

учебное пособие / Д.Н. Давиденко, А.И. Зорин, В.Е. Борилкевич ; отв. ред. Д.Н. Давиденко ; С.-Петербург. гос. ун-т. – СПб. : Изд-во СПб ГУ, 2001. – 208 с.

3. Данилин, Д.А. Изучение индивидуальных особенностей студентов и их социально-психофизиологической адаптации / Д.А. Данилин // Медико-биологические проблемы физической культуры и спорта в современных условиях : материалы междунар. науч.-практ. конф., Белгород, 17–19 ноября 2003 г. – Белгород, 2003. – С. 217-220.

4. Изард, К. Эмоции человека / К. Изард ; Московский гос. ун-т. – М. : Изд-во МГУ, 1980. – 440 с.

5. Розенблат, В.В. Проблема утомления / В.В. Розенблат. – М. : Медицина, 1975. – 240 с.

6. Селье, Г. Стресс без дистресса / Г. Селье. – М. : Прогресс, 1979. – 124 с.

7. Сеченов, И.М. Избранные труды / И.М. Сеченов. – М. : Изд-во Акад. наук СССР, 1935. – 162 с.

#### REFERENCES

1. Gorelov, A.A. and Tretyakov, A.A. (2012), *Technology to improve the stability of students to the neuro-emotional stress in the educational activity with the use of physical culture. Monograph*, publishing house "POLITERRA", Belgorod, Russian Federation.

2. Davydenko, D.N. Zorin, A.I. and Borilkevich V.E. (2001), *Social and biological foundations of physical education: Textbook*, publishing house St.-Petersburg State University, St.-Petersburg, Russian Federation.

3. Danilin, D.A. (2003), "The study of the individual characteristics of the students and their social and coping", *Medical-Biological Problems of Physical Education and Sport in modern conditions: Proceedings of International. Scientific-practical conference. Conf.*, Belgorod, 17-19 November 2003, Belgorod, pp. 217-220.

4. Izard, K. (1980), *Human emotions*, Moscow State University Press, Moscow, Russian Federation.

5. Rosenblatt, V. (1975), *The problem of fatigue*, Medicine, Moscow, Russian Federation.

6. Selye, H. (1979), *Stress without distress*, Progress Publishers, Moscow, Russian Federation.

7. Sechenov, I.M. (1935), *Selected Works*, USSR Academy of Sciences, Moscow, Russian Federation.

**Контактная информация:** alegor5@mail.ru

*Статья поступила в редакцию 18.09.2012.*

**УДК 796.01:61; 796.01:57**

#### **МЕЖЦЕНТРАЛЬНЫЕ ВЗАИМООТНОШЕНИЯ У СПОРТСМЕНОВ В СОРЕВНОВАТЕЛЬНЫЙ ПЕРИОД ТРЕНИРОВКИ**

*Анатолий Григорьевич Фалалеев, доктор биологических наук, профессор, Заслуженный работник физической культуры России,*

*Санкт-Петербургский гуманитарный университет профсоюзов (СПбГУП),*

*Сергей Максимович Ашкинази, доктор педагогических наук, профессор, Заслуженный работник физической культуры России,*

*Национальный государственный университет физической культуры,  
спорта и здоровья имени П.Ф. Лесгафта, Санкт-Петербург  
(НГУ им. П.Ф. Лесгафта, Санкт-Петербург)*

#### **Аннотация**

В соревновательный период тренировки у одной части спортсменов во время выполнения моделей тренировочных нагрузок в кортикальной моторной области ноги правого полушария и в

нижней теменной области правого полушария (поле 39 по Бродману) в ЭЭГ выявлены локальные ритмы высокой амплитуды. У другой части спортсменов во многих кортикальных областях выявлены синхронные волны ЭЭГ, которые были в два раза медленнее, чем темп движений ног. Высоко достоверная синхронизация волн ЭЭГ проявлялась между кортикальной моторной областью ноги правого полушария и нижней теменной областью правого полушария (поле 39 по Бродману), а также между кортикальной моторной областью ноги правого полушария и нижней теменной областью левого полушария (поле 39 по Бродману). Количество межцентральных синхронизаций между правым и левым полушариями было наибольшим; внутри правого полушария в соревновательный период – выше, чем в подготовительный период тренировки.

**Ключевые слова:** соревновательный период тренировочного процесса, мозг, ЭЭГ, спортсмены-велосипедисты, высокий пик активности, межполушарные и внутриполушарные взаимосвязи в головном мозге.

**DOI: 10.5930/issn.1994-4683.2012.09.91.p157-163**

## **INTERCENTRAL MUTUAL RELATIONS AT THE ATHLETES IN THE COMPETITIVE PERIOD OF TRAINING**

*Anatoly Grigorevich Falaleev, the doctor of biological sciences, professor,*

*Honored worker of physical training of Russia,*

*The St.-Petersburg University of Humanities and Social Sciences,*

*Sergey Maksimovich Ashkinazy, the doctor of pedagogical sciences, professor,*

*Honored worker of physical training of Russia,*

*The Lesgaft National State University of Physical Education, Sport and Health, St.-Petersburg*

### **Annotation**

During the competitive period of training in one part of sportsmen during performance of models of training loadings in cortical motor area of a leg of the right hemisphere and in inferior parietal area of the right hemisphere (a field 39 on Brodmann) in EEG local rhythms of high amplitude are revealed. At other part of sportsmen in many cortical areas synchronous waves EEG, which were twice slow than rate of movements of legs are revealed. Highly authentically synchronization of waves EEG was shown between cortical motor area of a leg of the right hemisphere and inferior parietal area of the right hemisphere (a field 39 on Brodmann), and also between cortical motor area of a leg of the right hemisphere and inferior parietal area of the left hemisphere (a field 39 on Brodmann). Quantity intercentral synchronization between right and left hemispheres was the greatest; inside the right hemisphere during the competitive period – is higher than during the preparatory period of training.

**Keywords:** competitive period of training, brain, EEG, sportsmen-bicyclists, high peak activity, communications inside hemispheres and between hemispheres of brain.

Главной задачей соревновательного периода тренировки является выработка общей и специальной скоростной выносливости [11]. В ходе наших исследований спортсмены-велосипедисты выполняли велоэргометрические модели тренировочных нагрузок длительностью 30 минут в темпе – 90 оборотов педалей в минуту (частота движений ног – 180 в минуту). Более подробно методика исследований изложена в публикациях одного и авторов данной статьи [9,10]. Во время выполнения моделей тренировочных нагрузок (МтрениН) в соревновательный период тренировки высокоамплитудная активность (ВАА) в виде ЭЭГ ритмов связанных и не связанных с ритмом рабочих движений ног была выявлена у 30 спортсменов, продолжавших активно тренироваться и поддерживать «спортивную форму». Общий километраж тренировочной езды у них составлял от 3000 км до 30000 км. В этот период большинство спортсменов проводили скоростные тренировки на дистанции от 40 до 70 км по 4-5 раз в неделю. В 14 случаях в данной серии опытов ВАА проявлялась в виде концентрированных ритмов в области правого полушария. Обычно эти лица субъективно отмечали состояние «спортивной формы», т. е. наивысшей тренированности.

В 50% случаев ВАА была сконцентрирована в течение всей 30 мин. работы в об-

ласти правополушарного двигательного центра ноги, в 43,8% случаев – в области правого нижнетеменного ассоциативного отдела и в незначительном проценте – в области правополушарного двигательного центра руки (рис 1).

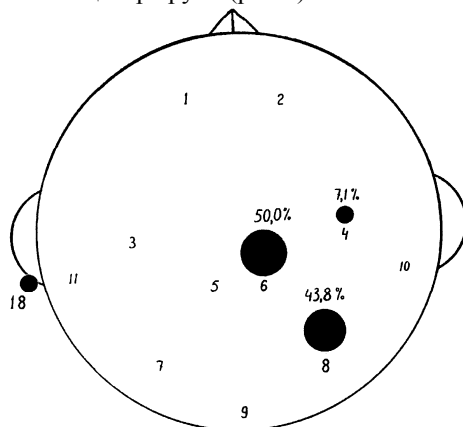


Рис. 1. Доминирование (%) высокоамплитудных волн ЭЭГ, связанных и не связанных с темпом рабочих движений в правополушарном двигательном центре ноги, в нижнетеменной ассоциативной третичной области коры головного мозга – поле 39 по Бродману и в двигательном центре руки (отведение 6-18, 8-18 и 4-18) во время выполнения спортсменами модели тренировочной нагрузки в соревновательный период тренировки

У 16 лиц была выявлена ВАА в виде иррадированных по коре головного мозга ритмов, связанных с темпом работы (волны ЭЭГ были в два раза реже, чем темп движений ног), также преимущественно выраженных в правом полушарии.

Для того чтобы наглядно показать пути иррадиации рабочих ритмов на этапе более высокой тренированности, на основании 16 опытов была составлена схема связей (рис.2).

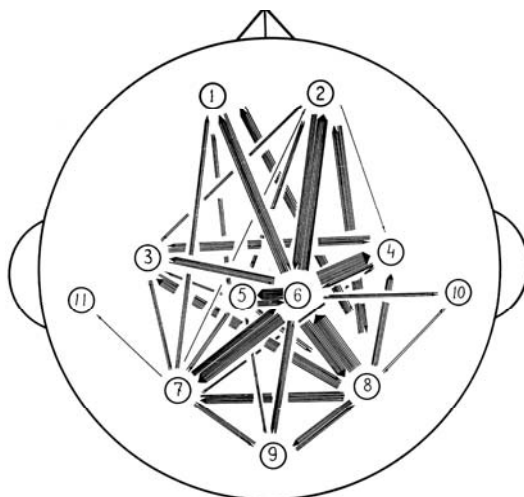


Рис.2. Взаимосвязи (по показателю синхронизации рабочих ритмов ЭЭГ) между областями мозга во время выполнения спортсменами модели тренировочной нагрузки в соревновательный период тренировки. Направление иррадиации рабочих ритмов ЭЭГ показано стрелками

Из анализа схемы связей видно, что все области мозга, от которых регистрировалась ЭЭГ, имели внутриполушарные и/или межполушарные межцентральные взаимо-

связи. В наибольшем числе случаев изоритмичные связи устанавливались между центрами 8 и 6 (правополушарной нижнетеменной ассоциативной третичной областью и правополушарным двигательным центром ноги – 100%), между 6 и 7 – правополушарным двигательным центром ноги и левой нижнетеменной ассоциативной третичной областью – 81,25% (перекрестные межполушарные сенсомоторные и моторно-сенсорные связи), между 6 и 5 – двигательными центрами ног правого и левого полушарий – 75% и в таком же проценте между 6 и 4 – правополушарным двигательным центром ноги и правополушарным двигательным центром руки. Между другими центрами связи формировались в меньшем проценте случаев.

Более детальное рассмотрение полученных данных (рис. 1 и рис. 2), позволило выявить очень интересные картины внутриволновых и межволновых межцентральных взаимоотношений. Во-первых, как уже было подчеркнуто выше, у части спортсменов в соревновательный период тренировки рабочие ритмы ЭЭГ при выполнении МТренН в большинстве случаев первоначально проявлялись и удерживались в течение всей работы в правополушарном двигательном центре ноги и в правополушарной нижнетеменной ассоциативной третичной области. Во-вторых, статистически достоверными оказались взаимосвязи между: правополушарным двигательным центром ноги и правополушарной нижнетеменной ассоциативной третичной областью, а так же правополушарным двигательным центром ноги и левополушарной нижнетеменной ассоциативной третичной областью (рис 3). В-третьих, при изучении направленности иррадиации всех рассчитанных взаимосвязей оказалось, что в большинстве случаев (в 60,6%) иррадиация рабочих ритмов осуществлялась из правого полушария в левое. Из левого полушария в правое рабочие ритмы иррадиировали в 39,3% случаев.

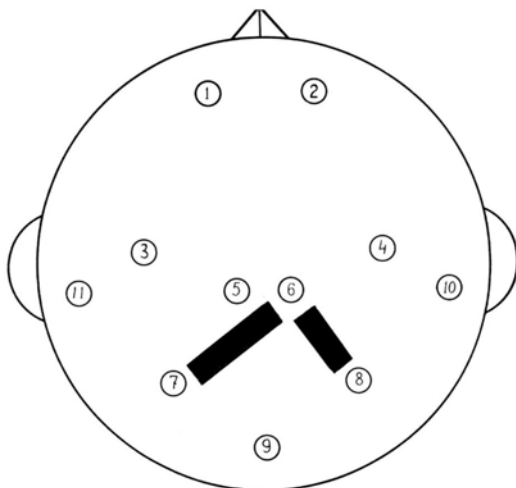


Рис. 3. Достоверные внутриволновые и межволновые межцентральные взаимосвязи между правополушарным двигательным центром ноги, правополушарной нижнетеменной ассоциативной третичной областью и левополушарной нижнетеменной ассоциативной третичной областью во время выполнения МТренН в соревновательный период тренировки

Как было отмечено ранее [9], в подготовительный период тренировки наблюдалась картина прямо противоположная. В-четвертых, анализ количества внутриволновых и межволновых связей в соревновательный период тренировки выявил наличие наибольшего количества межволновых – 55,55%, правополушарных – 32,80% и лишь 11,64% левополушарных связей; т.е. межволновое взаимодействие в соревновательном периоде тренировки, как и в подготовительном, при налаживании и перестройке вза-

имосвязей остается доминирующим [9].

И в-пятых, в соревновательный период тренировки 85.50% связей внутри правого полушария обеспечивали три корковые области: правополушарный двигательный центр ноги – 42,53%, правополушарная нижнетеменная ассоциативная третичная область – 28,50% и 14,47% – правополушарный двигательный центр руки.

Факт асимметрии, доминирование правого полушария, правополушарной двигательной области ноги и правополушарной нижнетеменной ассоциативной третичной области у спортсменов в соревновательный период спортивной тренировки, когда достигалась наивысшая тренированность и автоматизация движений можно объяснить рядом ранее выявленных положений. «Факт асимметрии, выявленный в работе коры больших полушарий головного мозга, по характеру иррадиации и концентрации ВАА, по-видимому, связан с закономерными изменениями, происходящими на пути формирования «двигательно-вегетативного» стереотипа...» [7]. «Не отражает ли переход ВАА из левого полушария в правое увеличение автоматизации, уменьшение осознаваемости и ощущение легкости выполняемой работы? По всей вероятности, мы вправе предположить такой вывод на основании наших экспериментов». И далее: ... «На более высоких этапах тренировки ВАА концентрируется в области двигательной точки ноги правого полушария или нижнетеменной» [8]. «По мере автоматизации этой (мыслительной – А.Ф.) деятельности уровень активации смещается в сторону правого полушария» [2]. ...«...фактор привычности, субъективной легкости решения задач, т.е. автоматизм навыка, оказывается ведущим в процессе перемещения фокуса (активности в ЭЭГ – А.Ф.) в задне-правые отделы» [1]. ...«... у животных и человека правое полушарие преимущественно связано с реализацией врожденных и приобретенных автоматизмов, в то время как левое вовлекается в деятельность каждый раз, когда требуется анализ новой ситуации и активный поиск оптимальных в этой ситуации решений» [5].

Можно думать, что уменьшение осознаваемости и ощущение легкости и простоты выполнения физической нагрузки в соревновательный период тренировки [8] связаны не только с явлениями функциональной и энергетической экономизации, но и с изменением типологических свойств высшей нервной деятельности у спортсменов. В определенной степени на это указывают данные, опубликованные в работах [3,4]: ... «субъективно более простая деятельность реализуется на более низком срезе сознания с привлечением меньшего объема внешней хранящейся в мозге информации («правополушарная» деятельность). Правое полушарие также способно к успешному способу обработки информации, но при одном, по крайней мере, условии: при сформировавшемся стереотипе (или алгоритме) деятельности в левом полушарии. Поскольку при выполнении тестов (интеллектуальных) доминирует правое полушарие ... то преобладание во время работы правополушарной активности ... может быть отчасти обусловлено принадлежностью их к «сильному» типу. При интеллектуальной нагрузке показано, что «сильный» высококачественный тип отличается высокими показателями синхронизации биопотенциалов мозга в передних отделах, а также между удаленными его участками. Высококачественные лица в большей мере используют в процессе работы активность правого полушария».

Не меньший интерес представляет доминирование направленности иррадиации рабочих ритмов ЭЭГ из полушарий в различные периоды спортивной тренировки. Анализ показал, что в подготовительный период тренировки имело место левополушарная направленность [9,10], а в соревновательный период – правополушарная. Это свидетельствует о том, что несмотря на статистически достоверное доминирование взаимосвязей между отдельными областями мозга, межполушарное взаимодействие, как в подготовительном, так и в соревновательном периоде остается на высоком уровне.

Таким образом, на начальных этапах восстановления спортивной работоспособности интеграция двигательных, вегетативных и сенсорных функций осуществляется при

ведущей роли левополушарной нижнетеменной ассоциативной области [8,9]. При улучшении тренированности в соревновательный период тренировки интеграция двигательных, вегетативных и сенсорных функций осуществляется с ведущим участием правополушарного двигательного центра ноги и правополушарной нижнетеменной ассоциативной третичной области. Видимо, правополушарные корковые области хранят информацию о результатах всех предыдущих тренировок и двигательных действий на низких и более высоких этапах обучения, тренировки и автоматизации движений. Сравнение внутрислоушарных и межполушарных взаимоотношений показало, что в соревновательный период тренировки наблюдается преимущественно праволевополушарная направленность иррадиации рабочих ритмов ЭЭГ вместо преимущественной левоправополушарной, наблюдавшейся в подготовительный период тренировки.

Одновременное отслеживание количества внутрислоушарных и межполушарных взаимосвязей показало: как в подготовительный, так и в соревновательный периоды тренировки по количеству взаимосвязей доминируют межполушарные межцентральные синхронизации рабочих ритмов в сравнении с внутрислоушарными. При этом следует подчеркнуть, что в соревновательный период тренировки количество внутрислоушарных связей было наименьшим в левом полушарии, а в подготовительный период тренировки – в правом.

Несмотря на то, что в различные периоды тренировки наблюдалось статистически достоверное доминирование внутрислоушарного взаимодействия отдельных областей коры головного мозга, межполушарное взаимодействие имеет очень важное значение при формировании двигательных навыков, обучении движениям и в освоении новых координат. Полагаем, что в основе функциональной асимметрии лежит морфологическая латерализация полушарий коры головного мозга [12].

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Павлова, Л.П. Системный подход к психологическому исследованию мозга человека / Л.П. Павлова, А.Ф. Романенко. – Л. : Наука, 1988. – 214 с.
2. Русалова, М.Н. Влияние эмоций на активацию левого и правого полушарий головного мозга человека // Физиология человека. – 1988. – Т. 14, № 5. – С. 754-769.
3. Русалов, В.М. Уровни сознания и уровни активации / В.М. Русалов // Журнал высшей нервной деятельности. – 1990. – Т. 40. – № 6. – С. 1097-1103.
4. Биоэлектрическая активность мозга человека у представителей различных типов темперамента / В.М. Русалов, М.В. Русалова, И.Г. Калашникова, В.Г. Степанов, Т.Н. Стрельникова // Журнал высшей нервной деятельности. – 1993. – Т. 43. – № 6. – С. 530-542.
5. Симонов, П.В. Мозг, эмоции, потребности, поведение. Избр. труды. Т. 1 / П.В. Симонов. – М. : Наука, 2004. – 437 с.
6. Фалалеев, А.Г. О межцентральных и межполушарных взаимоотношениях при адаптации к интенсивной физической работе по данным ЭЭГ // Научная конференция, посвященная итогам научно-исследовательской работы Института за 1962 год : тезисы докладов / Гос. ин-т физ. культуры им. Лесгафта. – Л., 1962. – С. 15-16.
7. Фалалеев, А.Г. Об иррадиации и концентрации в ЭЭГ спортсменов в процессе мышечной работы // Сб. научных работ КВФФКиС при ГДОИФК им. Лесгафта. – Л., 1963. – Вып. 33. – С. 38-50.
8. Фалалеев, А.Г. Электроэнцефалографическая характеристика становления и совершенствования двигательного навыка у спортсменов-велосипедистов : дис. ... канд. биолог. наук / Фалалеев А.Г. – Минск, 1964. – 23 с.
9. Фалалеев, А.Г. Межцентральные взаимоотношения во время выполнения моделей тренировочных нагрузок в подготовительный период тренировки / А.Г. Фалалеев // Ученые записки университета им. П.Ф. Лесгафта. – 2011. – № 9 (79). – С. 158-163.

10. Фалалеев, А.Г. Внутрислоушарные и межслоушарные взаимоотношения у спортсменов во время обучения и тренировки / А.Г. Фалалеев ; С.-Петербург. гос. ун-т профсоюзов. – СПб. : [б.и.], 2012. – 200 с.

11. Фомина, Л.Д. Велосипедный спорт / Л.Д. Фомина, А.А. Кузнецов, Ю.И. Мелихов. – СПб. : Изд-во «ВВМ», 2004. – 310 с.

12. Toga, A.W. Mapping Brain Asymmetry / A.W. Toga, P.M. Tompson // *Nature Reviews Neuroscience*. – 2003. – № 4 (1). – P. 37-48.

#### REFERENCES

1. Pavlova, L. P. and Romanenko, A. F. (1988), *System the approach to psychological research of a brain of the person*, publishing house “Science”, Leningrad.

2. Rusalova, M. N. (1988), “Influence of emotions on activation of the left and right cerebral hemispheres of the person“, *Journal Human physiology*, Vol. 14, No. 5, pp. 754-769.

3. Rusalov, V. M. (1990), “Levels of consciousness and activation levels“, *Journal The Higher nervous activity*, Vol. 40, No. 6, pp. 1097-1103.

4. Rusalov, V.M., Rusalova, M.V., Kalashnikova, I.G. and Strelnikov, V. G. (1993), “Bioelectric activity of a brain of the person at representatives of various types of temperament“, *Journal The Higher nervous activity*, Vol. 43, No. 6, pp. 530-542.

5. Simonov, P.V. (2004), *Brain, emotions, requirements, behavior. The selected works*, Vol. 1, publishing house “Science”, Moscow, Russian.

6. Falaleev, A.G. (1962), “About intercentrals and interhemispheres relationships at adaptation to intensive physical activity according to EEG“, *Abstracts: Scientific conference devoted to results of research work of Institute for 1962 year*, Leningrad: GDOIFK imeni P.F. Lesgafta, pp. 15-16.

7. Falaleev, A.G. (1963), “About irradiation and concentration in EEG sportsmen in the course of muscular work“, *In Scientific works KVIFKI and S at GDOIFK imeni P.F. Lesgafta*, Leningrad, No. 33, pp. 38-50.

8. Falaleev, A.G. (1964), *EEG the characteristic of formation and perfection of motor skill at sportsmen-bicyclists; dissertation*, Minsk.

9. Falaleev, A.G. (2011), “Intercentral of relationships during performance of models of training loadings during the preparatory period of training“, *Uchenye zapiski universiteta imeni P. F. Lesgafta*, Vol. 79, No. 9, pp. 158-163.

10. Falaleev, A.G. (2012), *Intrahemispheres and interhemispheres relationships at sportsmen during training and coaching*, publishing house the St.-Petersburg Humanitarian University of Trade Unions.

11. Fomina, L.D., Kuznetsov A.A. and Melikhov, U.I. (2004), *Bicycle sport*, publishing house ‘VVM’, Sankt-Petersburg, Russian Federation.

12. Toga, A.W. and Tompson, P.M. (2003), “Mapping Brain Asymmetry“, *Nature Reviews Neuroscience*, Vol.4, No. 1, pp.37-48.

**Контактная информация:** falaleev2000@mail.ru, sergei\_ashkinazi@mail.ru

*Статья поступила в редакцию 14.09.2012.*