

## ДИНАМИКА БИОЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ КОРЫ ГОЛОВНОГО МОЗГА У ЮНЫХ ВЕЛОСИПЕДИСТОВ В ПРОЦЕССЕ ВЫПОЛНЕНИЯ ТРЕНИРОВОЧНЫХ НАГРУЗОК НА ВЫНОСЛИВОСТЬ

**В.Н. Потапов**

*Тюменский государственный университет, г. Тюмень*

**Цель.** Выявить характер и выраженность ответных реакций центральной нервной системы (ЦНС) организма юных велосипедистов в процессе выполнения физических нагрузок на выносливость. **Организация и методы исследования.** В лабораторном эксперименте приняли участие 10 спортсменов-велосипедистов 12–14 лет. Реакция ЦНС организма испытуемых на заданную велоэргометрическую нагрузку определялась по регистрации показателей суммарной биоэлектрической активности (БЭА) коры головного мозга методом электроэнцефалографии. **Результаты.** Установлено, что характер и ответные реакции ЦНС юных велосипедистов на дозированную физическую нагрузку находятся в прямой зависимости от продолжительности работы и глубины утомления. **Заключение.** На основании полученных результатов исследования можно заключить, что применяемые в занятиях с подростками-велосипедистами 12–14 лет физические нагрузки на выносливость являются максимально допустимыми до начала 2-й стадии снижения работоспособности.

**Ключевые слова:** *центральная нервная система, биоэлектрическая активность, электроэнцефалограмма, физическая нагрузка, стадии работоспособности.*

В связи с тем, что велосипедные шоссейные гонки относятся к тем видам спорта, где результат обусловлен в большей мере уровнем развития выносливости, воспитание и совершенствование данного физического качества является одной из главных задач в общей системе подготовки юных велосипедистов. По мнению специалистов, выносливость характеризуется как способность к длительному выполнению работы на требуемом уровне интенсивности, как способность организма бороться с утомлением [1–4, 6, 7, 9, 10].

Следует отметить, что методические положения и рекомендации, касающиеся методики воспитания общей и специальной выносливости в юношеском велоспорте, большей частью основаны на обобщении опыта практики и имеют довольно общие суждения. В немногочисленной научной и методической литературе по велоспорту всё ещё недостаточно полно отражены и экспериментально обоснованы вопросы, касающиеся определения максимально допустимых границ физических нагрузок на выносливость с учётом, особенностей функционирования основных жизнеобеспечивающих систем организма спортсменов в процессе мышечной деятельности. На наш взгляд, проведение исследова-

ний в этом направлении будет способствовать выявлению порога допустимых физических нагрузок в подготовке юных велосипедистов.

Общеизвестно, что двигательная активность человека является основной формой его жизнедеятельности. В связи с этим изучение физиологических механизмов нейрорегуляции двигательной деятельности имеет чрезвычайно важное значение. Ведущим отделом центральной нервной системы (ЦНС), программирующим и регулирующим движения человека, обеспечивающим их осмысленный и целеустремлённый характер, является кора больших полушарий мозга. Поэтому особенно актуальным является изучение её деятельности непосредственно в ходе выполнения спортсменами физических нагрузок.

**Цель исследования.** Выявить характер и выраженность реакций центральной нервной системы (ЦНС) организма юных велосипедистов в процессе выполнения физических нагрузок на выносливость.

**Методика исследования.** В лабораторном эксперименте приняли участие 10 спортсменов-велосипедистов в возрасте 12–14 лет. Ответные реакции высшего отдела центральной нервной системы – коры больших полушарий головного мозга определялись по реги-

стрируемым показателям суммарной биоэлектрической активности (БЭА). Регистрация электроэнцефалограмм (ЭЭГ) производилась на 8-канальном электроэнцефалографе типа МВ-5202 фирмы «Орион» (Венгрия) при скорости движения бумажной ленты 30 мм/с. Интенсивность БЭА регистрируемых участков коры головного мозга (мкВ/с) определялась методом автоматического измерения с помощью электронного интегратора типа МВ-5203.

Отведение биопотенциалов осуществлялось с 4 симметричных областей головы (лобных и затылочных) оловянными электродами диаметром 10 мм. Между электродами и поверхностью кожи помещался марлевый тампон, смоченный в физиологическом растворе. Для обеспечения относительного физиологического покоя испытуемых помещали в экранированную кабину, изолированную от шума, яркого света и электрических полей.

Изучаемые показатели регистрировались до нагрузки и на разных стадиях (фазах) мышечной работоспособности [9]. В качестве модели физической нагрузки на выносливость (до утомления) использовалась работа повторного характера на велоэргометре модели КЕ-II фирмы «Медикор» (Венгрия) с интенсивностью педалирования 90 % от максимального темпа. Интервалы отдыха между повторениями были постоянными и равнялись 1,5–2 мин. В процессе выполнения указанных нагрузок регистрировались следующие показатели: время наступления и продолжительность фаз работоспособности, длительность интервалов отдыха, темп педалирования, самочувствие спортсменов.

Пользуясь рекомендациями профессора

Р.Е. Мотылянской [1] о целесообразности использования меньших сопротивлений в системе велоэргометра при обследовании детей школьного возраста, мощность нагрузки испытуемым подбиралась из расчёта 4 Вт на 1 кг массы тела. Для того, чтобы задать нужную интенсивность работы, вначале определялась величина максимальной частоты педалирования (по тахометру велоэргометра) индивидуально для каждого испытуемого, от которой выявлялась интенсивность в 90 %.

**Результаты и обсуждения.** В таблице представлены данные, характеризующие динамику показателей БЭА коры головного мозга у спортсменов-велосипедистов 12–14 лет при выполнении физических нагрузок на выносливость.

Из данных таблицы видно, что функциональная деятельность ЦНС юных велосипедистов в процессе выполнения указанных выше велоэргометрических нагрузок находится в прямой зависимости от продолжительности работы и глубины утомления.

Так, при выполнении физической нагрузки в фазе максимальной работоспособности отмечается значительное повышение возбудимости ЦНС, о чём свидетельствует увеличение показателей БЭА в лобной и затылочной структурах соответственно на 58,5 и 63,4 % относительно исходных данных.

Дальнейшее выполнение физической нагрузки (в условиях развивающего утомления) ведёт к последовательному снижению функционального состояния ЦНС. Это подтверждается снижением показателей БЭА на 1-й и 2-й стадиях снижения работоспособности соответственно: в лобной структуре на 6,6 и 35,2 %, в затылочной на 3,2 и 17,5 % по отно-

**Динамика показателей БЭА коры головного мозга у спортсменов-велосипедистов 12–14 лет при выполнении физических нагрузок на выносливость**  
Dynamics of cerebral cortex bioelectric activity in 12–14-year-old cyclists during endurance training

Область головы Region of head	Показатели суммарной БЭА (мкВ/с) Indices of overall bioelectric activity ( $\mu V \cdot sec$ )				
	Исходные данные Initial data	Фаза максимальной работоспособности Maximum performance phase	Фаза снижения работоспособности Performance decrement phase		
			Стадии Stages		
			1	2	3
M ± m	M ± m	M ± m	M ± m	M ± m	
Затылочная Occipital	92,0 ± 1,56	150,4 ± 12,2	145,6 ± 8,9	124,2 ± 7,4	81,6 ± 8,8
Лобная Frontal	114,3 ± 5,6	181,2 ± 18,9	169,4 ± 4,3	117,5 ± 7,1	101,1 ± 9,4

шению к уровню фазы максимальной работоспособности. При этом следует отметить, что при выполнении работы до начала 2-й стадии снижения работоспособности функциональный уровень моторных зон коркового звена имеет чётко выраженную динамику в лобной области.

Начало 3-й стадии снижения работоспособности характеризуется дальнейшим снижением изучаемых показателей. Так, по отношению к уровню фазы максимальной работоспособности, снижение БЭА составило в лобной и затылочной областях 44,3 и 45,8 % соответственно. Следует подчеркнуть, что уровень показателей БЭА на этом этапе мышечной деятельности оказался ниже исходного.

По нашему мнению, повышение показателей суммарной БЭА коры головного мозга в фазе максимальной работоспособности является следствием усиленного возбуждения ЦНС, которое проявляется в ответ на адекватную физическую нагрузку. Такая реакция ЦНС на заданную нагрузку вполне оправдана, так как она свидетельствует о повышении функционального уровня моторных зон больших полушарий головного мозга испытуемых. Последовательное снижение показателей БЭА в фазе снижения мышечной работоспособности является следствием торможения при появлении значительного утомления, что, по мнению М.Р. Могендовича [6], является нежелательным явлением, которое может вызвать отрицательные моторные рефлексы.

### Выводы

На основании анализа результатов проведённого экспериментального исследования можно сделать следующие выводы:

1. Изучение динамики БЭА коры головного мозга в процессе выполнения юными велосипедистами индивидуально дозированных физических нагрузок на выносливость даёт возможность определять степень их (нагрузок) физиологического воздействия на функциональное состояние ЦНС.

2. Характер и выраженность ответной реакции ЦНС организма у испытуемых в процессе мышечной деятельности зависит от продолжительности работы и глубины утомления.

3. Применяемые в занятиях с подростками-велосипедистами 12–14 лет физические

нагрузки на выносливость являются максимально допустимыми лишь при выполнении их до начала 2-й стадии снижения работоспособности. Выполнение нагрузок до начала 3-й стадии снижения мышечной работоспособности предъявляет жёсткие требования к деятельности ЦНС организма юных спортсменов, в этой связи такие тренировочные нагрузки должны быть противопоказаны.

### Литература

1. *Выносливость у юных спортсменов / под ред. проф. Р.Е. Мотылянской. – М.: Физкультура и спорт, 1969. – 221 с.*

2. *Заторский, В.М. Физические качества спортсмена / В.М. Заторский. – 2 изд. – М.: Физкультура и спорт, 1970. – 200 с.*

3. *Зимкин, Н.В. Физиологическая характеристика силы, быстроты и выносливости / Н.В. Зимкин. – М.: Физкультура и спорт, 1956. – 206 с.*

4. *Зимкин, Н.В. Об общей физиологической характеристике и способах определения выносливости у спортсменов / Н.В. Зимкин // Физиологическая характеристика и методы определения выносливости в спорте / под ред. проф. Н.В. Зимкина. – М.: Физкультура и спорт, 1972. – С. 6–30.*

5. *Матвеев, Л.П. Основы спортивной тренировки / Л.П. Матвеев. – М.: Физкультура и спорт, 1977. – 280 с.*

6. *Могендович, М.Р. Мозг и жизнь / М.Р. Могендович. – Пермь, 1967. – 57 с.*

7. *Озолин, Н.Г. Развитие выносливости спортсменов / Н.Г. Озолин. – М.: Физкультура и спорт, 1959. – 128 с.*

8. *Озолин, Н.Г. Современная система спортивной тренировки / Н.Г. Озолин. – М.: Физкультура и спорт, 1970. – 479 с.*

9. *Потапов, В.Н. Методика тренировки в лыжных гонках от новичка до мастера спорта / В.Н. Потапов, В.М. Ковязин, В.Я. Субботин. – Тюмень: Изд-во Тюмен. гос. ун-та, 1997. – 217 с.*

10. *Специальная выносливость спортсмена / под ред. М.Я. Набатниковой. – М.: Физкультура и спорт, 1972. – 261 с.*

11. *Фарфель, В.С. О выносливости, как физиологическом понятии // Исследования по физиологии выносливости. Труды ГЦНИИФК / под ред. проф. В.С. Фарфеля. – М.–Л., 1949. – Т. 7, вып. 3. – С. 5–12.*

Потапов Виктор Николаевич, доктор педагогических наук, профессор, заведующий кафедрой лыжного спорта Института физической культуры, Тюменский государственный университет, г. Тюмень, potap47@bk.ru.

Поступила в редакцию 23 ноября 2015 г.

DOI: 10.14529/hsm160104

## DYNAMICS OF BIOELECTRIC ACTIVITY IN A YOUNG CYCLIST'S CEREBRAL CORTEX DURING ENDURANCE TRAINING

V.N. Potapov, potap47@bk.ru

Tyumen State University, Tyumen, Russian Federation

**Цель.** To identify the nature and extent of the central nervous system (CNS) response in a young cyclist's body during endurance training. **Research organization and methods.** Ten cyclists (twelve-fourteen-year-old) took part in the laboratory experiment. The central nervous system response to the given cycloergometric loads in the testees was determined by the overall indices of the cerebral cortex bioelectric activity recorded by electroencephalography. **Results.** It has been established that the nature and CNS response to the graduated exercising in the young cyclists directly correlate to the length of exercise and degree of physical fatigue. **Conclusion.** The obtained results suggest that the loads during endurance training of the young cyclists are maximum permissible before the second stage of performance decrement starts.

**Keywords:** central nervous system, bioelectric activity, electroencephalogram, physical loads, stages of physical performance.

### References

1. Motylyanskaya R.E. *Vynoslivost' u yunykh sportsmenov* [Endurance in Young Sportsmen]. Moscow, Physical Education and Sports Publ., 1969. 221 p.
2. Zatorskiy V.M. *Fizicheskie kachestva sportsmen* [The Physical Quality of the Athlete]. Moscow, Physical Education and Sports Publ., 1970. 200 p.
3. Zimkin N.V. *Fiziologicheskaya kharakteristika sily, bystry i vynoslivosti* [Physiological Characteristics of Strength, Speed and Endurance]. Moscow, Physical Education and Sports Publ., 1956. 206 p.
4. Zimkin N.V. [Physiological Characteristics and Methods of Determining Endurance Sport]. *Fizkul'tura i sport* [Physical Education and Sports], 1972, pp. 6–30. (in Russ.)
5. Matveev L.P. *Osnovy sportivnoy trenirovki* [Fundamentals of Sports Training]. Moscow, Physical Education and Sports Publ., 1977. 280 p.
6. Mogendovich M.R. *Mozg i zhizn'* [Brain and Life]. Perm', Perm Book Publ., 1967. 57 p.
7. Ozolin N.G. *Razvitie vynoslivosti sportsmenov* [Development of Endurance Athletes]. Moscow, Physical Education and Sports Publ., 1959. 128 p.
8. Ozolin N.G. *Sovremennaya sistema sportivnoy trenirovki* [The Modern System of Sports Training]. Moscow, Physical Education and Sports Publ., 1970. 479 p.
9. Potapov V.N., Kovyazin V.M., Subbotin V.Ya. *Metodika trenirovki v lyzhnykh gonkakh ot novichka do мастера sporta* [Methods of Training in Skiing From Beginner to Master of Sports]. Tyumen', Tyumen State University Publ., 1997. 217 p.

10. Nabatnikova M.Ya. *Spetsial'naya vynoslivost' sportsmen* [Special Endurance Athlete]. Moscow, Physical Education and Sports Publ., 1972. 261 p.

11. Farfel' V.S. [On the Constitution As a Physiological Concept]. *Issledovaniya po fiziologii vynoslivosti* [The Research on the Physiology of Endurance], 1949, vol. 7, iss. 3, pp. 5–12. (in Russ.)

*Received 23 November 2015*

---

### ОБРАЗЕЦ ЦИТИРОВАНИЯ

Потапов, В.Н. Динамика биоэлектрической активности коры головного мозга у юных велосипедистов в процессе выполнения тренировочных нагрузок на выносливость / В.Н. Потапов // Человек. Спорт. Медицина. – 2016. – Т. 1, № 1. – С. 24–28. DOI: 10.14529/hsm160104

### FOR CITATION

Potapov V.N. Dynamics of Bioelectric Activity in a Young Cyclist's Cerebral Cortex During Endurance Training. *Human. Sport. Medicine*, 2016, vol. 1, no. 1, pp. 24–28. (in Russ.) DOI: 10.14529/hsm160104