

УДК 612.821:681.5:796.071

## НЕЙРОДИНАМИКА И ПРОГНОЗИРУЕМОСТЬ КУРСА АЛЬФАСТИМУЛИРУЮЩЕГО БИОУПРАВЛЕНИЯ У СПОРТСМЕНОВ И ЛИЦ, ЗАНИМАЮЩИХСЯ ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРОЙ

Черапкина Л.П.<sup>1</sup>, Тристан В.Г.<sup>2</sup>, Стёпочкина С.П.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Сибирский государственный университет физической культуры и спорта, г. Омск

<sup>2</sup> Московский институт физической культуры и спорта, г. Москва

### РЕЗЮМЕ

С целью оценки нейродинамики и прогнозируемости освоения навыка произвольной регуляции спектральной мощности электроэнцефалограммы в альфа-диапазоне у спортсменов (260 человек) и лиц (69 человек), занимающихся физической культурой, проводился 15-дневный курс нейробиоуправления. В результате исследований определены электроэнцефалографические показатели, выступающие предикторами курса нейробиоуправления. Показано, что успешность тренинга в изучаемых группах обеспечивается разными нейродинамическими перестройками.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** альфастимулирующее биоуправление, нейродинамика, успешность тренинга, спортсмены, неспортсмены.

### Введение

Согласно данным литературы [7], успешность нейробиоуправления зависит от исходного профиля электроэнцефалограммы (ЭЭГ), состояния испытуемого и главным образом от индивидуальной пластичности нейродинамических процессов. При этом И.А. Святогор и соавт. считают, что разные степени адаптированности и подвижности обеспечивают неодинаковую способность к обучению технологии биоуправления [6].

Известно, что занятия спортом способствуют повышению пластичности центральной нервной системы. В связи с этим логично было бы предполагать, что спортсмены легко осваивают технологию нейробиоуправления. Однако, как показали многочисленные исследования, не всем спортсменам, в том числе имеющим высокую квалификацию, удается овладеть навыком произвольной регуляции альфа-ритма, что, по мнению В.В. Тристана, требует уточнения нейрофизиологических механизмов нейробиоуправления и зависимости их от различных факторов [1, 4, 8–10].

Цель работы – оценка нейродинамики и прогнозируемости курса биоуправления, направленного на стимуляцию спектральной мощности ЭЭГ в альфа-

диапазоне, у спортсменов и лиц, занимающихся физической культурой.

### Материал и методы

В исследовании приняли участие 329 человек (260 спортсменов и 69 лиц, занимающихся физической культурой (неспортсмены)), которым было предложено пройти 15-дневный курс нейробиоуправления, направленный на повышение мощности ЭЭГ в альфа-диапазоне. Средний возраст обследуемых лиц составил  $(19,9 \pm 0,2)$  года. Все обследуемые дали письменное согласие на участие в исследовании. Сеансы нейробиоуправления проводились с помощью программно-аппаратного комплекса «БОСЛАБ», разработанного в Институте молекулярной биологии и биофизики СО РАН и НПФ «Компьютерные системы биоуправления», по методике О.В. Погадаевой [4]. Для регистрации биоэлектрической активности головного мозга использовалось биполярное отведение. Electroды располагались согласно международной системе «10–20» (F1 или F2, P3 или P4). Длительность одного сеанса тренинга составляла 30 мин. Успешность тренинга оценивалась по классификации И.А. Святогор и соавт. [6]. После каждого сеанса обследуемый получал информацию об успешности тренинга и мог оценить свои способности к саморегуляции биоэлектрической активности головного мозга.

✉ Черапкина Лариса Петровна, тел.: 8 (3812) 36-36-83; e-mail: kochelab@mail.ru

Перед курсом тренинга и после его окончания проводилась запись фоновой биоэлектрической активности головного мозга в 5-минутных пробах с открытыми и закрытыми глазами, а также самооценка обследуемыми своего функционального состояния с помощью анкеты О.В. Погадаевой и соавт. [5].

Статистический анализ полученных данных осуществлялся с помощью программного продукта SPSS 13.0. Учитывая мнение А.Д. Наследова о недостаточной чувствительности критерия Колмогорова–Смирнова в отношении малых выборок, нормальность распределения результатов исследования определялась в группах численностью менее 50 человек по величине эксцесса и асимметрии, в группах численностью более 50 человек – по критерию Колмогорова–Смирнова [3]. Описательный анализ данных включал в себя при нормальном распределении данных определение среднего арифметического значения  $M$ , ошибки среднего  $m$ , при ненормально распределенных количественных данных – медиану  $Me$ , интерквартильный размах в виде 25-го и 75-го перцентилей ( $Q_1$ ;  $Q_3$ ). Для данных с нормальным распределением были использованы параметрические методы математической статистики для зависимых и независимых выборок ( $T$ -критерий Стьюдента и однофакторный дисперсионный анализ Р. Фишера). Данные, не имеющие нормального распределения, были проанализированы с помощью непараметрических методов математической статистики для зависимых и независимых выборок (критерий Вилкоксона и Манна–Уитни). Для выявления корреляционных связей был использован двухмерный корреляционный анализ (коэффициент корреляции Спирмена). Предикторы курса нейробиоуправления определялись с помощью дискриминантного анализа. При этом для проверки равенства дисперсионно-ковариационных матриц использовался

$M$ -тест Бокса. Сравнение номинативных данных проводилось с помощью критерия  $\chi^2$ . В качестве ожидаемого было выбрано равномерное распределение объектов по градациям переменной. При интерпретации статистических данных максимальной вероятностью ошибки (минимальный уровень значимости) считали значение  $p < 0,05$ .

## Результаты и обсуждение

Анализ полученных результатов показал, что полный курс нейробиоуправления закончили 269 человек (216 спортсменов и 53 непрофессионала). При этом во второй группе процент не закончивших тренинг оказался несколько выше (23% – 16 человек), чем в группе спортсменов (17% – 44 человека).

Сравнительный анализ спектральной мощности в изучаемых частотных диапазонах и успешности прохождения тренинга у спортсменов, закончивших курс нейробиоуправления и по разным причинам прекративших его, показал, что у первых среднекурсовая величина относительной мощности в альфа-диапазоне была выше. Во второй группе лица, не закончившие курс тренинга, по сравнению с закончившими тренинг имели более низкую его успешность и характеризовались меньшим относительным вкладом волн бета-диапазона в течение сеансов (табл. 1).

Среди закончивших тренинг спортсмены по сравнению с непрофессионалами имели большую среднекурсовую величину абсолютной и относительной спектральной мощности в тета-диапазоне, меньшие величины возрастного индекса, абсолютной и относительной мощности в бета-диапазоне. В группе не закончивших тренинг различий между спортсменами и непрофессионалами не выявлено.

Таблица 1

Среднекурсовые показатели ЭЭГ у обследуемых, закончивших и не закончивших тренинг ( $Me$ ( $Q_1$ ; $Q_3$ ); $M \pm m$ )				
Среднекурсовые показатели	Закончившие тренинг (267 человек)		Не закончившие тренинг (69 человек)	
	Спортсмены (216 человек)	Непрофессионалы (53 человека)	Спортсмены (44 человека)	Непрофессионалы (16 человек)
Мощность, мкВ <sup>2</sup>				
в тета-диапазоне	5,870 ± 0,068	5,348 (4,940; 6,281)*	5,872(5,327; 6,667)	5,872 (4,387; 6,518)
в альфа-диапазоне	3,301 (2,894; 3,912)	3,474 (2,918; 4,576)	3,220 (2,763; 3,668)	3,547 (2,890; 4,367)
в бета-диапазоне	3,519 (3,166; 4,065)	3,905 (3,436; 4,773)*	3,520(2,980; 4,219)	4,246 ± 0,529
Относительная мощность, %				
в тета-диапазоне	44,212 ± 0,352	39,165 ± 0,831 *	47,245 (42,279; 49,842)	43,340 (37,603; 48,460)
в альфа-диапазоне	26,558 (24,684; 29,169)	27,827 (24,805; 31,405)	25,210 (23,757; 26,841)^	27,463 (24,443; 32,134)
в бета-диапазоне	28,307 ± 0,319	31,487 (28,588; 33,971)*	27,352 (25,998; 30,252)	27,539 (25,593; 30,940)^
Возрастной индекс, усл. ед.	0,571 (0,492; 0,707)	0,653 (0,551; 0,791)*	0,553 (0,476; 0,623)	0,551 (0,463; 0,860)
Успешность тренинга, %	42 ± 2	43 (23; 76)	36 (0; 79)	0 (0; 57)^

^ Различия по сравнению с закончившими тренинг при  $p < 0,05$ .

\* Различия по сравнению со спортсменами при  $p < 0,02$ .

Большая часть обследованных, не закончивших курс нейробиоуправления (42 человека из 60 ( $\chi^2 = 10,6$ ;  $p = 0,001$ )), в качестве основной причины, вынуждающей прекратить освоение навыка саморегуляции, называли нехватку времени, вместе с тем с помощью дискриминантного анализа определено, что в качестве факторов, определяющих вероятность прекращения курса нейробиоуправления, выступают отдельные нейродинамические показатели, преимущественно связанные с мощностью в тета-диапазоне. Так, у спортсменов прогнозируемость курса нейробиоуправления в 83,1% случаев определялась мощностью ( $\text{мкВ}^2$ ) фоновой ЭЭГ в тета-диапазоне правого полушария в пробах при открытых ( $\theta_{\text{ПРОГ}}$ ) и закрытых ( $\theta_{\text{ПРЗГ}}$ ) глазах и мощностью в альфа-диапазоне правого полушария в пробе при закрытых глазах ( $\alpha_{\text{ПРЗГ}}$ ). Уравнение дискриминантной функции имело следующий вид:

$$d = 6,798 \cdot \text{Ln}(\theta_{\text{ПРЗГ}}) - 4,241 \cdot \text{Ln}(\theta_{\text{ПРОГ}}) - 1,418 \cdot \text{Ln}(\alpha_{\text{ПРЗГ}}) - 2,372.$$

Средние значения дискриминантной функции равны: 0,568 – прекращение тренинга; -0,113 – прохождение полного курса тренинга. Средние значения дискриминантной функции существенно отличались ( $\chi^2 = 15,630$ ;  $p \leq 0,001$ ), коэффициент канонической корреляции составил -0,246.

Прогнозируемость курса нейробиоуправления у непрофессионалов составила 81,8%. В качестве предикторов выступили показатели успешности тренинга, определяемой по величине возрастного коэффициента, – количества сеансов (выраженного в процентах по отношению к общему числу тренингов), в течение которых возрастной коэффициент более чем на 15% превышал исходный ( $U\alpha/\theta$ ), и мощности ( $\text{мкВ}^2$ ) фоновой ЭЭГ в тета-диапазоне левого полушария в пробе при

открытых глазах ( $\theta_{\text{ЛОГ}}$ ). Уравнение дискриминантной функции имело следующий вид:

$$d = 0,027 \cdot U\alpha/\theta - 3,278 \cdot \text{Ln}(\theta_{\text{ЛОГ}}) + 3,814.$$

Средние значения этой функции равны: -0,880 – прекращение тренинга; 0,242 – прохождение полного курса тренинга. Средние значения дискриминантной функции также существенно отличались ( $\chi^2 = 12,291$ ;  $p \leq 0,002$ ), коэффициент канонической корреляции был равен 0,424.

Согласно современным представлениям, тета-ритм является индикатором функционирования потребностно-мотивационных структур и эмоциональных состояний [2] и играет ведущую роль в адаптивных перестройках организма [7], в связи с этим появление в качестве предикторов курса нейробиоуправления показателей мощности в тета-диапазоне становится вполне объяснимым. Тем более что изучение взаимосвязи показателей анкеты самооценки функционального состояния и спектральной мощности фоновой ЭЭГ в тета-диапазоне позволило выявить наличие слабой, но статистически значимой корреляционной связи. У спортсменов мощность в тета-диапазоне правого полушария была связана при закрытых глазах с желанием общаться ( $r = 0,2$  при  $p < 0,03$ ), а при открытых глазах – с качеством сна ( $r = -0,2$  при  $p < 0,03$ ). У непрофессионалов мощность в тета-диапазоне левого полушария при открытых глазах также была связана с желанием общаться ( $r = 0,3$  при  $p < 0,04$ ). При этом следует отметить, что в течение первого сеанса тренинга статистически значимых различий по показателям спектральной мощности ЭЭГ во всех изучаемых частотных диапазонах между спортсменами и непрофессионалами, закончившими и не закончившими курс тренинга, не выявлено (табл. 2).

Таблица 2

Изменение мощности биоэлектрической активности головного мозга у спортсменов и непрофессионалов в течение курса нейробиоуправления ( $M_e(Q_1; Q_3); M \pm m$ ), $\text{мкВ}^2$			
Спектральная мощность	Диапазон частот		
	тета	альфа	бета
<i>Спортсмены, закончившие тренинг (216 человек)</i>			
Среднее значение первого сеанса	5,876 $\pm$ 0,096	3,142 (2,685; 3,803) $p < 0,001$	3,330 (2,955; 4,071) $p < 0,001$
Среднее значение 2–15-го тренингов	5,864 $\pm$ 0,063	3,459 (2,996; 4,053)	3,613 (3,251; 4,184)
<i>Непрофессионалы, закончившие тренинг (53 человека)</i>			
Среднее значение первого сеанса	5,428 (4,757; 6,688)	3,224 (2,681; 4,120) $p < 0,01$	3,418 (3,045; 4,349) $p < 0,001$
Среднее значение 2–15-го тренингов	5,343 (4,701; 5,848)	3,637 (3,072; 4,571)	4,544 $\pm$ 0,156
<i>Спортсмены, не закончившие тренинг (44 человека)</i>			
Среднее значение первого сеанса	5,898 (5,240; 6,939)	3,086 (2,639; 3,746)	3,454 (2,812; 4,190)
Среднее значение 2-го и последующих тренингов	5,762 (5,423; 6,624)	3,240 (2,858; 3,662)	3,613 (3,196; 4,008)

	Непрофессионалы, не закончившие тренинг (16 человек)		
	Среднее значение первого сеанса	Среднее значение 2-го и последующих тренингов	
	5,872 (4,235; 6,490)	5,679 (4,500; 6,490)	
	3,595 (2,739; 4,188)	3,604 (3,127; 4,408)	
	3,314 (3,040; 4,328)	3,627 (3,167; 4,428)	

Таблица 3

Изменение показателей фоновой ЭЭГ у спортсменов и непрофессионалов, прошедших курс нейробиоуправления ( $Me (Q_1; Q_3); M \pm m$ )

Показатель	Запись	Открытые глаза				Закрытые глаза			
		До тренинга		После тренинга		До тренинга		После тренинга	
		спорт.	несп.	спорт.	несп.	спорт.	несп.	спорт.	несп.
Мощность в тета-диапазоне, мкВ <sup>2</sup>	Лев.	5,629 (4,977; 6,474)	5,399 (4,656; 6,268)	5,566 (4,851; 6,709)	5,593 (3,700; 6,824)	5,662 (4,923; 6,552)	5,318 (4,791; 6,763)	5,727 (4,947; 6,558)	5,528 (4,345; 6,942)
	Прав.	3,913 (3,443; 4,614)	3,678 (3,401; 4,508)	4,056 (3,501; 4,760)	4,106 (3,451; 5,005)	3,886 (3,415; 4,643)	3,759 (3,306; 4,166)	3,965 (3,389; 4,710)	3,834 (3,409; 4,461)
Мощность в альфа-диапазоне, мкВ <sup>2</sup>	Лев.	2,920 (2,552; 3,436)	2,860 (2,587; 3,307)	<b>2,983 (2,618; 3,575)**</b>	3,173 (2,564; 4,146)	3,080 (2,634; 3,879)	3,054 (2,640; 4,034)	<b>3,157 (2,726; 4,095)**</b>	3,422 (2,778; 4,857)
	Прав.	2,098 (1,667; 2,979)	2,062 (1,694; 2,816)	2,159 (1,708; 2,929)	2,002 (1,689; 2,958)	2,234 (1,718; 3,434)	2,388 (1,775; 3,701)	2,290 (1,785; 3,315)	1,931 (1,700; 3,569)
Мощность в бета-диапазоне, мкВ <sup>2</sup>	Лев.	3,194 (2,848; 3,698)	3,242 (2,883; 3,793)	3,293 (2,860; 3,823)	3,358 (3,062; 3,980)	3,145 (2,869; 3,824)	3,331 (2,968; 3,830)	3,311 (2,915; 4,122)	3,416 (3,129; 4,552)
	Прав.	2,283 (1,914; 3,261)	2,457 (2,096; 3,342)	2,328 (1,925; 2,973)	2,477 (2,047; 3,254)	2,332 (1,883; 3,332)	2,569 (2,147; 3,539)	2,380 (1,939; 3,001)	2,433 (2,067; 3,396)
Относительная мощность в тета-диапазоне, %	Лев.	47,003 ± 0,543	44,964 ± 1,283	46,261 ± 0,530	41,316 (37,133; 50,228)	47,348 (40,435; 52,050)	43,708 ± 1,354	46,281 (39,558; 51,166)	42,544 (34,794; 48,811)
	Прав.	47,493 (42,234; 50,684)	44,899 (37,469; 49,344)	47,579 (42,893; 50,876)	46,557 (38,030; 50,623)	46,736 (38,783; 50,379)	41,129 (36,558; 49,331)	45,175 (39,410; 49,968)	44,869 (37,843; 49,613)
Относительная мощность в альфа-диапазоне, %	Лев.	23,992 (22,572; 26,470)	24,527 (22,778; 27,356)	<b>24,684 (22,967; 27,694)***</b>	25,495 (23,016; 27,971)	24,979 (22,761; 28,951)	26,573 (22,962; 30,242)	<b>25,639 (23,203; 30,455)***</b>	26,345 (24,080; 31,547)
	Прав.	24,277 (22,407; 27,974)	25,198 (22,808; 28,086)	24,558 (22,821; 27,608)	23,441 (21,650; 29,155)	25,738 (22,651; 31,020)	25,510 (23,595; 35,420)	25,651 (23,360; 30,360)	26,450 (22,352; 31,003)
Относительная мощность в бета-диапазоне, %	Лев.	27,893 ± 0,367	27,912 (25,107; 32,097)	27,596 ± 0,315	31,087 (26,694; 34,589)	26,773 (23,997; 29,945)	27,846 (23,523; 31,209)	26,670 (24,183; 30,251)	28,323 (26,188; 33,858)
	Прав.	27,362 (25,616; 30,472)	28,114 (26,328; 32,752)	<b>26,918 (24,952; 29,717)***</b>	27,196 (25,542; 33,126)	26,928 (25,108; 29,566)	27,467 (24,628; 32,603)	26,829 (24,905; 30,177)	27,706 (24,963; 31,761)
Возрастной индекс, усл. ед.	Лев.	0,508 (0,434; 0,615)	0,561 (0,445; 0,686)	0,521 (0,445; 0,651)	0,654 (0,478; 0,752)	0,530 (0,447; 0,694)	0,590 (0,479; 0,756)	<b>0,558 (0,459; 0,789)*</b>	0,662 (0,499; 0,844)
	Прав.	0,516 (0,448; 0,671)	0,568 (0,462; 0,712)	0,525 (0,449; 0,668)	0,525 (0,435; 0,741)	0,566 (0,453; 0,804)	0,638 (0,475; 0,936)	0,581 (0,473; 0,826)	0,603 (0,462; 0,756)

Примечание. Лев. – левое полушарие; прав. – правое полушарие; спорт. – спортсмены; несп. – неспортсмены; \* – различия по сравнению с данными до тренинга, при  $p = 0,05$ ; \*\* – различия по сравнению с данными до тренинга при  $p < 0,05$ ; \*\*\* – различия по сравнению с данными до тренинга при  $p < 0,01$ .

В целом по сравнению с данными первого сеанса в течение курса нейробиоуправления у спортсменов и неспортсменов, закончивших тренинг, спектральная мощность увеличилась в альфа- и бета-диапазоне (табл. 2). Опираясь на сведения о схожести механизмов генерации альфа- и бета-ритмов, а также полученные J.F. Lubar данные об усилении бета-активности при звуковой и световой стимуляции на альфа-частоте, можно предположить, что повышение мощности в бета-диапазоне является следствием произвольного повышения мощности в альфа-диапазоне [11, 12]. У лиц, не закончивших тренинг, подобных

изменений спектральной мощности ЭЭГ не наблюдалось.

Изучение изменений спектральной мощности фоновой ЭЭГ у лиц, прошедших полный курс тренинга, показало, что в группе спортсменов (табл. 3) после тренинга в левом полушарии увеличилась абсолютная и относительная спектральная мощность в альфа-диапазоне в состоянии при открытых и закрытых глазах, возрастной индекс в состоянии при закрытых глазах стал несколько выше, а относительная мощность в бета-диапазоне правого полушария в состоянии при открытых глазах снизилась.

В отличие от спортсменов у лиц, занимающихся физической культурой, изменений фоновой биоэлектрической активности головного мозга после курса нейробиоуправления не произошло.

### Заключение

Проведенное исследование показало, что достижение конечного результата тренинга (увеличение мощности в альфа-диапазоне) у спортсменов и непрофессионалов сопровождалось увеличением мощности в бета-диапазоне, но обеспечивалось разными нейродинамическими перестройками.

Лица, занимающиеся физической культурой, закончившие тренинг, по сравнению с незакончившими имели более высокую его успешность и характеризовались большей величиной относительной мощности в бета-диапазоне в течение сеансов. В качестве нейродинамических факторов, обеспечивших 82%-ю вероятность прохождения полного курса нейробиоуправления, в данной группе выступили успешность тренинга, определяемая по величине возрастного коэффициента, и спектральная мощность фоновой ЭЭГ в тета-диапазоне левого полушария в пробе при открытых глазах.

Спортсмены, прошедшие полный курс нейробиоуправления, характеризовались более высокой относительной мощностью в альфа-диапазоне в течение его сеансов. Прогнозирование освоения навыка саморегуляции в данной группе в 83% случаев определялось мощностью в тета-диапазоне правого полушария в пробах при открытых и закрытых глазах и мощностью в альфа-диапазоне правого полушария в пробе при закрытых глазах.

В группе закончивших полный курс тренинга спортсмены по сравнению с непрофессионалами характеризовались большей среднекурсовой величиной абсолютной и относительной спектральной мощности в тета-диапазоне, меньшими величинами возрастного индекса, абсолютной и относительной мощности в бета-диапазоне. В группе не закончивших тренинг различий между спортсменами и непрофессионалами не выявлено.

У спортсменов нейродинамические перестройки, происходящие в течение тренинга, нашли свое отражение в фоновой биоэлектрической активности головного мозга в виде увеличения абсолютной и относительной мощности в альфа-диапазоне левого полу-

шария в обеих пробах, повышении в этом же полушарии возрастного индекса при закрытых глазах, уменьшении относительной мощности в бета-диапазоне правого полушария в состоянии при открытых глазах.

У лиц, занимающихся физической культурой, значимых изменений фоновой ЭЭГ после курса нейробиоуправления не наблюдалось.

### Литература

1. *Баёва Н.А.* Успешность и эффективность применения локального альфа-стимулирующего тренинга у спортсменов ситуационных видов спорта: автореф. дис. ... канд. биол. наук. Тюмень, 2003. 19 с.
2. *Голубева Э.А.* Способности. Личность. Индивидуальность. Дубна: Феникс+, 2005. 512 с.
3. *Наследов А.Д.* SPSS15: профессиональный статистический анализ данных. СПб.: Питер, 2008. 416 с.
4. *Погадаева О.В.* Предикторы эффективности использования альфа-стимулирующего тренинга в спортивной тренировке: автореф. дис. ... канд. биол. наук. Томск, 2001. 19 с.
5. *Погадаева О.В., Черепкина Л.П., Баёва Н.А. и др.* Оценка клинической эффективности локального альфа-стимулирующего тренинга // Биоуправление в медицине и спорте. Омск: ИМББ СО РАМН, СибГАФК, 2002. С. 71–74.
6. *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.
7. *Сороко С.И., Трубаев В.В.* Нейрофизиологические и психофизиологические основы адаптивного биоуправления. СПб.: Политехника-сервис, 2010. 607 с.
8. *Стрижкова Т.Ю.* Использование нейробиоуправления в оптимизации функционального состояния гимнасток с учетом фаз овариально-менструального цикла: автореф. дис. ... канд. биол. наук. Челябинск, 2012. 20 с.
9. *Тристан В.В.* Нейрофизиологические механизмы успешности нейробиоуправления у спортсменов различных специализаций // Биоуправление в медицине и спорте: Материалы VII Всерос. конф. М.: ИМББ СО РАМН, РГУФК, 2005. С. 83–85.
10. *Тристан В.Г., Погадаева О.В., Черепкина Л.П., Тристан В.В.* Опыт использования альфа-стимулирующего тренинга для подготовки спортсменов // Биоуправление-4: теория и практика. Новосибирск: ЦЭРИС, 2002. С. 242–245.
11. *Carlqvist H., Nikulin V.V., Strömberg J.O., Brismar T.* Amplitude and phase relationship between alpha and beta oscillations in the human electroencephalogram // Medical and Biological Engineering and Computing. 2005. V. 43, № 5. P. 599–607.
12. *Lubar J.F.* Neocortical Dynamics: Implications for Understanding the Role of Neurofeedback and Related Techniques for the Enhancement of Attention // Applied Psychophysiology and Biofeedback. 1997. V. 22, № 2. P. 111–126.

Поступила в редакцию 22.11.2012 г.

Утверждена к печати 07.12.2012 г.

**Черепкина Лариса Петровна** (✉) – канд. биол. наук, доцент кафедры теории и методики адаптивной физической культуры Сибирского государственного университета физической культуры и спорта (г. Омск).

**Тристан Валерий Георгиевич** – д-р мед. наук, профессор кафедры медико-биологических дисциплин Московского института физической культуры и спорта (г. Москва).

**Стёпочкина С.П.** – врач-фтизиатр Омского клинического противотуберкулезного диспансера, соискатель кафедры теории и методики адаптивной физической культуры Сибирского государственного университета физической культуры и спорта (г. Омск).

✉ **Черепкина Лариса Петровна**, тел.: 8 (3812) 36-36-83; e-mail: kochelab@mail.ru

## NEURODYNAMIC AND PREDICTABILITY OF ALPHA-STIMULATING BIOFEEDBACK COURSE IN SPORTSMEN AND PERSONS OCCUPYING PHYSICAL CULTURE

Cherapkina L.P.<sup>1</sup>, Tristan V.G.<sup>2</sup>, Styopochkina S.P.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Siberian State University of Physical Education and Sport, Omsk, Russian Federation

<sup>2</sup> Moscow Institute of Physical Education and Sport, Moscow, Russian Federation

### ABSTRACT

The 15-days neurofeedback course was conducted with the purpose of neurodynamic and predictability assessment of mastering of arbitrary regulation skill of electroencephalographic (EEG) spectral power in alpha-band in sportsmen (n=260) and persons (n=69) occupying physical culture. The electroencephalographic parameters being predictors of neurofeedback course were defined in result of research. It was showed that different neurodynamical changes in examined groups supported training successfulness.

**KEY WORDS:** alpha-stimulating biofeedback, neurodynamic, training successfulness, sportsmen, no sportsmen.

*Bulletin of Siberian Medicine, 2013, vol. 12, no. 2, pp. 241–246*

### References

1. Bayova N.A. *The success and effectiveness of the application of the local alpha-stimulating training in athletes situational sports*. Author. dis. cand. biol. sci. Tyumen, 2003. 19 p. (in Russian).
2. Golubeva E.A. *Ability. Personality. Individuality*. Dubna: Feniks+ Publ., 2005. 512 p. (in Russian).
3. Nasledov A.D. *SPSS15: Professional statistical analysis of data*. St. Petersburg, Piter Publ., 2008. 416 p. (in Russian).
4. Pogadayeva O.V. *Predictors of effectiveness of the use of alpha-stimulating training in sport*. Author. dis. cand. biol. sci. Tomsk, 2001. 19 p. (in Russian).
5. Pogadayeva O.V., Cherapkina L.P., Bayova N.A. et al. *Biofeedback in medicine and sport*. Омск, 2002. Pp. 71–74 (in Russian).
6. Svyatogor I.A., Mokhovikova I.A., Bekshayev S.S. et al. *Biofeedback*, 2000, no. 1, pp. 8–11 (in Russian).
7. Soroko S.I., Trubachev V.V. *Neurophysiological and psychophysiological bases of adaptive biomanagement*. St. Petersburg, Polytechnic-service Publ., 2010. 607 p. (in Russian).
8. Strizhkova T.Yu. *The use of neuro biocontrol in the optimization of the functional state of gymnasts taking into account the phases of ovarian-menstrual cycle*. Author. dis. cand. biol. sci. Chelyabinsk, 2012. 20 p. (in Russian).
9. Tristan V.V. *Biofeedback in medicine and sport: Proceedings of the VII all-Russian conference*. Moscow, 2005. Pp. 83–85 (in Russian).
10. Tristan V.G., Pogadayeva O.V., Cherapkina L.P., Tristan V.V. *Biofeedback-4. Theory and practice*. Novosibirsk, 2002. Pp. 242–245 (in Russian).
11. Carlqvist H., Nikulin V.V., Strömberg J.O., Brismar T. Amplitude and phase relationship between alpha and beta oscillations in the human electroencephalogram. *Medical and Biological Engineering and Computing*, 2005, vol. 43, no. 5, pp. 599–607.
12. Lubar J.F. Neocortical Dynamics: Implications for Understanding the Role of Neurofeedback and Related Techniques for the Enhancement of Attention. *Applied Psychophysiology and Biofeedback*, 1997, vol. 22, no. 2, pp. 111–126.

**Cherapkina Larisa P.** (✉), Department Theory and Methodology of Adaptive Physical Education, Siberian State University of Physical Education and Sport, Omsk, Russian Federation.

**Tristan Valery G.**, Department Medical-biological Disciplines, Moscow institute of physical education and sport, Moscow, Russian Federation.

**Styopochkina S.P.**, Omsk clinical antituberculous clinic, department “Theory and Methodology of Adaptive Physical Education”, Siberian State University of Physical Education and Sport, Omsk, Russian Federation.

✉ **Cherapkina Larisa P.**, Ph. +7 (3812) 36-36-83; e-mail: kochelab@mail.ru