

- фотодинамической терапии и послеоперационного внутривенного лазерного облучения крови. «ЛАЗЕР НИЛИ – 2» // Методические рекомендации. – М., 2017. – 20 с.
10. Халилов А.Н. Эффективность лазеротерапии в комплексном лечении больных дилатационной кардиомиопатией // Saglamlig. – 2007. – № 10. Baku. – С. 83–90.
 11. Халилов А.Н., Бахшалиев А.Б., Кахраманова С.М., Ахмедов Т.М. Эффективность использования различных лечебных режимов при дилатационной кардиомиопатии // Saglamliq. – 2009. – № 8. Baku. – С. 190–193.
 12. Усмонзода Д.У. Влияние лазерного излучения и лечебной физкультуры на клинико-функциональное состояние и липидный обмен у больных ишемической болезнью сердца, рефрактерных к гипополипидемической терапии: Автореф. дис. ... к. м. н. – М., 2011. – 24 с.
 13. Amiodarone versus implantable cardioverter-defibrillator: randomized trial in patients with nonischemic dilated cardiomyopathy and asymptomatic nonsustained ventricular tachycardia / S.A. Strickberger et al. // J. Am. Coll. Cardiol. – 2003. – Vol. 41. – P. 1707–1712.
 14. Bowles N.E. The «final common pathway» hypothesis and inherited cardiovascular disease. The role of cytoskeletal proteins in dilated cardiomyopathy / K.R. Bowles, J.A. Towbin // Herz. – 2000. – Vol. 25. – P. 168–175.
 15. Classification of the cardiomyopathies: a position statement from the european society of cardiology working group on myocardial and pericardial diseases / P. Elliott et al. // Eur. Heart. J. – 2008. – Vol. 29. – № 2. – P. 270–276.
 16. Contemporary Definitions and Classification of the Cardiomyopathies. An American Heart Association Scientific Statement From the Council on Clinical Cardiology, Heart Failure and Transplantation Committee; Quality of Care and Outcomes Research and Functional Genomics and Translational Biology Interdisciplinary Working Groups; and Council on Epidemiology and Prevention / B.J. Maron et al. // Circulation. – 2006. – Vol. 113. – P. 1807–1816.
 17. Prognostic value of serial cardiac assessment and familial screening in patients with dilated cardiomyopathy / E. Grünig et al. // Eur. J. Heart Fail. – 2003. – Vol. 5. – P. 55–62.

Поступила в редакцию 12.04.18 г.

Для контактов: Мустафаев Ровшан Джалалович
E-mail: rov_67@mail.ru

УДК 615.8

Брук Т.М., Косорыгина К.Ю.

Модулирующие влияния НИЛИ на энергетический обмен ЦНС при выполнении специфической физической нагрузки спортсменов-игровиков

Bruk T.M., Kosoryogina K.Yu.

Modulating influence of lills on energy exchange of CNS at the execution of specific physical load of sportsmen-players

ФГБОУ ВО «Смоленская государственная академия физической культуры, спорта и туризма»

Цель. Оценить влияние НИЛИ на энергетическую активность клеток коры головного мозга при выполнении физической нагрузки для коррекции функционального состояния спортсменов. **Материалы и методы.** В эксперименте приняли участие высококвалифицированные спортсмены, представители игровых видов спорта (футбол – СФК «ЦРФСО», г. Смоленск – 24 человека; хоккей – ХК «Славутич», г. Смоленск – 31 человек). Используемая аппаратура: аппаратно-программный комплекс для топографического картирования электрической активности мозга «Нейро-КМ» (НЭК). В качестве источника лазерного излучения был применен медицинский лазерный терапевтический аппарат «Узор – 3К» и «Узор – 3КС». **Результаты.** Низкоинтенсивное лазерное излучение на фоне выполнения специфической физической нагрузки привело к достоверному общегрупповому снижению уровня постоянных потенциалов (УПП) в нижне-лобной области по сравнению с действием изолированной физической нагрузки, вызывающей значительное повышение данного показателя. В остальных областях прослеживалась лишь тенденция движения изучаемого показателя в сторону исходного уровня на действие НИЛИ. **Заключение.** Курсовое применение низкоинтенсивного лазера со своим положительным воздействием на центральную нервную систему позволит корректировать функциональное состояние спортсменов в ходе тренировок, и УПП в этом случае является информативным показателем. **Ключевые слова:** функциональное состояние, энергетический обмен, постоянные потенциалы, работоспособность спортсменов, низкоинтенсивное лазерное излучение.

Purpose. To assess effects of low-level laser irradiation (LLLI) at the energetic activity of cortical cells under physical loading in athletes so as to correct their functional state. **Materials and methods.** High-class athletes, representing game sports (football – Smolensk Football Club – 24 subjects, ice-hockey club «Slavutich» – 31 subject). **Equipment:** hardware and software complex for topographic mapping of brain electrical activity «Neuro-KM»; laser therapeutic apparatuses «Uzor-3K» and «Uzor-3KS». **Results.** Low-level laser irradiation under specific physical loading caused a reliable overall group decrease in the level of constant potentials in the lower-frontal region as compared with the effect of isolated physical loading leading to a significant increase of this parameter. In the remaining regions, one can only trace a tendency of the studied parameter to move toward the initial level as a reaction to LLLI. **Conclusion.** Low-level laser light has a positive effect at the central nervous system which corrects functional state of athletes during their trainings; and the level of constant potentials in this case is an informative indicator. **Keywords:** functional state, energy exchange, level of constant potentials, physical tolerance in athletes, low-level laser irradiation.

Введение

Актуальным на сегодняшний день является изучение влияния на организм спортсменов современных физиотерапевтических средств, способствующих оптимизации

функционального состояния при действии различного рода нагрузок, среди которых, на наш взгляд, является низкоинтенсивное лазерное излучение, которое, как было установлено ранее, способствует оптимизации нейроэн-

докринного статуса, процессов микроциркуляции, вегетативного гомеостаза, многих показателей кардиореспираторной системы, определяющих работоспособность спортсменов [2, 3]. Однако на современном этапе актуальным является изучение влияния низкоинтенсивного лазерного излучения (НИЛИ) на энергетический обмен клеток различных зон коры головного мозга, так как именно ЦНС представляет сложно организованную совокупность нервных центров, подавляющее большинство которых определяет статические и динамические характеристики целенаправленных двигательных актов человека, а также степень участия вышеперечисленных систем, обеспечивающих поведенческий двигательный акт.

Цель исследования: оценить влияние НИЛИ на энергетическую активность клеток коры головного мозга при выполнении специфической физической нагрузки для коррекции функционального состояния спортсменов.

Материалы и методы исследования

В эксперименте приняли участие высококвалифицированные спортсмены, представители игровых видов спорта (футбол: СФК «ЦРФСО», г. Смоленск – 24 человека; хоккей: ХК «Славутич», г. Смоленск – 31 человек). Выбор контингента обусловлен тем, что представители данных групп, относящихся к игровым видам спорта, выполняют работу скоростно-силовой направленности (упражнения переменной мощности).

Исследования проводились в 3 этапа. Первый этап исследования был направлен на оценку активности структур коры головного мозга в состоянии относительного физиологического покоя. Второй этап исследования включал изучение влияния специфической физической нагрузки (1,5-часовой игры у футболистов: 2 периода по 45 минут и часовой игры у хоккеистов: 3 периода по 20 минут) на функциональное состояние изучаемых показателей. На третьем этапе было применено низкоинтенсивное лазерное излучение, ежедневно в течение 7 дней в утренние часы, на 7-й день спортсмены выполняли ту же физическую нагрузку.

В качестве источника лазерного излучения был использован медицинский лазерный терапевтический аппарат «Узор-3К» и «Узор-3КС» со следующими параметрами: длина волны излучения – $0,89 \pm 0,02$ мкм, мощность импульса – 3,7 Вт, частота следования импульсов – 1500 Гц, время экспозиции – 8 минут 2 излучателями по 4 минуты на область сонных артерий.

С целью оценки влияния НИЛИ на энергетический обмен коры головного мозга был изучен уровень постоянных потенциалов (УПП) у высококвалифицированных спортсменов-игровиков при помощи специализированного аппаратно-программного комплекса для топографического картирования электрической активности мозга «Нейро-КМ» (НЭК). УПП головного мозга – это медленно изменяющийся потенциал милливольтового диапазона, совокупно фиксирующий разность потенциалов по обе стороны сложно организованной мембраны, разделяющей активный нейронно-глиальный комплекс с одной стороны и внутренней поверхности стенки локальных сосудов мозга – с другой. Отметим, что основным потенциал-образующим фактором рас-

сматриваемой тканевой конструкции является катион водорода (H^+). Следовательно, при повышении УПП происходит изменение кислотно-основного состояния (КОС) ткани мозга в кислую сторону с понижением pH, тогда как при уменьшении УПП происходит изменение КОС ткани мозга в щелочную сторону с увеличением pH [4]. Разработчики метода подчеркивают прямую связь между интенсивностью энергетического обмена той или иной области головного мозга, локальной величиной pH области мозга и уровнем УПП. Таким образом, регистрируя фактически показатели pH различных областей головного мозга, можно делать объективное заключение об уровне энергетического обмена соответствующей области головного мозга.

Полученные результаты были обработаны статистически с использованием пакета прикладных программ SPSS 13.0 для Windows. Результаты представлены в виде средних величин и стандартной ошибки средней величины ($M \pm m$). Оценка достоверности различий средних величин проведена с использованием t-критерия Стьюдента. Уровень значимости считали достоверным при $p < 0,05$.

Результаты и их обсуждение

В ходе проведения исследования мы получили следующие данные, которые представлены в табл. 1–2.

Анализируя общегрупповой исходный УПП следует заключить, что относительно низкий показатель указывает на экономный, невысокий церебральный энергообмен у спортсменов до нагрузки. Специфическая физическая нагрузка привела к общегрупповому приросту УПП в нижне-лобной области (Fz) на 38%; Cz – 40%; Td – 26%; Ts – 17% ($p < 0,05$ во всех случаях), что является закономерным физиологическим явлением.

Установлено, что такого рода нагрузка приводит к активации гипоталамо-гипофизарно-надпочечниковой сис-

Таблица 1
Показатели уровня постоянных потенциалов (УПП/мВ) в различных областях коры головного мозга у высококвалифицированных футболистов до физической нагрузки (ФН), после ФН и действия НИЛИ

№ п/п	Показатели УПП/мВ	До ФН (1)	После ФН (2)	После ФН и НИЛИ (3)	p/Δ
1	Нижне-лобная область (Fz)	$9,45 \pm 0,03$	$13,05 \pm 0,21$	$10,92 \pm 0,14$	$1,2 < 0,05/38\%$ $1,3 < 0,05/15\%$ $2,3 < 0,05/19\%$
2	Центральная область (Cz)	$9,56 \pm 0,08$	$13,38 \pm 0,13$	$13,02 \pm 0,11$	$1,2 < 0,05/40\%$ $1,3 < 0,05/32\%$
3	Затылочная область (Oz)	$11,49 \pm 1,06$	$12,06 \pm 0,19$	$11,65 \pm 0,28$	$>0,05$
4	Правая височная область (Td)	$11,08 \pm 0,96$	$14,01 \pm 0,01$	$13,91 \pm 0,14$	$1,2 < 0,05/26\%$ $1,3 < 0,05/25\%$
5	Левая височная область (Ts)	$11,89 \pm 0,66$	$13,89 \pm 0,28$	$13,66 \pm 0,22$	$1,2 < 0,05/17\%$ $1,3 < 0,05/15\%$

Примечание. p – уровень значимости; Δ – абсолютный прирост.

Таблица 2
Показатели уровня постоянных потенциалов
(УПП/мВ) в различных областях коры головного мозга
у высококвалифицированных хоккеистов до физической
нагрузки (ФН), после ФН и действия НИЛИ

№ п/п	Показатели УПП/мВ	До ФН (1)	После ФН (2)	После ФН и НИЛИ (3)	p/Δ
1	Нижнелобная область (Fz)	10,68 ± 0,51	12,69 ± 0,67	10,98 ± 0,65	1,2 < 0,05/19% 2,3 < 0,05/16%
2	Центральная область (Cz)	9,06 ± 0,31	11,98 ± 0,65	11,01 ± 0,66	1,2 < 0,05/24%
3	Затылочная область (Oz)	9,36 ± 0,39	10,87 ± 0,34	10,36 ± 0,30	>0,05
4	Правая височная область (Td)	10,61 ± 0,81	12,01 ± 0,12	10,96 ± 0,01	1,2 < 0,05/13%
5	Левая височная область (Ts)	11,17 ± 0,51	13,19 ± 0,67	11,77 ± 0,55	1,2 < 0,05/18%

Примечание. p – уровень значимости; Δ – абсолютный прирост.

темы (ГГНС), сопровождающаяся выбросом кортизола и адренокортикотропного гормона (АКТГ) [2, 3]. Поэтому при повышении содержания кортизола величина УПП достоверно увеличивалась в лобной, центральной, правой и левой височных областях, а также возрастал усредненный по всем отведениям УПП. Полученные данные подтверждают представление о том, что активация ГГНС с повышением уровня кортизола сопровождается увеличением УПП, что, очевидно, является следствием перестройки церебрального энергетического метаболизма, ведущей к усилению гликолиза и развитию лактоацидоза в мозге. Закисление мозга усиливает окислительный стресс, неблагоприятно сказывающийся на деятельности мозга [1].

Низкоинтенсивное лазерное излучение приводит к достоверному приросту УПП по сравнению с исходным уровнем в нижнелобной области (Fz) на 15%; Cz – 32%; Td – 25%; Ts – 15% (p < 0,05 во всех случаях). Однако на фоне действия физической нагрузки, приводящей к значительному повышению данного показателя, НИЛИ, достоверно снижает его уровень в нижнелобной области на 19,5%. В остальных областях коры головного мозга достоверного снижения УПП выявлено не было, однако прослеживается тенденция движения изучаемого показателя в сторону исходного уровня, что может указывать на нивелирующее действие лазера.

Далее были проанализированы данные, полученные по оценке низкоинтенсивного лазерного излучения и специфической физической нагрузки и на организм высококвалифицированных хоккеистов, которые представлены в табл. 2.

Исходный уровень постоянных потенциалов в целой группе относительно низкий, что указывает на экономный церебральный энергообмен у спортсменов в состоянии относительного физиологического покоя. Однако специфическая физическая нагрузка привела

к достоверным увеличениям изучаемого показателя во всех зонах коры головного мозга, за исключением затылочной. Так, УПП увеличился в Fz на 19%, Cz – 24%, Td – 13%, Ts – 18% (во всех случаях p < 0,05). Закисление мозга усиливает окислительный стресс, неблагоприятно сказывающийся на деятельности мозга. Необходимо заметить, что такая тенденция закономерна и обоснована в ранее проведенных исследованиях [4].

После действия НИЛИ на фоне выполняемой нагрузки не наблюдается достоверного прироста УПП по сравнению с исходным уровнем, однако следует заметить, что в нижнелобной области изучаемый показатель достоверно снизился на 16% (p < 0,05) на его воздействие по сравнению с физической нагрузкой, приводящей к значительному увеличению данного показателя. В остальных областях коры головного мозга достоверного снижения УПП выявлено не было.

Оценивая влияние низкоинтенсивного лазерного излучения на организм спортсменов игровых видов спорта, выполняющих специфическую физическую нагрузку, по уровню УПП следует заключить, что курс процедур лазеротерапии у футболистов способствовал более выраженному, чем у хоккеистов, движению данного показателя к исходному уровню, что указывает на нивелирующее действие лазера.

Заключение

Подводя итоги анализа функциональной конфигурации процессов, выявленных нами в коре мозга под влиянием НИЛИ, можно заключить, что в результате проведения процедур лазерного воздействия в нижнелобной области, отвечающей за моторную активность всего организма, в головном мозге снижаются процессы закисления тканей, что приводит к усилению энергетического обмена и, как следствие, повышению физической работоспособности.

Таким образом, величина УПП является информативным показателем по контролю за функциональным состоянием спортсменов в тренировочной и соревновательной деятельности, а применение курсового низкоинтенсивного лазерного излучения со своим положительным воздействием на центральную нервную систему позволит его корректировать.

Литература

1. Ахмадеев Р.Р., Бажин А.В., Кальметьев А.Х. Сверхмедленная электрическая активность головного мозга при краткосрочном гипоксическом стрессе у спортсменов // Вестник Южно-Уральского государственного университета. – 2006. – № 3–1. – С. 94–96.
2. Лифке М.В. Динамика гормонального статуса спортсменов различной квалификации, выполняющих физическую нагрузку умеренной мощности на фоне лазерного воздействия: дис. ... канд. мед. наук. – СПб., 2009. – 194 с.
3. Осипова Н.В. Сравнительная характеристика влияния низкоинтенсивного лазерного излучения на уровень физической работоспособности студентов различных специализаций спортивного вуза: автореф. дис. ... канд. биол. наук. – СПб., 2008. – 26 с.
4. Фокин В.Ф., Пономарева Н.В. Энергетическая физиология мозга. – М.: Антидор, 2003. – 288 с.

Поступила в редакцию 17.11.17 г.

Для контактов: Брук Татьяна Михайловна
 E-mail: : bryktmcenter@rambler.ru