



## ЛИТЕРАТУРА

1. Кулаков А.А., Лосев Ф.Ф., Гветадзе Р.Ш. Зубная имплантация: основные принципы, современные достижения. – М.: ООО «Медицинское информационное агентство», 2006. – 152 с: ил.
2. Базилян Э.А. Принципы прогнозирования и профилактики осложнений при дентальной имплантации (клинико-лабораторное исследование). – Дисс. доктора мед. наук. – Москва. – 2001.
3. Ушаков А.И. Повышение эффективности хирургии зубной имплантации // Автореф. дисс. докт. мед. наук. – М. – 2002. – 37 с.
4. Philippart P., Daubie V., Pochet R. Sinus grafting using recombinant human tissue factor, platelet-rich plasma gel, autologous bone, and anorganic bovine bone mineral xenograft: histologic analysis and case reports // Int J. Oral Maxillofac Implants. 2005 Mar-Apr; 20 (2): 274-81.
5. Бучнев Д.Ю. Оптимизация тактики хирургических вмешательств при стоматологической имплантации. / Дис. к.м.н. – М. – 2006. – С. 10-21.
6. Чибисова М.А., Дударев А.Л., Кураскуа А.А. Лучевая диагностика в амбулаторной стоматологии. – СПб., 2002. – 368 с.
7. Бабуш Ч.А. Временные имплантаты: хирургические и ортопедические этапы. // Международный журнал Чикагского центра современной стоматологии. – 2004. - №1. – С. 31-37.
8. Reinhardt C., Krensser B. Retrospective Study of the dental implantation with sinus lift and Cerasorb augmentation // Dent. Impl. – 2000. – № 4. – P. 18-26.

## РЕЗЮМЕ

Стоматологическая имплантация - наиболее эффективный способ лечения адентии, направленный на решение многих медико-социальных проблем. Послеоперационный период стоматологической имплантации может на любом сроке сопровождаться развитием воспалительных осложнений, препятствующих успешной реабилитации пациентов.

Применение методов лучевой диагностики на восстановительно-реабилитационном этапе после стоматологической имплантации позволяет выявить развивающиеся осложнения (гайморит, периимплантит, остеомиелит), и, таким образом, своевременно назначить соответствующее лечение, направленное на повышение качества восстановительного лечения в целом.

**Ключевые слова:** стоматологическая имплантация, реабилитационный период, методы лучевой диагностики.

## ABSTRACT

Dental implantation - the most effective way of adentia treatment, which directed on the decision of many medical and social problems. The postoperative period of stomatologic implantation can be accompanied on any term by development of the inflammatory complications interfering successful rehabilitation of patients.

Application of radiological methods at the rehabilitation stage after dental implantation allows to diagnosis complications (sinusitis, periimplantitis, osteomyelitis), and, thus, in due time to appoint the treatment directed on improvement of rehabilitation quality.

**Keywords:** dental implantation, the rehabilitation period, radiological methods.

## Контакты

Серова Наталья Сергеевна, к. м. н., доцент кафедры лучевой диагностики МГМСУ.  
 Домашний адрес: 140003, Московская область, г. Люберцы, 3 п.о., 90-11;  
 Рабочий адрес: 127473, г. Москва, ул. Делегатская, 20/1  
 Телефон: 8-916-661-90-03; (495) 503-90-22; (495) 611-01-77  
 E-mail: serova79@yandex.ru

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ НАСТУПЛЕНИЯ УТОМЛЕНИЯ ЧЕЛОВЕКА ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ ФИЗИЧЕСКОЙ НАГРУЗКИ ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКИМИ МЕТОДАМИ

УДК 614

**Полевщиков М.М.**, к.п.н., профессор

**Роженцов В.В.**,\* д.т.н., профессор

**Палагин Ю.С.**, аспирант

**Матвеев Р.Ю.**, аспирант

ГОУ ВПО «Марийский государственный университет»,

\*ГОУ ВПО «Марийский государственный технический университет» e-mail: mmpol@yandex.ru

## Аннотация

Выполнен метрологический анализ методик, используемых для исследования утомления человека. Предложен и апробирован способ, основанный на предъявлении парных световых импульсов и измерении порогового межимпульсного интервала.

## Введение

При занятиях физической культурой и спортом актуальна проблема адекватности дозировки физической нагрузки, обеспечивающей формирование и развитие состояния тренированности. В процессе выполнения физических упражнений появляющееся утомление нарастает постепенно, поэтому момент прекращения работы в каждом конкретном случае должен определяться индивидуально. Высокий уровень травматизма и патологии сердечно-сосудистой системы у спортсменов говорит о том, что диагностика утомления не достигла совершенства.

Для диагностики утомления при мышечной деятельности используются самые различные методики. Большинство используемых методик не обеспечивает получения точной количественной информации об уровне утомления и его изменениях под воздействием применяемых средств и методов тренировки. К таким относятся методики, основанные на определении сдвигов физиологических или биохимических показателей, происходящих в организме [7].

Существует мнение, что достаточно надежным показателем ФС спортсменов служит базальный уровень ряда гормонов: тестостерона, кортизола, соматотропина, инсулина, катехоламинов, кортикостероидов, норадреналина [8].

Общим недостатком этих методов является противоречивость отдельных контролируемых показателей.

Наряду с определением сдвигов физиологических или биохимических показателей для диагностики утомления используются электрофизиологические методы. Так для

определения утомления человека регистрируется электрическое сопротивление кожи обеих рук, измеряется амплитуда потенциала электрического сопротивления кожи и вычисляется коэффициент сопротивления по формуле:

$$K_{ac} = 2(v_1 - v_2) / (v_1 + v_2),$$

где  $v_1$  – амплитуда потенциала электрического сопротивления кожи на правой руке,  $v_2$  – амплитуда потенциала электрического сопротивления кожи на левой руке. При  $K_{ac}$  менее минус 0,2 определяется состояние утомления [1].

Однако при выполнении физических упражнений сложно обеспечить постоянный контакт электродов с кожей, что затрудняет достоверное измерение электрического сопротивления кожи.

В регуляторных процессах, происходящих в организме человека, доминирующая роль принадлежит центральной нервной системе (ЦНС), поэтому при оценке состояния человека рекомендуется оценивать состояние самой ЦНС [4]. С этой целью используются как электрофизиологические, так и психофизиологические методы.

В качестве психофизиологических параметров, характеризующих состояние ЦНС, используются психофизиологические параметры состояния зрительного анализатора, так как эффективность его функционирования зависит, прежде всего, от уровня функционирования ЦНС.

Одним из таких психофизиологических параметров является критическая частота слияния световых мельканий (КЧСМ). Степень утомления человека определяется путем измерения КЧСМ, воспринимаемых поочередно правым и левым глазом, при этом при разности получаемых величин менее 15% делается вывод о наличии утомления [2].

Используют для диагностики утомления световые мельканий разных цветов, например, красного и зеленого, которые последовательно предъявляют для одного глаза. Измеряется КЧСМ для каждого цвета, вычисляется разность полученных значений и при разнице меньше 0,3 Гц диагностируется наличие утомления [3].

Однако измерения КЧСМ выполняются с низкой точностью, что обусловлено отсутствием четкого перехода от видимости световых мельканий к ощущению их слияния.

Целью работы является разработка психофизиологического способа определения утомления человека, позволяющего повысить достоверность его диагностики.

**Методы и организация исследования**

Авторами разработан и апробирован способ исследования утомления человека, основанный на определении времени возбуждения, характеризующего скорость возбуждательных процессов в ЦНС [6]. Способ использует известный в психофизиологических исследованиях метод парных импульсов и позволяет повысить достоверность оценки утомления [5].

Этот результат достигается тем, что испытуемому с помощью велоэргометра задается постоянная нагрузка, равная 100% должного максимального потребления кислорода, и предъявляется последовательность парных световых импульсов длительностью 200 мс, разделенных межимпульсным интервалом, равным 70 мс, повторяющихся через постоянный временной интервал 1 с, как показано на рис. 1.

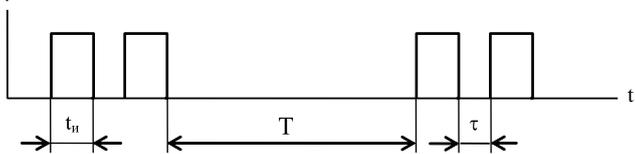


Рис. 1. Временная диаграмма последовательности парных световых импульсов, предъявляемых испытуемому в процессе тестирования.  $t_{и}$  – длительность светового импульса;  $\tau$  – длительность межимпульсного интервала;  $T$  – длительность временного интервала повторения парных световых импульсов.

В процессе тестирования периодически методом последовательного приближения, как показано на рис. 2, определяется пороговый межимпульсный интервал, при котором два импульса в паре сливаются в один, и строится график динамики порогового межимпульсного интервала в координатах «значение порогового межимпульсного интервала – время тестирования». Наступление утомления человека определяется по времени резкого уменьшения значений порогового межимпульсного интервала.

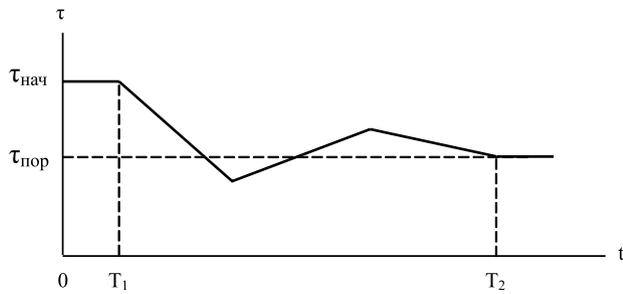


Рис. 2. Временная диаграмма изменения длительности межимпульсного интервала при определении его порогового значения.  $\tau_{нач}$  – начальная длительность межимпульсного интервала;  $T_1$  – начало изменения длительности межимпульсного интервала;  $\tau_{пор}$  – пороговая длительность межимпульсного интервала, зафиксированная в момент времени  $T_2$ .

Во время тестирования врачом выполняется постоянный контроль состояния испытуемого по его внешнему виду, частоте сердечных сокращений и артериальному давлению, изменения которых служат врачу основанием для прекращения тестирования. Определение порогового межимпульсного интервала выполняется в начале тестирования и через каждые 2 минуты педалирования.

**Результаты и их обсуждение**

Исследование выполнено на группах (контрольной и экспериментальной) спортсменов, специализирующихся в циклических видах спорта: бегуны на длинные дистанции и лыжники-гонщики ( $n=10$ ). Квалификация испытуемых – I разряд и кандидаты в мастера спорта. Для определения динамики развития тренированности в ходе учебно-тренировочного процесса через каждые две недели тестирование повторялось с нагрузкой, соответствующей тренировочной. По результатам тестирования интенсивность и длительность нагрузки корректировались.

В качестве примера приведем данные тестирования испытуемого 3., 20 лет, кандидата в мастера спорта по лыжным гонкам. Данные значений порогового межимпульсного интервала в процессе тестирования представлены в таблице, график динамики значений порогового межимпульсного интервала – на рис. 3.

Таблица. Значения порогового межимпульсного интервала в процессе тестирования

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

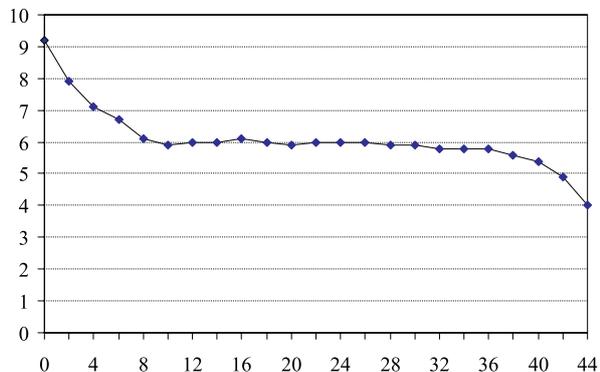


Рис. 3. График динамики порогового межимпульсного интервала при тестировании. По горизонтальной оси – время тестирования, мин; по вертикальной оси – значение порогового межимпульсного интервала, мс.

Анализ графика порогового межимпульсного интервала в процессе тестирования позволяет определить наступление острого утомления испытуемого по времени резкого уменьшения значений порогового межимпульсного интервала, равное 42 минутам. В это время необходимо закончить тестирование, иначе дальнейшая нагрузка приведет к переутомлению.

При диагностике утомления методом критической частоты световых мельканий необходимо учитывать, что КЧСМ является многофакторным индикатором психофизиологического состояния, отражающего текущий уровень активации ЦНС. Уменьшение значения КЧСМ свидетельствует о развитии утомления, повышение – о наличии возбуждения или стресса, поэтому адекватная оценка и интерпретация КЧСМ требует учета многих факторов [9].

В то же время 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. При этом 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.

Предложенный способ определения степени утомления человека методом парных импульсов путем опреде-

ления порогового межимпульсного интервала позволил повысить достоверность диагностики утомления, так как точность оценки порогового межимпульсного интервала выше точности оценки КЧСМ.

В конце тренировочного цикла за неделю до соревнований проведено заключительное тестирование контрольной и экспериментальной групп спортсменов. Анализ результатов тестирования показал, что если до начала учебно-тренировочного процесса различия работоспособности до наступления острого утомления между контрольной и экспериментальной группой были статистически недостоверны, то тренировки в экспериментальной группе с индивидуально устанавливаемой и корректируемой нагрузкой привели к большей работоспособности, что подтвердилось результатами выступлений на соревнованиях.

#### Заключение

В результате экспериментальной работы доказана возможность достоверного определения степени утомления человека путем измерения порогового межимпульсного интервала. Установлено, что динамика порогового межимпульсного интервала отображает изменения тренированности в ходе тренировочного процесса, а резкое уменьшение значений порогового межимпульсного интервала свидетельствует о наступлении утомления.

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

### ЛИТЕРАТУРА

1. Роженцов, В.В. Утомление при занятиях физической культурой и спортом: проблемы, методы исследования: Монография / В.В. Роженцов, М.М. Полевщиков. – М.: Советский спорт, 2006. – 280 с
2. Шрейберг, Г.Л., Задерман В.Г. Взаимоотношения симпато-адреналовой и гипоталамо-гипофизарно-надпочечниковой систем и спортивные результаты (корреляционный анализ) / Г.Л. Шрейберг, В.Г. Задерман // Физиол. чел. – 1989. – Т. 15. – № 2. – С. 108-114.
3. Авторское свидетельство 1531991 СССР, А 61 В 5/16. Способ определения утомления человека и устройство для его осуществления / М.А. Шевандин, О.И. Грибков, Г.В. Таратынова, И.М. Подклетнова (СССР).
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. Авторское свидетельство 1179989 СССР, А 61 В 5/16. Способ определения утомления человека / И.А. Казановская, З.Ф. Кенга (СССР).
6. Авторское свидетельство 1436991 СССР, А 61 В 5/16. Способ определения степени утомления человека / Ф.Г. Алекперов, А.Д. Вдовиченко, Г.С. Гроссу, А.С. Парсаданян (СССР).
7. 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.
8. Патент 2364316. Способ определения утомления человека / М.М. Полевщиков, В.В. Роженцов В.В. (РФ). – Оpubл. 20.08.2009, Бюл. № 23.
9. Wiemeyer, J. Flimmervershmelzungsfrequenz. Ein multifaktorieller psychophysischer Indikator im Sport // ZPA: Z. Prakt. Augenheilk. und Augenarzt. Fortbild. – 2001. – В. 22, № 11. – S. 426-432.

### РЕЗЮМЕ

В статье проведен анализ методик, используемых для исследования утомления человека. Отмечены положительные стороны различных методов и указаны их недостатки. По результатам проведенного исследования предложен способ определения наступления утомления человека при выполнении физической нагрузки методом парных импульсов путем определения порогового межимпульсного интервала. Установлено, что динамика порогового межимпульсного интервала отображает изменения функционального состояния организма человека в ходе выполнения физической нагрузки, а резкое уменьшение значений порогового межимпульсного интервала свидетельствует о наступлении утомления.

**Ключевые слова:** утомление, физическая нагрузка, диагностика, психофизиологические методы, межимпульсный интервал.

### ABSTRACT

In article the analysis of the techniques used for research of exhaustion of the person is carried out. Positive sides of various methods are noted and their lacks are specified. By results of the conducted research the way of definition of approach of exhaustion of the person is offered at performance of physical activity by a method of pair impulses by definition of a threshold interpulse interval. It is established that dynamics of a threshold interpulse interval displays changes of a functional condition of a human body during physical activity performance, and sharp reduction of values of a threshold interpulse interval testifies to exhaustion approach.

**Keywords:** exhaustion, physical activity, diagnostics, psychophysiological methods, interpulse Interval.

### Контакты

Полевщиков Михаил Михайлович, г. Йошкар-Ола, ул. Советская, д. 173, кв. 9. Тел. 8 904 724 03 31  
 Роженцов Валерий Витальевич, г. Йошкар-Ола, ул. Пролетарская, д. 53, кв. 18. Тел 89051820336  
 Палагин Юрий Сергеевич, г. Йошкар-Ола, бульвар Чавайна, д. 11 Тел 89177058558  
 Матвеев Роман Юрьевич, г. Йошкар-Ола, ул. Красноармейская, д. 65, Тел 8 9177034178