

ISSN 2225-6016

ВЕСТНИК

*Смоленской государственной
медицинской академии*

Том 13, №2

2014



УДК 616.127-005.0-08

ЭФФЕКТ КУРСОВОГО НИЗКОИНТЕНСИВНОГО ЛАЗЕРНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ НА ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ГОЛОВНОГО МОЗГА СПОРТСМЕНОВ И СКОРОСТНО-СИЛОВЫЕ КОМПОНЕНТЫ МЫШЕЧНЫХ СОКРАЩЕНИЙ

© Брук Т.М.¹, Косорыгина К.Ю.¹, Правдивцев В.А.², Евсеев А.В.²

¹Смоленская государственная академия физической культуры, спорта и туризма, Россия, 214018, Смоленск, пр-т. Гагарина, 23

²Смоленская государственная медицинская академия, Россия, 214019, Смоленск, ул. Крупской, 28

Резюме: Цель исследования – изучить влияние низкоинтенсивного лазерного облучения на энергетическое состояние головного мозга и скоростно-силовые компоненты мышечных сокращений спортсменов. Опыты выполнены на спортсменах-велосипедистах 19-25 лет (n=38). С помощью установки «Спорт-12» с частотой 1 500 Гц в течение 7 сут. облучали область правой кубитальной вены. Энергетическое состояние головного мозга оценивали с помощью метода нейрочартграфии, для чего регистрировали уровень постоянных потенциалов от фронтальной, теменной, затылочной и обеих височных зон коры мозга. Определяли скоростно-силовую выносливость спортсменов в ходе выполнения двух 6-секундных, 15-секундных и 45-секундных тестов. Одновременно изучали показатели анаэробной работоспособности с помощью автоматизированной установки, включающий механический велоэргометр. Замеры осуществляли через 30 мин., 1 сут., 3 сут. и 7 сут. после курсового облучения.

Установлено, что воздействие на организм спортсменов лазерного облучения с частотой 1500 Гц приводит к повышению уровня постоянного потенциала преимущественно в зонах фронтальной и теменной областей коры головного мозга, что подтверждает усиления энергетического обмена в указанных зонах. Эффект облучения проявлялся в повышении абсолютных и относительных значений скоростных и силовых компонентов мышечных сокращений, ускорением процесса нарастания мощности. Наибольший эффект отмечается спустя 1 сут. после воздействия.

По итогам работы предложена гипотеза, в соответствии с которой допускается возможность возникновения в условиях соревнования, после курсового низкоинтенсивного лазерного воздействия в структурах, ответственных на центральное обеспечение произвольной моторики устойчивого субдоминантного комплекса, повышающего вероятность выведения спортсмена на более высокий уровень готовности.

Ключевые слова: головной мозг, низкоинтенсивное лазерное излучение, уровень постоянных потенциалов, анаэробная работоспособность

EFFECT OF LOW-INTENSIVE LASER IRRADIATION ON BRAIN ENERGY CONDITION OF SPORTSMEN AND THEIR FORCE-VELOCITY MUSCLE CONTRACTION COMPONENTS

Brook T.M.¹, Kosorigina K.Yu.¹, Pravdivtsev V.A.², Evseyev A.V.²

¹Smolensk State Academy of Physical Culture, Sport, and Tourism, Russia, 214018, Smolensk, Gagarin Av., 23

²Smolensk State Medical Academy, Russia, 214019, Smolensk, Krupskaya St., 28

Summary: The aim of investigation is to study the effect of low-intensive laser irradiation on brain energy condition and force-velocity muscle contraction components of sportsmen. The experiments were performed on 38 sportsmen-bicyclists 19-25 years old. During 7 days the region of cubital vein was irradiated by apparatus "Sport-12" with frequency 1 500 Hz. Energy brain condition has been estimated by neurocartography method with direct current potential level registration from the frontal, parietal, occipital, and both temporal zones of the brain cortex. The force-velocity resistance of sportsmen has been defined in two 6-second, 15-second, and 45-second tests. Anaerobic workability parameters were studied simultaneously with automatic apparatus including mechanical bicycle ergometer. The measuring was performed in 30 min, 1 day, 3 days, and 7 days after the course of irradiation.

It was established that the action of laser on sportsmen organism with frequency 1 500 Hz provided the rise of direct current potential level mainly in the frontal and parietal zones of the brain cortex that confirms an increase of energy metabolism in these areas. The irradiation effect was expressed by the enhancement of absolute and relative parameters of velocity and force components of muscle contraction and by acceleration of power increasing process. The most significant effect was observed in 1 day after irradiation.

Following the results of investigation a hypothesis was offered according to which following low-intensive laser irradiation a possibility of a steady subdominant complex forming in the structures responsible for the central maintenance of any motility in the conditions of competition increases sportsmen probability to be on higher level of readiness.

Key words: brain, low-intensive laser irradiation, direct current potential level, anaerobic workability

Введение

В настоящее время отмечается повышенный интерес исследователей к изучению динамических показателей активности спортсменов, что во многом обусловлено ростом спортивных достижений в последние годы. Общеизвестно, что уровень готовности организма человека к осуществлению того или иного моторного акта в значительной степени предопределяется предстартовым тонусом и, в частности, уровнем напряжения нервных процессов. Существует множество инструментальных способов оценки функционального состояния ЦНС. С конца 70-х годов в дополнение к уже известным методикам был предложен метод нейроэнергокартирования (НЭК), основанный на регистрации протекающих в коре головного мозга электрических процессов сверхмедленной природы, т.н. постоянных потенциалов, изменяющихся вслед в соответствии с энергетическим состоянием мозговой ткани. Ценность метода состоит в том, что, обладая высокой чувствительностью к изменению статуса головного мозга, он также позволяет наблюдать за изменением его функционального состояния в динамике с возможностью осуществления компьютерной регистрации процесса [5].

Труды многих авторов свидетельствуют, что уровни постоянного потенциала (УПП) во всех областях головного мозга существенно изменяются в условиях информационного и физического воздействия на человека и в существенной мере зависят от параметров его здоровья [2, 3, 4]. Так же установлено, что физическое состояние организма может меняться после воздействия низкоинтенсивного лазерного излучения (НИЛИ). Тем не менее, сведения, характеризующие энергетическое состояние головного мозга в условиях применения анаэробной нагрузки после воздействия на организм НИЛИ, в литературе отсутствуют.

В связи с этим, целью исследования явилось изучение влияния низкоинтенсивного лазерного облучения на энергетическое состояние головного мозга у спортсменов-велосипедистов и на скоростно-силовые компоненты мышечных сокращений.

Методика

Исследования, направленные на изучение энергетического обмена мозга по характеристикам УПП, а также по показателям велоэргометрических тестов анаэробной направленности испытуемых в условиях чрескожного низкоинтенсивного лазерного облучения области правой кубитальной вены («Спорт-12», длина волны – 0,639 мкм). Была использована частота 1500 Гц, курс – 7 сут.

В опытах приняли участие мужчины в возрасте от 19 до 25 лет – высококвалифицированные спортсмены международного класса. Испытуемые были разделены на 2 группы: опытную и контрольную. Опытная группа получала сеанс НИЛИ, контрольная – подвергалась мнимому облучению. Начальный этап исследования включал оценку предстартового функционального состояния ЦНС. Нероэнергокартографию проводили на аппаратно-программном комплексе «Нейроэнергокартограф» (Россия, Москва) по стандартной методике. Метод основан на измерении УПП – регистрации медленно меняющейся электрической активности милливольтного диапазона с помощью неполяризующихся электродов от поверхности головы [7].

Динамику изменения УПП наблюдали у спортсменов во время тренировочных сборов утром, в условиях относительного покоя, до включения в тренировочный процесс (исходный уровень), а также через 30 мин. после курса НИЛИ, спустя 1 сут., 3-е сут., 7 сут.

До и после велоэргометрического тестирования, которое проводилось на велоэргометре «MONARK» (Monark Exercise AB, Швеция), спортсмены подвергались процедуре НЭК. Определялась скоростная выносливость спортсменов в ходе выполнения двух 6-секундных, 15-секундного и 45-секундного тестов. Для определения показателей анаэробной работоспособности использовали автоматизированную установку, представляющую собой механический велоэргометр повышенной точности «Ergomic 894E PeakBike» (Monark Exercise AB, Швеция).

Все полученные результаты подвергались статистической обработке с использованием пакетов прикладных программ Microsoft Excel 2000 и Statistica 7. Для сопоставления значимости различий полученных результатов применяли непараметрический критерий Wilcoxon. Различия между сравниваемыми параметрами считали достоверными при $p < 0,05$.

Результаты исследования и их обсуждение

Результаты эксперименты представлены в таблицах 1-5.

Таблица 1. Оценка сохранности эффекта курса низкоинтенсивного лазерного облучения частотой 1500 Гц по динамике показателей УПП (мВ) у спортсменов-велосипедистов

Показатели		Исходный уровень (1)	Через 30 мин. (2)	Через 1 сут. (3)	Через 3 сут. (4)	Через 7 сут. (5)	P
Fz	Контроль, n=19	11,87±0,36	10,17±0,21	10,87±0,25	10,11±0,29	11,89±0,23	>0,05
	Опыт, n=19	10,11±0,13	12,79±0,08	13,01±0,06	11,98±0,12	11,64±0,19	1-2, 3 <0,05
	p	>0,05	<0,05	<0,05	>0,05	>0,05	
Cz	Контроль, n=19	12,45±0,29	12,98±0,28	12,92±0,23	13,59±0,21	13,39±0,24	>0,05
	Опыт, n=19	11,11±0,21	13,19±0,13	13,91±0,14	12,98±0,12	12,64±0,19	1-2, 3 <0,05
	p	>0,05	>0,05	>0,05	>0,05	>0,05	
Oz	Контроль, n=19	10,71±0,25	10,11±0,24	9,14±0,29	9,98±0,31	9,64±0,34	>0,05
	Опыт, n=19	10,12±0,25	9,57±0,18	9,68±0,12	9,22±0,24	10,21±0,22	>0,05
	p	>0,05	>0,05	>0,05	>0,05	>0,05	
Td	Контроль, n=19	12,11±0,30	11,78±0,29	11,01±0,23	12,96±0,21	12,87±0,23	>0,05
	Опыт, n=19	12,89±0,24	15,58±0,20	14,01±0,21	13,96±0,26	13,87±0,28	1-2, 3 <0,05
	p	>0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	
Ts	Контроль, n=19	12,88±0,19	12,45±0,20	13,64±0,23	13,28±0,24	13,77±0,19	>0,05
	Опыт, n=19	12,97±0,21	14,93±0,13	13,31±0,12	12,13±0,17	12,11±0,25	1-2 <0,05
	p	>0,05	<0,05	>0,05	>0,05	>0,05	

Примечание. Зоны регистрации обозначены как: Fz – фронтальная; Cz – теменная; Oz – затылочная; Td – правая височная; Ts – левая височная

Как было установлено, влияние лазерного облучения с частотой 1500 Гц на организм велосипедистов опытной группы приводит увеличению УПП по сравнению с исходным уровнем через 30 мин. в среднем на 26,50% (табл. 1). Статистически достоверно показатель изменялся в зонах F – на 18,72%, Td – на 20,86%, Ts – на 15,11%. Через 1 сут. УПП повышался или оставался повышенным в зонах F на 28,68% и Td – на 8,6% (для всех показателей $p < 0,05$).

Межгрупповые изменения через 30 мин. произошли в опытной группе. В частности, в сравнении с соответствующими контрольными цифрами показатель Fz увеличился на 25,76%, Td – на 32,25%, Ts на – 19,91%. Через 1 сут. в опытной группе показатель Fz увеличился на 19,68%, Td – на 27,24% по сравнению с контролем.

Как было отмечено, эффект курса НИЛИ, проводившегося с частотой 1500 Гц, сохранялся в течение 7 сут. При этом на протяжении всего периода измерений у спортсменов контрольной

группы наблюдали существенное повышение скоростной компоненты мышечных сокращений в сравнении с опытной группой (табл. 2).

Наиболее отчетливым был эффект через на 1 сут. после облучения, когда обнаруживали себя наивысшие значения анаэробной работоспособности в 1-й пробе 6-ти секундного теста. Так, максимальной частоте движений (f_{\max}) увеличивалась на 2,72%, абсолютная мощность (N_{\max}) – на 2,82% при уменьшении времени достижения максимальной частоты вращения педалей ($t_{70\%}$), отражающем скорость прироста частоты движений – на 2,93% (для всех показателей $p < 0,01$).

Таблица 2. Сохранность эффекта курса низкоинтенсивного лазерного облучения частотой 1500 Гц по показателям скоростной компоненты мышечных сокращений спортсменов-велосипедистов

Показатели		Исходный уровень (1)	Через 30 мин. (2)	Через 1 сут. (3)	Через 3 сут. (4)	Через 7 сут. (5)	P
f_{\max} , об/мин	Контроль, n=19	198,70±0,30	198,90±0,20	198,97±0,22	199,10±0,28	199,20±0,40	>0,05
	Опыт, n=19	199,15±0,32	203,60±0,30	204,40±0,34	204,35±0,23	203,76±0,35	1-2 <0,05 1-3, 4 <0,01 1-5 <0,05
	p	>0,05	<0,05	<0,01	<0,01	<0,05	
$t_{70\%}$, с	Контроль, n=19	1,280±0,04	1,275±0,04	1,267±0,08	1,262±0,04	1,267±0,05	>0,05
	Опыт, n=19	1,268±0,03	1,244±0,05	1,230±0,06	1,226±0,04	1,238±0,02	1-2 <0,05 1-3, 4 <0,01 1-5 <0,05
	p	>0,05	<0,05	<0,01	<0,01	<0,05	
N_{\max} , Вт	Контроль, n=19	353,22±1,40	353,80±1,56	354,10±1,68	354,30±1,30	354,40±1,08	>0,05
	Опыт, n=19	355,35±1,53	362,10±1,60	364,10±1,73	364,04±1,40	362,25±1,10	1-2 <0,05 1-3, 4 <0,01 1-5 <0,05
	p	>0,05	<0,05	<0,01	<0,01	<0,05	

Примечание. f_{\max} – максимальная частота движений; $t_{70\%}$ – время достижения максимальной частоты вращения; N_{\max} – абсолютная мощность

На 3-и сутки эффект воздействия НИЛИ несколько снижался, но сохранялся на уровне близком к показателям 1-х сут. В частности, f_{\max} была выше на 2,64%, N_{\max} – на 2,74%, при уменьшении $t_{70\%}$ на 2,85% (для всех показателей $p < 0,01$).

На 7-е сутки эффект облучения в сравнении с предыдущими измерениями снижался, но показатели всё же были выше контрольных значений: f_{\max} оставалась выше на 2,28%, N_{\max} – на 2,21%, при сокращении $t_{70\%}$ на 2,28% (для всех показателей $p < 0,05$).

После курса НИЛИ с частотой 1500 Гц у высококвалифицированных шорт-трековиков опытной группы было отмечено сохранение эффекта облучения в течение 7-ми сут. по сравнению с контрольной (табл. 3). Об этом свидетельствовало повышение скоростно-силовой компоненты мышечных сокращений по всем показателям на протяжении обследования. К тому же наиболее значительные эффекта, а именно, максимальная частота движений, абсолютная и относительная мощность, время достижения максимальной частоты вращения педалей, градиент прироста мощности при выполнении 1-го движения были выявлены в 1-й пробе теста также в 1-е сут. опыта. В частности, f_{\max} увеличилась на 2,91%, N_{\max} – на 2,77%, $N_{\text{отн}}$ – на 2,80%, J – на 2,90%, $t_{70\%}$ – на 2,98% (для всех показателей $p < 0,01$).

На 3 сут. прирост анаэробной работоспособности оставался на уровне 1-х сут. Только на 7-е сут. эффект облучения начинал снижаться, хотя всё ещё превышал контрольные цифры. Так, f_{\max} был выше контроля на 2,17%, N_{\max} – на 2,20%, $N_{\text{отн}}$ – на 2,15%, J – на 2,35%, $t_{70\%}$ – на 2,18% (для всех показателей $p < 0,05$).

Таблица 3. Сохранность эффекта курса низкоинтенсивного лазерного облучения частотой 1500 Гц по показателям скорости-силовой компоненты мышечных сокращений спортсменов-велосипедистов

Показатели		Исходный уровень (1)	Через 30 мин. (2)	Через 1 сут. (3)	Через 3 сут. (4)	Через 7 сут. (5)	P
f_{\max} , об/мин	Контроль, n=19	174,10±1,30	174,30±1,32	174,42±1,20	174,70±1,50	174,50±1,42	>0,05
	Опыт, n=19	174,45±1,36	178,30±1,50	179,50±1,25	179,70±1,40	178,30±1,50	1-2 <0,05 1-3, 4 <0,01 1-5 <0,05
	p	>0,05	<0,05	<0,01	<0,01	<0,05	
$t_{70\%}$, с	Контроль, n=19	1,530±0,02	1,520±0,03	1,510±0,02	1,515±0,06	1,520±0,04	>0,05
	Опыт, n=19	1,520±0,03	1,487±0,05	1,465±0,08	1,472±0,04	1,487±0,02	1-2 <0,05 1-3, 4 <0,01 1-5 <0,05
	p	>0,05	<0,05	<0,01	<0,01	<0,05	
N_{\max} , Вт	Контроль, n=19	982,44±2,16	983,70±2,10	984,50±2,13	984,90±2,25	984,65±2,15	>0,05
	Опыт, n=19	984,55±2,20	1007,10±2,04	1011,77±2,20	1010,60±2,30	1006,33±2,18	1-2 <0,05 1-3, 4 <0,01 1-5 <0,05
	p	>0,05	<0,05	<0,01	<0,01	<0,05	
$N_{\text{отн}}$, Вт/кг	Контроль, n=19	12,48±0,02	12,49±0,04	12,50±0,02	12,51±0,04	12,52±0,03	>0,05
	Опыт, n=19	12,49±0,01	12,78±0,03	12,83±0,03	12,84±0,03	12,79±0,02	1-2 <0,05 1-3, 4 <0,01 1-5 <0,05
	p	>0,05	<0,05	<0,01	<0,01	<0,05	
J, Вт/с	Контроль, n=19	512,70±2,03	512,94±2,07	513,20±2,30	513,40±2,17	513,70±2,06	>0,05
	Опыт, n=19	513,50±2,10	525,22±2,12	528,10±2,35	528,03±2,15	525,80±2,12	1-2 <0,05 1-3, 4 <0,01 1-5 <0,05
	p	>0,05	<0,05	<0,01	<0,01	<0,05	

Примечание. f_{\max} – максимальная частота движений; $t_{70\%}$ – время достижения максимальной частоты вращения; N_{\max} – абсолютная мощность; $N_{\text{отн}}$ – относительная мощность; J – градиент прироста мощности при выполнении 1-го движения

При воздействии НИЛИ в заданном режиме, в ходе выполнения 15-ти секундного теста эффект обнаруживал себя на протяжении 7-ми сут., о чем свидетельствовали отличия показателей, характеризующих максимальную анаэробную мощность, на всех этапах опыта (табл. 4). Например, объём анаэробно-алактатной работоспособности (показатель А) у спортсменов опытной группы уже через 30 мин. после воздействия возрастал на 2,26%, показатели максимальной и относительной мощности увеличивались соответственно на 2,27 и 2,36%, максимальная частота движений – на 2,31% (для всех показателей $p < 0,05$) по сравнению с исходными значениями. В опытной группе наиболее выраженный прирост максимальной анаэробной мощности по сравнению с контрольной наблюдали в течение 1 сут. В частности, показатель А увеличился на 2,82%, N_{\max} и $N_{\text{отн}}$ соответственно – на 2,89 и 2,90%, количество оборотов – на 2,92% (для всех показателей $p < 0,01$).

На 3 сут. эффект НИЛИ в алактатном режиме составил для показателя А – 2,73%, для N_{\max} и $N_{\text{отн}}$ соответственно – 2,68 и 2,78%, по количеству оборотов прирост составил 2,71% по сравнению с контрольной группой (для всех показателей $p < 0,01$). На 7 сут. эффект облучения снижался, что проявлялось уменьшением степени прироста показателей максимальной анаэробной мощности, однако, полученные величины оставались статистически значимо выше в сравнении с контрольной группой: показатель А – на 2,22%, N_{\max} и $N_{\text{отн}}$ – соответственно на 2,18 и 2,14%, количество оборотов – на 2,23% (для всех показателей $p < 0,05$). Важно отметить, что на

протяжении восстановительного периода коэффициенты выносливости в опытной и контрольной группах достоверно не отличались ($p > 0,05$).

Таблица 4. Сохранность эффекта курса низкоинтенсивного лазерного облучения частотой 1500 Гц по показателям максимальной алактатной мощности спортсменов-велосипедистов

Показатели		Исходный уровень (1)	Через 30 мин. (2)	Через 1 сут. (3)	Через 3 сут. (4)	Через 7 сут. (5)	P
N_{\max} , Вт	Контроль, n=19	802,50±1,23	804,11±1,32	804,60±1,47	805,20±1,60	805,90±2,10	>0,05
	Опыт, n=19	804,90±1,26	823,10±1,30	827,90±1,50	826,80±1,54	823,44±2,15	1-2 <0,05 1-3, 4 <0,01 1-5 <0,05
	p	>0,05	<0,05	<0,01	<0,01	<0,05	
КВ, усл. ед.	Контроль, n=19	0,97±0,01	0,98±0,02	0,97±0,02	0,97±0,02	0,97±0,01	>0,05
	Опыт, n=19	0,96±0,01	0,97±0,01	0,98±0,01	0,98±0,01	0,97±0,02	1-3, 4 <0,05
	p	>0,05	>0,05	>0,05	>0,05	>0,05	
f_{\max} , об/мин	Контроль, n=19	40,07±0,10	40,20±0,07	40,32±0,02	40,45±0,12	40,30±0,05	>0,05
	Опыт, n=19	40,18±0,12	41,13±0,09	41,50±0,04	41,55±0,10	41,20±0,07	1-2 <0,05 1-3, 4 <0,01 1-5 <0,05
	p	>0,05	<0,05	<0,01	<0,01	<0,05	
$N_{отн}$, Вт/кг	Контроль, n=19	9,30±0,02	9,32±0,03	9,33±0,03	9,34±0,02	9,35±0,02	>0,05
	Опыт, n=19	9,31±0,01	9,54±0,02	9,60±0,02	9,60±0,03	9,55±0,01	1-2 <0,05 1-3, 4 <0,01 1-5 <0,05
	p	>0,05	<0,05	<0,01	<0,01	<0,05	
А, Дж	Контроль, n=19	11324,20 ±20,12	11350,17 ±20,20	11357,90 ±20,31	11362,44 ±20,40	11377,85 ±20,55	>0,05
	Опыт, n=19	11370,07 ±20,15	11607,20 ±20,26	11678,24 ±20,34	11673,06 ±20,43	11630,76 ±20,58	1-2 <0,05 1-3, 4 <0,01 1-5 <0,05
	p	>0,05	<0,05	<0,01	<0,01	<0,05	

Примечание. N_{\max} – абсолютная мощность; $N_{отн}$ – относительная мощность; f_{\max} – максимальная частота движений; КВ – коэффициент выносливости; А – объём анаэробно-гликолитической работоспособности

После курса лазерного облучения частотой 1500 Гц в ходе выполнения 45-ти секундного теста, стимулирующий эффект в отношении анаэробной выносливости сохранялся в течение 7-ми сут. (табл. 5). Так, через 30 мин. после НИЛИ объём реализуемой анаэробно-гликолитической работоспособности спортсменов опытной группы (показатель А) вырос на 2,31%, показатели максимальной и относительной мощности увеличился соответственно на 2,37 и 2,25%, количество оборотов педалей – на 2,34% по сравнению с контрольной группой (для всех показателей $p < 0,05$). Более существенные изменения наблюдали к концу 1-х сут. При этом показатель А увеличивался на 2,79%, N_{\max} и $N_{отн}$ соответственно – на 2,86 и 2,8%, количество оборотов – на 2,83% (для всех показателей $p < 0,01$).

На 3 сут. эффект НИЛИ не отличался эффекта 1-х суток. После облучения, показатель А был выше контрольного значения на 2,69%, N_{\max} и $N_{отн}$ соответственно – на 2,77 и 2,61%, количество оборотов – на 2,67% (для всех показателей $p < 0,01$). На 7 сут. эффект снижался, но оставался статистически достоверно выше значений контрольной группы: показатель А вырос на 2,20%, N_{\max} и $N_{отн}$ соответственно – на 2,28 и 2,05%, количество оборотов – на 2,01% (для всех показателей $p < 0,05$). При этом значения коэффициента выносливости, как и при 15-ти секундной пробе, по сравнению с контрольной группой не имели достоверных различий на протяжении всего восстановительного периода ($p > 0,05$).

Также следует отметить, что после имитации курса воздействия НИЛИ (контрольная группа) различий выявлено не было по результатам всех тестов ($p > 0,05$).

Таблица 5. Сохранность эффекта курса низкоинтенсивного лазерного облучения частотой 1500 Гц по показателям анаэробной гликолитической выносливости спортсменов-велосипедистов

Показатели		Исходный уровень (1)	Через 30 мин. (2)	Через 1 сут. (3)	Через 3 сут. (4)	Через 7 сут. (5)	P
N_{\max} , Вт	Контроль, n=19	492,86±1,02	492,98±1,06	493,10±1,02	493,45±1,06	493,80±1,02	>0,05
	Опыт, n=19	493,17±1,05	504,70±1,08	507,20±1,04	507,15±1,08	505,10±1,04	1-2, 3, 4 <0,01 1, 5 <0,05
	p		<0,05	<0,01	<0,01	<0,05	
КВ, усл. ед.	Контроль, n=19	0,97±0,01	0,97±0,02	0,97±0,02	0,98±0,02	0,97±0,01	>0,05
	Опыт, n=19	0,96±0,02	0,96±0,01	0,98±0,02	0,97±0,01	0,96±0,02	1-3 <0,05 2-3 <0,05 3-4 <0,01
	p	>0,05	>0,05	>0,05	>0,05	>0,05	
f_{\max} , об/мин	Контроль, n=19	119,40±0,22	119,60±0,25	119,80±0,20	119,90±0,18	119,70±0,14	>0,05
	Опыт, n=19	119,65±0,24	122,40±0,20	123,20±0,15	123,10±0,10	122,10±0,16	1-2 <0,05 1-3, 4 <0,01 1-5 <0,05
	p	>0,05	<0,05	<0,01	<0,01	<0,05	
$N_{\text{отн}}$, Вт/кг	Контроль, n=19	5,31±0,02	5,33±0,02	5,34±0,02	5,35±0,03	5,37±0,02	>0,05
	Опыт, n=19	5,32±0,01	5,44±0,03	5,49±0,01	5,49±0,01	5,48±0,01	1-2 <0,01 1-3 <0,05 1-4, 5 <0,01
	p	>0,05	<0,05	<0,01	<0,01	<0,05	
А, Дж	Контроль, n=19	18390,35 ±34,15	18409,78 ±34,17	18435,20 ±34,18	18460,78 ±34,28	18487,30±34,60	>0,05
	Опыт, n=19	18430,12 ±34,20	18835,16 ±34,20	18950,70 ±34,21	18958,88 ±34,39	18895,70 ±34,65	1-2 <0,05 1-3, 4 <0,01 1-5 <0,05
	p	>0,05	<0,05	<0,01	<0,01	<0,05	

Примечание. N_{\max} – абсолютная мощность; $N_{\text{отн}}$ – относительная мощность; f_{\max} – максимальная частота движений; КВ – коэффициент выносливости; А – объём анаэробно-гликолитической работоспособности

Таким образом, на основании анализа, в первую очередь, характеристик УПП головного мозга можно сделать заключение, что после воздействия курса НИЛИ общее функциональное состояние коры существенно изменяется во фронтальной, теменной, в меньшей степени височных зонах. Формирующийся при этом новый статус активности ЦНС можно квалифицировать как состояние скрытой доминанты, или субдоминанты [1].

На основании полученных данных представляется перспективной гипотеза, в соответствии с которой допускается возможность возникновения в условиях соревновательного процесса, развивающегося на фоне доминирующих мотивационных возбуждений, расширенного объема обстановочных и пусковых афферентаций [1, 6], после курсового низкоинтенсивного лазерного воздействия формирования в структурах, ответственных на центральное обеспечение произвольной моторики относительно устойчивого субдоминантного комплекса, способного трансформироваться в полноценное доминантное состояние. Такого рода изменения в ЦНС должны существенно повышать вероятность выведения спортсмена на более высокий уровень готовности (вплоть до максимального) к выполнению того или иного моторного акта за счет усиления нейродинамики в зонах контроля моторной активности.

Выводы

1. Воздействия на организм спортсменов-велосипедистов НИЛИ с частотой 1500 Гц приводит к повышению уровня постоянного потенциала преимущественно в зонах фронтальной и теменной областей коры головного мозга, что подтверждает усиления энергетического обмена в указанных зонах.
2. Предположительно, под влиянием НИЛИ в зонах фронтальной и теменной коры, соответствующих моторной и соматосенсорной её областям формируется скрытая доминанта. Субдоминанта обеспечивает усиление нейродинамики в соответствующих отделах мозга с возможностью последующей её трансформации под влиянием эндогенных мотивационных возбуждений и экзогенных факторов в полноценную доминанту, особенно в обстановке соревнований, что повышает вероятность достижения спортсменом максимального результата.
3. Курс НИЛИ с частотой 1500 Гц обеспечивает сохранность эффекта облучения в виде повышенных абсолютных и относительных значений скоростных и скоростно-силовых компонентов мышечных сокращений, в ускорении процесса нарастания мощности на первых этапах осуществления моторного акта, а также её поддержания в конце теста. Это подтверждается приростом уровня максимальной и относительной мощности, величиной объема выполненной работы, увеличением частоты движений в 15-ти и 45-ти секундных тестах. При этом наибольший эффект НИЛИ в указанном режиме отмечается по истечении 1-х суток после воздействия.
4. Курс НИЛИ с частотой 1500 Гц обеспечивает сохранение положительных сдвигов в состоянии спортсменов в течение 7-ми суток.

Литература

1. Анохин П.К. Биология и нейрофизиология условного рефлекса. – М., 1968. – 448 с.
2. Бажин А.В., Ахмадеев Р.Р., Кальметьев А.Х. Сверхмедленная электрическая активность головного мозга при краткосрочном гипоксическом стрессе у спортсменов // Вестник Южно-уральского гос. университета. – Челябинск: ЮУрГУ, 2006. – В.7. – Т.1, №3. – С. 94-97.
3. Заболотских И.Б., Илюхина В.А. Физиологические основы различий стрессорной устойчивости здорового и больного человека. – Краснодар: Изд. Кубанской гос. мед. академии, 1995. – 101 с.
4. Илюхина В.А., Заболотских И.Б. Физиологические основы различий устойчивости организма к субмаксимальной физической нагрузке до отказа у здоровых лиц молодого возраста // Ж. Физиол. человека. – 2000. – Т.26, №3. – С. 121-128.
5. Миронов Н.П., Соколова Л.П., Борисова Ю.В. Нейроэнергокартирование. Оценка функционального состояния мозга при когнитивных нарушениях различной этиологии. // Вестник МЕДСИ. – 2010. – Вып.8. – С. 32-38.
6. Судаков К.В. Системная организация целостного поведенческого акта // Физиология поведения. – Л., 1987. – 366 с.
7. Фокин В.Ф., Пономарева Н.В. Энергетическая физиология мозга. – М.: Антидор, 2003. – 288 с.

Информация об авторах

Брук Татьяна Михайловна – доктор биологических наук, профессор, заведующий кафедрой биологических дисциплин ФГБОУ ВПО «Смоленская государственная академия физической культуры, спорта и туризма» Министерства спорта РФ. E-mail: bryktncenter@rambler.ru

Косорыгина Кристина Юрьевна – заведующая научно-исследовательской лабораторией кафедры биологических дисциплин ФГБОУ ВПО «Смоленская государственная академия физической культуры, спорта и туризма» Министерства спорта РФ, аспирант кафедры. E-mail: savkina.krist@yandex.ru

Правдивцев Виталий Андреевич – доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой нормальной физиологии ГБОУ ВПО «Смоленская государственная медицинская академия» Минздрава России. E-mail: pqrstvav@mail.ru

Евсеев Андрей Викторович – доктор медицинских наук, профессор кафедры нормальной физиологии ГБОУ ВПО «Смоленская государственная медицинская академия» Минздрава России. E-mail: hypoxia@yandex.ru