

ПРЕИМУЩЕСТВА И НЕДОСТАТКИ ТЕСТОВ ПО ОЦЕНКЕ УРОВНЯ ОБЩЕЙ ФИЗИЧЕСКОЙ РАБОТОСПОСОБНОСТИ СПОРТСМЕНОВ И ЛИЦ, ЗАНИМАЮЩИХСЯ ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРОЙ

Е.Ю. Андриянова

Великолукская государственная академия физической культуры и спорта, Великие Луки, Россия

Аннотация

Цель – обобщить опыт применения ряда тестов по оценке уровня общей физической работоспособности (ОФР) человека, определить их преимущества и недостатки, уточнить условия, способствующие повышению точности оценочных суждений.

Методы и организация исследования. Для определения ОФР спортсменов и лиц, эпизодически выполняющих физическую нагрузку, в лабораторных условиях применены следующие тесты с возмущающим воздействием в виде физической нагрузки: PWC_{170} (в модификации В.Л. Карпмана), Гарвардский степ-тест, прямой метод определения максимального потребления кислорода (МПК) (при использовании тредмила), определение МПК по номограмме Астранда (при использовании велоэргометрической или степ-тестовой нагрузки).

Результаты и их обсуждение. Нагрузочные тесты, моделирующие реальную мышечную деятельность, применяемые для оценки ОФР организма человека, во-первых, в каждом конкретном случае характеризуются целесообразностью применения для определенного контингента испытуемых; во-вторых, ограничиваются возможностью использования их в тех или иных условиях; в-третьих, имеют свои преимущества и недостатки, которые в ряде случаев могут быть нивелированы.

Заключение. В статье проанализированы различные условия применения на практике тестов, учет которых позволяет более осмысленно подходить к оценке ОФР и повышать точность оценочных суждений. Предложены рекомендации относительно того, какие методики могут быть наиболее обоснованными для оценки аэробной работоспособности в зависимости от многих условий.

Ключевые слова: тест PWC_{170} , Гарвардский степ-тест, прямой и непрямой методы определения максимального потребления кислорода, преимущества.

ADVANTAGES AND DISADVANTAGES OF TESTS TO ASSESS THE LEVEL OF GENERAL PHYSICAL PERFORMANCE OF ATHLETES AND PERSONS ENGAGED IN PHYSICAL ACTIVITY

E.Yu. Andriyanova, ORCID: 0000-0001-8417-1701; vlgafc@mail.ru

Federal State Budget Educational Institution of Higher Education Velikiye Luki State Academy of Physical Education and Sports, Velikiye Luki, Russia

Abstract

The purpose is to summarize the experience of using a number of tests to assess the level of human physical working capacity, to determine their advantages and disadvantages, to clarify the conditions that contribute to improving the accuracy of value judgments.

Methods and organization of the research. To assess the level of physical working capacity of athletes and individuals occasionally involved in physical activity, the following tests were used in laboratory conditions: PWC_{170} , Harvard step test, direct method for determining maximum oxygen consumption (VO_{2max}), determination of VO_{2max} according to the Astrand nomogram.

Results and discussion. Load tests simulating real muscle activity to assess the physical working capacity of the human body, firstly, are characterized by the expediency of application for a certain contingent of subjects; secondly, their usage in certain conditions is limited; thirdly, they have both advantages and disadvantages, which can be leveled.

Conclusion. The article analyzes various conditions for the use of tests in practice, which allows a more meaningful approach to the evaluation of the physical working capacity and improve the accuracy of value judgments. Recommendations are offered on which methods may be the most reasonable for assessing aerobic physical working capacity, depending on various conditions.

Keywords: PWC_{170} test, Harvard step test, direct and indirect methods for determining maximum oxygen consumption, advantages and disadvantages of tests to assess the level of physical working capacity.

ВВЕДЕНИЕ

Физическая работоспособность представляет собой потенциальную возможность человека проявлять максимум физического усилия в статической, динамической или смешанной работе [3]. В большинстве случаев она пропорциональна тому количеству механической работы, которую спортсмен способен выполнять длительно и с достаточно высокой интенсивностью. В спортивной науке физическая работоспособность воспринимается как физиологическое и педагогическое понятие, означающее многофакторную систему, формирующуюся в организме спортсмена на протяжении многолетнего периода спортивной деятельности.

Различают общую и специальную физическую работоспособность. Общая отражает уровень развития функциональных возможностей организма и его двигательных качеств, не всегда свойственных конкретному виду спорта. Напрямую общая физическая работоспособность может быть не связана со спортивными достижениями конкретного атлета, но опосредованно влияет на его спортивный результат [6]. Общая физическая, или, как еще определяют ее исследователи, аэробная, работоспособность – это потенциальная возможность человека выполнять высокоинтенсивную физическую нагрузку, энергообеспечение которой осуществляется преимущественно аэробным путем [5]. Поскольку длительная работа мышц, помимо прочего, лимитируется доставкой к ним кислорода, ОФР в значительной мере определяется производительностью кардиореспираторной системы и способностью скелетных мышц усваивать поступающий кислород, то есть, в последнем случае, зависит от объемной плотности митохондрий и активности окислительных ферментов в них.

Специальная физическая работоспособность отражает уровень физических способностей, соответствующих специфическим требованиям избранного вида спорта. В ряде видов спорта (связанных с развитием выносливости) понятия общей и специальной физической работоспособности совпадают.

Физическая работоспособность считается интегральным показателем физических возможностей человека и широко используется в физиологии спорта, физиологии труда [7], спортивной медицине, при реабилитации пациентов, имеющих ограничения в состоянии здоровья [8]. Настоящая статья в силу обширности темы ограничивается описанием и обсуждением методических особенностей и тонкостей проведения

тестов по оценке общей физической (аэробной) работоспособности организма человека и не затрагивает вопросов непосредственного изучения уровня ОФР у различных категорий испытуемых, что требует отдельной публикации.

МЕТОДЫ И ОРГАНИЗАЦИЯ ИССЛЕДОВАНИЯ

В течение многих лет в качестве испытуемых, участвующих в исследовании, привлекались обучающиеся обоих полов ФГБОУ ВО «ВЛГАФК» направлений 49.03.01 Физическая культура и 49.03.02 Физическая культура для лиц с отклонениями в состоянии здоровья (адаптивная физическая культура), большая часть которых являлись спортсменами (от 1-го взрослого спортивного разряда до КМС), а другая часть – лицами, не занимающимися спортом, эпизодически выполняющими физическую нагрузку. Возраст испытуемых составлял 20-23 года, а антропометрические параметры соответствовали средним в популяции, например, масса тела мужчин находилась в диапазоне от 63 до 75 кг.

Для определения уровня ОФР в кабинете спортивной медицины и на базе научно-исследовательского института проблем спорта и оздоровительной физической культуры ФГБОУ ВО «ВЛГАФК» применены следующие тесты с возмущающим воздействием в виде физической нагрузки: PWC_{170} (в модификации В.Л. Карпмана), Гарвардский степ-тест, прямой метод определения МПК (при использовании тредмила), определение МПК по номограмме Астранда (при использовании велоэргометра или степ-тестовой нагрузки). Выражение уровня ОФР в данных тестах позволяет делать это в цифровых показателях, что способствует объективизации изучаемого медико-педагогического понятия, а неинвазивность каждой из использованных методик выступает в качестве неоспоримого преимущества.

Тест PWC_{170} проводился по общепризнанной методике [2]. Испытуемый на велоэргометре выполнял две физические нагрузки, длительностью по пять минут каждая, интервал отдыха между нагрузками составлял три минуты. Вторая нагрузка по мощности была больше первой. В конце каждой нагрузки определялась частота сердечных сокращений (ЧСС). Затем рассчитывались абсолютная (кгм/мин) и относительная (кгм/мин/кг) величины PWC_{170} .

При проведении Гарвардского степ-теста испытуемому предлагалось выполнить физическую нагрузку в виде восхождения на ступеньку

определенной высоты (50 см для мужчин, 45 см для женщин) в темпе 120 шагов в минуту (30 восхождений в минуту) в течение пяти минут. После выполнения нагрузки три раза в восстановительном периоде пальпаторно подсчитывалось значение ЧСС за первые 30 секунд – первый раз на второй минуте восстановительного периода, второй раз на третьей минуте, третий раз на четвертой. Результаты пробы выражались количественно по индексу Гарвардского степ-теста (ИГСТ) [2].

Для определения МПК прямым методом использовался тредмил и аппаратура для эргоспирометрических исследований «Quark», позволяющая регистрировать параметры газообмена за каждый дыхательный цикл и определять параметры вентиляции (VO_2 , VCO_2 , анаэробный порог (ПАНО)). Вышеуказанный программно-аппаратный комплекс позволяет проводить нагрузочное тестирование с применением типовых протоколов, в том числе с автоматическим расчетом параметров дозирования нагрузки. В качестве переменных контроля используются показатели скорости вращения ленты тредмила, угол наклона и время. Расчет параметров нагрузки осуществляется в системе автоматически с учетом весо-ростовых показателей конкретного испытуемого.

Сама методика сводилась к выполнению обследуемым на тредмиле работы, мощность которой ступенчато нарастала: для мужчин – в среднем на 300 кг/м/мин (50 Вт), для женщин – на 150 кг/м/мин (25 Вт) каждые 2-3 минуты. Одновременно на каждой ступени работы определялась величина поглощения кислорода и выделения углекислого газа. В диапазоне ЧСС от 180 до 200 уд/мин, несмотря на нарастание мощности, величина поглощения кислорода (VO_2) переставала увеличиваться. В этот момент и начиналась регистрация МПК ($VO_2 \max$) прямым путем [2].

При определении МПК по номограмме Астранда испытуемый выполнял пятиминутную физическую нагрузку неопределяемой мощности либо на велоэргометре (величина нагрузки подбиралась с расчетом, чтобы частота пульса в конце работы достигала 140-160 уд/мин, что у мужчин соответствовало работе в 1000-1200 кгм/мин \approx 200 Вт), либо в виде восхождения на ступеньку высотой 40 см для мужчин и 33 см для женщин, со скоростью 22,5 цикла в 1 минуту (метроном устанавливался на 90 уд/мин). В конце нагрузки определялась ЧСС, а затем по номограмме Астранда – величина МПК [2].

Велоэргометрическая нагрузка во всех случаях выполнялась на велоэргометрах Monark 874 E и Monark 894 E, а бег – на беговой дорожке (тред-

миле) h/p/cosmos venus. ЧСС регистрировалась беспроводным способом (кроме Гарвардского степ-теста) с помощью устройства «Suunto Team POD Memory Belt» или пульсометра Polar S 810. Исследования проводились в первой половине дня. В день тестирования предшествующая физическая нагрузка отсутствовала у всех испытуемых.

Тест PWC_{170} , Гарвардский степ-тест и определение МПК по номограмме Астранда проводились без разминки, выполнение которой способно существенным образом исказить результаты тестов с применением неопределяемой физической нагрузки и занижить результаты оценки. Прямой метод определения МПК включал разминку, позволяющую подготовить организм к выполнению работы, близкой к максимальной.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Тест PWC_{170} , рекомендованный Всемирной организацией здравоохранения для определения ОФР, широко применяется для исследования практически здоровых лиц, спортсменов [12], а также детей и подростков [9]. PWC – аббревиатура, составленная из первых букв словосочетания в английском языке «physical working capacity» (физическая работоспособность). В этом тесте физическая работоспособность оценивается по той мощности физической нагрузки, при выполнении/поддержании которой ЧСС испытуемого достигает величины 170 уд/мин.

Преимущества теста PWC_{170} и рекомендации по повышению точности оценки

Анализ показал, что к преимуществам данной методики, свидетельствующим в пользу высокой точности оценки ОФР по величине PWC_{170} , можно отнести ориентацию на индивидуальные особенности испытуемого, такие как:

- 1) учет массы тела и предполагаемого уровня ОФР (в зависимости от квалификации и вида спорта) испытуемого при подборе мощности первой физической нагрузки;
- 2) учет результатов, полученных по итогам выполнения первой физической нагрузки (ЧСС и мощности первой нагрузки), при подборе мощности второй нагрузки;
- 3) расчет относительного показателя PWC_{170} с учетом массы тела (мл/мин/кг), что позволяет сравнивать данные разных испытуемых, приведенные к единому знаменателю.

Как показала многолетняя практика применения теста PWC_{170} , дополнительно повысить точность оценки ОФР при его проведении позволяет выполнение следующих методических требований.

Вторая нагрузка должна существенно превышать мощность работы первой таким образом, чтобы в конце первой нагрузки ЧСС испытуемого достигла 110-130 уд/мин, а в конце второй – 150-165 уд/мин, но не превысила 170 уд/мин (иначе нельзя пользоваться формулой, которая основана на линейной зависимости между ЧСС и мощностью выполняемой физической нагрузки, которая наблюдается, пока ЧСС не превышает 170 уд/мин). Идеально, если эта разница составляет не менее 40 уд/мин. И наоборот, если разница между величинами мощности первой и второй нагрузок небольшая, а разница ЧСС в их конце значительно меньше 40 уд/мин, точность определения величины PWC_{170} и, соответственно, точность оценки уровня ОФР понижаются.

Задаваемые нагрузки далеки от предельных, поэтому их выполнение не представляет больших трудностей, не вызывает значительного утомления испытуемого, что является важным достоинством пробы. Это позволяет исключить влияние субъективного отношения испытуемого к исследованию на результаты оценки ОФР, то есть даже в случае низкой мотивации испытуемого результат останется практически неизменным. Помимо вышперечисленных факторов, указывающих на высокую методологическую корректность теста PWC_{170} , делающих погрешность в определении величины PWC_{170} ничтожной, к его прерогативам можно отнести методическую несложность исполнения и относительную быстроту (13 минут). С этим согласны ряд специалистов, выделяющих такие отличительные особенности теста, как простота его применения и низкие материально-технические требования к проведению – требуются только секундомер и велоэргометр [11].

Недостатки теста PWC_{170}

и рекомендации по их устранению

Анализ показал, что проведение пробы требует от исследователя определенного навыка и опытности, особенно в подборе мощности нагрузок, поскольку их неверное определение существенно снижает точность оценочных суждений. Несмотря на недопустимость предшествующей нагрузки при проведении теста, эмоциональное состояние испытуемого способно вмешаться и отразиться на результатах – у ряда обследуемых лиц эмоциональное напряжение приводит к выраженной тахикардии (120 уд/мин) еще до выполнения первой нагрузки, что неминуемо отражается на величине этого показателя, особенно к ее (первой нагрузки) окончанию. Опыт показывает, что иногда тахикардия сохраняется и к концу периода трехминутного отдыха между нагрузками, что способ-

но существенно исказить результаты, поэтому для исключения влияния эмоционального компонента на результаты пробы у таких лиц проведение теста следует повторить в другой день, когда уже знакомый с методикой испытуемыйотреагирует на нее спокойно.

Гарвардский степ-тест был разработан и применялся во время Второй мировой войны специалистами медицинского факультета Гарвардского университета для оценки состояния новобранцев, отправлявшихся на фронт. Его модификация с учетом пола и возраста позволяет оценить ОФР испытуемого, во-первых, по способности выполнения в течение пяти минут физической нагрузки при ЧСС около 160-170 уд/мин; во-вторых, по скорости восстановления ЧСС после указанной дозированной мышечной работы. Причем если испытуемый не способен поддерживать определенный темп в течение требуемого периода времени (пять минут – для лиц старше 18 лет), то это снижает итоговое значение (и наоборот), что заложено в формуле для расчета ИГСТ. Помимо этого, чем быстрее в организме протекают восстановительные процессы, тем выше количественные результаты пробы и, соответственно, уровень ОФР.

Преимущества Гарвардского степ-теста

и рекомендации по повышению точности оценки ОФР

Среди достоинств теста следует отметить его методическую простоту и отсутствие потребности в использовании специализированного измерительного оборудования – для проведения требуются только ступенька требуемой высоты, метром и секундомер. Возможность расчета ИГСТ, а значит и оценки ОФР, сохраняется даже в случае невозможности испытуемого в течение требуемого времени выполнять восхождение на ступеньку, поддерживая нужный темп, и при этом полностью разгибать ноги в коленных суставах на высоте ступеньки (важное методическое требование к применяемой в тесте физической нагрузке). В случае отклонения испытуемого от фиксированных параметров нагрузки выполнение теста прекращается досрочно, а в формулу для расчета ИГСТ вставляется фактическое время восхождения без нарушения количественных и качественных требований к физической нагрузке. Указанные преимущества, а также то, что для проведения Гарвардского степ-теста требуется не более 9 минут, позволяют широко применять его на практике.

Недостатки Гарвардского степ-теста

и рекомендации по их устранению

Несмотря на учет в методике пола и возраста, к недостаткам теста следует отнести отсутствие принятия во внимание тотальных размеров тела

испытуемого при определении параметров дозированной физической нагрузки: у лиц разной длины и массы тела подъем на ступеньку одной высоты будет связан с выполнением мышцами различной по величине механической работы. Это затрудняет унификацию нагрузки, которая предполагается во всех тестах по оценке ОФР.

Вообще индексы представляют собой математические формулы, устанавливающие соотношения между отдельными признаками. В частности ИГСТ представляет собой соотношение между показателями, имеющими неодинаковую физическую размерность (время выполнения нагрузки в секундах и ЧСС, измеряемое в ударах за 30 с). Это указывает на математическую нелогичность самого ИГСТ, представляющего собой отвлеченную математическую величину, не имеющую единиц измерения. Эти факты, а также то, что при оценке ОФР с помощью Гарвардского степ-теста исторически не рассчитывается относительный показатель, свидетельствуют о существенных ограничениях данного метода. Таким образом, в самой методике рассматриваемого теста, а также в формуле для расчета количественного выражения результатов содержатся неустраняемые недостатки, снижающие ценность рассматриваемого теста. Следовательно, затруднительно рекомендовать его для оценки уровня ОФР высококвалифицированных спортсменов, но допустимо – для лиц, занимающихся оздоровительной физической культурой, для которых описанные тонкости не имеют принципиального значения. Наиболее важной рекомендацией, способной повысить точность оценки ОФР при применении данной методики, является предложение точно следовать методике и сразу фиксировать момент нарушения испытуемым количественных и/или качественных параметров выполняемой физической нагрузки с последующим помещением в формулу для расчета ИГСТ длительности нагрузки без отклонений от заданных критериев.

Величина МПК считается одним из наиболее надежных показателей ОФР человека, поскольку является интегральным показателем аэробной производительности организма. В физиологии она рассматривается как один из ключевых прогностических показателей здоровья человека [10]. Для определения величины МПК в практике тестирования спортсменов традиционно используют тест со ступенчато повышающейся нагрузкой, выполняемой до отказа от работы [1, 2, 3, 5].

Преимущества прямого метода определения МПК и рекомендации по повышению точности оценки ОФР

Одним из важнейших условий достижения высокой результативности при применении прямого

метода измерения МПК, по сравнению с непрямыми, является возможность определения наиболее точных величин этого показателя, что дает возможность произвести наиболее точную оценку уровня ОФР. Как правило, он используется для исследования высококвалифицированных спортсменов. Как свидетельствуют литературные данные, наиболее точные величины МПК получают, если в тесте применяется физическая нагрузка, соответствующая специализации спортсмена [4]. На сегодняшний день предложено несколько моделей теста: например, МПК бегуна измеряют на тредмиле, велосипедиста – на велоэргометре, а гребца – на гребном тренажере и так далее. Данный факт дает неоспоримое преимущество прямому методу определения МПК по сравнению с любыми другими методиками оценки ОФР. Лучшим подтверждением сказанному является осознание того, что искомая величина устанавливается в этом тесте напрямую при измерении ее на испытуемом, выполняющем в конкретный момент исследования физическую нагрузку, близкую к максимальной. Повышению точности оценочных суждений об уровне ОФР способствует модель физической нагрузки, при которой задействуются те же мышечные группы, что и в соревновательном движении. Тест со ступенчато повышающейся физической нагрузкой помимо определения величины МПК позволяет оценить реакцию организма на всем диапазоне нагрузок – от минимальной до максимальной аэробной нагрузки, а также установить максимальную аэробную мощность – интенсивность, при которой достигается максимальная скорость потребления кислорода [5].

Сама методика, предполагающая несколько ступеней работы, последовательно наступающих в количестве, зависящем от функциональных возможностей испытуемого, предполагает автоматическую адаптацию пробы к индивидуальным возможностям организма конкретного спортсмена. Расчет относительной величины показателя (МПК), приведенной к единому знаменателю (мл/мин/кг), позволяет сопоставить уровень ОФР различных категорий испытуемых. Информационное пространство, в свою очередь, содержит большое количество публикаций оценочных таблиц с учетом специфики вида спорта, пола испытуемого и других индивидуальных особенностей (тотальных размеров тела, спортивной квалификации) по данной теме.

Недостатки прямого метода определения МПК и рекомендации по их устранению

При несомненных достоинствах описываемого метода его широкому применению препятствуют следующие факторы:

- 1) для его проведения требуется сложная аппаратура и специально обученный персонал (метод относительно дорогостоящий);
- 2) процедура носит изнуряющий характер, и, следовательно, метод небезопасен для обследуемого;
- 3) при проведении должен присутствовать медработник, так как метод связан с предельным напряжением функций организма;
- 4) на результатах этого теста может сказаться субъективное отношение испытуемого к процедуре, поскольку при применении прямого метода от испытуемого требуется желание выполнить предельную работу до отказа, что не всегда достижимо.

Этот ряд может быть продолжен. Многолетний опыт применения теста показал, что испытуемый, принимающий участие в исследовании, должен иметь высокую функциональную готовность организма и обладать хорошо отработанными навыками выполнения работы на приборе, применяемом для задания физической нагрузки (чаще тремиле). Следовательно, методику затруднительно воспроизводить с неподготовленными лицами. Маски, применяемые в газоаналитических исследованиях, оказывают сопротивление дыханию, а также увеличивают анатомическое мертвое пространство дыхательных путей. Изучение вопроса о влиянии их на точность определения абсолютной величины МПК показало, что дыхательная маска представляет собой дополнительную нагрузку на систему дыхания и аппарат кровообращения при мышечной работе [3]. Это, в свою очередь, неизбежно искажает (занижает) получаемый результат и на современном этапе является трудноустраняемым препятствием. Отсутствие мотивации у испытуемого к достижению максимально возможной для него мощности работы в процессе теста также способно снизить точность измерения. Следовательно, испытуемый перед началом теста должен понимать, что от него требуется, и быть заинтересован в получении результата.

В качестве методического совета, способного повысить точность измерения искомой величины, следует привести следующее. Мощность физической нагрузки на первой ступени работы следует подбирать для практически здоровых лиц мужского пола с предполагаемой средней физической подготовленностью из расчета 6 кгм/мин или 1 Вт на 1 кг массы тела, для лиц с предполагаемой низкой физической работоспособностью – 3 кгм/мин (0,5 Вт) на 1 кг массы тела. Для женщин рекомендуемые величины составляют, соответственно, 4 и 2 кгм/мин

на 1 кг массы. Увеличение мощности каждой следующей ступени может примерно соответствовать тем же величинам или быть несколько ниже. Поскольку, как наблюдалось в собственных исследованиях, а также у других авторов, если в тесте со ступенчато возрастающей физической нагрузкой величина прироста мощности достаточно велика (50 Вт и более), то спортсмен может отказаться от работы на последней ступени, так и не выйдя на свой индивидуальный максимум по величине потребления кислорода [5]. Опыт показал, что выход на плато при определении МПК прямым путем наблюдается у разных испытуемых в довольно широком диапазоне ЧСС – от 170 до 200 уд/мин и может занимать у некоторых испытуемых, особенно высокотренированных на развитие выносливости, слишком много времени (до 15-20 минут). Дополнительным фактором (помимо ЧСС), указывающим на близость момента достижения МПК, может выступать момент, когда выделение углекислого газа начинает превышать потребление кислорода (ПАНО), то есть точка изменения наклона соотношения скоростей потребления кислорода и выделения углекислоты [1].

В основе определения МПК по номограмме Астранда, представляющей собой графическое представление физиологической функции организма человека, лежит линейная зависимость между мощностью выполняемой физической нагрузки, ЧСС и текущим потреблением кислорода.

Преимущества определения МПК

по номограмме Астранда и рекомендации по повышению точности оценки ОФР

Данная методика лишена целого ряда недостатков, присущих прямому методу: не требуется сложная аппаратура, применяемая физическая нагрузка является непределенной, на результат не оказывает существенного влияния субъективное отношение испытуемого к процедуре. Относительная простота и доступность тестовой процедуры позволяет широко применять ее, в том числе и для исследования пожилых и неподготовленных лиц. Применяемая в тесте пятиминутная физическая нагрузка неменяющейся мощности позволяет дополнительно оценивать функциональное состояние спортсмена по степени прироста ЧСС на протяжении каждой минуты работы. Основным критерий, используемый для обоснования того, что физическая нагрузка во многих тестах по оценке общей физической работоспособности для лиц старше 18 лет задается в течение пяти минут, состоит в том, что к этому времени происходит вратывание и сердечно-сосудистая система достигает

в работе устойчивого состояния. Это означает, что на первых трех минутах ЧСС испытуемого прогрессивно возрастает, а примерно к четвертой минуте стабилизируется. Чем быстрее наступает стабилизация показателя, тем выше функциональное состояние организма и уровень ОФР.

К преимуществам методики традиционно относим возможность расчета относительного интегрального показателя ОФР и возможность ее оценки с учетом многих индивидуальных факторов (пола, возраста, вида спорта, квалификации, тотальных размеров тела). Наиболее предпочтительным способом выполнения физической нагрузки (по сравнению со степ-тестовым) является велоэргометрическая работа, которая позволяет сохранять определенную интенсивность работы и вовлекать в деятельность большие группы мышц. При этом целесообразно, чтобы частота вращения педалей велоэргометра находилась в диапазоне 60-70 оборотов в минуту (комфортная частота поддержания циклической работы для испытуемого).

Недостатки определения МПК по номограмме Астранда и рекомендации по их устранению

Как любой непрямой метод, в точности измерения искомого параметра методика уступает прямому методу определения МПК, поэтому ее сложно рекомендовать для оценки ОФР высоко-тренированных спортсменов. Практика показывает, что при проведении прямого и непрямого метода определения МПК у одного и того же испытуемого в один и тот же период времени (но, разумеется, в разные дни) значения параметра оказываются отличными друг от друга. Априори с учетом ожидания большей точности от прямо-

го метода по сравнению с (любым) косвенным следует считать, что величины МПК, полученные прямым методом, более точны. Наблюдения показывают, что точность исследования можно повысить путем индивидуального подбора физической нагрузки таким образом, чтобы в конце пятой минуты работы значение ЧСС стремилось к верхнему диапазону, учтенному в номограмме. И наоборот, чем ниже ЧСС у испытуемого в конце нагрузки, тем более завышенные величины МПК у него определяются по номограмме Астранда. Индивидуализировать же мощность задаваемой нагрузки в тесте удобнее при использовании велоэргометра, чем восхождения на ступеньку. Выше уже были рассмотрены ограничения, связанные со степ-тестовой дозированной работой, которые в полной мере распространяются и на данную методику.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Для оценки ОФР организма человека в практике спортивной медицины применяют нагрузочные тесты, моделирующие реальную мышечную деятельность. Каждый из рассматриваемых в статье тестов имеет назначение, отличается целесообразностью применения для того или иного контингента испытуемых, ограничивается возможностью использования в тех или иных условиях, имеет свои преимущества и недостатки, которые в ряде случаев могут быть нивелированы. Понимание этих условий позволяет подходить к оценке ОФР более осмысленно и повышать точность оценочных суждений. При этом по совокупности факторов наибольшую точность для оценки ОФР предоставляет прямой метод определения МПК.

ЛИТЕРАТУРА

- Алтухов, Н. Д. Сравнительный анализ способов определения порога анаэробного обмена в спорте / Н. Д. Алтухов, В. А. Александрова, В. В. Шиян, Н. Н. Волков // Теория и практика прикладных и экстремальных видов спорта. – 2011. – № 3 (22). – С. 46-51.
- Андриянова, Е. Ю. Спортивная медицина : учебное пособие для вузов / Е. Ю. Андриянова. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Издательство Юрайт, 2020. – С. 145-157.
- Карпман, В. Л. Исследование физической работоспособности у спортсменов / В. Л. Карпман, З. Б. Белоцерковский, М. А. Гудков. – М.: Физкультура и спорт, 1974. – С. 23-34.
- Ньютон, Р. Пробы с физической нагрузкой и оценка состояния спортсмена / Р. Ньютон, П. Лаурсен, У. Янг // Олимпийской руководство по спортивной медицине. Пер. с англ. Науч. редактор В. В. Уйба. – М. : Практика, 2011. – С. 196-237.
- Попов, Д. В. Аэробная работоспособность человека / Д. В. Попов, О. Л. Виноградова, А. И. Григорьев // Ин-т медико-биологических проблем РАН. – М. : Наука, 2012. – С. 9-15.
- Aleksandravičienė, R. Assessment of Physical Working Capacity of Differently Trained and Aged Female Aerobic Gymnasts/ R. Aleksandravičienė, J. Liaudeneckaitė, R.L. Iaugminienė, A. Siaurodinaitė, L. & Stasiulevičienė // Baltic Journal of Sport and Health Sciences. – 2012. – 3(86) [Электронный ресурс]. – Режим доступа - <https://doi.org/10.33607/bjshs.v3i86.261> (дата обращения 29.08.2022).
- Ann-Sofie, Lindberg. Field tests for evaluating the aerobic work capacity of firefighters/ Ann-Sofie Lindberg, Juha Oksa, Désirée Gavhed, Christer Malm [Электронный ресурс]. – Режим доступа - <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23844153/> (дата обращения 05.07.2022).
- Heyman, E. Accuracy of physical working capacity 170 to estimate aerobic fitness in prepubertal diabetic boys and in 2 insulin dose conditions / E. Heyman, D. Briard, M. Deckerdanet, A. Gratas-Delamarche, P. Delamarche // Journal of Sports Medicine and Physical Fitness. – 2006. – 46(2). – P. 315-321.
- Justin, Bland. The PWC170: comparison of different stage lengths in 11-16 year olds/ Justin Bland, Karin Pfeiffer, Joey C Eisenmann [Электронный ресурс]. – Режим доступа - <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21938547/> (дата обращения 29.08.2022).
- Langeskov-Christensen, Martin. Aerobic capacity in persons with multiple sclerosis: a systematic review and meta-analysis/ Martin Langeskov-Christensen, Martin Heine, Gert Kwakkel, Ulrik Dalgas // Sports Medicine (Auckland, N.Z.). – 2015. – 45(6). – P. 905-923.

11. Mielke, M. The development of rating of perceived exertion-based tests of physical working capacity / Michelle Mielke, Terry J Housh, Moh H Malek, Travis W Beck, Richard J Schmidt, Glen O Johnson // *Journal of Strength and Condition Research*. – 2008. – Jan;22(1). – P. 293-302.
12. Svannshvili, R A. Athletes' physical working capacity / R. A. Svannshvili, Z. G. Sopromadze, Z. G. Kakhbrishvili, T. R. Svannshvili, L. M. Maskhuliia // *Georgian Med News*. – 2009. – Jan;(166). – P. 68-73.

REFERENCES

1. Altukhov N.D. Comparative analysis of methods for determining the threshold of anaerobic metabolism in athletes / N.D. Altukhov, V.A. Alexandrova, V.V. Shiyani, N.N. Volkov // *Theory and practice of applied and extreme sports*. – 2011. – № 3 (22). – pp. 46-51.
2. Andriyanova, E. Yu. *Sports medicine: a textbook for universities* / E. Yu. Andriyanova. – 2nd ed., reprint. and add. – Moscow: Yurayt Publishing House, 2020. – pp. 145-157.
3. Karpman V. L. Investigation of physical working capacity in athletes / V. L. Karpman, Z.B. Belotserkovsky, M. A. Gudkov. – M.: Physical culture and sport, 1974. – pp. 23-34.
4. Newton R. Tests with physical activity and assessment of the athlete's condition / R. Newton, P. Laursen, W. Yang // *Olympic Guide to sports medicine*. Translated from English. Scientific editor V.V. Uiba. – M.: Practice, 2011. – pp. 196-237.
5. Popov D.V. Human aerobic physical working capacity / D.V. Popov, O.L. Vinogradova, A.I. Grigoriev // *Institute of Biomedical Problems of the Russian Academy of Sciences*. – M.: Nauka, 2012. – pp. 9-15.
6. Aleksandravičienė, R. Assessment of Physical Working Capacity of Differently Trained and Aged Female Aerobic Gymnasts // R. A. Aleksandravičienė, J. Liaudeneckaitė, R. L. Iaugminienė, A. Siaurodinasi, L. & Stasiulevičienė. *Baltic Journal of Sport and Health Sciences*. – 2012. – 3(86) [Electronic resource]. – Access mode - <https://doi.org/10.33607/bjshs.v3i86.261> (date of reference 29.08.2022).
7. Ann-Sofie, Lindberg. Field tests for evaluating the aerobic work capacity of firefighters/ Ann-Sofie Lindberg, Juha Oksa, Désirée Gavhed, Christer Malm [Electronic resource]. – Access mode - <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23844153/> (date of reference 05.07.2022).
8. Heyman, E. Accuracy of physical working capacity 170 to estimate aerobic fitness in prepubertal diabetic boys and in 2 insulin dose conditions / E. Heyman, D. Briard, M. Dekerdanet, A. Gratas-Delamarche, P. Delamarche // *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*. – 2006. – 46(2). – P. 315-321.
9. Justin, Bland. The PWC170: comparison of different stage lengths in 11-16 year olds/ Justin Bland, Karin Pfeiffer, Joey C Eisenmann [Electronic resource]. – Access mode - <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21938547/> (date of reference 29.08.2022).
10. Langeskov-Christensen, Martin. Aerobic capacity in persons with multiple sclerosis: a systematic review and meta-analysis/ Martin Langeskov-Christensen, Martin Heine, Gert Kwakkel, Ulrik Dalgas // *Sports Medicine (Auckland, N.Z.)*. – 2015. – 45(6). – P. 905-923.
11. Mielke, M. The development of rating of perceived exertion-based tests of physical working capacity / Michelle Mielke, Terry J Housh, Moh H Malek, Travis W Beck, Richard J Schmidt, Glen O Johnson // *Journal of Strength and Condition Research*. – 2008. – Jan;22(1). – P. 293-302.
12. Svannshvili, R A. Athletes' physical working capacity / R. A. Svannshvili, Z. G. Sopromadze, Z. G. Kakhbrishvili, T. R. Svannshvili, L. M. Maskhuliia // *Georgian Med News*. – 2009. – Jan;(166). – P. 68-73.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ:

Андриянова Екатерина Юрьевна (Andriyanova Ekaterina Yur'evna) – доктор биологических наук, профессор кафедры физиологии и спортивной медицины; Великолукская государственная академия физической культуры и спорта; 182105, Псковская область, г. Великие Луки, пл. Юбилейная д.4; e-mail: vlgaftc@mail.ru; ORCID: 0000-0001-8417-1701.

Поступила в редакцию 1 августа 2022 г.
Принята к публикации 28 августа 2022 г.

ОБРАЗЕЦ ЦИТИРОВАНИЯ

Андриянова Е.Ю. Преимущества и недостатки тестов по оценке уровня общей физической работоспособности спортсменов и лиц, занимающихся физической культурой / Е.Ю. Андриянова // *Наука и спорт: современные тенденции*. – 2022. – Т. 10, № 3. – С. 6-13. DOI: 10.36028/2308-8826-2022-10-3-6-13

FOR CITATION

Andriyanova E.Yu. Advantages and disadvantages of tests to assess the level of general physical performance of athletes and persons engaged in physical activity. *Science and sport: current trends*, 2022, vol. 10, no.3, pp. 6-13 (in Russ.) DOI: 10.36028/2308-8826-2022-10-3-6-13