

УДК 796.012.12

**ОЦЕНКА УРОВНЯ ВЫНОСЛИВОСТИ****<sup>1</sup>Полевщиков М.М., <sup>1</sup>Дорогова Ю.А., <sup>2</sup>Роженцов В.В., <sup>3</sup>Афоньшин В.Е.**<sup>1</sup>ФГБОУ ВПО «Марийский государственный университет»,  
Йошкар-Ола, e-mail: mmpol@yandex.ru;<sup>2</sup>Межрегиональный открытый социальный институт, Йошкар-Ола, e-mail: vrozhentsov@mail.ru;<sup>3</sup>ООО «ЛЭМА», Йошкар-Ола, e-mail: lod@mari-el.ru

В исследовании приняли участие 10 спортсменов, специализирующихся в циклических видах спорта. Квалификация испытуемых – I разряд и КМС. При велоэргометрии с нагрузкой, равной 75% ДМПК, испытуемым периодически предъявляли парные световые импульсы. Испытуемые определяли пороговый межимпульсный интервал (МИИ), при котором два импульса в паре сливаются в один. Строился график в координатах «значение порогового МИИ – время тестирования». Тестирование повторяли через двое суток отдыха с нагрузкой, увеличенной на 50 Вт, до тех пор, пока график порогового МИИ не имел нисходящий тренд. Уровень развития выносливости испытуемого определяли по предыдущему графику, имеющему «плато», по времени резкого уменьшения значений порогового МИИ. Выход индивидуального графика порогового МИИ на «плато» свидетельствует о том, что процессы регуляции вегетативных функций во всех органах и системах организма закончены и весь организм действительно находится в состоянии оптимальной работоспособности. С развитием утомления ЦНС переходит в состояние напряженности, значения порогового МИИ резко уменьшаются.

**Ключевые слова:** выносливость, методы оценки, парные световые импульсы**ASSESSMENT OF THE LEVEL OF ENDURANCE****<sup>1</sup>Polevschikov M.M., <sup>1</sup>Dorogova Yu.A., <sup>2</sup>Rozhentsov V.V., <sup>3</sup>Afonshin V.E.**<sup>1</sup>Mary State University, Yoshkar-Ola, e-mail: mmpol@yandex.ru;<sup>2</sup>Interregional Open Social Institute, Yoshkar-Ola, e-mail: vrozhentsov@mail.ru;<sup>3</sup>LLC LEMA, Yoshkar-Ola, e-mail: lod@mari-el.ru

The study involved 10 athletes specializing in cyclic sports. Qualification subjects – I category and candidate masters. At veloergometry load equal to 75% DMPC, subjects were periodically presented with paired light pulses. The subjects determined the threshold medimpulse interval (MI), in which two pulse pair merge into one. The chart was made in the coordinates «value of threshold MI – testing». Testing was repeated after two days of rest with the load increased by 50 W until graph of threshold until MI had a downward trend. The level of development of endurance test were determined according to previous schedule, with a «plateau», at time of sharp reduction of threshold values of MI. The output of individual graphics threshold MI «plateau» suggests that the processes of regulation of autonomic functions in all organs and systems of the body are finished and the entire body really is in a state of optimal health. With the development of fatigue of the Central nervous system enters a state of tension, the values of threshold MI is sharply diminished.

**Keywords:** endurance, evaluation methods, paired light pulses

Одним из важнейших физических качеств, в значительной степени определяющим резервные возможности организма человека и его работоспособность, является общая выносливость. Она играет большую роль в оптимизации жизнедеятельности организма и рассматривается как необходимый компонент физического здоровья. Выносливость характеризует стабильность и надежность работы всех систем организма, предполагает сохранение двигательных и психических функций и обеспечивает реализацию потенциала личности в избранной деятельности. Выносливость человека, его физическая подготовленность являются главными составляющими, на основе которых формируется чувство уверенности в своих силах, в достижении поставленных целей.

Выносливость – многофункциональное свойство человеческого организма и инте-

грирует в себе большое число процессов, происходящих на различных уровнях: от клеточного до организменного. Мерой выносливости обычно является время, в течение которого человек способен поддерживать заданную интенсивность деятельности. Ведущая роль в проявлении выносливости, как показывают результаты научных исследований, принадлежит системам, осуществляющим энергетический обмен веществ (прежде всего сердечно-сосудистой и дыхательной), вегетативным системам, которые его обеспечивают, а также центральной нервной системе (ЦНС), регулирующие процессы, происходящие в организме [7].

Большинство используемых способов оценки выносливости не обеспечивают получение точной количественной информации об ее уровне и изменениях под воздействием применяемых средств и методов

тренировки. К ним относятся способы, описанные [10]:

– на определении сдвигов физиологических или биохимических показателей, происходящих в организме, таких как уровень потребления кислорода, величина кислородного долга, максимум накопления молочной кислоты и др.;

– на анализе взаимосвязи регистрируемых метаболических показателей, мощности и предельной продолжительности упражнения. Примером являются показатели границы выносливости, критической мощности, мощности истощения, порога анаэробного обмена, максимальной анаэробной мощности и др.

Первым и крайне чувствительным индикатором изменений, происходящих в организме, является психофизиологическое состояние организма человека. Установлено влияние физической нагрузки на параметры анализаторных систем, обнаружено снижение их функциональных возможностей и увеличение уровня их порогов [3]. Ранее авторами показана возможность оценки уровня выносливости с использованием метода парных световых импульсов, однако предложенный способ не позволяет оценить ее индивидуальный уровень [5].

**Цель исследования** – разработка способа оценки индивидуального уровня выносливости, позволяющего повысить достоверность его диагностики.

#### **Материалы и методы исследования**

В исследовании приняли участие 10 обученных спортсменов в возрасте от 20 до 22 лет с нормальным зрением, специализирующихся в циклических видах спорта: бегуны на длинные дистанции и лыжники-гонщики. Квалификация испытуемых – 1 разряд и кандидаты в мастера спорта. От каждого испытуемого получено согласие на проведение тестирования.

Тестирование выполнялось в первой половине дня с 9 до 12 часов, световые импульсы предъявлялись бинокулярно. Испытуемые выполняли тестирование с использованием велоэргометра модели «Kettler X1» № 7681-000 в положении сидя со скоростью педалирования 60 об/мин. Во время тестирования врачом выполнялся постоянный контроль состояния испытуемого по его внешнему виду, частоте сердечных сокращений и артериальному давлению, изменения которых служили основанием для прекращения тестирования.

Способ оценки уровня выносливости основан на определении времени возбуждения, характеризующего скорость возбудительных процессов в ЦНС [9]. Испытуемому с помощью велоэргометра задавался тест с постоянной нагрузкой, равной 75% должного максимального потребления кислорода, и предъявлялась последовательность парных световых импульсов длительностью 200 мс, разделенных начальным межимпульсным интервалом (МИИ), равным 70 мс, повторяющихся через постоянный временной интервал 1 с.

В процессе тестирования периодически, через каждые 2 минуты, методом последовательного приближения определялся пороговый МИИ, при котором два импульса в паре сливаются в один [6]. По полученным значениям порогового МИИ строился график его динамики в координатах «значение порогового МИИ – время тестирования». Тестирование прекращалось, когда значения порогового МИИ резко уменьшались или по решению врача.

Тестирование повторялось через двое суток отдыха с нагрузкой, увеличенной на 50 Вт, до тех пор, пока график порогового МИИ не будет иметь нисходящий тренд. Уровень развития выносливости испытуемого определялся по предыдущему графику порогового МИИ, имеющему «плато», по времени резкого уменьшения значений порогового МИИ [8].

#### **Результаты исследования и их обсуждение**

В качестве примера приведем результаты тестирования испытуемого Т., 22 лет, кандидата в мастера спорта по лыжным гонкам. Испытуемый выполнил тестирование с нагрузкой постоянной мощности, равной 195 Вт, соответствующей 75% должного максимального потребления кислорода, определенного по номограммам Б.П. Преварского. График значений порогового МИИ в процессе тестирования представлен на рис. 1.

Анализ динамики порогового МИИ в процессе тестирования показывает, что на графике отсутствует уменьшение значений порогового МИИ. Это свидетельствует о том, что состояние ЦНС в процессе тестирования не меняется, ее утомление при данной нагрузке за время тестирования не наступает.

Испытуемый Т. повторил тестирование через двое суток отдыха с нагрузкой, равной 245 Вт, соответствующей 94% должного максимального потребления кислорода, и еще через двое суток отдыха с нагрузкой, равной 295 Вт, соответствующей 114% должного максимального потребления кислорода. График значений порогового МИИ в процессе последнего тестирования представлен на рис. 2.

Анализ динамики порогового межимпульсного интервала в процессе тестирования при нагрузке 295 Вт позволяет оценить уровень развития выносливости по продолжительности времени нахождения графика на «плато» от 6 до 58 минут, равной 52 минутам. После 58 минуты тестирования значения порогового МИИ резко уменьшаются. В это время необходимо закончить тестирование, иначе дальнейшая нагрузка приведет к переутомлению.

Испытуемый Т. повторил тестирование через двое суток отдыха с нагрузкой, равной 345 Вт, соответствующей 132% должного максимального потребления кислорода.

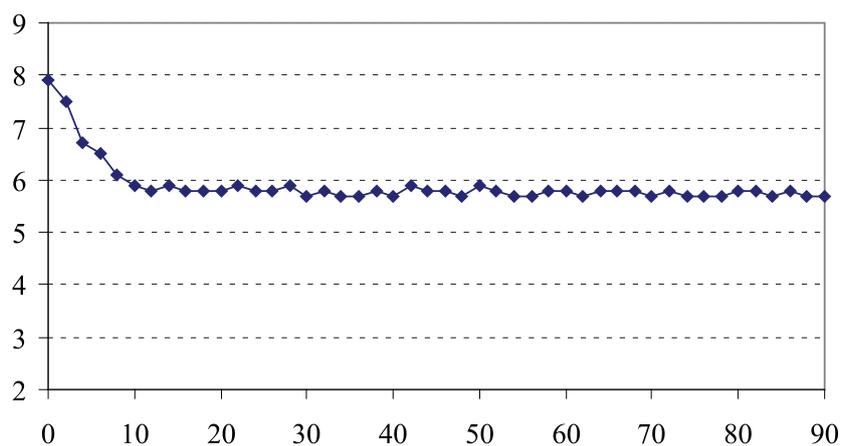


Рис. 1. График порогового МИИ при тестировании с нагрузкой 195 Вт. По горизонтальной оси – время тестирования, мин; по вертикальной оси – значение порогового МИИ, мс

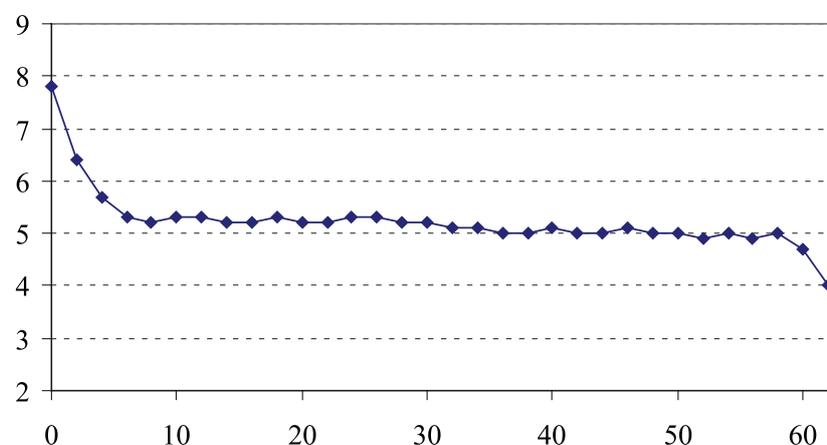


Рис. 2. График порогового МИИ при тестировании с нагрузкой 295 Вт. По горизонтальной оси – время тестирования, мин; по вертикальной оси – значение порогового МИИ, мс

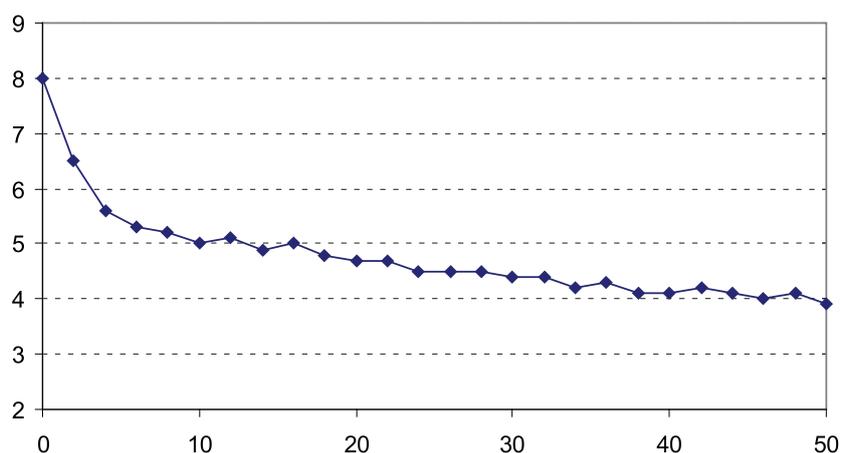


Рис. 3. График порогового МИИ при тестировании с нагрузкой 345 Вт. По горизонтальной оси – время тестирования, мин; по вертикальной оси – значение порогового МИИ, мс

Тестирование прекращено по требованию врача. График значений порогового МИИ в процессе тестирования представлен на рис. 3.

Анализ динамики порогового МИИ в процессе тестирования показывает, что нагрузка, равная 345 Вт, соответствующая 132% должного максимального потребления

кислорода, для испытуемого Т. является чрезмерной, так как график имеет нисходящий тренд.

Выход графика порогового МИИ в процессе тестирования на «плато» свидетельствует о том, что ЦНС находится в квазистационарном режиме, то есть процессы регуляции вегетативных функций во всех органах и системах организма закончены и весь организм действительно находится в состоянии оптимальной работоспособности. В квазистационарном режиме наблюдается вариабельность значений порогового МИИ, обусловленная стохастичностью ЦНС как сложного биологического объекта.

Изменения в организме, обусловленные развитием утомления, заключаются в дискоординации процессов в органах и системах организма, увеличении физиологической стоимости работы. Состояние ЦНС, осуществляющей регуляцию процессов, происходящих в организме человека, меняется. ЦНС переходит в состояние напряженности, о чем свидетельствует резкое уменьшение значений порогового МИИ между двумя импульсами в паре.

Чаще всего для оценки выносливости используют эргометрический метод, заключающийся в непосредственном измерении объема и интенсивности выполняемой работы. Использование нелинейной математической модели [12] позволяет оценивать мощность всех энергетических систем организма, а также их интегральную мощность. Этот подход в последние годы приобрел множество сторонников благодаря своей простоте и надежности. Так для оценки выносливости используют: бег на 1000 и на 2000 м; трехминутный и шестиминутный бег; безнагрузочный фитнес-тест, разработанный компанией Polar, определяющий индекс индивидуальной подготовленности Own Index, аналогичный показателю максимального потребления кислорода относительно веса тела [2].

В то же время, по мнению В.Д. Сонькина и Г.М. Масловой [11], эргометрические методы не дают возможность оценить экономичность и «физиологическую стоимость» выполняемой мышечной работы. По этой причине авторы считают, что для целей индивидуальной диагностики они должны сочетаться с измерениями физиологических показателей.

Построение тренировочного процесса должно базироваться на изучении динамики функциональных возможностей спортсменов в течение различных периодов тренировок. Одним из путей подготовки квалифицированных спортсменов является

внедрение в тренировочный процесс научно обоснованных методов управления на основе анализа экспресс-информации физиологических и биологических параметров, позволяющих объективно оценивать функциональное состояние ЦНС [1].

Основные свойства нервных процессов (сила, лабильность, подвижность, динамичность, уравновешенность), уровень их функционального напряжения, состояние психоэмоциональной сферы организма во многом определяют общую стратегию адаптации, её эффективность и психологическую подготовленность к тренировочно-соревновательной деятельности, обуславливают особенности индивидуального поведения спортсмена в разных спортивных ситуациях. Определение психофизиологических параметров спортсменов позволяет оценить функциональное состояние ЦНС, степень утомления при занятиях спортом, задать индивидуальный объем физической нагрузки и ее интенсивность, не допуская состояния переутомления.

Так, показано, что общее время реакции на сигнал зависит от функционального состояния человека, в том числе утомления, типа высшей нервной деятельности, уровня активного внимания. Время реакции на сигнал отражает как сенсорную возбудимость (рецепторный и центральный аппарат), так и функциональную подвижность. Данная методика, по мнению В.М. Башкина [1], позволяет оперативно и без применения сложных тестов и клинических исследований определять важнейший показатель функционального состояния ЦНС – степень утомления, а на основе результатов обследования спортсменов дать возможность тренеру скорректировать тренировочный процесс в реальном масштабе времени.

В циклических видах спорта, особенно при беге, ЦНС обеспечивает управление движениями, осуществляемыми с очень высокой скоростью, требующими высокого уровня возбудимости и лабильности нервных центров, подвижности и сбалансированности нервных процессов. Для оценки параметров деятельности ЦНС используются критическая частота слияния мельканий, отражающая лабильность и подвижность нервных процессов; методики определения скорости и четкости зрительных восприятий; теппинг-тест, позволяющий оценить тип нервной системы; реакция на движущийся объект, отражающая баланс нервных процессов; простая зрительно-моторная реакция, характеризующая функциональную подвижность нервных процессов [4].

Однако, как отмечает В.М. Башкин [1], данные литературного обзора и опроса специалистов-физиологов показали, что существует очень мало методов, которые бы с высокой достоверностью и информативностью определяли функциональное состояние ЦНС спортсменов в динамике.

Предложенный способ оценки уровня выносливости с использованием парных световых импульсов путем анализа динамики порогового МИИ может использоваться непосредственно при занятиях физической культурой и спортом и позволяет повысить достоверность его диагностики.

### Заключение

В работе представлен способ индивидуальной оценки уровня выносливости при занятиях физической культурой и спортом путем анализа динамики порогового МИИ, характеризующего скорость возбуждающих процессов в ЦНС. Исследованием установлено, что предложенный способ позволяет оперативно определить функциональное состояние ЦНС, степень ее утомления при занятиях спортом, регулировать индивидуальный объем и интенсивность физической нагрузки, не допуская развития переутомления.

### Список литературы

1. Башкин В.М. Исследование изменения функционального состояния центральной нервной системы спортсменов в течение различных тренировочных периодов // Ученые записки университета им. П.Ф. Лесгафта. – 2009. – № 9. – С. 8–11.
2. Козлов И.С. Методика развития общей выносливости у студентов нефизкультурных вузов // Ученые записки университета им. П.Ф. Лесгафта. – 2008. – № 9. – С. 30–33.
3. Краснов М.М. Офтальмологическая практика и общее состояние организма // Вестник офтальмологии. – 2003. – № 4. – С. 4–6.
4. Петрова Т.Г., Шаханова А.В., Хасанова Н.Н., Коновалова Г.М. Нейрофизиологический статус и его связь с морфотипом у спортсменов-легкоатлетов // Вестник Адыгейского государственного университета. Серия 4: Естественно-математические и технические науки. – 2012. – № 1. – С. 116–122.
5. Полевщиков М.М., Роженцов В.В., Шабрукова Н.П., Матвеев Р.Ю. Метрологическое обоснование совершенствования способов оценки уровня развития выносливости // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Образование, здравоохранение, физическая культура. – 2009. – № 21. – С. 137–141.
6. Полевщиков М.М., Роженцов В.В., Палагин Ю.С., Матвеев Р.Ю. Определение наступления утомления человека при выполнении физической нагрузки психофизиологическими методами // Вестник восстановительной медицины. – 2010. – № 3. – С. 22–24.
7. Полевщиков М.М., Роженцов В.В., Шабрукова Н.П., Палагин Ю.С. Количественная оценка уровня развития физической выносливости // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Образование, здравоохранение, физическая культура. – 2010. – № 22. – С. 119–122.
8. Полевщиков М.М., Минаков Ю.А., Роженцов В.В., Афоньшин В.Е. Способ оценки уровня развития выносливости // Патент России № 2493767. 2013. Бюл. № 27.
9. Роженцов В.В., Полевщиков М.М. Оценка скорости возбуждающих процессов нервной системы спортсмена // Спортивный психолог. – 2010. – № 2. – С. 74–77.
10. Сокунова С.Ф. Контроль за уровнем развития выносливости спортсменов // Теория и практика физической культуры. – 2002. – № 8. – С. 56–59.
11. Сонькин В.Д., Маслова Г.М. Проблема оценки физической работоспособности детей и подростков // Новые исследования. – 2008. – № 16–1. – С. 43–51.
12. Фарфель В.С. Физиологические основы классификации физических упражнений. В кн.: Руководство по физиологии. Физиология мышечной деятельности, труда и спорта. – Л.: Наука, 1969. – С. 425–439.