

Министерство спорта и туризма Республики

Государственное учреждение
«Республиканский научно-практический центр спорта»

**ТЕСТИРОВАНИЕ СПЕЦИАЛЬНОЙ
РАБОТОСПОСОБНОСТИ БИАТЛОНИСТОВ
И ЛЫЖНИКОВ-ГОНЩИКОВ НА ЛЫЖЕРОЛЛЕРНОМ
ТРЕДБАНЕ С ИЗМЕРЕНИЕМ ПОКАЗАТЕЛЕЙ
ГАЗООБМЕНА**

Методические рекомендации

Минск
БГУФК
2018

УДК 796.922(072)+796.01:612.2+796.012.124
ББК 75.719.5я73+75.0
Т36

*Рекомендовано к изданию экспертной комиссией РНПЦ спорта,
протокол № 1 от 15 января 2018 года*

Авторы:

А. Л. Захаревич;
канд. мед. наук, доцент *Г. М. Загородный;*
Ю. Э. Питкевич; О. И. Пашкевич; И. М. Кузьмина;
канд. мед. наук *К. А. Самушия*

Рецензенты:

д-р биол. наук *И. Л. Рыбина;*
канд. пед. наук, доцент *Н. А. Демко*

Т36 **Тестирование** специальной работоспособности биатлонистов и лыжников-гонщиков на лыжероллерном тредбане с измерением показателей газообмена : метод. рекомендации / А. Л. Захаревич [и др.]. – Минск : БГУФК, 2018. – 35 с.
ISBN 978-985-569-244-8.

В рекомендациях представлена информация о методических и технических особенностях проведения нагрузочного тестирования на лыжероллерном тредбане у биатлонистов, лыжников-гонщиков. Определены цели и задачи тестирования, указаны показания, противопоказания к проведению пробы, а также критерии ее остановки.

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

ISBN 978-985-569-244-8

© Захаревич, А. Л. [и др.], 2018
© Оформление. Учреждение образования
«Белорусский государственный
университет физической культуры», 2018

ВВЕДЕНИЕ

Проведение теста с физической нагрузкой является универсальным методом выявления процессов нарушения толерантности к интенсивной физической нагрузке, в частности, у спортсменов, а также дает возможность оценить уровень физической работоспособности, независимо от внешних факторов [1].

Функциональное тестирование подразумевает регистрацию комплекса физиологических и биохимических показателей у спортсменов во время выполнения физической нагрузки. Главная задача при проведении функциональных проб с физической нагрузкой – выявить для конкретного вида спорта те физиологические показатели, которые были бы наиболее информативны, и имели наивысшую прогностическую ценность.

Научно доказано, что в видах спорта, требующих проявления выносливости, критерий порога анаэробного обмена (ПАНО) является эффективным средством управления тренировочным процессом и индивидуализации подготовки спортсменов. Существующее мнение, что в циклических видах спорта состояние кардиореспираторной системы несет основную нагрузку и лимитирует работоспособность спортсменов, является основой для использования показателей дыхания и кровообращения для определения ПАНО. Выявлено, что в условиях работы в зоне аэробно-анаэробного перехода наблюдается изменение параметров внешнего дыхания, тесно связанных с метаболическими процессами в мышечной ткани.

По определению ВОЗ максимальное потребление кислорода (МПК) является одним из наиболее информативных показателей функционального состояния кардиореспираторной системы, ее резервов, системы энергетического метаболизма, аэробного потенциала организма и уровня здоровья. Спортивная тренировка в различных видах спорта, особенно циклических, направленная на развитие аэробной производительности организма, может довести показатель МПК до верхнего предела ее границ и повысить физическую работоспособность организма [2].

Актуальность проведения специфических тестовых нагрузок (при определении специальной работоспособности) у представителей циклических видов спорта доказана. Так, согласно результатам исследований, максимальные значения физиологических параметров с большей вероятностью достигаются при тестировании спортсменов высокого класса в специфических условиях их деятельности.

1. ФИЗИЧЕСКАЯ РАБОТОСПОСОБНОСТЬ

Проблема физической работоспособности занимает особое место в спорте, так как любое физическое упражнение есть проявление работоспособности спортсмена. Определение физической работоспособности, наряду со спортивными результатами и данными, полученными при спортивно-педагогическом контроле, необходимо для оценки состояния подготовленности спортсмена и управления его тренировочным процессом. Изучение компонентов комплексного механизма физической работоспособности является важным направлением научных исследований, связанных с подготовкой перспективного спортивного резерва и воспитанием здорового, во всех отношениях, поколения [3; 4].

В настоящее время недостаточно опубликовано данных о соотношении между общей тестовой физической работоспособностью и специальной работоспособностью спортсменов в различных видах спорта; зависимости физической работоспособности спортсменов от направленности тренировочного процесса, состояния основных физиологических систем и генетических особенностей организма [5].

Физическая работоспособность в спорте отражается в общей физической подготовленности. В зависимости от специфики вида спорта физическая подготовленность в большей или меньшей степени влияет на тренированность спортсмена и через нее на спортивные результаты. Спортивная наука накопила значительный объем знаний об основных факторах, определяющих спортивную результативность в разных видах спорта. Например, совершенно точно можно сказать, что для достижения высоких результатов в легкой атлетике необходимо владеть высоким уровнем силовых и скоростно-силовых качеств и быстроты движений. В видах спорта со сложной координацией движений (спортивная гимнастика, прыжки в воду и др.) основными являются показатели относительной силы спортсменов, координационные способности, уровень развития специфических видов выносливости. В видах спорта, требующих преимущественно выносливости в продолжительной мышечной деятельности, особое значение имеют функциональные возможности систем кислородного энергообеспечения организма (показатели жизненной емкости легких, максимальной легочной вентиляции и потребления кислорода, порога аэробного и анаэробного обмена и др.).

Ведущими компонентами физической работоспособности в группе спортивных единоборств являются скоростно-силовые способности, эмоциональная устойчивость, уровень развития и проявле-

ния быстроты ответных реакций, аналитические способности; в игровых видах спорта – это морфологические признаки (ростовые показатели), функциональное состояние физиологических систем организма, физическая (мышцы-сгибатели и разгибатели конечностей, туловища и стопы) и тактико-психическая подготовленность. Соответственно физическая работоспособность спортсмена зависит от целого ряда факторов, определяющих и лимитирующих ее, связанных, в первую очередь, со спецификой вида спорта, возрастом, этапом подготовки и т. д. [6].

Физическая работоспособность – комплексное понятие, которое можно охарактеризовать рядом факторов: антропометрические показатели; мощность, емкость и эффективность механизмов энергопродукции аэробным и анаэробным путем; сила и выносливость мышц, нейромышечная координация (ловкость); состояние опорно-двигательного аппарата (гибкость).

Физическая работоспособность является интегральным показателем функционального состояния организма и зависит от морфологического и функционального состояния основных систем жизнеобеспечения и, в первую очередь, от состояния сердечно-сосудистой и дыхательной систем.

Е.П. Ильин определяет работоспособность по нескольким критериям:

- по максимуму функции (под функцией понимается тот основной критерий, ради которого сформировалась функциональная система: например, для бегуна-спринтера – максимальная быстрота передвижения, для штангиста – максимальное развиваемое усилие, для стрелка – максимальная стабильность позы и т. п.) [7];

- по скорости достижения максимума функции, т. е. по скорости вработывания;

- по длительности поддержания максимума функции (выносливости);

- по стабильности проявления максимума функции;

- по помехоустойчивости;

- по скорости успокаивания системы и восстановления энерго-ресурсов после работы.

Максимальная работоспособность характеризуется максимальным проявлением всех этих признаков, а большая работоспособность одного человека по отношению к другому (при выполнении одной и той же работы) – большим максимумом этих признаков. Как прави-

ло, тренированные спортсмены превосходят нетренированных или недостаточно тренированных спортсменов по всем признакам.

Проявление работоспособности – степень мобилизации спортсменом своих возможностей – в значительной мере зависит от психологических факторов, в частности, от мотивации спортсмена: чем сильнее потребность, тем сильнее формируемый на основе этой потребности мотив, тем большие усилия проявляет спортсмен для достижения поставленной цели. Физиологические сдвиги в организме будут большими при более интенсивной тренировочной нагрузке, которая в значительной степени мобилизует спортсмена [8].

2. ОЦЕНКА ФИЗИЧЕСКОЙ РАБОТОСПОСОБНОСТИ

Работоспособность следует оценивать по критериям профессиональной деятельности и состояния функций организма, другими словами, с помощью прямых и косвенных ее показателей.

Прямые показатели у спортсменов позволяют оценивать их спортивную деятельность как с количественной (метры, секунды, килограммы, очки и т. д.), так и с качественной (надежность и точность выполнения конкретных физических упражнений) стороны. С этой точки зрения все методики исследования прямых показателей работоспособности подразделяются на количественные, качественные и комбинированные. С помощью комбинированных методик исследования можно оценивать как производительность, так надежность и точность спортивной деятельности.

К косвенным критериям работоспособности относят различные клинико-физиологические, биохимические и психофизиологические показатели, характеризующие изменения функций организма в процессе работы. Другими словами, косвенные критерии работоспособности представляют собой реакции организма на определенную нагрузку и указывают на то, какой физиологической ценой для человека обходится эта работа, т. е. чем, например, организм спортсмена расплачивается за достигнутые секунды, метры, килограммы и т. д. Это дает основание использовать различные физиологические методики для прогнозирования работоспособности человека, а также для выяснения механизмов адаптации к конкретной профессиональной деятельности, оценке развития утомления и анализа других функциональных состояний организма [9].

2.1. Тесты максимальной и субмаксимальной мощности

Определение уровня физической работоспособности спортсменов осуществляется путем применения тестов с максимальными и субмаксимальными мощностями физических нагрузок [10]. В тестах с максимальными мощностями физических нагрузок испытуемый выполняет работу с прогрессивным увеличением ее мощности до истощения (до отказа). Однако момент произвольного отказа – критерий очень субъективный и зависит от мотивации испытания 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 проб 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 этой пробы 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 и респираторного ПАНО, так как принцип ее пригоден для определения как общей, так и специальной работоспособности спортсменов.

2.2. Выбор метода тестирования

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 [11].

Велоэргометры и тредбаны применяются для тестирования общей работоспособности спортсменов различной специализации, так как педалирование и бег – наиболее естественные для человека виды

локомоций. Использование каждого метода имеет как свои преимущества, так и недостатки, в зависимости от цели использования. Вопрос о выборе использования тредмила или велоэргометра остается неразрешенным до сих пор. Считается, что в Европе более распространен велоэргометр, а в Северной Америке – тредмил.

Применение нагрузочного тестирования на велоэргометре более приемлемо в клинической медицине (возможность адекватного мониторинга большинства физиологических параметров при меньшей нагрузке на сердечно-сосудистую систему), в то время как тредбан-тест обеспечивает достижение показателей, более приближенных к максимальным, в сравнении с велоэргометрическим тестом, что делает его более пригодным для определения физической работоспособности у здоровых лиц. Наиболее серьезные отличия между двумя моделями тестирования заключаются в МПК, которое обычно выше при тестировании на тредмиле. Для тредбан-теста характерна более тесная взаимосвязь между потреблением кислорода и мощностью выполняемой нагрузки, имеющая, большей частью, прямолинейную зависимость в отличие от велоэргометрического теста, где данную закономерность нарушают процессы локального мышечного утомления [12]. К достоинствам велоэргометра следует отнести меньшую стоимость, вес и занимаемую площадь. Используя его, проще проводить физиологические измерения (ЭКГ, АД, газовый анализ, забор крови).

3. ОЦЕНКА СПЕЦИАЛЬНОЙ РАБОТОСПОСОБНОСТИ ЛЫЖНИКОВ-ГОНЩИКОВ

Специальная работоспособность определяется как способность выполнять специфическую физическую работу заданного объема и интенсивности. Показателем специальной работоспособности спортсмена является уровень функциональных сдвигов при выполнении специфической нагрузки, а также определенное состояние систем и функций организма в условиях покоя. Лучшие гонщики демонстрируют уникальные комбинации хорошо развитых аэробных и анаэробных способностей [13].

Аэробное энергообеспечение во время лыжных соревнований составляет 70–75 % в спринте и 85–95 % на длинных дистанциях. Лыжники-гонщики часто принимают стратегию с более высокой интенсивностью прохождения подъемов, при этом интенсивность работы значительно выше, чем требуется, для того, чтобы вызвать максимальное потребление кислорода (анаэробная доля достигает 40 % во время спринтерских гонок и 10–20 % на длинных дистанциях) [14].

Исследование ученых Норвежского университета науки и технологий показало, что различные физиологические лабораторные переменные коррелируют с уровнем результативности спринтерских и стайерских лыжных гонок относительно одинаково [15]. Одним из основных показателей специальной работоспособности лыжников-гонщиков ученые выделяют МПК, которое определяют с помощью специальных нагрузочных тестов на разных этапах тренировочного процесса. Исследователи из университета Франш-Конте (Франция) с помощью тестирования на лыжероллерном тредмиле показали, что производительность в лыжных гонках в значительной степени коррелирует с МПК и способностью переносить высокие уровни лактата крови. Однако показатели постнагрузочного восстановления сердечного ритма не показали выраженную взаимосвязь с результативностью [16].

В настоящее время ценятся спортсмены-универсалы, которые являются победителями как в спринте, так и на длинных дистанциях. Это означает, что в своей тренировке спортсмены охватывают все основные компоненты, сочетая работу верхнего и нижнего плечевого пояса в условиях аэробного обмена, который, по-прежнему, является приоритетным как для спринтера, так и для стайера [17; 18].

Лыжные гонки предъявляют значительные требования к физиологическим резервам спортсменов. Физиологические и морфологические характеристики играют значительную роль в результативности лыжников-гонщиков. Ученые университета Зальцбурга (Австрия) и Шведского научно-исследовательского центра зимних видов спорта показали, что антропометрические характеристики и биологический возраст взаимосвязаны с лыжной работоспособностью у мальчиков. Лыжная работоспособность мальчиков, в первую очередь, зависит от силовых способностей верхней части тела и туловища и прыжковой мощности, в то время как лыжная работоспособность девочек, в основном, определяется аэробной мощностью. Биологическая зрелость является основным фактором, влияющим на показатели у мальчиков [19].

Анализ современных тенденций в характеристике и оценке специальной работоспособности лыжников-гонщиков показал, что в настоящее время претерпели изменения прежние идеи и подходы. Все больше внимания уделяется физиологическим и биомеханическим характеристикам, связанным непосредственно с техническими аспектами. Существенное влияние на результативность оказывают как аэробные, так и анаэробные процессы в мышцах, позволяющие

генерировать высокие силу и мощность как в верхних, так и в нижних конечностях. Координационные способности лыжников играют большую роль в лыжной технике, позволяя реализовать функциональный потенциал.

Необходимо отметить, что на сегодняшний день большинство зарубежных исследований в лыжных гонках были выполнены в лаборатории. Очевидно, что интеграция физиологического и биомеханического подхода и применение современных технологий имеют огромный потенциал для получения новой информации, касающейся факторов, определяющих производительность в лыжных гонках, тем самым, помогая улучшить результат [20; 21].

4. ВЫБОР НАИБОЛЕЕ ИНФОРМАТИВНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ТЕСТИРОВАНИЯ

Стресс-системы (при условии наличия программного обеспечения) для проведения нагрузочного тестирования имеют набор типовых сценариев для наиболее распространенных протоколов нагрузочных проб (ступенчатой, непрерывно возрастающей). Имеется возможность создавать новые/модифицированные алгоритмы нагрузки, формировать и редактировать протокол (заключение) пробы, вести картотеку проведенных исследований.

В видах спорта, связанных с проявлением выносливости, наиболее информативные показатели, имеющие наивысшую прогностическую ценность, следующие:

- максимальная мощность работы в тесте при тестировании на лыжероллерном тредбане (Вт, МЕТ);
- объем выполненной работы (кгм);
- общее время работы (мин);
- частота сердечных сокращений – ЧСС (максимальная величина при окончании теста со ступенчато-повышающейся нагрузкой);
- порог аэробного обмена (аэробный порог – АЭП/ПАО, определяется по показателям газоанализа, концентрации лактата в крови), выраженный в ЧСС АЭП/ПАО, мощности АЭП/ПАО;
- порог анаэробного обмена (анаэробный порог – АНП/ПАНО, определяется по показателям газоанализа, концентрации лактата в крови), выраженный в ЧСС АНП/ПАНО, мощности АНП/ПАНО;
- пиковое потребление кислорода ($\dot{V}O_2$ пик), в случае достижения – максимальное потребление O_2 (МПК) – л и мл/мин/кг;
- кислородный пульс;

- индивидуальные тренировочные пульсовые зоны, рассчитанные по ПАО, ПАНО;
- индивидуальные тренировочные пульсовые зоны, соответствующие мощности работы в различных метаболических режимах, рассчитанные по дыхательному коэффициенту;
- концентрация лактата в крови на высоте нагрузки, на 3-й и 8-й минутах восстановительного периода.

Соответственно данные показатели должны оцениваться и учитываться при формировании заключения по результатам тестирования на лыжероллерном тредбане (при тестировании лыжников-гонщиков, биатлонистов).

Результаты тестирования позволят не только оценить функциональную подготовленность спортсмена, но и скорректировать (индивидуализировать) тренировочный процесс.

5. ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ К ПРОВЕДЕНИЮ НАГРУЗОЧНОГО ТЕСТИРОВАНИЯ

5.1. Персонал

Нагрузочный тест должен проводиться только хорошо подготовленным персоналом, обладающим знанием физиологических процессов, происходящих при физической нагрузке, и способным провести экстренную сердечно-легочную реанимацию.

Для грамотного отбора контингента для проведения специального тестирования, а также компетентного проведения нагрузочной пробы, что в конечном итоге приведет к корректной интерпретации результатов исследования, специалисту необходимо владеть определенным объемом знаний и навыков [22; 23], в том числе:

- знаниями о различных протоколах тестирования;
- знаниями о показаниях и противопоказаниях к проведению нагрузочного тестирования;
- знаниями о физиологических процессах, происходящих в организме в ответ на физическую нагрузку;
- умением своевременно распознавать осложнения, возникшие в процессе проведения пробы;
- владеть навыками проведения сердечно-легочной реанимации;
- знаниями критериев прекращения пробы;
- знаниями о диагностической и прогностической ценности проведенного тестирования;
- владеть навыками интерпретации ЭКГ, результатов газоанализа.

5.2. Помещение, оборудование

Помещение со специальным тренажером типа «Тредбан» для проведения тестирования должно включать в себя:

- раздевалку для подготовки атлетов к пробе с физической нагрузкой;
- место для проведения подготовки лыжных палок к тестированию (замена наконечников) и этажерку для размещения комплектов лыжероллеров, комплектов наконечников, специального фена;
- стол для размещения оборудования и расходных материалов для проведения тестирования (тонометр, стетоскоп, метаболограф, комплекты масок, дезинфицирующие средства и др.);
- стеллаж/передвижной столик, где необходимо разместить аптечку (с укладкой для оказания неотложной помощи) и дефибрилятор;
- стол для подготовки к проведению биохимических исследований;
- кушетка, где при необходимости можно разместить испытуемого при оказании ему неотложной помощи с возможностью мониторинга ЭКГ.

Помещение должно быть чистым, хорошо освещенным и вентилируемым, оснащенным кондиционером, барометром для контроля за температурой, влажностью воздуха и атмосферным давлением. Известно, что частота сердечных сокращений и степень утомляемости увеличиваются при повышении температуры окружающей среды. Кардиоваскулярный ответ на физическую нагрузку значительно варьирует, если влажность воздуха превышает 60 %. Сочетание повышенной температуры и влажности снижает переносимость физических нагрузок.

Оптимальный температурный режим в пределах 18–24 °С. Метаболограф (газоанализатор) серийного производства автоматически учитывает состояние окружающей среды (температура, атмосферное давление, относительная влажность) и требует калибровки при изменении параметров в помещении.

5.3. Выбор протокола тестирования

Кардиореспираторное нагрузочное тестирование (эргоспирометрия) – метод, который широко используется в современной спортивной медицине для определения выносливости спортсменов. Данная проба позволяет оценить функцию сердечно-сосудистой и брон-

хо-легочной систем, которая заключается в поддержании клеточного дыхания. Эргоспирометрия позволяет оценить работоспособность, уровень нагрузки, при которой организм атлета обеспечивает адекватное потребление кислорода, установить количественное значение максимального потребления кислорода [24; 25].

Целью проведения тестирования на лыжероллерном тредбане с газоанализом является получение информации о работе кардиореспираторной системы в условиях специфической физической нагрузки. Это осуществляется посредством анализа каждого непрерывного дыхательного цикла при регистрации объемов дыхательных газов VO_2 и VCO_2 и изменений их значений в условиях физической нагрузки. Взаимосвязь между поглощением кислорода и выделением углекислого газа позволяет определить анаэробный порог и дает возможность диагностировать и прогнозировать долгосрочную функциональную активность.

Проба с возрастающей или ступенчато возрастающей нагрузкой – один из самых распространенных методов оценки выносливости. Выбор протокола нагрузки – важная и сложная задача. Различия в алгоритмах тестирования заключаются в длительности ступени и скорости прироста интенсивности нагрузки (скорости передвижения на лыжероллерах), наличии и продолжительности периодов отдыха/остановки между ступенями.

При тестах с быстрым возрастанием нагрузки отказ от продолжения теста ввиду усталости наступит через 8–15 мин.

Протокол с медленным возрастанием нагрузки включает скорость каждой ступени 3–4 минуты, общую длительность теста до 20–30 мин. Для неопытных и нетренированных лиц не подойдет, так как усталость может возникнуть до достижения максимального пульса и максимального потребления кислорода. Протокол с медленным возрастанием нагрузки подходит для определения анаэробного порога без ущерба для измерения максимального потребления кислорода.

Анализ исследовательских работ в области функционального тестирования атлетов показывает, что ступенчатое повышение мощности работы часто имеет преимущество перед высокоинтенсивной равномерной нагрузкой при определении максимального уровня потребления кислорода, который является эталоном кардиореспираторной производительности.

Условиями *корректного* тестирования со ступенчато повышающейся нагрузкой являются:

а) длительность работы на каждой ступени, достаточная для развертывания функций организма и выхода на асимптотический уровень исследуемых параметров;

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

в) должна использоваться одна и та же схема повышения нагрузок, которая позволяет достигать предельных уровней функционирования биоэнергетических систем организма, не принося вреда испытуемому [26].

Тестирование может быть максимальным и субмаксимальным.

Максимальной нагрузке (максимальному утомлению) соответствует максимальная для обследуемого ЧСС. Эквивалентом максимальной нагрузки является максимальное утомление, в связи с чем в литературе максимальное нагрузочное тестирование называется тестирование «до отказа».

Под субмаксимальной понимается нагрузка, соответствующая доле максимальной нагрузки, соответствующей субмаксимальной ЧСС предварительно определенной максимальной нагрузки.

5.4. Подготовка спортсмена

На этапе подготовки к проведению тестирования на лыжероллерном тренажере проводится отбор спортсменов для тестирования, а также выявление медицинских противопоказаний для проведения максимального нагрузочного тестирования врачом команды.

В отдельных случаях может быть рекомендовано первоначально выполнить тест со ступенчато повышающейся нагрузкой на велоэргометре с ЭКГ-контролем, а затем провести тестирование на лыжероллерном тредбане для выявления истинных резервных возможностей кардиореспираторной системы [27].

Известно, что велоэргометрический тест для биатлонистов, лыжников-гонщиков является неспецифическим видом работы, и в большинстве случаев локальное мышечное утомление будет оказывать лимитирующее влияние при выполнении данного теста. Целесообразность проведения субмаксимального велоэргометрического теста с целью выявления различных патологических изменений со стороны сердечно-сосудистой системы до тестирования на лыжероллерном тредбане связана с тем, что при велоэргометрии качество регистрации ЭКГ-сигнала удовлетворительное на всех ступенях

нагрузки. Возможность мониторинга артериального давления имеется также на каждой ступени нагрузки.

К максимальному нагрузочному тестированию допускаются только те спортсмены, которые прошли полное медицинское обследование и имеют допуск к тренировочно-соревновательному процессу. Исследование выполняется не ранее, чем через 2 часа после еды. Накануне нагрузочного тестирования тренировка должна быть проведена в аэробном режиме. Перед тестированием проводится стандартная разминка.

Перед тестированием проводится осмотр и опрос испытуемого на предмет выявления противопоказаний к проведению пробы, взвешивание, измерение артериального давления, выполняется запись электрокардиограммы в 12 стандартных отведениях в положении лежа.

Специалист, осуществляющий подготовку к тесту, должен объяснить спортсмену смысл процедуры и технику ее выполнения.

Проба с дозированной физической нагрузкой проводится в первой половине дня. Оптимальное количество испытуемых в один день не более 5. При проведении тестирования на лыжероллерном треке спортсмен должен находиться в легкой, комфортной спортивной одежде.

Для стандартизации процесса тестирования спортсменов необходимо применение лыжероллеров строго определенного типа, что позволяет устранить фактор влияния лыжероллеров на результаты тестирования.

5.5. Информированное согласие

Перед проведением тестирования для оценки специальной работоспособности спортсменов изучает информированное согласие, а затем его подписывает (приложения).

5.6. Показания к проведению теста, цели и задачи

- определение функциональной подготовленности организма спортсмена (состояние и резервные возможности кардиореспираторной системы);
- определение уровня адаптации к интенсивной физической нагрузке и резервные возможности организма;
- определение уровня специальной работоспособности;
- определение максимального (пикового) потребления кислорода;
- определение порога аэробного/анаэробного обмена: респираторного и/или лактатного.

Цель – формирование итогового заключения, что в последующем совместно с педагогами и тренерским составом позволит корректировать (индивидуализировать) тренировочный процесс, определить тренировочные зоны интенсивности нагрузки, прогнозировать спортивный результат.

5.7. Противопоказания к проведению теста

- любое острое/подострое заболевание;
- обострение хронического заболевания;
- повышение температуры тела;
- наличие патологических изменений на ЭКГ (синусовая тахикардия более 100 уд/мин, частая желудочковая/суправентрикулярная экстрасистолия, нарушения проводимости, диагностически значимая девиация сегмента ST);

- АД исходно выше 150/90 мм рт. ст.

Не допускаются к прохождению теста лица, не прошедшие комплексное медицинское обследование, а также не допущенные к тренировочной и/или соревновательной деятельности по медицинским показаниям.

5.8. Критерии остановки пробы*

Медицинские:

- тахипноэ (более 60 вдохов в минуту) или диспноэ (может использоваться шкала Борг);

- симптомы со стороны ЦНС (нарушение координации движений, головокружение, бледность, тошнота);

- ЭКГ-критерии (нарушения ритма, проводимости, диагностически значимая девиация сегмента ST);

- достижение плато VO_2 при не достигнутой максимальной частоте сердечных сокращений.

Субъективные (со стороны испытуемого): – отказ спортсмена от продолжения пробы.

* нагрузка выполняется «до отказа» либо появления критериев остановки пробы (с учетом критериев Gerald F. Fletcher, et. al 2013 в Приложении 9).

6. ТЕХНОЛОГИЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОБЫ

6.1. Подготовительный этап

6.1.1. Отбор контингента для обследования

На начальном этапе врачом команды осуществляется отбор спортсменов для проведения тестирования. Анализируются данные углубленного медицинского обследования, проводятся общеклинические методы исследования с целью определения наличия либо отсутствия медицинских противопоказаний для проведения максимального нагрузочного тестирования.

Врач команды совместно с тренерским составом осуществляют подготовку атлета к тестированию. Постановка целей и задач перед пробой осуществляется конкретно для каждого испытуемого. Спортсменам предоставляется для изучения и последующего оформления информированное согласие.

6.1.2. Подготовка помещения, оборудования, экипировки

В помещении пред началом проведения проб необходимо провести влажную уборку, включить кондиционер, установить оптимальную температуру воздуха, включить барометр для определения атмосферного давления. Необходимо определить заряд батареи метаболографа, зарядить резервные батареи. Заряда батареи хватает для проведения тестирования 3–4 спортсменов в зависимости от длительности теста.

Газоанализатор должен быть включен для прогрева. Время прогрева составляет не менее 40 минут. По истечении указанного срока необходимо приступить к калибровке газоанализатора.

Калибровка газоанализатора предусматривает следующие варианты – калибровка по параметрам окружающей среды, калибровка датчика «поток-объем», газовая калибровка. Калибровка анализатора газов выполняется при помощи калибровочного баллона. Вначале необходимо провести калибровку по «окружающему» газу. Для этого освобождают от датчика «объем-поток» трубку отбора газа и в компьютере осуществляют калибровку по газу 1. Далее следует подсоединить трубку отбора газа к калибровочному баллону и запустить калибровку по газу 2. Рекомендовано проводить калибровку по газам не менее 1 раза в месяц и/или при изменении окружающей среды помещения.

Калибровка датчика «поток-объем» проводится ежедневно. Для этого датчик присоединяется к калибровочному шприцу и после запуска программы осуществляются плавные медленные нагнетательные движения шприцом, пока программа не подаст сигнал об успешной калибровке.

Калибровка по параметрам окружающей среды проводится автоматически перед началом каждого теста. Сроки замены трубок забора газа, кислородного датчика согласно правилам эксплуатации, замена калибровочного баллона по мере необходимости.

На подготовительном этапе также проверяется наличие страховочных ремней, наличие «шапочки» для закрепления маски, достаточного количества масок различного размера, наличие не менее 2 мягких поясов для кардиомониторинга.

В обязательном порядке проверяется наличие всех лекарственных средств для оказания неотложной помощи в укладках, проверка заряда дефибриллятора, наличие средств для проведения экстренной дезинфекции.

6.2. Этап проведения пробы с физической нагрузкой (тестирование)

6.2.1. Подготовка спортсмена к тестированию

Перед началом пробы с физической нагрузкой спортсмену проводят электрокардиографическое исследование, взвешивание. Врач проводит опрос испытуемого, оценку объективного статуса с измерением АД, ЧСС, сатурации гемоглобина кислородом артериальной крови (пульсоксиметрия), изучает ЭКГ. После этого врач определяет, имеются ли противопоказания для проведения пробы.

При отсутствии противопоказаний к проведению тестирования личные данные спортсмена вносят в программу. Вносят вес, измеренный в день исследования, так как прибором рассчитывается относительные показатели потребления кислорода, выделения углекислого газа.

До старта программы измерения спортсмен должен быть экипирован надлежащим образом. Закрепление пояса Gusto для мониторинга ЧСС осуществляется после предварительного увлажнения электродов теплой водой или электропроводным гелем.

Осуществляется экипировка атлета перед началом пробы с целью страховки (страховочный пояс). Один карабин страховочной веревки закрепляется за пояс, другой – за страховочный трос, расположенный вверху вдоль всей ленты тредбана. Замок карабина нужно закрутить, проверить.

Маска после определения индивидуального размера при помощи специальной «шапочки» закрепляется на лице спортсмена. Для определения правильного закрепления маски необходимо попросить испытуемого вдохнуть, после чего закрыть рукой входное отверстие маски и попросить спортсмена выдохнуть. В результате воздух не должен выходить за ее пределы. Неправильно закрепленная маска станет причиной некорректных измерений во время пробы. Спортсмену необходимо сообщить, что недопустимо разговаривать во время пробы. Блоки портативного газоанализатора закрепляются на спортсмене при помощи специального пояса. Закрепление липучек пояса осуществлять после максимального вдоха испытуемого. Это необходимо для свободной экскурсии грудной клетки во время фаз вдоха и выдоха при проведении нагрузочной пробы.

Дезинфекция пояса для кардиомониторинга, масок осуществляется после каждого испытуемого согласно правилам эксплуатации и санитарно-эпидемиологическим нормам.

Перед началом тестовой процедуры спортсмену кратко объясняется методика проведения испытания с указанием назначения теста, определяемых параметров и особенностей его проведения.

Перед запуском программы осуществляется этап инициализации оборудования. Для этого необходимо, чтобы на испытуемом был закреплен пояс для измерения ЧСС, пульсоксиметр, газоанализатор. После старта программы измерения регистрация данных газообмена начинается в покое (40 с) до достижения стабильного состояния (состояния равновесия) – $\dot{V}O_2$ приблизительно 3,5 мл/кг/мин и отношение респираторного обмена (RER, ДК) менее 0,8 и производится на протяжении всего теста.

6.2.2. Тестирование

ПРОТОКОЛ СО СТУПЕНЧАТО МЕДЛЕННОВОЗРАСТАЮЩЕЙ НАГРУЗКОЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫЙ АВСТРИЙСКИМИ СПЕЦИАЛИСТАМИ

1. Разминка – 2,0 м/с 10 мин. Угол наклона 1°. Забор крови на лактат осуществляется сразу после разминки из мочки уха/фаланги пальца. Разминка проводится без закрепления маски с газоанализатором.

2. Тестирование (женский протокол) – 2,5 м/с скорость движения ленты, начальный угол наклона ленты 2°, увеличение каждые 4 минуты угла наклона на 1°, время остановки после каждой ступени (забор крови) – 30 с. Скорость движения ленты не изменяется.

3. Тестирование (мужской протокол) – 3,0 м/с скорость движения ленты, начальный угол наклона ленты 1°, увеличение каждые 4 минуты угла наклона на 1°, время остановки после каждой ступени (забор крови) – 30 с. Скорость движения ленты не изменяется.

Нецелесообразно повышать угол подъема ленты более 8°.

4. Восстановление – измерение ЧСС, артериального давления (каждую минуту в течение 5 мин), забор крови на лактат на 3-ю и 8-ю минуту восстановления

ПРОТОКОЛ ТЕСТИРОВАНИЯ СПЕЦИАЛЬНОЙ РАБОТОСПОСОБНОСТИ НА ЛЫЖЕРОЛЛЕРНОМ ТРЕДБАНЕ, ИСПОЛЬЗУЕМЫЙ НОРВЕЖСКИМИ СПЕЦИАЛИСТАМИ

1. Разминка – 2,0 м/с 10 мин. Угол наклона 1°. Забор крови на лактат осуществляется сразу после разминки из мочки уха/фаланги пальца. Разминка проводится без закрепления маски с газоанализатором.

2. Тестирование – степень нагрузки – угол наклона ленты 1°, начальная скорость движения полотна – 2,5 м/с. Увеличение каждые 4 мин скорости движения ленты на 0,5 м/с, время остановки после каждой ступени (забор крови) – 30 с. Угол наклона ленты не изменяется.

3. Восстановление – измерение ЧСС, артериального давления (каждую минуту в течение 5 мин), забор крови на лактат на 3-ю и 8-ю минуту восстановления.

При отсутствии связи тредбана с системой газоанализа необходимо протоколировать (приложение) мониторируемые показатели каждые 4 мин (в начале, в середине, в конце каждой ступени), а именно:

- степень нагрузки, угол подъема/скорость движения ленты;
- ЧСС;
- потребление кислорода;
- выделение углекислого газа;
- кислородный пульс;
- дыхательный коэффициент.

6.3. Этап формирования заключения по результатам тестирования

Анализ, интерпретация

По результатам тестирования анализируются следующие показатели внешнего дыхания и газообмена:

VE (л/мин) – минутный объем дыхания;

VO₂ (л/мин) – скорость потребления кислорода;

VCO₂ (л/мин) – скорость выделения углекислого газа;

$\text{VO}_2 \text{ max}$ (л/мин) – максимальная скорость потребления кислорода (МПК);

$\text{VO}_2 \text{ max}$ /кг (мл/кг/мин) – относительное потребление кислорода;

ДК (RER) – дыхательный коэффициент (VCO_2/VO_2);

Для формирования итогового заключения важно учитывать общее время работы (мин), частоту сердечных сокращений (максимальную, а также динамику прироста на каждой ступени нагрузки), показатели артериального давления, скорость восстановления (ЧСС, лактата).

В обязательном порядке необходимо определить по показателям газоанализа и/или концентрации лактата в крови порог аэробного обмена (АЭП/ПАО), порог анаэробного обмена (АнП/ПАНО), вентиляционный эквивалент по кислороду (Ve/VO_2); скорость потребления кислорода на уровне порога анаэробного обмена ($\text{VO}_2 \text{ ПАНО}$, л/мин); скорость потребления кислорода на уровне порога анаэробного обмена относительно $\text{VO}_2 \text{ max}$ ($\text{VO}_2 \text{ ПАНО} \% \text{VO}_2 \text{ max}$ (%)); max O_2 – пульс (мл/уд).

Данные итогового протокола по завершению тестирования в обязательном порядке требуют врачебного анализа.

В процессе осуществления анализа по результатам тестирования необходимо учитывать цели его проведения. В конечном итоге при составлении заключения по результатам тестирования недостаточно отнести спортсмена к здоровым лицам, допущенным к участию в тренировочно-соревновательном процессе – необходимо выявить уровень адаптации к интенсивной физической нагрузке и резервные возможности организма. Как результат – проведение медико-биологического мониторинга с обеспечением текущего контроля функционального состояния спортсмена, сбором, обработкой и анализом информации, выраженной в показателях тестирования.

Справочно. Подробные инструкции по проведению калибровки газоанализатора отражены в правилах эксплуатации. Правила подготовки спортсмена к предстоящей пробе, образец информированного согласия, образец протокола мониторинга показателей тестирования, а также образец заключения, шкала Борга для оценки степени утомления испытуемого, основные показатели газообмена, методика определения порогов аэробного и анаэробного обмена по графику (вентиляторных порогов) в приложениях 1–8.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На современном этапе грамотная и адекватная подготовка спортсменов высокой квалификации требует четко организованной системы как врачебного, так и педагогического контроля. Мониторинг функционального состояния организма спортсмена позволит обеспечить высокую физическую работоспособность, повысить эффективность тренировочного процесса.

В настоящее время для оценки уровня физической работоспособности спортсменов широко используются нагрузочные тесты на тредмиле и велоэргометре. Более целесообразным для биатлонистов и лыжников-гонщиков представляется применение специфических тестовых нагрузок.

Нагрузочное тестирование на лыжероллерном тредбане с измерением показателей газообмена – современная диагностическая методика, предоставляющая информацию об уровне физической работоспособности (с определением ПАНО, количественного значения МПК/ VO_2 пик), а также функциональном состоянии дыхательной и сердечно-сосудистой систем спортсмена.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Мустафина, М. Х. Кардиореспираторный нагрузочный тест / М. Х. Мустафина, А. В. Черняк // Атмосфера. Пульмонология и аллергология. – 2013. – № 3. – С. 56–62.
2. Рылова, Н. В. Уровень максимального потребления кислорода как показатель работоспособности спортсменов, специализирующихся в различных видах спорта / Н. В. Рылова, А. А. Биктимирова, А. С. Назаренко // Практическая медицина. – 2014. – № 9. – С. 85.
3. Абрамова, В. В. Исследование физической работоспособности как одного из условий достижения высоких результатов в спорте / В. В. Абрамова // Сучасні проблеми фізичного виховання, спорту та здоров'я людини: зб. наук. праць / Кам'янець-Подільський нац. ун-т ім. І. Огієнка, Гос. учеб. заведение «Приднестровский государственный университет имени Т. Г. Шевченко»; редкол.: П. С. Атаманчук (відп. ред.) та ін. – Кам'янець-Подільський, 2012. – № 3. – С. 3–11.
4. Stracciolini, A. Pediatric Sports Injuries: an age comparison of children versus adolescents/ A. Stracciolini, R. Casciano, H. L. Friedman, W. P. Meehan III, L. J. Micheli // Am J Sports Med. – 2013. – Vol. 41, N 8. – P. 1922–1929.
5. Солодков, А. С. Физическая работоспособность спортсменов и общие принципы ее коррекции (часть 1) / А. С. Солодков // Ученые записки. – 2014. – № 3 (109). – С. 148–157.
6. Солодков, А. С. Проблемы утомления и восстановления в спорте: лекция / А. С. Солодков. – СПб., 1996. – С. 46.
7. Аулик, И. В. Определение физической работоспособности в клинике спорта / И. В. Аулик. – М.: Медицина, 1990. – С. 192.
8. 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. заоч. 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.
9. Солодков, А. С. Адаптационные возможности человека / А. С. Солодков // Физиология человека. – 1982. – Т. 8, № 3. – С. 445–449.

10. Белоцерковский, З. Б. Эргометрические и кардиологические критерии физической работоспособности у спортсменов / З. Б. Белоцерковский. – М.: Советский спорт, 2005. – 312 с.
11. Режим доступа: www.who.org.
12. Михайлов, В. М. Нагрузочное тестирование под контролем ЭКГ / В. М. Михайлов. – Иваново: ОАО «Изд-во “Талка”», 2008. – 548 с.
13. Holmberg, H. Integrative biomechanics and physiology in c-c skiing / H. Holmberg // 6 International Congress on Science and Skiing 2013, St. Christoph a. Arlberg, Austria / St. Christoph a. Arlberg, 2013. – P. 7.
14. Sandbakk, O. A Reappraisal of Success Factors for Olympic Cross-Country Skiing / O. Sandbakk, H. Holmberg // International Journal of Sports Physiology and Performance. – 2014. – № 9. – P. 117–121.
15. Sandbakk, O. Physiological determinants of sprint and distance performance level in elite cross-country skiers / O. Sandbakk, C. Å. Grasaas, E. Grasaas // 6 International Congress on Science and Skiing 2013, St. Christoph a. Arlberg, Austria / St. Christoph a. Arlberg, 2013. – P. 93.
16. Mourot, L. Cross-country skiing and post exercise heart-rate recovery / L. Mourot, N. Fahre, E. Anderson, S. Willis, M. Buchheit, H. C. Holmberg // International Journal of Sports Physiology and Performance. – 2015. – N. 10 (1). – P. 11–16.
17. Losnegard, T. Elite cross-country skiers do not reach their running VO_2 max during roller ski skating / T. Losnegard, J. Hallen // Journal Sports Med. Phys. Fitness. – 2014. – N. 54 (4). – P. 389–393.
18. Saltin, B. Success in cc skiing: no longer just a question of a high aerobic capacity / B. Saltin // 6 International Congress on Science and Skiing 2013, St. Christoph a. Arlberg, Austria / St. Christoph a. Arlberg, 2013. – 2013. – P. 14.
19. Carlsson, T. The importance of scaling VO_2 max to predict cross-country skiing performance / T. Carlsson, M. Carlsson, B. Ronnestad, D. Hammarström, C. Malm, M. Tonkonogi // 18th annual ECSS Congress Barcelona, Spain, June 26–29. – Barcelona, 2013. – P. 909–910.
20. Stögg, R. Motor abilities and anthropometrics in youth cross-country skiing / R. Stögg, E. Müller, T. Stögg // Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports. – 2014. – V. 25, I. 1. – P. 70–81.
21. Специальная работоспособность лыжников-гонщиков: современные тенденции (по материалам зарубежной литературы) /

В. И. Михалев [и др.]. // Ученые записки университета им. Лесгафта. – 2015. – № 4 (122). – С. 139–144.

22. Exercise Standards for Testing and Training / Gerald, F. Fletcher [et al.] // A Scientific Statement From the American Heart Association, *Circulation*. – 2013. – Vol. 128, № 8. – P. 873–934.

23. Updating ACSM's recommendations for exercise preparticipation health screening / D. Riebe [et al.] // *Med. Sci. Sports Exerc.* – 2015 – P. 47.

24. Рылова, Н. В. Кардиореспираторное нагрузочное тестирование в спортивной медицине / Н. В. Рылова, А. А. Биктимирова, А. С. Самойлов // *Наука и спорт: современные тенденции*. – Т 4. – 2014. – № 3.

25. Биктимирова, А. А. Применение кардиореспираторного нагрузочного тестирования в спортивной медицине / А. А. Биктимирова, Н. В. Рылова, А. С. Самойлов // *Практическая медицина*. – 2014. – № 3. – С. 50–53.

26. Методология и методы определения функциональных возможностей спортсменов / Е. А. Ширковец [и др.] // *Вестник спортивной науки*. – 2010. – № 4. – С. 21–29.

27. Сравнительный анализ нагрузочного тестирования на различных видах эргометров / В. Павлов [и др.] // *Наука в олимпийском спорте*. – 2014. – № 4. – С. 31–34.

ПАМЯТКА ПО ПОДГОТОВКЕ СПОРТСМЕНОВ К ТЕСТИРОВАНИЮ

Нагрузочное тестирование с целью определения специальной работоспособности используется для определения состояния функциональной подготовленности спортсмена, связанного с активацией всех систем и органов в ответ на специфическую физическую нагрузку. Результаты тестирования зависят от множества субъективных и объективных факторов, максимально нивелировать (сгладить) влияние которых возможно при соблюдении условий подготовки и проведения тестирования.

Цель тестирования – определить максимальные возможности спортсмена в выполнении специфической физической нагрузки с определением порога анаэробного обмена (ПАНО) и максимального потребления кислорода (МПК).

Определение ПАНО и МПК позволит скорректировать и индивидуализировать тренировочный процесс для достижения спортивного результата, оценить эффективность тренировочного процесса в динамике.

Корректная оценка аэробной выносливости спортсмена требует соблюдения определенных условий подготовки спортсменов к тестированию.

Условия подготовки спортсменов к тестированию:

- 1) за день до тестирования – тренировка в аэробной зоне;
- 2) в день тестирования – легкий завтрак, исключить продукты, содержащие кофеин (кофе, чай);
- 3) проведение стандартной разминки перед тестированием;
- 4) отсутствие симптомов острых заболеваний верхних дыхательных путей (насморк, кашель, чувство заложенности носа и/или ушей, боль в горле при глотании), недавно (1–3 дня) возникших признаков аллергии;
- 5) наличие комфортного спортивного костюма, полотенца, питьевой воды (для восстановления водного баланса после тестирования);
- 6) мотивация спортсмена тренером и/или врачом команды на выполнение максимально возможной физической нагрузки.

ВЫПОЛНЕНИЕ ВСЕХ УСЛОВИЙ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ТЕСТИРОВАНИЯ ПОЗВОЛИТ КОРРЕКТНО ОЦЕНИТЬ ТЕКУЩЕЕ СОСТОЯНИЕ СПОРТСМЕНА, РАБОТОСПОСОБНОСТЬ, ОПРЕДЕЛИТЬ

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ТРЕНИРОВОЧ-НОГО ПРОЦЕССА, АДЕКВАТНОСТЬ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ОРГАНИЗМА ПОСЛЕ НАГРУЗКИ.

Приложение 2

**Протокол
мониторинга показателей при проведении тестирования**

ФИО: _____

Дата рождения: _____

Вид спорта: _____ Разряд: _____ Период подготовки _____

Рост: _____

Вес: _____

Максимальная ЧСС: _____

Максимальная возрастная ЧСС: _____

Угол	Ско- рость	ЧСС	VO ₂ /Ч СС	ПК/МПК/ VO ₂ пик	VCO ₂	ДК (RER)	Лактат
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							

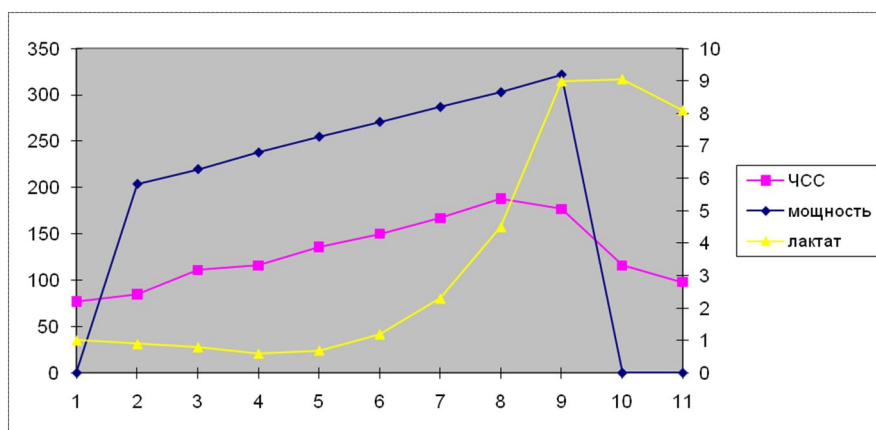
Министерство спорта и туризма Республики Беларусь

**ПРИМЕР ЗАКЛЮЧЕНИЯ
ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ТЕСТИРОВАНИЯ СПЕЦИАЛЬНОЙ
РАБОТОСПОСОБНОСТИ НА ЛЫЖЕРОЛЛЕРНОМ
ТРЕДБАНЕ**

(с газоанализом и оценкой лактата периферической крови)

ФИО: _____

Дата рождения: _____



ЭКГ покоя: _____ АД исходно: _____

ЭКГ после нагрузки: _____

Реакция сердечно-сосудистой системы на нагрузку: _____

Респираторное ПАНО: на ___ мин

Нагрузка:

Уровень работоспособности _____

МПК/ПК на пике нагрузки _____ мл/мин/кг

Уровень развития аэробных возможностей (порог анаэробного обмена) _____

Активность анаэробного (лактатного) звена энергопродукции _____
(лактат ___ ммоль/л)

ЧСС на уровне порога анаэробного обмена _____ уд/мин

Восстановление:

Восстановление АД _____, ЧСС _____

Содержание лактата после выполнения нагрузки _____ ммоль/л

3-я минута восстановлени _____ ммоль/л, 8-я минута _____ ммоль/л

Скорость восстановления лактата после нагрузки (_____ %)

Заключение: _____

Рекомендации: _____

Нормальные показатели газообмена в легких

Параметр	В покое	Макс. нагрузка
$\dot{V}O_2$, мл/мин	300	3000
$\dot{V}O_2$, мл/кг/мин	3,5	35
$\dot{V}CO_2$, мл/мин	250	4000
VE, л/мин	8–10	150
RER	0,7–1,0	$\geq 1,10-1$

Дыхательный коэффициент (RER, ДК) – отношение между продукцией углекислого газа и потреблением кислорода в процессе аэробного окисления. Дыхательный коэффициент существенно увеличивается при включении анаэробно-гликолитического источника энергии для осуществления мышечной деятельности.

Минутная вентиляция легких (VE) – характеризуется объемом воздуха, проходящим через легкие за 1 дыхательное движение (VT, мл) и частотой дыхания. В течение тестирования оба параметра возрастают. Как правило, при значениях, равных 70–80 % от максимального потребления кислорода, продолжает расти только частота дыхания.

Вентиляционный эквивалент по кислороду (VE/ $\dot{V}O_2$) определяет вентиляционные потребности при данном потреблении кислорода. Вентиляционный эквивалент по углекислому газу определяет вентиляционные потребности при данном количестве выделенного CO_2 . Вентиляционный эквивалент по кислороду рассчитывается как отношение легочной вентиляции к скорости потребления кислорода.

Потребление кислорода ($\dot{V}O_2$) – количество O_2 , поглощенного организмом в течение определенного отрезка времени, линейно зависит от мощности циклической работы, ЧСС, легочной вентиляции.

Максимальное $\dot{V}O_2$ – определяется при достижении максимальной нагрузки, представляет собой метаболическую «работу» организма. Является наиболее точным показателем аэробной производительности.

Кислородный пульс (мл/уд) – рассчитывается как отношение скорости потребления кислорода к частоте сердечных сокращений. Кислородный пульс отражает, сколько кислорода транспортируется к потребляющим кислород тканям за одно сердечное сокращение.

Критерии достижения анаэробного порога на графике

- увеличение VE л/мин по отношению к потреблению O_2 л/мин (VO_2);
- увеличение выделения CO_2 (VCO_2) по отношению к потреблению O_2 (VO_2), что связано с началом анаэробного метаболизма, а следовательно, достижения анаэробного порога. Точку перекреста на графике VCO_2 и VO_2 принято обозначать V -slope;
- повышение вентиляционного эквивалента по кислороду (VE/VO_2) без соответствующего повышения вентиляционного эквивалента по углекислому газу.

Вентиляционный порог

Легочная вентиляция начинает увеличиваться непропорционально потреблению кислорода.

VT_1 (первый вентиляционный порог) – заметное увеличение отношения легочной вентиляции к потреблению кислорода. Объем вдыхаемого и выдыхаемого воздуха увеличивается непропорционально количеству поглощенного кислорода, так называемый аэробный порог – АЭП. Возросшая вентиляция легких обеспечивает удаление избытка углекислого газа, соответственно происходит регуляция рН крови.

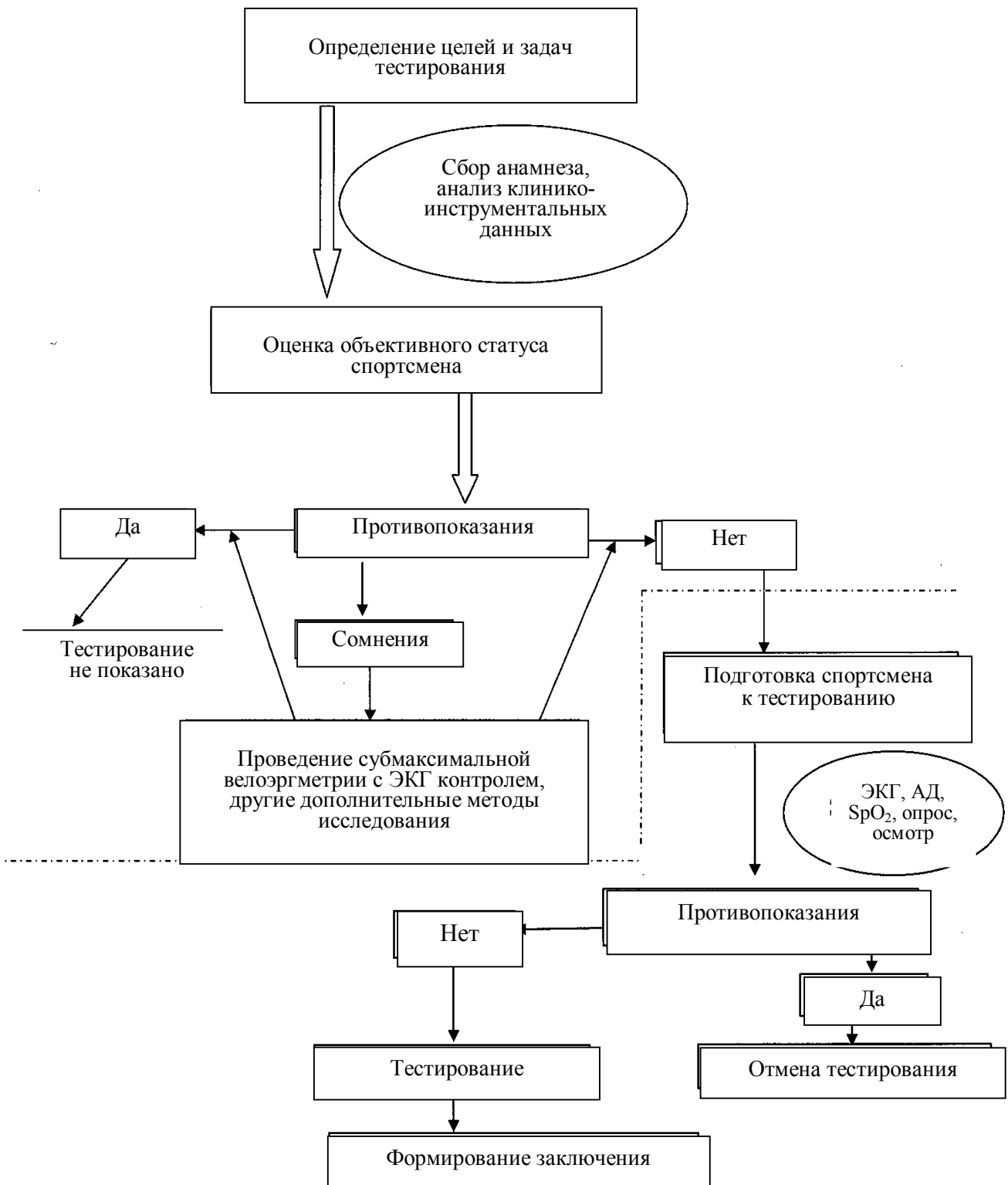
VT_2 (второй вентиляционный порог) – при нагрузке высокой интенсивности. В крови накапливается лактата больше, чем выводится. Проявляется как второе существенное увеличение отношения легочной вентиляции к потреблению кислорода, с одновременным увеличением вентиляции к минутному выделению углекислого газа – анаэробный порог АНП (точка респираторной компенсации).

Приложение 6

Шкала Борг для оценки ощущаемых усилий (субъективная оценка тяжести нагрузки)

6–20-балльная шкала (15 степеней)	Словесное выражение	10-балльная шкала (15 степеней)
	ничего не ощущаю	0
7	очень-очень легкие	0,5
8		
9	очень легкие	1
10		
11	легкие	2
12		
13	умеренные	3
14	отчасти тяжелые	4
15	тяжелые	5
16		
17	очень тяжелые	7
		8
18		9
19	очень-очень тяжелые (максимальные)	10
20		

**АЛГОРИТМ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕСТИРОВАНИЯ
НА СПЕЦИАЛЬНОМ ТРЕНАЖЕРЕ ТИПА «ТРЕДБАН»**



Заключительный	<ul style="list-style-type: none"> – анализ, интерпретация показателей; – оценка/установка вентиляторных порогов по графикам; – формирование итогового протокола/заключения 	<p>Специалист, проводящий тестирование</p>
-----------------------	--	--

Приложение 9

КРИТЕРИИ ПРЕКРАЩЕНИЯ ПРОБЫ С ФИЗИЧЕСКОЙ НАГРУЗКОЙ (АНА, 2013)

Абсолютные критерии прекращения нагрузки

- элевация ST ($>1,0$ мм) в отведениях без патологического (постинфарктного) зубца Q (кроме aVR, aVL, V1);
- снижение АД на >10 мм рт. ст. при увеличении нагрузки в сочетании с другими признаками ишемии;
- возникновение приступа стенокардии умеренной или большой интенсивности;
- неврологические нарушения (атаксия, головокружение, предобморочное состояние);
- признаки гипоперфузии (цианоз или бледность);
- устойчивая желудочковая тахикардия, АВ-блокада 2–3-й ст. или другая аритмия, влияющая на сердечный выброс;
- технические трудности при мониторинговании ЭКГ или АД;
- отказ пациента от дальнейшего проведения пробы.

Относительные критерии прекращения нагрузки

- значимое снижение ST (горизонтальное или косонисходящее >2 мм, измеренное через 60–80 мс от точки J) у пациентов с подозрением на ИБС;
- снижение САД более чем на 10 мм рт. ст. по сравнению с исходным, несмотря на увеличение нагрузки, в отсутствие признаков ишемии;
- усиление болей в грудной клетке, усталость, одышка, судороги в ногах, перемежающаяся хромота;
- аритмии: короткие пробежки ЖТ, НЖТ, брадиаритмии, мультифокальные экстрасистолы и другие, которые могут повлиять на гемодинамику или прогрессировать при проведении пробы;
- чрезмерное повышение АД (САД >250 мм рт. ст. или ДАД >115 мм рт. ст.);

– появление блокады ножки пучка Гиса, которая не может быть сразу же дифференцирована от ЖТ.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	3
1. Физическая работоспособность.....	4
2. Оценка физической работоспособности.....	6
2.1. Тесты максимальной работоспособности	7
2.2. Выбор метода тестирования.....	7
3. Оценка специальной работоспособности лыжников-гонщиков.....	8
4. Выбор наиболее информативных показателей по результатам тестирования	10
5. Общие требования к проведению нагрузочного тестирования	11
5.1. Персонал.....	11
5.2. Помещение, оборудование.....	12
5.3. Выбор протокола тестирования	12
5.4. Подготовка спортсмена	14
5.5. Информированное согласие.....	15
5.6. Показания к проведению теста, цели и задачи	15
5.7. Противопоказания к проведению теста	16
5.8. Критерии остановки пробы.....	16
6. Технология проведения пробы.....	17
6.1. Подготовительный этап.....	17
6.1.1. Отбор контингента для обследования	17
6.1.2. Подготовка помещения, оборудования, экипировки	17
6.2. Этап проведения пробы физической нагрузкой (тестирование) ..	18
6.2.1. Подготовка спортсмена к тестированию.....	18
6.2.2. Тестирование.....	19
6.3. Этап формирования заключения по результатам тестирования ..	20
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	22
Список использованных источников	23
Приложение 1.....	26
Приложение 2.....	27
Приложение 3.....	28
Приложение 4.....	29
Приложение 5.....	30
Приложение 6.....	31
Приложение 7.....	32
Приложение 8.....	33
Приложение 9.....	34

Производственно-практическое издание

**Захаревич Анна Леонидовна,
Загородный Геннадий Михайлович,
Питкевич Юлия Эдуардовна и др.**

**ТЕСТИРОВАНИЕ СПЕЦИАЛЬНОЙ
РАБОТОСПОСОБНОСТИ БИАТЛОНИСТОВ
И ЛЫЖНИКОВ-ГОНЩИКОВ НА ЛЫЖЕРОЛЛЕРНОМ
ТРЕДБАНЕ С ИЗМЕРЕНИЕМ ПОКАЗАТЕЛЕЙ
ГАЗООБМЕНА**

Методические рекомендации

Корректор *Е. М. Емельяненко*
Компьютерная верстка *К. А. Подобаева*

Подписано в печать 20.01.2018. Формат 60×84/16. Бумага офсетная.
Ризография. Усл. печ. л. 2,09. Уч.-изд. л. 1,45. Тираж 100 экз. Заказ 1с.

Издатель и полиграфическое исполнение:
Учреждение образования
«Белорусский государственный университет физической культуры».
Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя
распространителя печатных изданий

№ 1/153 от 24.01.214
Пр. Победителей, 105, 220020, Минск.