

ИЗМЕНЕНИЕ ОРГАНИЗАЦИИ БИОЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ МОЗГА У СПОРТСМЕНОВ ПРИ ЛОКАЛЬНОЙ НАГРУЗКЕ

Ю.И. Корюкалов

Южно-Уральский государственный университет, г. Челябинск

Изучали особенности показателей электрической активности мозга при локальной нагрузке, производимой до утомления, у спортсменов ациклических видов спорта. Показано замедление частоты биотоков мозга при выполнении локальной работы, которое сопровождается появлением тета-ритма при возникновении состояния усталости, при этом у спортсменов изменения тета-ритма происходят позже, чем у нетренированных. Время выполнения локальной нагрузки до утомления у спортсменов было на 20 % больше, чем у нетренированных. Выявлены критерии изменения биоэлектрической активности мозга у лиц, регулярно практикующих физическую активность.

Ключевые слова: локальные нагрузки, биоэлектрическая активность мозга, альфа-ритм, электроэнцефалография, спортсмены.

Введение. Результаты исследования психологических характеристик различных функциональных состояний в последнее время авторами зачастую трактуются как функциональные состояния центральной нервной системы [4, 7, 14, 16, 18]. Показано, что в пространственно-временной организации электроэнцефалограммы (ЭЭГ) находят отражение процессы, определяющие специфику функциональных состояний ЦНС [2]. Однако, несмотря на большое количество электроэнцефалографических исследований [1, 3, 6, 15], до сих пор не выявлено четких критериев различных функциональных состояний, в том числе возникающих в результате физических тренировок. Так, А.И. Ройтбак и Ц.М. Дедабришвили [9] показали при активном отдыхе депрессию медленных ритмов электроэнцефалограммы на стороне, ведающей утомленными мышцами. Ш.А. Чахнашвили и А.С. Мелия [11] рассматривают такую депрессию альфа-ритма при мышечной деятельности не как результат процессов в моторных центрах, а как результат общей ориентировочной реакции.

В настоящее время распространение локальной мышечной деятельности на производстве, в быту, в отдельных видах спорта диктует необходимость изучения ее влияния на организм [8]. Результаты изучения механизмов функциональных изменений при локальной работе мышц позволят также дать научное обоснование поиску воздействий на эти механизмы с целью расширения адаптивных возможностей организма.

Понимание особенностей функциональных состояний у спортсменов, в том числе при различных физических нагрузках, необходимо для научного обоснования разработки средств коррекции этих состояний в спортивной подготовке.

Цель настоящего исследования состояла в изучении особенностей показателей электрической

активности мозга при локальной нагрузке, производимой до утомления, у спортсменов ациклических видов спорта (рукопашный бой, бокс, кик-боксинг).

Методика исследования. Испытуемыми являлись студенты ЮУрГУ в возрасте от 17 до 22 лет. Группу наблюдения составили спортсмены, занимающиеся ациклическими видами спорта (I разряд – МС); контрольную группу составили испытуемые того же возраста и пола, не занимающиеся спортом (II группа).

При помощи прибора Нейрон-Спектр (Нейрософт, Россия) осуществляли многоканальную регистрацию ЭЭГ с 8 чашечных электродов, соединенных с ушными электродами и локализованных в соответствии с системой 10–20. Испытуемые выполняли динамическую работу поочередно правой и левой рукой на эргографе до утомления (отказа от работы) и с фоновой записью восстановительного периода после каждой нагрузки. Частота квантования ЭЭГ составляла 250 Гц. Компьютерная электроэнцефалография включала спектральный и корреляционный анализ, осуществляемый по программному обеспечению фирмы-разработчика.

Результаты исследований и их обсуждение. Анализ биоэлектрической активности мозга выявил определенные различия у спортсменов и испытуемых контрольной группы. Так, почти у всех спортсменов, в отличие от испытуемых контрольной группы, на электроэнцефалограммах отмечена альфа-активность в покое при открытых глазах. У спортсменов амплитуда и индекс альфа-ритма в среднем были на 25–30 % больше, а межполушарная асимметрия по амплитуде меньше, чем у занимающихся спортом. Доминирующая частота в обеих группах составила 10–10,5 Гц. Анализ спектра альфа-активности у спортсменов выявил ее

Краткие сообщения

доминирование в затылочных, лобно-центральных отделах, чаще в центральных отделах правого полушария. У испытуемых же контрольной группы альфа-активность прослеживается в основном в затылочных областях также в правом полушарии.

При фоновой записи у испытуемых группы наблюдения выявлена активность в тета-диапазоне с частотой 6 Гц в центральных и лобно-центральных областях правого полушария.

В пробе с закрытыми глазами (ЗГ) отличия между группами по многим ЭЭГ-показателям сглаживаются. Можно отметить, что у спортсменов при этом альфа-активность доминирует в лобных отделах, в отличие от испытуемых контрольной группы.

У спортсменов в пробе с ЗГ выражен рост спектральной мощности тета-ритма с доминированием, как и при открытых глазах (ОГ), в лобных и центральных отделах не только левого, но и правого полушария (рис. 1).

Биоэлектрическая активность мозга при выполнении локальной нагрузки, выполняемой поочередно правой и левой рукой, практически у всех испытуемых характеризовалась ростом индекса альфа-ритма, который был большим при выполнении пробы второй рукой. Средняя доминирующая частота альфа-активности варьировала в обеих группах от 8 до 9 Гц.

Наибольший рост спектральной мощности волн альфа-диапазона отмечался в центральных и лобно-центральных отделах с преобладанием в противоположном работающей руки полушарии. По выделенным отделам отмечалась синхронизация биоэлектрической активности. Характерно,

что время выполнения локальной нагрузки до утомления у спортсменов в среднем было на 15–30 с больше, чем у нетренированных. Непосредственно перед отказом от работы у всех испытуемых отмечалась депрессия альфа-ритма.

Анализ тета-активности выявил фазы перехода доминирующей частоты из альфа-диапазона в тета-диапазон и обратно с увеличением мощности тета-ритма (рис. 2). Такой переход совпадает с первыми субъективными признаками утомления и составляет в среднем 50 % (контрольная группа) и 70 % (группа спортсменов) от общего времени выполнения нагрузки.

Индекс тета-ритма в период выполнения локальной нагрузки растет в среднем до 20 % без существенных отличий между испытуемыми обеих групп. Доминирующая же частота тета-диапазона была ниже у спортсменов (5,5–6,5 Гц), чем у испытуемых контрольной группы (6,5–7 Гц).

Наши результаты о характере основных ритмов ЭЭГ свидетельствуют, что первые изменения претерпевают α и β -ритмы, а изменения мощности спектра θ -ритма наступает позднее. Поэтому можно предположить, что первичные реакции в коре больших полушарий вызывают изменения характера обратной импульсации из ретикулярной формации и гипоталамуса [5], которая приводит к углублению тормозного процесса в коре (лобные и центральные отделы) и отказу от работы. Наблюдаемое при утомлении замедление мозговой ритмики при локальной нагрузке можно рассматривать с позиции теории возвратного торможения в цепи нейронов коры П. Андерсена и И. Экклса [13].

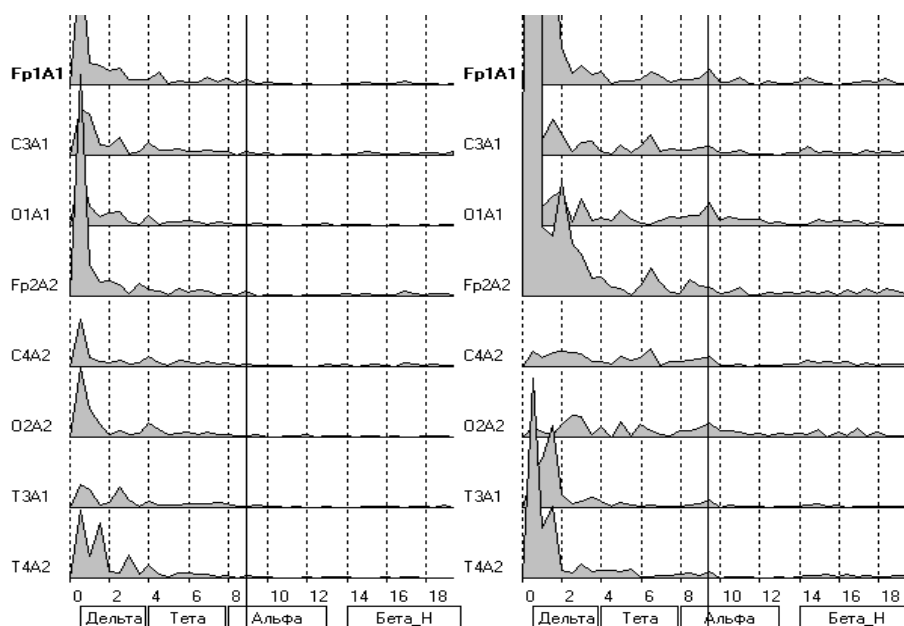


Рис. 1. Графики результатов анализа (Спектр и частоты); фоновая запись с закрытыми глазами М:2: левый график – контрольная группа, правый – спортсмены

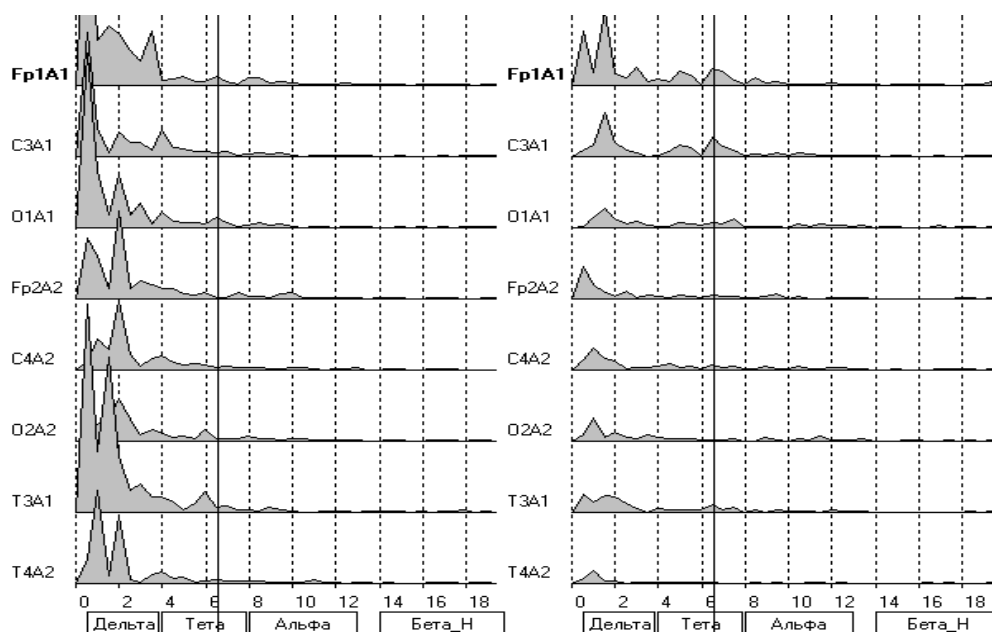


Рис. 2. Графики результатов анализа (спектр и частоты) Спортсмены 814 с – 855 с, Локальная нагрузка – Восстановительный период. М:2

Современные данные показывают, что тормозные синаптические потенциалы более синхронизированы, чем возбудительные синаптические потенциалы во время генерации возвратной активности в срезах и в целом мозге [16], а ответы усиливаются в состоянии гиперполяризации [19]. Тренировка релаксационных состояний или подобных состояний в спорте развивает тормозные синаптические связи между нейронными сетями.

Таким образом, организация состояния покоя и двигательной активности у спортсменов и нетренированных юношей включает в себя разные механизмы. Тренировка определенных функциональных состояний у спортсменов приводит к усилению межполушарных связей [8], способствует оптимальной реализации программы действий, что выражается в повышении работоспособности центральной нервной системы и нервно-мышечного аппарата [12].

Литература

1. Анохин, А.П. Источники индивидуальной изменчивости электро-энцефалограммы человека / А.П. Анохин // Индивидуально-психологические различия и биоэлектрическая активность мозга человека. – М.: Наука, 1988. – С. 149–176.
2. Баёва, Н.А. Значение «ведущей» репрезентативной сенсорной системы для успешности прохождения ЭЭГ-БОС-тренинга / Н.А. Баёва, В.Г. Тристан // Биоуправление в медицине и спорте: материалы IV Всерос. конф., 8–9 апр. 2002 г. – Омск: ИМББ СО РАМН, СибГАФК, 2002. – С. 43–45.
3. Иваницкий, А.М. Исследование динамики внутрикоркового взаимодействия в процессе мыслительной деятельности / А.М. Иваницкий,

И.М. Подклетова, Г.М. Таратынова // Журн. высш. нервн. деят. – 1990. – Т. 40, № 2. – С. 230–237.

4. Изнак, А.Ф. Модуляция сенсо-моторной деятельности человека на фоне альфа-ритма ЭЭГ / А.Ф. Изнак // Проблемы развития науч. иссл. в обл. псих. здоровья. – МЗ СССР, АМН СССР, 1989. – С. 3–24.

5. Карамян, А.И. О сравнительно-физиологических особенностях функциональных взаимоотношений гипоталамуса, обонятельной и лимбической систем мозга / А.И. Карамян, Т.Н. Соллертинская // Физиол. журнал СССР. – 1972. – Т. 58. – С. 974.

6. Ливанов, М.Н. Пространственно-временная организация биопотенциалов мозга у человека / М.Н. Ливанов, Т.П. Хризман // Естественнонаучные основы психологии / под ред. А.А. Смирнова, А.Р. Лурия, В.Д. Небылицына. – М.: Педагогика, 1978. – С. 206–233.

7. Новикова, Л.А. Электроэнцефалография и ее использование для изучения функционального состояния мозга / Л.А. Новикова // Естественнонаучные основы психологии / под ред. А.А. Смирнова, А.Р. Лурия, В.Д. Небылицына. – М.: Педагогика, 1978. – С. 155–177.

8. Попова, Т.В. Центральные механизмы утомления при локальной мышечной деятельности статического характера / Т.В. Попова, Ю.И. Корюкалов, Д.А. Марокко // Физиология человека. – 2007. – Т. 33, № 4. – С. 95–100.

9. Ройтбак, А.И. О механизме «активного отдыха» (феномена Сеченова) / А.И. Ройтбак, Ц.М. Дедабришвили // Докл. АН СССР. – 1959. – Т. 124, № 4. – С. 957.

10. Тристан, В.Г. Обоснование метода релак-

Краткие сообщения

саши при нейробиоуправлении / В.Г. Тристан, Н.А. Фрис, Ю.А. Крикуха // *Биоуправление в медицине и спорте: материалы I Всерос. конф., 26–27 апр. 1999 г.* – Омск: ИМБК СО РАМН, СибГАФК, 1999. – С. 64–66.

11. Чахнаицили, Ш.А. Изменение электрической активности коры головного мозга при работе, утомлении и в период восстановления / Ш.А. Чахнаицили, А.С. Мелия // *Материалы 7-й науч. конф. по вопросам морфологии, физиологии и биохимии мышечной деятельности.* – М., 1962. – С. 298.

12. *Age-Related Changes in Voluntary Isometric Strength and Relaxation Capacity of Leg Extensor Muscles: Influence of Physical activity* / H. Gapeyeva, J. Ereline, T. Kums et al. // *Физиологические и биохимические основы и педагогические технологии адаптации к разным по величине физическим нагрузкам: материалы Междунар. науч.-практ. конф. (29–30 ноября 2012): в 2 т.* – Казань: Поволжская ГАФКCuT, 2012. – Т. 1. – С. 256.

13. Andersen, P. *Physiological basis of the alpha rhythm* / P. Andersen, S.A. Andersson. – New York: Appleton Century Crofts, 1968. – 235 p.

14. *Estimating alertness from the EEG power*

spectrum / T.-P. Jung, S. Makeig, M. Stensmo, T.J. Sejnowski // *IEEE Trans. Biomed. Eng.* – 1997. – Vol. 44, № 1. – P. 60–69.

15. Gastaut, H. *The brain stem and cerebral electrogenesis in relation to consciousness* / H. Gastaut // *Brain Mechanisms and Consciousness.* – Paris, 1954. – P. 249–283.

16. Gath, I. *Fuzzy clustering of the EEG signal and vigilance performance* / I. Gath, D. Lehmann, E. Bar-On // *Intern. J. Neuroscience.* – 1983. – Vol. 20, № 3–4. – P. 303–312.

17. *Inhibitory postsynaptic potentials carry synchronized frequency information in active cortical networks* / A. Hasenstaub, Y. Shu, B. Haider, U. Kraushaar, A. Duque, D.A. McCormick // *Neuron.* – 2005. – Vol. 47 (3). – P. 423–435.

18. *Lehmann, D. Fluctuation of functional state: EEG patterns, and perceptual and cognitive strategies* / D. Lehmann // *Functional states of the brain: their determinants* / M. Koukkou et al. (Eds.). – Elsevier: Amsterdam, 1980. – P. 189–202.

19. Sachdev, R.N. *Effect of subthreshold up and down states on the whisker evoked response in somatosensory cortex* / R.N. Sachdev, F.F. Ebner, C.J. Wilson // *J. Neurophysiol.* – 2004. – Vol. 92 (6). – P. 3511–3521.

Корюкалов Ю.И., кандидат биологических наук, докторант кафедры предпринимательства и менеджмента, Южно-Уральский государственный университет (Челябинск).

CHANGES IN ORGANIZATION OF BRAIN ACTIVITY OF ATHLETES IN LOCAL LOAD

Yu.I. Koryukalov

They studied the performance of brain electrical activity characteristics produced by light sports activity of athletes. The measures were done before the athletes were fatigued. Slowing of the biological currents of the brain was determined by performing local work, which is accompanied by the appearance of theta rhythm in the event of the state of fatigue, and the theta rhythm develops in athletes much later than in untrained. Interestingly, the local load at run time to exhaustion in athletes on average had 20% more than the untrained. Criteria changes brain activity were observed in persons practicing regular physical activity.

Keywords: local loads, electrical activity of the brain, the alpha rhythm, electroencephalography, athletes.

Koryukalov Yu.I., Candidate of Biological Sciences (PhD), doctoral student of the Department of Food Engineering, South Ural State University (Chelyabinsk).

Поступила в редакцию 16 апреля 2013 г.