрузочных тестов, в отличие от работ отечественных авторов, которые считают вполне допустимым рассчитывать ее и по результатам субмаксимальных проб. Тем не менее, учитывая значительные индивидуальные

колебания максимальной ЧСС, а также исходно существующую 10–20% вероятность ошибки при расчете МПК косвенными способами, для более точной оценки физической работоспособности ее предпочтительнее проводить по результатам не субмаксимальных, а максимальных тестов [10, 11].

3 НАГРУЗОЧНОЕ ТЕСТИРОВАНИЕ В ПРАКТИКЕ СПОРТИВНОЙ НАУКИ КАК ОДНА ИЗ СОСТАВЛЯЮЩИХ МЕДИКО-БИОЛОГИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ

Диагностика состояния физической работоспособности и оценка ее в динамике у спортсменов составляет одну из важных задач для современной спортивной науки.

При изучении реакций организма на дозированную физическую нагрузку юных спортсменов необходимо корректно выбрать способ ее задания, чтобы выявить качественные и количественные изменения биологических признаков, определяющих особенности этапов возрастного развития юного спортсмена [12].

В соответствии с результатами исследований Института возрастной физиологии РАО, которым проведено масштабное изучение особенностей вегетативного обеспечения напряженной мышечной работы у школьников обоего пола в возрасте от 7 до 17 лет, отдельные вегетативные реакции можно обобщить по следующим характеристикам:

– ЧСС в устойчивом состоянии снижается с возрастом. Возрастное снижение функционального напряжения организма может происходить параллельно со снижением ЧСС в условиях мышечного покоя. По этой причине прибавка ЧСС с возрастом при работе в устойчивом состоянии по сравнению с покоем может практически не меняться, а пульсовая стоимость нагрузки, как и ее кислородная стоимость, может оказаться практически одинаковой для 7- и 17-летних испытуемых;

– наибольший прирост величины кислородного пульса (КП) в покое наблюдается в период от 9–10 до 12–13 лет, когда значительно активизируются ростовые процессы в начале пубертатного периода. Обнаруживается значительный прирост показателя при работе по сравнению с уровнем покоя. Степень этого увеличения свыше 400 % наиболее заметна в возрасте 16 лет; в 9-летнем возрасте – около 200 %. Примерно такая же величина прироста показателя у 14-летних детей. В то же время 11-летние дети достигали еще большего прироста показателя – почти 500 %, что связывалось с повышенным содержанием митохондрий в ткани скелетных мышц в этом возрасте;

– минутный объем дыхания (МОД) увеличивается в условиях устойчивого состояния более чем в 3 раза по сравнению с покоем как у детей 7–8 лет, так и у подростков 16–17 лет. С возрастом дыхание становится реже и глубже, выдыхаемый воздух оказывается у испытуемых старших возрастных групп беднее кислородом (поскольку выше утилизация O_2 в легких) как в покое, так и при

нагрузке. Особенно резкое изменение утилизации кислорода легкими происходит в период между 9–10 и 12–13 годами.

Параллельно этому увеличивается содержание углекислого газа в выдыхаемом воздухе. Всё это отражает увеличение экономичности функции дыхания с возрастом. Следовательно, перечисленные здесь изменения прямо или косвенно связаны с увеличением роли анаэробно-гликолитических процессов при мышечной работе.

Эти экспериментально установленные факты следует учитывать не только при обследовании детей, подростков, девушек и юношей, занимающихся спортом, но и при долгосрочном планировании тренировочного процесса, выборе тренировочных средств и оптимальных режимов нагрузки на этапах многолетней подготовки [12].

Несмотря на то, что ведущие зарубежные специалисты подчеркивают высокую специфичность нагрузочных тестов (НТ) в выявлении состояний, несовместимых с занятиями спортом [14], конкретные цели проведения стресс-тестов у спортсменов окончательно не определены. Традиционно НТ в спорте было способом определения функциональных резервов сердечно-сосудистой системы и уровня физической работоспособности атлетов высокой квалификации [15]. С появлением первых работ Locati E. [16] и Vincent G.M. и соавт. [17] накапливается все больше данных, что в любом возрасте стресс-тесты обладают также несомненной ценностью для изучения физической работоспособности юных спортсменов и детей. Во многом это обусловлено тем, что уровень физической работоспособности является количественным показателем здоровья детей [18, 19].

Важно еще раз подчеркнуть, что данная проблема раскрыта еще недостаточно. Прежде всего это относится к оценке физической работоспособности детей. Многочисленные исследования представителей этой возрастной группы, выполненные ранее, базировались главным образом на изучении показателей, характеризующих либо аэробные, либо анаэробные возможности организма, в то время как сведения об особенностях их работоспособности в широком диапазоне доступных нагрузок единичны [20–24]. Сложилась ситуация, при которой наиболее изученными аспектами физической работоспособности детей явились мощность и эффективность аэробных процессов энергообеспечения мышечной деятельности, тогда как емкость энергетических систем практически выпала из поля зрения исследователей [14, 25].

В значительной степени это связано с тем, что работоспособность является интегральной характеристикой, отражающей совокупность рабочих возможностей организма, и для ее всесторонней оценки необходимо определять мощность, емкость и эффективность аэробного, лактаcidного и фосфагенного источников энергообеспечения [21, 24, 26]. Вместе с тем никакая единичная функциональная проба не может полностью охарактеризовать работоспособность [24].

При анализе результатов НТ атлетов с целью оценки общей работоспособности приоритетными становятся такие показатели, как мощность выполненной нагрузки, общий объем выполненной работы, коэффициент работоспособности, динамика артериального давления (АД) и ЧСС [27].

Нагрузочное тестирование (велозергометрия) для оценки физической работоспособности может быть направлено на решение спорных вопросов допуска юных спортсменов к тренировочному и соревновательному процессу.

3.1 Выбор протокола тестирования как важный этап подготовки нагрузочного теста у представителей спортивного резерва

Для получения сравнимых, воспроизводимых и удобных для оценки показателей требуются эффективные методы дозирования физической нагрузки, так называемые нагрузочные протоколы (таблица 1). Обычно при выполнении тестирования задается нагрузка различной, чаще всего нарастающей, мощности. Каждый из уровней мощности нагрузки принято называть ступенью.

Выбор протокола нагрузки – важная и сложная задача. Различия в алгоритмах тестирования заключаются в длительности ступени и скорости прироста интенсивности нагрузки, наличии и продолжительности периодов отдыха/остановки между ступенями.

Тест с непрерывно возрастающей нагрузкой и тестирование со ступенчато возрастающей нагрузкой получили широкое распространение и являются практически общепризнанной моделью для определения аэробной работоспособности [28].

Способ тестирования со ступенчато возрастающей нагрузкой позволяет оценить реакцию организма во всем диапазоне нагрузок от минимальной до максимальной аэробной нагрузки. Максимальная аэробная нагрузка (мощность) – максимальная мощность, достигнутая в тесте и сопоставимая с мощностью, при которой достигается максимальное МПК [29, 30].

Таблица 1 – Виды нагрузочных протоколов

Протоколы			
С нарастающей интенсивностью нагрузки			С постоянным уровнем мощности нагрузки
Со ступенчато нарастающим уровнем мощности нагрузки	С равномерно нарастающим уровнем мощности нагрузки	С экспоненциальным приростом мощности нагрузки	
Унифицированные			
Индивидуализированные			

Недостатком протокола с непрерывно возрастающей нагрузкой является наличие периода запаздывания между приростом нагрузки и приростом физиологического показателя, который в данном случае не успевает выйти на истинное

устойчивое состояние. Поэтому результаты теста (показатель, отнесенный к мощности) будут несколько завышены относительно длительного теста с постоянной нагрузкой. Период запаздывания особенно выражен на низких нагрузках и несколько сильнее проявляется в тесте с непрерывно возрастающей нагрузкой, чем в тесте со ступенчато возрастающей нагрузкой [31].

Выбор адекватного шага возрастания нагрузки – один из важнейших этапов индивидуальной подготовки теста для каждого спортсмена. Шаг увеличения нагрузки не влияет на показатель МПК или максимальное значение ЧСС, но приведет к значительным различиям при определении максимальной мощности нагрузки (протоколы с «большим шагом» увеличения нагрузки приводят к более высокой пиковой мощности нагрузки) [32]. Вместе с тем выбор «большого шага» может приводить к быстрому приросту ЧСС и АД, а также преждевременному прекращению тестирования. При «маленьком шаге» увеличения нагрузки локальное утомление мышц нижних конечностей, а не максимальное утомление станет причиной прекращения теста.

Условиями корректного тестирования со ступенчато повышающейся нагрузкой являются:

а) длительность работы на каждой ступени, достаточная для развертывания функций организма;

б) количество последовательных повышений мощности работы составляет не менее 5–6 для вычисления биоэнергетических параметров;

в) использование одной и той же схемы повышения нагрузок позволяет достигать предельных уровней функционирования биоэнергетических систем организма, не принося вреда испытуемому [33].

В разработанных протоколах нагрузочного тестирования у детей и подростков при выборе начальной мощности нагрузки учитываются:

- площадь поверхности тела (протокол James);
- возраст и пол (протокол McMaster);
- масса тела (протокол Strong'a);
- величина должного основного обмена.

Для того чтобы подобрать нагрузочный протокол для каждой конкретной ситуации, следует:

- определить характеристики конкретного обследуемого или группы обследуемых, с учетом вида спорта, пола, возраста, уровня квалификации;
- выбрать предпочтительный вид эргометра с учетом направленности тренировочного процесса;
- решить, какие показатели наиболее важны (например, при использовании протокола с постоянным уровнем нагрузки затруднительно определение МПК);
- определить целесообразность использования унифицированного нагрузочного протокола или необходимость создания нового. Использование унифицированного протокола позволяет сравнить получаемые данные с данными других

авторов, а использование индивидуализированных протоколов – получить более точные и воспроизводимые результаты и снизить уровень осложнений, но затрудняет исследование прямых показателей работоспособности [31].

3.2 Оценка общей физической работоспособности представителей спортивного резерва

В рамках научно-исследовательской работы для стандартизации процедуры тестирования выбрана многоступенчатая возрастающая нагрузка. Каждая ступень длилась 2 мин с достижением «псевдоустойчивого» состояния (steady state). Исходная мощность ступени устанавливалась с учетом роста-весовых характеристик возраста и пола.

Протокол тестирования включал:

ПЕРИОД НАГРУЗКИ	
Тип нагрузки	Ступенчатая, непрерывно возрастающая
Скорость педалирования	60–70 оборотов в минуту
Мощность 1-й ступени	25–125 Вт
Продолжительность ступени	2 минуты
Шаг нагрузки	25 Вт
Запись (мониторирование) ЭКГ-12	Непрерывно
Измерение АД во время теста	В конце каждой ступени нагрузки, не прекращая процесса педалирования
ВОССТАНОВИТЕЛЬНЫЙ ПЕРИОД	
Мощность ступени	25 Вт
Скорость педалирования	30–40 оборотов в минуту
Продолжительность ступени*	Первые 2 минуты (по истечении времени педалирование прекратить)
Измерение АД в восстановительном периоде	Каждую минуту (вплоть до достижения исходного уровня)
Запись (мониторирование) ЭКГ-12	Непрерывно весь период
Общее время восстановительного периода	5–15 минут (индивидуально, желательно – до полного восстановления исходных показателей АД и ЧСС)

Для обобщения значительного материала по результатам нагрузочного тестирования у представителей спортивного резерва виды спорта были объединены в группы по классификации Платонова В.Н. [34], отражающие специфику движений, а также структуру соревновательной и тренировочной деятельности, характерную для различных видов спорта. Возрастные группы сформированы согласно Гольдберг Н.Д. [35].

На основании полученных данных по результатам велоэргометрии разработаны оценочные шкалы уровня общей работоспособности у представителей спортивного резерва по группам вида с учетом пола и возраста (приложение А).

4 АЛГОРИТМ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ГРУППЫ РИСКА ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ОЦЕНКИ ФИЗИЧЕСКОЙ РАБОТОСПОСОБНОСТИ

Алгоритм определения группы риска представителей спортивного резерва по результатам оценки физической работоспособности может быть представлен следующим образом (рисунок 1). В настоящем алгоритме учитываются: наличие/отсутствие изменений на ЭКГ, показатели функции внешнего дыхания до нагрузочного тестирования и их динамика, а также стандартные показатели нагрузочного тестирования.

При оценке динамики артериального давления на нагрузку необходимо принимать во внимание существенные колебания референтных величин АД в покое у детей разного возраста и роста.

При нагрузке АД у детей и подростков может существенно меняться. Как правило, по мере роста мощности нагрузки пропорционально увеличивается АД систолическое. Однако у практически здоровых детей нередко наблюдается только незначительный прирост АД систолического во время нагрузочного тестирования.

Необходимо учитывать, что при проведении пробы на пике нагрузки может быть отмечено снижение АД. Это связано с тем, что спортсмен не держит скорость педалирования, не может наращивать усилия и снижает их мощность.

В некоторых случаях отмечается высокий стартовый прирост систолического АД с приростом АД на 1–2-й ступенях теста до 50–60 мм рт.ст. Однако затем прирост значительно замедляется, и допустимый уровень АД держится до окончания теста (динамика по типу «плато»).

Неадекватная динамика АД в каждом конкретном случае должна быть сопоставлена с самочувствием и жалобами спортсмена.

ЭКГ в покое		
ЭКГ норма	наличие ЭКГ-феноменов, допустимых при занятиях спортом	Патологические изменения на ЭКГ
СПИРОМЕТРИЯ		
Нет изменений ОФВ1 после проведения НТ	снижение ОФВ1 $\geq 10\%$ после проведения НТ	
НТ		
Гемодинамические показатели	ЭКГ	Восстановление
Повышение САД во время выполнения НТ	Нарушения ритма/проводимости/ изменения сегмента ST во время или после проведения НТ не зарегистрированы	Хорошее восстановление ЧСС, АД
Нет изменений САД во время выполнения НТ	Изменения ритма, очаги эктопической активности и/или изменения сегмента ST во время НТ зарегистрированы, однако не привели к прекращению НТ	Замедленное восстановление ЧСС и/или АД
Падение САД во время выполнения НТ	Изменения ритма, очаги эктопической активности и/или изменения сегмента ST вовремя привели к прекращению НТ	Не восстановились ЧСС и/или АД
ПРИЧИНА ПРЕКРАЩЕНИЯ НТ		
Максимальное утомление/максимальная ЧСС	Медицинские показания	
<p>НТ – нагрузочное тестирование ОФВ1 – объем форсированного выдоха за первую секунду, л АД – артериальное давление, мм рт. ст. САД – систолическое артериальное давление, мм рт. ст. ЧСС – частота сердечных сокращений, уд/мин</p>		

Рисунок 1 – Алгоритм определения группы риска представителей спортивного резерва по результатам оценки физической работоспособности

Интерпретация результатов

ЭКГ-показатели: изменение от зеленого до красного цветов указывает на ухудшение функционального состояния.

Изменения в ОФВ1 до красного цвета указывают на легочной механизм нарушений физической работоспособности; снижение ОФВ1 (диагностически значимый) после нагрузочного тестирования указывает на бронхоспазм, индуцированный нагрузкой.

Гемодинамические и/или ЭКГ-изменения говорят о сердечно-сосудистом механизме снижения физической работоспособности.

- Все показатели зеленого цвета: коррекция учебно-тренировочного процесса не требуется.

- Большинство показателей в красном/оранжевом цветах: необходима консультация врача и/или дополнительные методы исследования. Возможна коррекция тренировочных нагрузок.

- Все показатели в красном цвете: риск развития/наличия неблагоприятных патологических состояний (заболеваний) высокий. Необходима консультация врача и дополнительные методы исследования. Возможно отстранение от тренировочного процесса.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Важнейшим условием успешности спортивной подготовки является своевременное получение объективной информации о состоянии здоровья юного атлета и его функциональных возможностях. Следует отметить, что использование полученной информации требует определенной компетентности участников тренировочного процесса в вопросах интерпретации результатов функционального нагрузочного тестирования, при наличии которой возможна адекватная коррекция тренировочных воздействий, направленная не только на достижение максимального результата, но и на профилактику дезадаптивных состояний.

При выборе протокола нагрузочного тестирования решающее значение имеет его соответствие целям и задачам тестирования, возможностям обследуемого. Один из важнейших факторов – учет параметров, гарантирующих получение исчерпывающей информации и хорошую воспроизводимость результатов нагрузочного тестирования.

Оценка общей работоспособности спортивного резерва по результатам нагрузочного тестирования и его прогностическая значимость существенно возрастают при комплексном использовании различных диагностических средств и подходов.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Солодков, А. С. (2014). Физическая работоспособность спортсменов и общие принципы её коррекции (часть 1) // Ученые записки университета им. П.Ф. Лесгафта. – 2014. – №3 (109). – С. 148–158.
2. Возрастно-половые особенности вариабельности сердечного ритма у младших школьников / А. Ш. Арзикулов [и др.] // Молодой ученый. – 2016. – №20. – С. 63–66.
3. Михайлов, В.М. Нагрузочное тестирование под контролем ЭКГ: велоэргометрия, тредмил-тест, степ-тест, ходьба / В.М. Михайлов. – 2-е изд. – Иваново: Талка, 2008. – 548 с.
4. Груздев, Г.И. Теоретический аспект физической работоспособности в спорте / Г.И. Груздев // Медико-биологические и педагогические основы адаптации, спортивной деятельности и здорового образа жизни: сб. науч. ст. III Всерос. заочной науч.-практ. конф. с междунар. участием, Воронеж, 29 апр. 2014 г. / Воронежский государственный институт физической культуры; редкол.: О.Н. Савинкова [и др.]. – Воронеж, 2014. – Т. 2. – С. 778–781.
5. Фролова, Е.А. Физиологические аспекты физической работоспособности и утомления: учебное пособие / Е.А. Фролова, Н.Г. Романова. – Тамбов: ФГБОУ ВПО «Тамб. гос. ун-т им. Г.Р. Державина», 2011. – 102 с.
6. Режим доступа: www.who.org. – Дата доступа: 10.11.2018
7. Assessment of child-specific aerobic fitness and anaerobic capacity by the use of the power-time relationships constants / E. Leclair [et. al.] // *Pediatr. Exerc. Sci.* – 2010. – № 22(3). – P. 454–466.
8. Белоцерковский, З.Б. Эргометрические и кардиологические критерии физической работоспособности у спортсменов / З.Б. Белоцерковский. – М.: Советский спорт, 2005. – 312 с.
9. Физическая работоспособность спортсменов с различными соматопсихологическими особенностями [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.nauka-shop.com/mod/shop/productID/23344>. – Дата доступа: 16.11.2018
10. Тавровская, Т.В. Велоэргометрия. Практическое пособие для врачей / Т.В. Тавровская. – СПб.: Кафедра факультетской терапии Алтайского государственного медицинского университета, 2007. – 138 с.
11. Павлова, В.И. Соотношение объема аэробной и анаэробной тренировочной нагрузки в соответствии со спецификой энергетических аспектов работоспособности в ациклических видах спорта / В.И. Павлова, М.С. Терзи // Теория и практика физической культуры. – 2002. – № 6. – С. 53–55.
12. Евтухов, А.В. Характеристики вегетативных реакций у юных спортсменов на тестирующие нагрузки / А.В. Евтухов // Вестник спортивной науки. – 2011. – № 6. – С. 24–29.
13. Сонькин, В.Д. Возрастная физиология мышечной деятельности: монография / В.Д. Сонькин, Р.В. Тамбовцева. – М.: РГУФК; Институт возрастной физиологии РАО, 2008.
14. Cardiovascular evaluation, including resting and exercise electrocardiography, before participation in competitive sports: cross sectional study / F. Sofi [et. al.] // *BMJ.* – 2008 Jul 3. – P. 337–346.
15. ACC/AHA 2002 guideline update for exercise testing: summary article: a report of the American College of Cardiology / R.J. Gibbons [et. al.] // American Heart Association Task Force on Practice Guidelines (Committee to Update the 1997 Exercise Testing Guidelines) // *Circulation.* – 2002 Oct 1. – Vol. 106 (14). – P. 1883–1892.
16. Exercise-induced electrocardiographic changes in patients with the long QT syndrome / E. Locati [et. al.] // *Circulation.* – 1988. – №78 (Suppl II). – P. 42.

17. Effects of exercise on heart rate, QT, QTc and QT/QTc in the Romano-Ward inherited long QT syndrome / G.M. Vincent [et. al.] // *Am J Cardiol.* – 1991. – № 68. – P. 498–503.
18. Сухарев А.Г. Здоровье и физическое воспитание детей и подростков / А.Г. Сухарев. – М.: Медицина, 1991. – 270с.
19. Сухарев, А.Г. Формирование адаптационных возможностей организма детей и подростков / А. Г. Сухарев // *Вестник РАМН.* – 2008. – № 8. – С. 15–18.
20. Turley, K.R. Cardiovascular responses to submaximal exercise in 7 to 9 year-old boys and girls / K.R. Turley, J.H. Wilmore // *Med. Sci. Sports Exerc.* – 1997. – № 29(6). – P. 824–832.
21. Корниенко, И.А., Возрастное развитие энергетика мышечной деятельности: итоги 30-летнего исследования. / Сонькин В.Д., Тамбовцева Р.В. // *Сообщение I. Структурно-функциональные перестройки. Физиология человека.* – 2005. – № 31(4). – С. 42–47.
22. Influence of testing sequence on a child's ability to achieve maximal anaerobic and aerobic power / J.L. Andreacci [et. al.] // *Int. J. Sports Med.* – 2007. – № 28(8). – P. 673–677.
23. Assessment of child-specific aerobic fitness and anaerobic capacity by the use of the power-time relationships constants. / E. Leclair [et. al.] // *Pediatr. Exerc. Sci.* – 2010. – № 22(3). – P. 454–66.
24. Сонькин, В.Д. Развитие мышечной энергетика и работоспособности в онтогенезе / В.Д. Сонькин, Р.В. Тамбовцева. – М.: книжный дом «Либроком», 2011. – 368 с.
25. Криволапчук, И.А. Энергообеспечение мышечной деятельности детей 5–6 лет и комплексная оценка физической работоспособности / И.А. Криволапчук // *Физиология человека.* – 2009. – № 35(1). – С. 76–87.
26. Биохимия мышечной деятельности / Н.И. Волков [и др.]. – Киев: Олимпийская литература, 2000. – 503 с.
27. Мустафина, М.Х., Кардиореспираторный нагрузочный тест / М.Х. Мустафина, А.В. Черняк // *Атмосфера. Пульмонология и аллергология.* – 2013. – № 3. – С. 56–62.
28. Наскалов, В.М. Теория спорта: учеб.-метод. комплекс / В.М. Наскалов. – Новополюцк: ПГУ, 2008. – 308 с.
29. Body composition, nutritional status, and endothelial function in physically active men without metabolic syndrome - a 25 year cohort study / M. Pigłowska [et. al.] // *Lipids Health Dis.* – 2016. – Vol. 15, № 1. – P. 84.
30. Total Hemoglobin Mass, Aerobic Capacity And The Hbb Gene In Polish Road Cyclists / J. Malczewska-Lenczowska [et. al.] // *J Strength Cond Res.* – 2016. – Vol. 30, № 12. – P. 3512–3519.
31. Нагрузочные протоколы при тестировании физической работоспособности методом спирометрии / С.П. Кропотов [и др.] // *Биотехносфера.* – 2014. – № 1–2. – С. 12–17.
32. Платонов, В. Н. Физическая подготовка пловцов высокого класса / В. Н. Платонов. – Киев: Здоров'я, 1983. – 168 с.
33. Методология и методы определения функциональных возможностей спортсменов / Ширковец Е.А. [и др.] // *Вестник спортивной науки.* – 2010. – № 4.
34. Платонов, В.Н. Система подготовки спортсменов в олимпийском спорте. Общая теория и ее практические приложения / В.Н. Платонов. – М.: Советский спорт, 2005. – 820 с.
35. Гольберг, Н.Д. Питание юных спортсменов / Н.Д. Гольберг, Р.Р. Дондуковская. – М.: Советский спорт, 2007. – 240 с.: ил.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Таблица А.1 – Оценочные шкалы показателей физической работоспособности спортивного резерва (девушки, женщины)

Показатель	Низкий	Ниже среднего	Средний	Выше среднего	Высокий
Циклические виды спорта, 13–16 лет					
Время работы, мин	<5,55	5,55–7,71	7,72–10,68	10,69–12,84	>12,84
Объем выполненной работы (А, кгм мин)	<3477,92	3477,92–6081,97	6081,98–9642,63	9642,64–12246,69	>12246,69
Максимальная нагрузка в тесте, Вт	<139,97	139,97–168,08	168,09–206,53	206,54–234,63	>234,63
Максимальная нагрузка в тесте, Вт/кг	<2,29	2,29–2,74	2,75–3,37	3,38–3,82	>3,82
Циклические виды спорта, 17–21 год					
Время работы, мин	<6	6–8,36	8,37–11,59	11,6–13,95	>13,95
Объем выполненной работы (А, кгм мин)	<4137,28	4137,28–7146,25	7146,26–11260,57	11260,58–14269,54	>14269,54
Максимальная нагрузка в тесте, Вт	<151,34	151,34–180,77	180,78–221,02	221,03–250,45	>250,45
Максимальная нагрузка в тесте, Вт/кг	<2,34	2,34–2,86	2,87–3,57	3,58–4,08	>4,08
Сложнокоординационные виды спорта, 13–16 лет					
Время работы, мин	<3,67	3,67–5,25	5,26–7,42	7,43–9,01	>9,01
Объем выполненной работы (А, кгм мин)	<1247,21	1247,21–2900,17	2900,18–5160,35	5160,36–6813,31	>6813,31
Максимальная нагрузка в тесте, Вт	<84,36	84,36–112,79	112,8–151,67	151,68–180,1	>180,1
Максимальная нагрузка в тесте, Вт/кг	<1,88	1,88–2,33	2,34–2,95	2,96–3,4	>3,4
Сложнокоординационные виды спорта, 17–21 год					
Время работы, мин	<2,54	2,54–5,01	5,02–8,41	8,42–10,89	>10,89
Объем выполненной работы (А, кгм мин)	<670,34	670,34–3512,71	3512,72–7399,22	7399,23–10241,59	>10241,59
Максимальная нагрузка в тесте, Вт	<102,82	102,82–137,26	137,27–184,37	184,38–218,81	>218,81
Максимальная нагрузка в тесте, Вт/кг	<2,11	2,11–2,53	2,54–3,12	3,13–3,54	>3,54
Единоборства, 13–16 лет					
Время работы, мин	<4,09	4,09–5,53	5,54–7,51	7,52–8,95	>8,95
Объем выполненной работы (А, кгм мин)	<2451,9	2451,9–3825,31	3825,32–5703,25	5703,26–7076,66	>7076,66
Максимальная нагрузка в тесте, Вт	<115,51	115,51–136,7	136,71–165,67	165,68–186,86	>186,86
Максимальная нагрузка в тесте, Вт/кг	<1,97	1,97–2,39	2,4–2,97	2,98–3,39	>3,39

Показатель	Низкий	Ниже среднего	Средний	Выше среднего	Высокий
Единоборства, 17–21 год					
Время работы, мин	<4,04	4,04–5,97	5,98–8,61	8,62–10,54	>10,54
Объем выполненной работы (А, кгм мин)	<2421,54	2421,54–4527,83	4527,84–7407,87	7407,88–9514,16	>9514,16
Максимальная нагрузка в тесте, Вт	<127,63	127,63–151,87	151,88–185,02	185,03–209,26	>209,26
Максимальная нагрузка в тесте, Вт/кг	<2,12	2,12–2,51	2,52–3,05	3,06–3,45	>3,45
Спортивные игры, 8–12 лет					
Время работы, мин	<3	3–4,52	4,53–6,61	6,62–8,14	>8,14
Объем выполненной работы (А, кгм мин)	<858,73	858,73–2194,14	2194,15–4020,13	4020,14–5355,55	>5355,55
Максимальная нагрузка в тесте, Вт	<76,82	76,82–101,19	101,2–134,51	134,52–158,88	>158,88
Максимальная нагрузка в тесте, Вт/кг	<2,09	2,09–2,54	2,55–3,17	3,18–3,62	>3,62
Спортивные игры, 13–16 лет					
Время работы, мин	<4,37	4,37–6,07	6,08–8,39	8,4–10,09	>10,09
Объем выполненной работы (А, кгм мин)	<2436,83	2436,83–4349,79	4349,8–6965,49	6965,5–8878,46	>8878,46
Максимальная нагрузка в тесте, Вт	<120,12	120,12–145,37	145,38–179,91	179,92–205,17	>205,17
Максимальная нагрузка в тесте, Вт/кг	<1,95	1,95–2,36	2,37–2,93	2,94–3,34	>3,34
Спортивные игры, 17–21 год					
Время работы, мин	<4,73	4,73–6,82	6,83–9,68	9,69–11,77	>11,77
Объем выполненной работы (А, кгм мин)	<3002,27	3002,27–5422,28	5422,29–8731,28	8731,29–11151,29	>11151,29
Максимальная нагрузка в тесте, Вт	<135,3	135,3–162,66	162,67–200,09	200,1–227,45	>227,45
Максимальная нагрузка в тесте, Вт/кг	<2,06	2,06–2,43	2,44–2,95	2,96–3,32	>3,32
Комбинированные виды спорта, 13–16 лет					
Время работы, мин	<5,29	5,29–7,44	7,45–10,41	10,42–12,57	>12,57
Объем выполненной работы (А, кгм мин)	<2619,91	2619,91–5733,43	5733,44–9990,7	9990,71–13104,21	>13104,21
Максимальная нагрузка в тесте, Вт	<134,34	134,34–166,16	166,17–209,69	209,7–241,51	>241,51
Максимальная нагрузка в тесте, Вт/кг	<2,53	2,53–3,03	3,04–3,71	3,72–4,21	>4,21
Комбинированные виды спорта, 17–21 год					
Время работы, мин	<6,43	6,43–8,48	8,49–11,28	11,29–13,32	>13,32
Объем выполненной работы (А, кгм мин)	<4567,09	4567,09–7243,02	7243,03–10901,97	10901,98–13577,9	>13577,9
Максимальная нагрузка в тесте, Вт	<157,33	157,33–183,41	183,42–219,08	219,09–245,16	>245,16
Максимальная нагрузка в тесте, Вт/кг	<2,72	2,72–3,16	3,17–3,78	3,79–4,22	>4,22

Таблица А.2 – Оценочные шкалы показателей физической работоспособности спортивного резерва (юноши, мужчины)

Показатель	Низкий	Ниже среднего	Средний	Выше среднего	Высокий
Циклические виды спорта, 13–16 лет					
Время работы, мин	<6,83	6,83–10,58	10,59–15,71	15,72–19,46	>19,46
Объем выполненной работы (А, кгм мин)	<3931,52	3931,52–10520,11	10520,12–19529	19529,01–26117,59	>26117,59
Максимальная нагрузка в тесте, Вт	<170,84	170,84–221,63	221,64–291,08	291,09–341,87	>341,87
Максимальная нагрузка в тесте, Вт/кг	<2,68	2,68–3,29	3,3–4,14	4,15–4,75	>4,75
Циклические виды спорта, 17–21 год					
Время работы, мин	<9,09	9,09–12,8	12,81–17,89	17,9–21,6	>21,6
Объем выполненной работы (А, кгм мин)	<8322,03	8322,03–15105,74	15105,75–24381,43	24381,44–31165,14	>31165,14
Максимальная нагрузка в тесте, Вт	<214,67	214,67–261,21	261,22–324,86	324,87–371,4	>371,4
Максимальная нагрузка в тесте, Вт/кг	<2,7	2,7–3,38	3,39–4,33	4,34–5,01	>5,01
Сложнокоординационные виды, 13–16 лет					
Время работы, мин	<4,69	4,69–7,31	7,32–10,91	10,92–13,53	>13,53
Объем выполненной работы (А, кгм мин)	<2621,5	2621,5–6471,62	6471,63–11736,07	11736,08–15586,18	>15586,18
Максимальная нагрузка в тесте, Вт	<142,23	142,23–180,53	180,54–232,92	232,93–271,23	>271,23
Максимальная нагрузка в тесте, Вт/кг	<2,66	2,66–3,06	3,07–3,61	3,62–4	>4
Сложнокоординационные виды, 17–21 год					
Время работы, мин	<5,06	5,06–8,24	8,25–12,61	12,62–15,79	>15,79
Объем выполненной работы (А, кгм мин)	<3289,61	3289,61–8118,49	8118,5–14721,26	14721,27–19550,14	>19550,14
Максимальная нагрузка в тесте, Вт	<159,11	159,11–201,1	201,11–258,53	258,54–300,52	>300,52
Максимальная нагрузка в тесте, Вт/кг	<2,57	2,57–2,99	3–3,56	3,57–3,98	>3,98
Единоборства, 13–16 лет					
Время работы, мин	<48,6	48,6–61,12	61,13–78,24	78,25–90,76	>90,76
Объем выполненной работы (А, кгм мин)	<5,96	5,96–7,99	8–10,78	10,79–12,81	>12,81
Максимальная нагрузка в тесте, Вт	<4513,99	4513,99–7532,59	7532,6–11660,08	11660,09–14678,68	>14678,68
Максимальная нагрузка в тесте, Вт/кг	<165,67	165,67–195,11	195,12–235,37	235,38–264,81	>264,81

Показатель	Низкий	Ниже среднего	Средний	Выше среднего	Высокий
Единоборства, 17–21 год					
Время работы, мин	<6,43	6,43–8,64	8,65–11,69	11,7–13,9	>13,9
Объем выполненной работы (А, кгм мин)	<5373,93	5373,93–8677,75	8677,76–13195,24	13195,25–16499,06	>16499,06
Максимальная нагрузка в тесте, Вт	<181,9	181,9–209,86	209,87–248,11	248,12–276,07	>276,07
Максимальная нагрузка в тесте, Вт/кг	<2,44	2,44–2,85	2,86–3,42	3,43–3,83	>3,83
Спортивные игры, 13–16 лет					
Время работы, мин	<6,42	6,42–9,13	9,14–12,86	12,87–15,57	>15,57
Объем выполненной работы (А, кгм мин)	<5125,57	5125,57–9320,49	9320,5–15056,42	15056,43–19251,34	>19251,34
Максимальная нагрузка в тесте, Вт	<177,23	177,23–213,59	213,6–263,32	263,33–299,68	>299,68
Максимальная нагрузка в тесте, Вт/кг	<2,74	2,74–3,06	3,07–3,51	3,52–3,83	>3,83
Спортивные игры, 17–21 год					
Время работы, мин	<7,95	7,95–11,07	11,08–15,34	15,35–18,46	>18,46
Объем выполненной работы (А, кгм мин)	<6755,09	6755,09–12143,62	12143,63–19511,63	19511,64–24900,16	>24900,16
Максимальная нагрузка в тесте, Вт	<201,25	201,25–240,14	240,15–293,31	293,32–332,2	>332,2
Максимальная нагрузка в тесте, Вт/кг	<2,61	2,61–3,08	3,09–3,73	3,74–4,2	>4,2
Комбинированные виды спорта, 13–16 лет					
Время работы, мин	<6,21	6,21–9,06	9,07–12,99	13–15,84	>15,84
Объем выполненной работы (А, кгм мин)	<3864,19	3864,19–8680,64	8680,65–15266,41	15266,42–20082,86	>20082,86
Максимальная нагрузка в тесте, Вт	<162,93	162,93–204,59	204,6–261,58	261,59–303,24	>303,24
Максимальная нагрузка в тесте, Вт/кг	<3,08	3,08–3,51	3,52–4,12	4,13–4,55	>4,55
Комбинированные виды спорта, 17–21 год					
Время работы, мин	<6,21	6,21–9,06	9,07–12,99	13–15,84	>15,84
Объем выполненной работы (А, кгм мин)	<3864,19	3864,19–8680,64	8680,65–15266,41	15266,42–20082,86	>20082,86
Максимальная нагрузка в тесте, Вт	<162,93	162,93–204,59	204,6–261,58	261,59–303,24	>303,24
Максимальная нагрузка в тесте, Вт/кг	<3,08	3,08–3,51	3,52–4,12	4,13–4,55	>4,55

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	3
1 Особенности функционирования сердечно-сосудистой системы у подростков при выполнении дозированных физических нагрузок	3
2 Оценка физической работоспособности.....	4
2.1 Оценка физической работоспособности спортсменов в лабораторных условиях	5
3 Нагрузочное тестирование в практике спортивной науки как одна из составляющих медико-биологического контроля.....	8
3.1 Выбор протокола тестирования как важный этап подготовки нагрузочного теста у представителей спортивного резерва	10
3.2 Оценка общей физической работоспособности представителей спортивного резерва.....	12
4 Алгоритм определения группы риска по результатам оценки физической работоспособности.....	13
Заключение	16
Список использованных источников.....	17
Приложение А	19

Производственно-практическое издание

*Захаревич Анна Леонидовна
Пфейфер Дарья Сергеевна
Кузикевич Алина Сергеевна*

**НАГРУЗОЧНОЕ ТЕСТИРОВАНИЕ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ
ОБЩЕЙ РАБОТОСПОСОБНОСТИ ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ
СПОРТИВНОГО РЕЗЕРВА**

Практическое пособие

Корректор А. М. Зиновик
Компьютерная верстка П.С. Максименко
Оформление обложки П.С. Максименко

Подписано в печать 28.12.2018. Формат 60×84/16. Бумага офсетная.
Печать цифровая. Усл. печ. л. 1,39. Уч.-изд. л. 1,17. Тираж 100 экз.
Заказ 191.

Издатель: РНПЦ спорта

Свидетельство №1/447 от 14 ноября 2014 г.

Ул. Воронянского, 50/1, 220007, Минск

Полиграфическое исполнение:

Государственное учреждение «Республиканский учебно-методический центр
физического воспитания населения»

Свидетельство №1/42 от 1 октября 2013

Ул. Гусовского, 4–1, 220073, Минск