

# Динамика электроэнцефалограммы после курса нейробиоуправления

*Кайгородцева О.В., Тристан В.Г., Таламова И.Г.*

## The dynamic of brain rhythms after neurofeedback course

*Kaigorodceva O.V., Tristan V.G., Talamova I.G.*

*Сибирский государственный университет физической культуры и спорта, г. Омск*

© Кайгородцева О.В., Тристан В.Г., Таламова И.Г.

Приведен сравнительный анализ динамики биопотенциалов головного мозга у спортсменов в разное время после окончания курса нейробиоуправления. Показано, что характер отставленных эффектов определяется успешностью тренинга, временем его окончания. Для спортсменов, научившихся произвольно повышать мощность альфа-ритма, характерно нарастание мощности альфа-ритма в обоих полушариях сразу после тренинга при открытых глазах и в течение 3 мес — при закрытых глазах с постепенным снижением через год. Величины бета- и тета-ритмов постепенно уменьшаются через 6—12 мес. Для спортсменов, неуспешно прошедших тренинг, характерно увеличение мощности альфа-ритма через год независимо от снижения зрительной эфферентации. Изменения тета-ритма носят волнообразный характер, мощность бета-ритма снижается.

**Ключевые слова:** биоэлектрическая активность головного мозга, нейробиоуправление.

In this article there is comparative analysis of cerebrum biopotentials of sportsmen in different periods after the end of neurofeedback course. It was revealed the character of late effects has depended on success of the training and period it's end. For sportsmen studying increase the alpha-rhythm power arbitrarily it is typical: the alpha-rhythm power of both hemispheres increased straight a way after training with closed eyes and during 3 months with opened eyes which in a year was being slow decreased. The values of  $\beta$ - and  $\theta$ -rhythms were slow decreased in 6—12 months. For sportsmen how were held training unsuccessfully it is typical increasing of alpha-rhythm power in a year, which didn't depend on decreasing of visual afferentation. The changings of  $\theta$ -rhythm had wavy character, the  $\beta$ -rhythm power was being decreased.

**Key words:** bioelectrical activity of a brain, the rhythms of brain, neurofeedback.

УДК 616.831-073.97-036.8:57.054:004.9

### Введение

В настоящее время важнейшими проблемами успешной подготовки спортсменов являются изучение физиологических механизмов адаптации организма к еще более возрастающим нагрузкам и обоснование эффективных способов управления тренировочным процессом во взаимосвязи с оценкой их функционального состояния.

Текущее функциональное состояние центральной нервной системы в условиях относительного покоя и при физических нагрузках дифференцированно отражает биоэлектрическая активность головного мозга [5].

Нейробиоуправление, опираясь на модификацию биоэлектрической активности центральных структур, обеспечивает оптимизацию механизмов функциони-

рования нервной системы [6]. Локальный альфа-стимулирующий тренинг считается перспективным способом вмешательства в витальные функции, обеспечивая их оптимальное функционирование [1, 4].

Поводом проведения настоящего исследования явилось отсутствие в литературе сведений о сохранности эффектов электроэнцефалографического тренинга с адаптивной обратной связью и способности спортсмена в посттренинговом периоде управлять своим функциональным состоянием путем сохранения приобретенных навыков произвольного изменения мощности альфа-ритма головного мозга.

Цель исследования — изучение динамических процессов биоэлектрической активности головного мозга у спортсменов, прошедших курс нейробиоуправления, в течение года.

## Материал и методы

В исследовании приняли участие 50 спортсменов, занимающихся разными видами спорта, среди них восемь мастеров спорта, семь кандидатов в мастера спорта, девять человек имели второй взрослый разряд и семь — первый взрослый разряд. Средний возраст обследованных лиц составил  $(20,0 \pm 0,2)$  года. Альфа-стимулирующий тренинг проводился с помощью программно-аппаратного комплекса «Бослаб-альфа», созданного в НИИМББ СО РАМН, по методике, разработанной О.В. Погадаевой [3].

Фоновая запись биоэлектрической активности головного мозга обследуемых лиц проводилась пять раз: первый — перед началом курса нейробиоуправления, второй — после окончания курса нейробиоуправления, третий — через 3 мес после прохождения тренинга, четвертый раз — спустя 6 мес после прохождения тренинга и, наконец, пятый — через 12 мес после прохождения курса нейробиоуправления. Для записи биопотенциалов мозга использовалось биполярное отведение: электроды располагались согласно международной схеме «10—20» в лобной и теменной областях (F1, P3), запись проводилась при открытых и закрытых глазах.

## Результаты и обсуждение

Для оценки успешности прохождения курса нейробиоуправления была выбрана методика, предложенная И.А. Святогор и соавт. [2]. Оценка полученных данных показала, что успешность курса нейробиоуправления не зависит от спортивной специализации.

Все обследованные были разделены на две группы: успешно (первая группа) и неуспешно (вторая группа) прошедшие курс нейробиоуправления. В первую группу вошли 30 человек. Число успешных тренингов в этой группе — 49,7% (из 380 сеансов нейробиоуправления количество успешных — 189). Вторую группу составили 20 спортсменов с групповым количеством успешных тренингов 12,8% (из 265 успешных 34).

При анализе полученных результатов у спортсменов обеих групп выявлена левосторонняя межполушарная асимметрия по всем изучаемым ритмам, что согласуется с данными, полученными другими авторами.

При закрытых глазах в группе спортсменов, прошедших тренинг с высокой успешностью, наблюдались следующие изменения мощности электроэнцефалографических ритмов в левом полушарии: величина альфа-ритма постепенно возрастает, достигнув максимальных значений к 3-му мес после прохождения тренинга, затем наблюдается ее снижение. Следует отметить, что спустя год после курса нейробиоуправления величина альфа-ритма оказалась ниже дотренингового уровня. Значения бета-ритма левого полушария снизились через год и составили  $(2,74 \pm 0,34)$  мкВ<sup>2</sup>/с при дотренинговом значении  $(3,37 \pm 0,15)$  мкВ<sup>2</sup>/с. Такая же тенденция характерна для тета-ритма, зарегистрированного в левом полушарии (табл. 1). В правом полушарии динамика основных ритмов головного мозга при закрытых глазах в течение года была аналогична изменениям, зарегистрированным в левом.

Таблица 1

Фоновая биоэлектрическая активность головного мозга в первой экспериментальной группе ( $M \pm m$ ), мкВ<sup>2</sup>/с

Ритм	Условия и сторона записи		Время записи					$p < 0,05$
			До тренинга	После тренинга	Через 3 мес	Через 6 мес	Через 12 мес	
			1	2	3	4	5	
Альфа	ОГ	Л	$3,12 \pm 0,13$	$3,64 \pm 0,34$	$3,60 \pm 0,14$	$3,23 \pm 0,14$	$3,37 \pm 0,40$	1—2
		П	$2,36 \pm 0,15$	$2,96 \pm 0,39$	$2,96 \pm 0,93$	$2,17 \pm 0,18$	$1,93 \pm 0,20$	1—2, 1—5, 2—5
	ЗГ	Л	$3,71 \pm 0,26$	$3,75 \pm 0,36$	$4,08 \pm 0,70$	$3,29 \pm 0,20$	$2,78 \pm 0,41$	1—5
		П	$2,89 \pm 0,34$	$3,13 \pm 0,45$	$3,28 \pm 0,27$	$2,25 \pm 0,13$	$1,93 \pm 0,20$	1—5, 2—5
Бета	ОГ	Л	$3,18 \pm 0,10$	$3,51 \pm 0,17$	$3,39 \pm 0,30$	$3,46 \pm 0,27$	$3,30 \pm 0,22$	—
		П	$2,47 \pm 0,17$	$2,79 \pm 0,22$	$2,74 \pm 0,47$	$2,41 \pm 0,19$	$2,07 \pm 0,13$	1—5, 2—5
	ЗГ	Л	$3,37 \pm 0,15$	$3,38 \pm 0,16$	$3,69 \pm 0,23$	$3,36 \pm 0,21$	$2,74 \pm 0,34$	1—5, 2—5, 3—5, 4—5
		П	$2,59 \pm 0,20$	$2,66 \pm 0,27$	$2,87 \pm 0,19$	$2,25 \pm 0,18$	$2,07 \pm 0,13$	—
Тета	ОГ	Л	$6,33 \pm 0,19$	$6,52 \pm 0,34$	$6,51 \pm 0,48$	$5,94 \pm 0,29$	$5,29 \pm 0,81$	1—5, 4—5

	ЗГ	П	4,18 ± 0,18	4,99 ± 0,33	4,64 ± 0,45	4,24 ± 0,22	3,84 ± 0,20	2—5, 4—5
		Л	6,69 ± 0,25	6,25 ± 0,25	6,86 ± 0,50	5,65 ± 0,34	5,29 ± 0,81	1—5, 2—5, 3—5
		П	4,24 ± 0,24	4,78 ± 0,40	5,03 ± 0,20	4,06 ± 0,17	3,84 ± 0,20	—

Примечание. Здесь и в табл. 2: ОГ — открытые глаза; ЗГ — закрытые глаза; Л — левое полушарие; П — правое полушарие.

Таблица 2

**Фоновая биоэлектрическая активность головного мозга во второй экспериментальной группе ( $M \pm m$ ), мкВ/с**

Ритм	Условия и сторона записи		Время записи					$p < 0,05$
			До тренинга	После тренинга	Через 3 мес	Через 6 мес	Через 12 мес	
			1	2	3	4	5	
Альфа-ритм	ОГ	Л	3,19 ± 0,17	2,98 ± 0,15	3,19 ± 0,26	3,07 ± 0,23	3,29 ± 0,31	1—5
		П	2,38 ± 0,20	2,50 ± 0,28	2,01 ± 0,18	2,07 ± 0,28	2,67 ± 0,35	3—5
	ЗГ	Л	3,52 ± 0,23	3,14 ± 0,14	3,26 ± 0,30	3,04 ± 0,23	3,72 ± 0,33	2—5, 4—5
		П	2,64 ± 0,28	2,52 ± 0,26	2,11 ± 0,17	2,09 ± 0,26	3,03 ± 0,38	4—5
Бета-ритм	ОГ	Л	3,48 ± 0,13	3,34 ± 0,18	3,08 ± 0,13	3,50 ± 0,27	3,55 ± 0,31	1—3, 3—4, 3—5
		П	2,29 ± 0,12	2,63 ± 0,22	2,14 ± 0,14	2,23 ± 0,27	2,30 ± 0,35	2—3
	ЗГ	Л	3,63 ± 0,24	3,36 ± 0,18	3,13 ± 0,12	3,58 ± 0,32	3,32 ± 0,41	1—3
		П	2,19 ± 0,14	2,44 ± 0,18	2,28 ± 0,19	2,08 ± 0,19	2,74 ± 0,49	1—2, 1—5
Тета-ритм	ОГ	Л	6,15 ± 0,30	5,52 ± 0,28	6,66 ± 0,47	5,26 ± 0,32	6,25 ± 0,34	1—2, 1—4, 2—3, 2—5, 3—4, 4—5
		П	4,13 ± 0,15	4,26 ± 0,43	3,62 ± 0,17	3,78 ± 0,13	4,24 ± 0,50	1—3
	ЗГ	Л	6,06 ± 0,25	5,69 ± 0,29	6,99 ± 0,25	5,30 ± 0,27	5,72 ± 0,52	1—2, 2—3, 1—4, 3—4, 3—5
		П	4,02 ± 0,25	3,99 ± 0,36	4,19 ± 0,29	3,78 ± 0,08	4,02 ± 0,38	—

Анализ фоновых записей ритмов головного мозга левого полушария при открытых глазах в первой группе спортсменов показал, что мощность альфа-ритма повышается сразу после окончания тренинга с постепенным снижением к 12-му мес. Значения бета-ритма имели тенденцию к небольшому увеличению на протяжении всего времени исследования, но без статистически значимых различий. Величина тета-ритма снизилась спустя 6 мес после тренинга, что расценивается как положительный результат курса нейробиоуправления.

Из данных, полученных в записях при открытых глазах в правом полушарии в первой экспериментальной группе, наибольший интерес представляют изменения мощности альфа-ритма: тенденция к увеличению изучаемого показателя имела уже после 14—15 сеансов тренинга, но в последующем мощность альфа-ритма снизилась до величины ниже дотренингового уровня; мощность бета- и тета-ритмов, регистрируемая в правом полушарии, снижалась уже к 6—12-му мес после окончания тренинга.

Среднекурсовые значения основных электроэнцефалографических ритмов спортсменов первой группы превышали показатели, зарегистрированные во время первого сеанса тренинга со статистически значимой разницей в альфа-диапазоне.

Для фоновой записи ритмов головного мозга второй экспериментальной группы в левом и правом полушариях при закрытых глазах характерно постепенное нарастание мощности альфа-ритма к 12-му мес. Бета- и тета-ритмы имели тенденцию к постепенному снижению, за исключением высоких значений тета-ритма в левом полушарии, зарегистрированных спустя 3 мес после окончания курса тренинга (табл. 2).

Сравнительный анализ фоновых записей при открытых глазах во второй группе позволил отметить статистически значимое увеличение альфа-ритма через 12 мес после окончания тренинга как в левом, так и в правом полушариях. Бета-ритм снижался в обоих полушариях в течение 3 мес с дальнейшей стабилизацией. Мощность тета-ритма изменялась волнообразно.

**Заключение**

Динамические перестройки биоэлектрической активности головного мозга у спортсменов, прошедших курс нейробиоуправления, зависят от количества успешных сеансов и времени, прошедшего после их окончания. У научившихся произвольно регулировать заданный параметр положительная динамика альфа-ритма в обоих полушариях определяется наличием зрительной афферентации, а именно: при закрытых

глазах происходит нарастание мощности альфа-ритма в течение 3 мес, при открытых глазах — сразу после тренинга с постепенным снижением через год. Мощность бета- и тета-ритмов постепенно снижается через 6–12 мес. Для «неуспешных» спортсменов характерно увеличение мощности альфа-ритма через 12 мес. Изменения тета-ритма носили волнообразный характер. Бета-ритм в обоих полушариях снижается ниже дотренировочных значений. Изменения в данной группе не зависели от снижения зрительной афферентации.

Таким образом, у спортсменов, прошедших курс нейробиоуправления по альфа-ритму, зарегистрированы отставленные эффекты тренинга на протяжении 12 мес после его окончания. Характер данных эффектов определяется в первую очередь способностью произвольно повышать альфа-ритм.

#### **Литература**

1. Кузнецова Л.А. Коррекция психоэмоциональных нарушений у больных рассеянным склерозом // Биоуправление в медицине и спорте: материалы VII Всерос. науч. конф. М., 2005. С. 15—18.
2. Святогор И.А., Моховикова И.А., Бекшаев С.С. и др. Оценка эффективности и успешности метода биологически обратной связи в управлении потенциалами мозга // Биологически обратная связь. 2000. 1. С. 8—11.
3. Тристан В.Г., Погадаева О.В. Нейробиоуправление в спорте. Омск, 2001. 136 с.
4. Тристан В.Г. Эффекты и физиологические механизмы в спорте // XIX Съезд физиологического общества им. И.П. Павлова. Екатеринбург, 2004. С. 33—39.
5. Штарк М.Б., Тристан В.Г. Биоуправление: развитие или бег на месте? // Биоуправление в медицине и спорте: материалы II Всерос. науч. конф. Омск, 2000. С. 3—4.
6. Штарк М.Б., Шварц М. Некоторые аспекты биоуправления в интерпретации редакторов (вместо приложения) // Биоуправление-4: Теория и практика. Новосибирск, 2002. С. 3.

Поступила в редакцию 08.12.2009 г.

Утверждена к печати 22.12.2009 г.

#### **Сведения об авторах**

**О.В. Кайгородцева** — аспирант кафедры анатомии и физиологии Сибирского государственного университета физической культуры и спорта (г. Омск).

**В.Г. Тристан** — д-р мед. наук, профессор кафедры анатомии и физиологии Сибирского государственного университета физической культуры и спорта (г. Омск).

**И.Г. Таламова** — канд. биол. наук, доцент, зав. кафедрой анатомии и физиологии Сибирского государственного университета физической культуры и спорта (г. Омск).

#### **Для корреспонденции**

**Кайгородцева Ольга Владимировна**, тел. (3812) 36-36-83, e-mail: kaigorodceva-olg@mail.ru