

МЕТРОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ СПОСОБОВ ОЦЕНКИ УРОВНЯ РАЗВИТИЯ ВЫНОСЛИВОСТИ

М.М. Полевщикова, *В.В. Рожнецов, Н.П. Шабрукова, Р.Ю. Матвеев
ГОУ ВПО Марийский государственный университет (МарГУ);
***ГОУ ВПО Марийский государственный технический университет**
(МарГТУ), г. Йошкар-Ола

Исследован способ оценки уровня развития выносливости методом парных световых импульсов по времени нахождения графика порогового межимпульсного интервала на «плато».

Ключевые слова: циклические виды спорта, выносливость, психофизиологические параметры.

Введение. Во многих видах спорта аэробной направленности большое значение имеет развитие выносливости, проявляющееся в виде способности длительно поддерживать необходимую мышечную работоспособность и сопротивляться развитию утомления. В практике педагогического и медико-биологического контроля в настоящее время отсутствуют единые методические установки при выборе наиболее адекватных критериев и способов диагностики уровня развития выносливости.

Большинство используемых способов не обеспечивают получения точной количественной информации об уровне развития выносливости и ее изменениях под воздействием применяемых средств и методов тренировки. К таким относятся способы, основанные на определении сдвигов физиологических или биохимических показателей, происходящих в организме, таких как уровень потребления кислорода, величина кислородного долга, максимум накопления молочной кислоты и др. [10]. Сюда же относятся способы, основанные 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. [10].

Методы и организация исследования. В регуляторных процессах, происходящих в организме человека, доминирующая роль принадлежит цен-

тральной нервной системе, поэтому при оценке состояния человека необходимо оценивать состояние самой центральной нервной системы [4].

В качестве психофизиологических параметров, характеризующих состояние центральной нервной системы, используются психофизиологические параметры состояния зрительного анализатора, так как эффективность его функционирования зависит, прежде всего, от уровня функционирования центральной нервной системы [2].

Исследуемый способ оценки уровня развития выносливости заключается в следующем [8]. Испытуемому с помощью велоэргометра задают тест с постоянной нагрузкой и предъявляют последовательность парных световых импульсов длительностью 200 мс, разделенных начальным межимпульсным интервалом, равным 70 мс, повторяющихся через постоянный временной интервал 1 с, как показано на рис. 1.

В процессе тестирования периодически методом последовательного приближения определяют пороговый межимпульсный интервал, при котором два импульса в паре сливаются в один (рис. 2, интервал времени $T_1 - T_2$).

По полученным значениям порогового межимпульсного интервала строят график его динамики в координатах «значение порогового межимпульсного интервала – время тестирования». Уровень развития выносливости оценивают по времени нахождения графика порогового межимпульс-

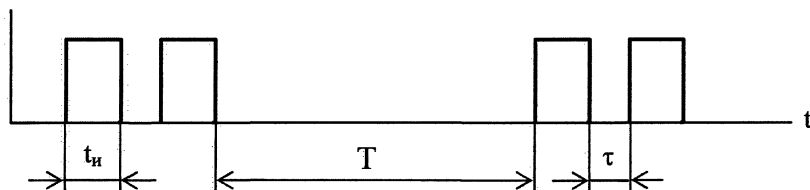


Рис. 1. Временная диаграмма последовательности парных световых импульсов, предъявляемых испытуемому в процессе тестирования, где t_n – длительность светового импульса; τ – длительность межимпульсного интервала; T – длительность временного интервала повторения парных световых импульсов

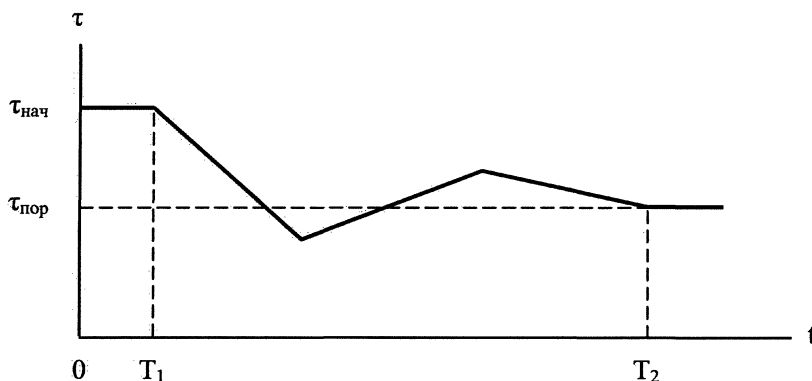


Рис. 2. Временная диаграмма изменения длительности межпульсного интервала при определении его порогового значения

ного интервала на «плато» (горизонтальная часть графика).

Исследование было выполнено на группах (контрольной и экспериментальной) спортсменов, специализирующихся в циклических видах спорта: бегуны на длинные дистанции и лыжники-гонщики ($n = 16$). Квалификация испытуемых – I разряд и кандидаты в мастера спорта. Для определения динамики развития работоспособности и выносливости в ходе учебно-тренировочного процесса через каждые две недели тестирование повторялось с нагрузкой, соответствующей тренировочной. По результатам тестирования интенсивность и длительность нагрузки корректировались.

За неделю до соревнований проведено контрольное тестирование испытуемых. Анализ результатов тестирования показал, что если до начала учебно-тренировочного процесса различия работоспособности до наступления переутомления между контрольной и экспериментальной группой были статистически недостоверны, то тренировки в экспериментальной группе с индивидуально устанавливаемой и корректируемой нагрузкой привели к большему росту работоспособности и выносливости, что подтвердилось результатами выступлений на соревнованиях.

Результаты и их обсуждение. Покажем использование способа оценки уровня развития вы-

носливости на примере двух спортсменов.

Испытуемый П., 22 лет, кандидат в мастера спорта по лыжным гонкам, выполнил тестирование с использованием велоэргометра модели ВЭ-05 «Ритм» ТУ 200 УССР 45–86 в положении сидя со скоростью педалирования 60 об/мин. Величина нагрузки постоянной мощности принималась равной 100 % должного максимального потребления кислорода, определяемого по номограммам Б.П. Преварского. Во время тестирования выполнялся постоянный контроль состояния испытуемого по его внешнему виду, частоте сердечных сокращений и артериальному давлению, изменения которых служили врачу основанием для прекращения тестирования. Определение порогового межпульсного интервала выполнялось в начале тестирования и через каждые 2 минуты педалирования.

Данные значений порогового межпульсного интервала в процессе тестирования представлены в табл. 1, график динамики значений порогового межпульсного интервала – на рис. 3.

Анализ графика порогового межпульсного интервала в процессе тестирования испытуемого П. позволяет оценить уровень развития выносливости по времени нахождения графика на «плато» от 8 до 40 минут, равное 32 минутам.

Испытуемый К., 22 лет, 1-й разряд по лыжным гонкам, выполнил аналогично испытуемому П.

Таблица 1
Значения порогового межпульсного интервала в процессе тестирования испытуемого П.

Время тестирования, мин	0	2	4	6	8	10
Значение порогового межпульсного интервала, мс	9,6	8,4	7,7	7,3	7,0	7,0
Время тестирования, мин	12	14	16	18	20	22
Значение порогового межпульсного интервала, мс	7,0	7,0	6,9	6,9	6,9	6,9
Время тестирования, мин	24	26	28	30	32	34
Значение порогового межпульсного интервала, мс	6,9	6,9	6,9	6,9	6,8	6,8
Время тестирования, мин	36	38	40	42	44	46
Значение порогового межпульсного интервала, мс	6,8	6,8	6,8	6,5	5,9	5,1

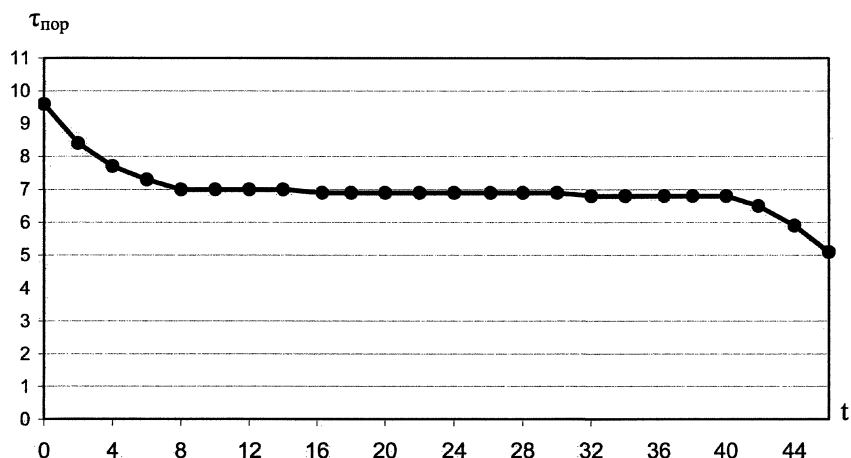


Рис. 3. График динамики порогового межимпульсного интервала при тестировании испытуемого П. Обозначения в тексте

тестирование с использованием велоэргометра. Данные значений порогового межимпульсного интервала в процессе тестирования представлены в табл. 2, график динамики значений порогового межимпульсного интервала – на рис. 4.

Анализ графика порогового межимпульсного интервала в процессе тестирования позволяет сде-

лать вывод о том, что у испытуемого отсутствует состояние оптимальной работоспособности, когда центральная нервная система находится в квазистационарном состоянии. Испытуемому К. необходимо продолжить тренировочные нагрузки для развития выносливости.

При предъявлении испытуемым последова-

Таблица 2

Значения порогового межимпульсного интервала в процессе тестирования испытуемого К.

Время тестирования, мин	0	2	4	6	8	10
Значение порогового межимпульсного интервала, мс	9,1	8,5	8,2	7,9	7,6	7,4
Время тестирования, мин	12	14	16	18	20	22
Значение порогового межимпульсного интервала, мс	7,2	7,1	6,9	6,7	6,6	6,5
Время тестирования, мин	24	26	28	30	32	34
Значение порогового межимпульсного интервала, мс	6,4	6,3	6,2	6,1	6,1	6,0
Время тестирования, мин	36	38	40	42	44	46
Значение порогового межимпульсного интервала, мс	5,9	5,8	5,7	5,6	5,5	5,4

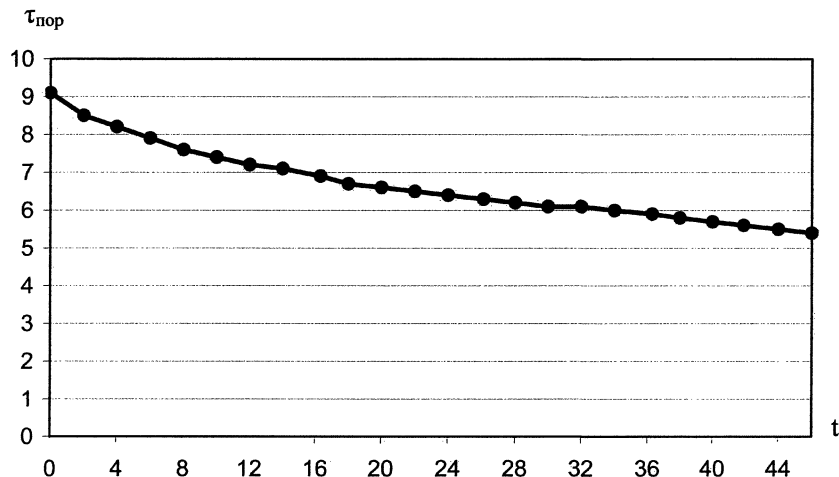


Рис. 4. График динамики порогового межимпульсного интервала при тестировании испытуемого К. Обозначения в тексте

тельность парных световых импульсов длительностью $t_{\text{н}}$, разделенных межимпульсным интервалом $\tau > \tau_{\text{пор}}$, off-система зрительного анализатора после окончания первого импульса возбудится и сформирует сигнал, свидетельствующий о его окончании, поэтому у испытуемого возникает субъективное ощущение раздельности двух световых импульсов.

При уменьшении длительности межимпульсного интервала τ между двумя световыми импульсами восприятие зрительных импульсов затрудняется из-за влияния обратной маскировки, заключающейся в ухудшении восприятия первого по времени импульса, вследствие предъявления второго импульса в непосредственной пространственно-временной близости с первым, а также прямой маскировки, при которой первый импульс влияет на качество восприятия второго [3]. Поэтому при уменьшении длительности межимпульсного интервала τ между двумя световыми импульсами до значения $\tau = \tau_{\text{пор}}$, off-система зрительного анализатора после окончания первого импульса не успевает возбудиться и сформировать сигнал, свидетельствующий о его окончании, и у испытуемого возникает ощущение субъективного слияния двух световых импульсов в паре в один.

Во время ответов на световые стимулы появляется вначале рецептивное поле (РП) нейрона небольшого размера. Затем регистрируемое РП расширяется, после чего ослабляется, фрагментируется и исчезает. Статистическая оценка показала, что исчезновение регистрируемого РП нейрона приходится на период от 100 до 200 мс после появления светового стимула. После исчезновения РП нейронные структуры приходят в исходное состояние и становятся готовыми к восприятию нового стимула [12], поэтому длительность световых импульсов принята равной 200 мс.

Так как формирование зоны возбуждения РП заканчивается через 60–70 мс после предъявления светового стимула [7], длительность межимпульсного интервала принята равной 70 мс. При такой длительности межимпульсного интервала off-система зрительного анализатора после окончания первого светового импульса возбудится и сформирует сигнал, свидетельствующий о его прекращении.

При межстимульном интервале, равном 500 мс, эффекты маскировки отсутствуют или слабо выражены [11]. Для устранения эффекта маскировки между парами световых импульсов парные световые импульсы повторяются через постоянный временной интервал 1 с.

В процессе велоэргометрии в организме, как функциональной системе, происходят непрерывные изменения. При этом регуляция вегетативных функций в различных органах и системах организма протекает асинхронно [1]. По окончании периода вработывания центральная нервная система находится в квазистационарном режиме, когда процессы регуляции вегетативных функций во

всех органах и системах организма закончены и весь организм находится в состоянии оптимальной работоспособности. О наступлении этого состояния свидетельствует выход графика порогового межимпульсного интервала в процессе тестирования на «плато».

Длительность этого состояния зависит от тренированности человека и развития утомления [6]. Изменения в организме, обусловленные развитием утомления, заключаются в дискоординации процессов в органах и системах организма, увеличении физиологической стоимости работы [9]. Состояние центральной нервной системы, осуществляющей регуляцию процессов, происходящих в организме человека, меняется. Центральная нервная система переходит в состояние напряженности, о чем свидетельствует резкое уменьшение порогового межимпульсного интервала между двумя импульсами в паре, проявляющееся в изгибе графика динамики порогового межимпульсного интервала при тестировании [5].

Заключение. В результате экспериментальной работы показана возможность задания оптимальной тренировочной нагрузки и ее длительности для развития выносливости индивидуально для каждого занимающегося физической культурой и спортом, не допуская переутомления. Такой способ оценки уровня развития выносливости метрологически достоверен и обеспечивает получение положительного тренировочного эффекта. Установлено, что динамика порогового межимпульсного интервала отображает изменения работоспособности и выносливости в ходе тренировочного процесса, а продолжительность времени нахождения графика порогового межимпульсного интервала на «плато» позволяет достоверно и объективно оценить уровень развития выносливости.

Работа выполнена при финансовой поддержке Минобрнауки РФ (проект № 2.2.3.3/2048)

Литература

1. Зимкин, Н.В. О вариативности структуры функциональной системы в процессе деятельности и при утомлении / Н.В. Зимкин // Физиологический журнал СССР им. И.М. Сеченова. – 1984. – Т. LXX, № 12. – С. 1593–1599.
2. Кравков, С.В. Глаз и его работа. Психофизиология зрения, гигиена освещения / С.В. Кравков. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.–Л.: Изд-во АН СССР, 1950. – 531 с.
3. Кропотков, Ю.Д. Реакция нейронов и вызванные потенциалы в подкорковых структурах мозга при зрительном опознании. Сообщение IV. Эффект маскировки зрительных стимулов / Ю.Д. Кропотков, В.А. Пономарев // Физиология человека. – 1987. – Т. 13, № 4. – С. 561–566.
4. Маслов, Н.Б. Нейрофизиологическая картина генеза утомления, хронического утомления и переутомления человека–оператора / Н.Б. Маслов,

И.А. Блощинский, В.Н. Максименко // Физиология человека. – 2003. – Т. 29, № 5. – С. 123–133.

5. Николаева, Н.П. Применение психофизиологических методов в процессе подготовки специалистов по физической культуре / Н.П. Николаева, М.М. Полевщиков, В.В. Роженцов // Теория и практика физической культуры. – 2005. – № 12. – С. 13–15.

6. Пейсахов, Н.М. Закономерности динамики психических явлений / Н.М. Пейсахов. – Казань: Изд-во Казанск. ун-та, 1984. – 235 с.

7. Подвигин, Н.Ф. Динамические свойства нейронных структур зрительной системы / Н.Ф. Подвигин. – Л.: Наука, 1979. – 158 с.

8. Приоритетная справка от 06.03.2008 г. на изобретение «Способ оценки уровня развития выносливости» / М.М. Полевщиков, В.В. Роженцов. – № 2008108897.

9. Смирнов, К.М. Напряженность труда / К.М. Смирнов // Успехи физиологических наук. – 1984. – Т. 15, № 1. – С. 76–99.

10. Сокунова, С.Ф. Контроль за уровнем развития выносливости спортсменов / С.Ф. Сокунова // Теория и практика физической культуры. – 2002. – № 8. – С. 56–59.

11. Тароян, Н.А. Межполушарные функциональные отношения в процессе решения человеком зрительно-пространственной задачи / Н.А. Тароян, В.В. Мямлин, О.А. Генкина // Физиология человека. – 1992. – Т. 18, № 2. – С. 5–14.

12. Шевелев, И.А. Временная переработка сигналов в зрительной коре / И.А. Шевелев // Физиология человека. – 1997. – Т. 23, № 2. – С. 68–79.

Поступила в редакцию 19 мая 2009 г.