

УДК 796.01:612

**МЕТРОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЗАДАНИЯ ИНДИВИДУАЛЬНОЙ НАГРУЗКИ
ДЛЯ РАЗВИТИЯ ВЫНОСЛИВОСТИ НА ОСНОВЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ
ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ****¹М.М. Полевщиков, ²В.В. Роженцов**¹Марийский государственный университет, Йошкар-Ола²Марийский государственный технический университет, Йошкар-Ола

Предложен способ задания индивидуальной беговой нагрузки для развития выносливости по величине оптимальной частоты сердечных сокращений (ЧСС), которую определяют по времени выхода графика динамики порогового межимпульсного интервала на плато.

This paper concentrates on an individual racing load according to an optimal heart rhythm being determined by the dynamics of pulse-to pulse interval diagram aiming at the development of sportsmen's endurance.

Для достижения высоких результатов в циклических видах спорта большое значение имеет развитие выносливости, проявляющееся в виде способности длительно поддерживать необходимую мышечную работоспособность и сопротивляться развитию утомления. Однако, в практике педагогического и медико-биологического контроля за спортсменами в настоящее время отсутствуют единые методические установки при выборе наиболее адекватных критериев и методов диагностики уровня развития выносливости.

При анализе факторов, обуславливающих достижение спортсмена, целесообразно отдельно рассматривать факторы, определяющие двигательный потенциал (ДП): тренировка, генотип, фенотип, и факторы, обеспечивающие скорость мобилизации ДП: разминка, эмоции, биоритмы, утомление. Значение последних факторов надо учитывать при анализе изменений качества выполнения упражнения по ходу вработывания, при анализе влияний разминки и эмоций. В недостаточной мере рассмотрено в литературе время вработывания систем, ответственных за потребление, транспорт и утилизацию кислорода, то есть способность организма спортсмена достигать предельных при данной работе величин потребления кислорода [17]. Нужны систематические исследования всех этих процессов для того, чтобы оценить предполагаемые физиологические механизмы и для установления факторов, действующих в любой фазе физической активности [31].

Для достижения состояния оптимальной работоспособности используются различные способы оценки необходимого времени вработывания организма спортсмена. Только при достижении такого оптимального состояния организма возможно успешное

развитие выносливости. Известен метод эргографии, основанный на регистрации амплитуды движения строго ограниченного звена тела человека [3]. Во время вработывания амплитуда рабочих движений постепенно повышается и достигает максимального значения. Недостатком способа является оценка времени вработывания только ограниченного числа мышечных групп организма человека. И большинство других используемых методов не обеспечивает получения точной количественной информации об уровне развития выносливости и ее изменениях под воздействием применяемых средств и методов тренировки. Задание интенсивности нагрузки, определяемой по соответствию физиологических параметров нормам, принятым в качестве оптимальных для развития выносливости [22], требует сложной и дорогостоящей медико-биологической аппаратуры и занимают продолжительное время.

Часто для задания нагрузки для развития выносливости используется частота сердечных сокращений (ЧСС), значение которой задается в процентах от максимально допустимой величины [11]. Однако при этом необходимо проведение экспериментов с предельными нагрузками, в которых сложно определить точное значение максимальной ЧСС. Кроме того, регистрируя реакцию частоты сердечных сокращений на физическую нагрузку, нельзя определенно сказать, отражает ли она состояние исполнительного органа – сердца, или связана с особенностями вегетативной регуляции сердечной деятельности [9].

В тренировочном процессе, направленном на развитие выносливости, несложно совершить ошибку. К таким ошибкам можно отнести: быстрое наращивание тренировочных нагрузок, высокую интенсивность

при выполнении длительных тренировок, большой объем при выполнении интервальных тренировок, раннее возобновление интенсивных тренировок после болезни или травмы. Любая такая ошибка в тренировочной программе потенциально опасна [30]. Поэтому разработка способов задания индивидуальной нагрузки для развития выносливости при оптимальной интенсивности остается актуальной задачей.

В физиологии человека, общей теории деятельности понятие функционального состояния (ФС) занимает одно из центральных мест, в его исследовании пересекаются пути многих наук, в том числе физиологии, психологии, педагогики, социологии, практически всех разделов медицины. Интерес к проблеме ФС человека обусловлен тем, что оно связано с такими физиологическими понятиями, как работоспособность, утомление и восстановление. Для достижения оптимальных спортивных результатов важную роль играет успешность выполнения предстартовых физических нагрузок. В процессе выполнения физических упражнений время наступления оптимальной работоспособности в каждом конкретном случае должно определяться индивидуально. Для этого необходимо выдержать два условия, находящихся в естественном противоречии [17]:

- нужно обеспечить оптимальный объем работы, обуславливающий высокий соревновательный эффект;

- продолжительность предварительной работы не должна быть настолько большой, чтобы оказывать отрицательное влияние на спортсмена.

В настоящее время считается, что существует большой набор физиологических реакций организма, в которых отражаются изменения уровня ФС. Поэтому предлагается оценивать ФС по комплексу взаимосвязанных физиологических реакций, а изменения ФС рассматривать как смену одного комплекса реакций другим. Разделяя такой подход к диагностике ФС, Н.Б. Маслов и соавт. считают, что в практических целях при исследовании ФС человека в первую очередь должно уделяться внимание центральной нервной системе (ЦНС), так как в иерархической структуре функциональных систем она занимает особое, главное место [13]. Это определяется значимостью функционирования ЦНС для человека как целостной системы, выполняющей связующую функцию между организмом и внешней средой, и обеспечивающей интеграцию функций во внутренней среде организма. При этом состояние ЦНС рассматривается как фон, определяющий в значительной степени поведение человека, его возможностей (в том числе спортивных результатов) и отражающий особенности процессов регулирования в норме и патологии [8].

Исходя из этого Н.Б. Маслов и соавт. считают, что при определении ФС организма необходимо в первую очередь диагностировать происходящие в ЦНС нейрофизиологические изменения. С этой целью в экспериментах, проводимых в натуральных условиях, в основном используются психофизиологические методики, характеризующие параметры ФС ЦНС [13]. Наряду с другими широко используемым психофизиологическим параметром является критическая частота световых мельканий (КЧСМ), объясняемая наличием инерционности зрительного анализатора. При воздействии света на глаз возбуждение в соответствующих центрах головного мозга возникает не сразу, так как в сетчатке и нерве должен совершиться ряд физико-химических процессов. Между моментом воздействия света на сетчатку и моментом возникновения соответствующего зрительного ощущения, как показано на рисунке 1, существует некоторое время τ_1 , называемое «временем ощущения».

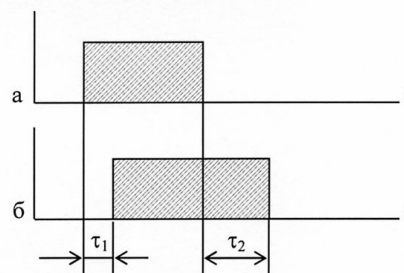


Рис. 1. Параметры инерционности зрительной системы человека: а) временная диаграмма светового импульса; б) временная диаграмма зрительного ощущения на световой импульс. Обозначения величин в тексте

В то же время зрительные ощущения не исчезают одновременно с прекращением раздражения. Раздражение расходует некоторую долю светочувствительного вещества глаза, на восстановление убыли которого требуется некоторое время, происходят и остающиеся после раздражения восстановительные процессы в зрительных центрах. В результате между моментом прекращения раздражения на сетчатку и моментом исчезновения соответствующего зрительного ощущения, как показано на рисунке 1, также существует некоторое время τ_2 , называемое «временем восстановления» [10]. Таким образом, при воздействии на глаз мелькающего света из-за наличия времени ощущения и времени восстановления при некоторой частоте мельканий возникает явление их слияния. Частота мельканий света в секунду (Гц), при которой наступает слияние мельканий, и называется КЧСМ [2].

Метод КЧСМ находит широкое применение в физиологии труда и спорта, так как величина КЧСМ ха-

рактически характеризует общее ФС организма при различных уровнях общефизической нагрузки [5, 16, 20, 23]. Показатель КЧСМ изменяется под влиянием тренировочной нагрузки, ее объема и интенсивности, поэтому метод КЧСМ находит широкое применение в физиологии спорта для исследования динамики вработывания [4] и утомления в процессе тренировки, оптимизации тренировочного процесса [14, 15, 18, 19].

В настоящее время считается, что КЧСМ является многофакторным индикатором психофизиологического состояния, отражающего текущий уровень активности ЦНС. Уменьшение значения КЧСМ свидетельствует о развитии утомления, повышение – о наличии возбуждения или стресса, поэтому адекватная оценка и интерпретация КЧСМ требует учета многих факторов.

Изменения величины КЧСМ в ответ на внешние воздействия, в том числе на физические нагрузки, как правило, невелики по абсолютной величине и составляют диапазон порядка 1-3 Гц [5, 7]. В то же время экспериментальные исследования по определению оценки точности измерения КЧСМ показали, что переход от видимости световых мельканий к их слиянию размыт и составляет зону неопределенности в среднем равную 1 Гц, что обуславливает малую точность метода КЧСМ. Кроме того, значения КЧСМ у одного и того же испытуемого при повторных тестах, выполненных через 3-5 часов, при одной и той же нагрузке, статистически достоверно отличаются, что свидетельствует о нестабильности и малой воспроизводимости результатов измерения КЧСМ. Таким образом, поиск критериев оценки степени мобилизации функциональных резервов во время разминки и подготовки к соревнованиям для достижения состояния оптимальной работоспособности является актуальным.

В последнее время предложены психофизиологические методы, позволяющие определить временные параметры, характеризующие инерционность зрения, путем определения порогового межимпульсного интервала, при котором последовательно предъявляемые парные импульсы сливаются в один [27, 25, 26].

В лаборатории функциональной диагностики при факультете физической культуры предложен и апробирован новый способ задания индивидуальной беговой нагрузки на основе использования психофизиологических параметров состояния зрительного анализатора [28]. Методика задания такой нагрузки заключается в том, что испытуемому задают индивидуальную беговую нагрузку для развития выносливости по величине ЧСС. Но от известных способов она отличается тем, что для определения оптимальной тренировочной величины ЧСС испытуемому задают

тест с постоянной нагрузкой и предъявляют последовательность парных световых импульсов длительностью 200 мс, разделенных межимпульсным интервалом, равным 70 мс, повторяющихся через постоянный временной интервал 1 с, как показано на рисунке 2.

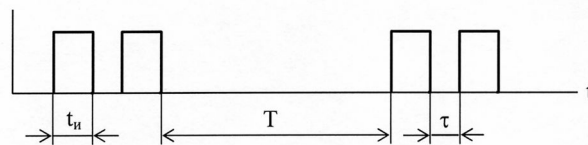


Рис. 2. Временная диаграмма последовательности парных световых импульсов, предъявляемых испытуемому в процессе тестирования: $t_{и}$ – длительность светового импульса; τ – длительность межимпульсного интервала; T – длительность временного интервала повторения парных световых импульсов

Далее периодически методом последовательного приближения определяют пороговый межимпульсный интервал (рис. 3), при котором два импульса в паре сливаются в один.

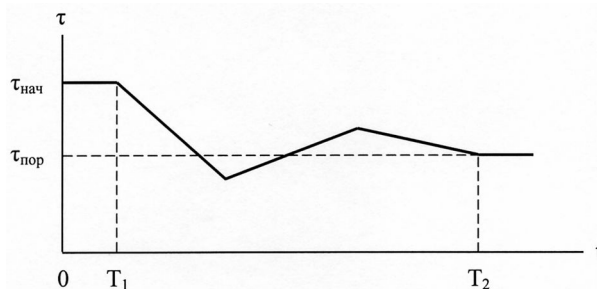


Рис. 3. Временная диаграмма изменения длительности межимпульсного интервала при определении его порогового значения: $\tau_{нач}$ – длительность начального межимпульсного интервала; $\tau_{пор}$ – длительность порогового межимпульсного интервала; T_1-T_2 – интервал времени, во время которого определяется пороговый межимпульсный интервал.

Одновременно с определением порогового межимпульсного интервала измеряют ЧСС и строят графики динамики порогового межимпульсного интервала в координатах «значение порогового межимпульсного интервала – время тестирования» и динамики ЧСС в координатах «значение ЧСС – время тестирования». Величину ЧСС в естественных тренировочных условиях бега задают соответствующей времени выхода графика динамики порогового межимпульсного интервала на «плато».

Выход графика порогового межимпульсного интервала в процессе тестирования на «плато» свидетельствует о том, что центральная нервная система 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 котором и необходимо развивать выносливость.

Покажем использование описываемого способа на примере одного из спортсменов. Испытуемый П., 22 года, 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 врачом выполнялся постоянный контроль состояния испытуемого по его внешнему виду, частоте сердечных сокращений и артериальному давлению. Определение порогового межпульсного интервала и значений ЧСС выполнялось в начале тестирования и через каждые 2 минуты педалирования.

Данные значений порогового межпульсного интервала в процессе тестирования представлены в таблице 1, значений ЧСС – в таблице 2, графики динамики значений порогового межпульсного интервала и динамики значений ЧСС – на рисунках 4, 5.

Таблица 1

Время тестирования, мин	0	2	4	6
Значение порогового межпульсного интервала, мс	9,6	8,4	7,7	7,3
Время тестирования, мин	8	10	12	14
Значение порогового межпульсного интервала, мс	7,0	7,0	7,0	7,0

Таблица 2

Время тестирования, мин	0	2	4	6
Значение ЧСС, уд/мин	67	113	128	135
Время тестирования, мин	8	10	12	14
Значение ЧСС, уд/мин	138	140	142	144

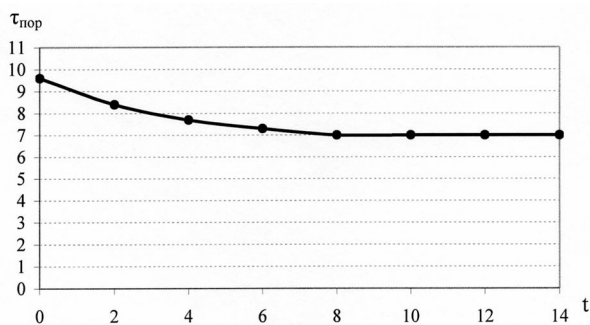


Рис. 4. График динамики порогового межпульсного интервала при тестировании. Обозначения в тексте.

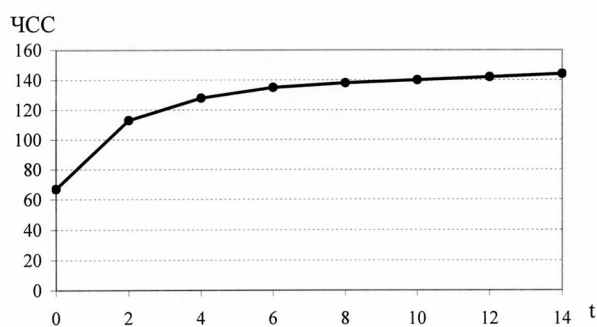


Рис. 5. График динамики ЧСС при тестировании. Обозначения в тексте

Анализ графика порогового межпульсного интервала в процессе тестирования позволяет определить время, необходимое для достижения оптимальной работоспособности, по времени выхода графика на «плато», равное 8 мин.

Величину ЧСС в естественных тренировочных условиях бега задавали соответствующей времени выхода графика динамики порогового межпульсного интервала на «плато», равной 138 уд/мин, которую испытуемый контролирует самостоятельно.

В результате проведенного опроса участвующих в исследовании спортсменов мы выяснили, что новый психофизиологический метод является удобным и комфортным для испытуемых. В процессе анализа выявлено, что предложенные психофизические методы являются приемлемыми для использования в учебно-тренировочном процессе и позволят достичь лучших результатов в подготовке студентов-спортсменов. В ходе проведения исследовательской работы спортсмены достигали высоких результатов, занимались без перенапряжения, отодвинулся травмоопасный порог работы сердечно-сосудистой системы.

Таким образом, предлагаемый способ задания индивидуальной беговой нагрузки для развития выносливости позволяет оптимизировать интенсивность нагрузки, избежать перетренированности и травм.

ЛИТЕРАТУРА

- Бузунов, В.А. Особенности соматической и вегетативной регуляции при работе малых групп мышц в зависимости от режима нагрузки / В.А. Бузунов // Физиология человека. – 1979. – Т. 5, № 4. – С. 607-613.
- Вартанян, И.А. Физиология сенсорных систем: Руководство / И.А. Вартанян. – СПб.: Лань, 1999. – 224 с.
- Горшков, С.И. Методики исследований в физиологии труда. / С.И. Горшков, З.М. Золина, Ю.В. Мойкин. – М.: Медицина, 1974. – 311 с.
- Евстафьев, В.Н. Динамика физиологических функций организма моряков в условиях интенсификации трудовой деятельности / В.Н. Евстафьев // Физиология человека. – 1990. – Т. 16, № 1. – С. 149-155.

5. Жужгин, С.М. Лабильность зрительного анализатора как показатель функционального состояния человека / С.М. Жужгин, Т.М. Семешина // Физиология человека. – 1991. – Т. 17, № 6. – С. 147-150.
6. 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.
7. Кадилов, М.Х. Проявление общих свойств нервной системы в трудовой деятельности оператора перфорации / М.Х. Кадилов // Физиология человека. – 1989. – Т. 15, № 5. – С. 102-107.
8. Казначеев, В.П. Современные аспекты адаптации / В.П. Казначеев. – Новосибирск: Наука, 1980. – 192 с.
9. Карпман, В.Л. Тестирование в спортивной медицине. / В.Л. Карпман, З.Б. Белоцерковский, И.А. Гудков. – М.: Физкультура и спорт, 1988. – 208 с.
10. 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.
11. Кропотов, Ю.Д. Реакция нейронов и вызванные потенциалы в подкорковых структурах мозга при зрительном опознании. Сообщение IV. Эффект маскировки зрительных стимулов / Ю.Д. Кропотов, В.А. Пономарев // Физиология человека. – 1987. – Т. 13, № 4. – С. 561-566.
12. Майфат, С.П. Контроль за физической подготовленностью в юношеском возрасте (период начальной спортивной специализации): моногр. / С.П. Майфат, С.Н. Малафеева. – Екатеринбург: Уральский гос. пед. ун-т, 2003. – 132 с.
13. 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.
14. Мухаммед, А.А. Оптимизация тренировочного процесса гимнасток в подготовительном периоде / А.А. Мухаммед // Теория и практика физической культуры. – 1999. – № 7. – С. 54-55.
15. Николаева, Н.П. Использование психофизиологических методов для управления тренировочным процессом / Н.П. Николаева, М.М. Полевщиков, В.В. Роженцов // Проблемы физического воспитания, спортивной тренировки и профессиональной подготовки специалистов по физической культуре и спорту: материалы междунар. науч.-практ. конф. – Чебоксары: ЧПУ им. И.Я. Яковлева, 2003. – С. 167-169.
16. Николаева, Н.П. Исследование функционального состояния спортсмена психофизиологическими методами / Н.П. Николаева, М.М. Полевщиков, В.В. Роженцов // Физическая культура, спорт и здоровье: сб. науч. ст. – Йошкар-Ола, 2003. – С. 51-53.
17. Платонов, В.Н. Тренировка пловцов высокого класса. / В.Н. Платонов, С.М. Вайцеховский. – М.: Физкультура и спорт, 1985. – 256 с.
18. Полевщиков, М.М. Управление тренировочным процессом с использованием метода КЧСМ / М.М. Полевщиков, В.В. Роженцов // Духовность, валеологические, психологические и социальные аспекты физической культуры и спорта: материалы науч.-практ. конф. с междунар. участием. – Воронеж, 1999. – С. 24-26.
19. Роженцов, В.В. Индивидуализация физической нагрузки по параметрам психофизиологического состояния / В.В. Роженцов, М.М. Полевщиков // Медико-биологические проблемы физической культуры и спорта в современных условиях: материалы междунар. науч.-практ. конф., Белгород, 17-19 нояб. 2003 г. – Белгород: Изд-во БелГУ, 2003. – С. 362-366.
20. Роженцов, В.В. Контроль функционального состояния психофизиологическими методами / В.В. Роженцов, М.М. Полевщиков // VII Междунар. науч. когр. «Современный олимпийский спорт и спорт для всех»: материалы конф. – М.: СпортАкадемПресс, 2003. – Т. 2. – С. 151-153.
21. 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.
22. Усакова, Н.А. Оценка общей и специальной выносливости у конькобежцев с помощью контрольных тестов на разных этапах подготовки / Н.А. Усакова, Н.Т. Чиркина // Оценка специальной работоспособности спортсменов разных видов спорта (диагностика, механизмы адаптации, средства коррекции): сб. науч. тр. лаборатории функциональной диагностики и врачебного контроля. – М.: Советский спорт, 1993. – С. 91-108.
23. Шайтор, Э.П. Описание стандартной методики измерения критической частоты слияния мельканий / Э.П. Шайтор, А.И. Шабанов, В.М. Ухин // Физиология человека. – 1975. – Т. 1, № 3. – С. 570-572.
24. Шевелев, И.А. Временная переработка сигналов в зрительной коре / И.А. Шевелев // Физиология человека. – 1997. – Т. 23, № 2. – С. 68-79.
25. Патент 2195174 РФ, МПК А 61 В 5/16. Способ определения времени инерционности зрительной системы человека / В.В. Роженцов, И.В. Петухов (РФ). – Оpubл. 27.12.2002. Бюл. № 36.
26. Патент 2209030 РФ, МПК А 61 В 5/00. Способ определения времени восприятия зрительной информации / В.В. Роженцов, И.В. Петухов (РФ). – Оpubл. 27.07.2003. Бюл. № 21.
27. Патент 2231293 РФ, МПК А 61 В 5/16. Способ определения времени возбуждения зрительного анализатора человека / В.В. Роженцов, М.Т. Алиев (РФ). – Оpubл. 27.06.2004. Бюл. № 18.
28. Приоритетная справка от 23.01.2008 г. на изобретение «Способ задания индивидуальной беговой нагрузки для развития выносливости» / М.М. Полевщиков, В.В. Роженцов – № 2008102682.
29. Приоритетная справка от 25.01.2008 г. на изобретение «Способ оценки времени вработывания» / М.М. Полевщиков, В.В. Роженцов. – № 2008101960.
30. Янсен, Петер. ЧСС, лактат и тренировки на выносливость: пер. с англ. / Петер Янсен. – Мурманск: Тулома, 2006. – 160 с.
31. Viru, Atko. Mobilization of the possibilities of the athlete's organism: a problem / Atko Viru // J. Sports Med. and Phys. Fitness. – 1993. – V. 33, № 4. – P. 413-425.