

ИЗМЕНЕНИЕ БИОЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ ГОЛОВНОГО МОЗГА И САККАД ПОСЛЕ КУРСА НЕЙРОБИОУПРАВЛЕНИЯ У СПОРТСМЕНОВ-ЕДИНОБОРЦЕВ

Ирина Таламова

Анотація. З'ясовано особливості мозкових механізмів, які забезпечують зміну параметрів швидких механізмів швидких рухів очей після курсу нейробіоуправління у спортсменів-єдиноборців високої кваліфікації. Отримані нейрофізіологічні зміни свідчать про удосконалення автоматії саккад, яка є одним із найважливіших компонентів динамічного процесу зорового сприйняття.

Ключові слова: електроокулографія, нейробіоуправління, альфа-ритм, спортсмени.

Abstract. In the article single combats sportsmen's features of cerebrum mechanisms, which provide changes of eyes quick motions parameters after neurofeedback course, are discovered. Derived neurophysiological changes evidence about perfecting of saccads automatism, which is one of the most important components of dynamic process of visual perception.

Keywords: electrooculography, neurofeedback, alpha rhythm, athletes.

Постановка проблеми. Анализ последних исследований и публикаций. Вовлечение в технологию биоуправления индикаторов физиологических функций, расширяющих диапазон прогностических возможностей нейробиоуправления.

Увеличивающийся уровень спортивных достижений приводит к необходимости разработки и внедрения новых методик подготовки спортсменов, одной из которых является нейробиоуправление. В настоящее время технология биологической обратной связи стараниями многих ученых, врачей, психологов является активно развивающейся областью, эффективно решающей задачи в различных отраслях психологической, лечебной и спортивной практики [4, 6]. Используемая технология биоуправления может способствовать формированию нового стереотипа поведения, обеспечивающего оптимальное функционирование и высокую успешность спортивной деятельности. В качестве регулируемого параметра в контуре биоуправления выбираются показатели самых различных функций, наиболее сложными из которых, являются электрические потенциалы головного мозга.

Эффективность биоуправления базируется на фундаментальных свойствах мозга: ритмике, пластичности и активации [5]. Любой развивающийся

физиологический процесс, инициированный и поддержанный обратной связью, неизбежно приводит к возникновению новых нейронных конструкций в центральных структурах, обеспечивающих оптимальные варианты функционирования организма в целом [7].

Цель исследования – изучение мозговых механизмов (на примере биоэлектрической активности головного мозга), обеспечивающих изменение параметров быстрых движений глаз (саккад) после курса нейробиоуправления у спортсменов-единоборцев.

Методы и организация исследования. Экспериментальная часть работы осуществлялась с использованием таких электрофизиологических методов, как электроэнцефалография и электроокулография. Несомненным достоинством электрофизиологических методов является то, что они неинвазивны, их результаты легко могут быть представлены как в графической, так и в цифровой формах. Стандартные условия регистрации обеспечивают высокую достоверность и воспроизводимость результатов. Альфа-стимулирующий тренинг осуществлялся с помощью программно-аппаратного комплекса «BOSLAB» по методике О. В. Погадаевой, В. Г. Тристан [3]. Перед нача-

лом тренінга і після нього проводилась «фонова» запис біоелектричної активності головного мозку. Електроди розполагались згідно міжнародної системи «10–20» в лобній і теменній областях (F1–F2, P3–P4). Для проведення тренінга електроди поміщались тільки на ліве півшар'я в указані точки. Сеанси ЕЭГ-БОС тренінга проводились щодня 1 раз в сутки в зручне до тренувальний час. Після кожного сеансу спортсмен отримував інформацію про успішність тренінга і міг оцінити свої здатності до саморегуляції біоелектричної активності головного мозку. Для досягнення мети (збільшення середньої ефективної амплітуди альфа-ритму) перед тренінгом проводилося попередній інструктаж і додаткове пояснення про час сеансу ЕЭГ-БОС тренінга проявлених релаксації, являючої обов'язковою умовою для успішності біоуправління. Метод реєстрації зміни електричного потенціалу сітчатки і очних м'язів (електроокулографія) здійснювався з використанням обладнання ВІОРАС Student Lab. Шість електродів розполагались на обличчя обстежуваного, згідно інструкції. Для тестування саккадних рухів важливо контролювати, щоб пацієнт слідив за метою тільки очима. В час тесту голова повинна залишатися нерухомою. Перед тим, як запустити **тест саккад**, виконувалася калібровка. Вимірені саккади аналізувалися в відношенні проміжку часу (мс), амплітуди (мВ), відносної швидкості рухів очей (град·с⁻¹). Реєстрація даних показувачів здійснювалася при русі об'єкта і при русі очей – сліження. Горизонтальна і вертикальна позиції очей відображалися на двох різних графіках. Позитивні значення кутів відповідали рухам очей вправо і вгору. Відповідно, негативні значення кутів відповідали рухам очей вліво і вниз. Також здійснювався підрахунок кількості рухів очей при читанні заданого тексту. Для оцінки статистичної значимості відмінностей використовувався знаковий, одновибірочний критерій Уїлксона; однофакторний дисперсійний аналіз з використанням критерію Фішера.

В дослідженні прийняли участь 28 спортсменів-однорядців високої кваліфікації (КМС, МС і МСМК), знаходяться в передсоревновальний період. Середній вік обстежуваних склав $20,0 \pm 1,5$ років. До тренінга і після нього у кожного спортсмена реєструвалася «фонова» запис ритмів головного мозку і електроокулограма. Дослідження проводилося на базі СибГУФК, кафедри анатомії і фізіології, в науковій лабораторії «Нейробіоуправління».

Результати дослідження і їх обговорення. Запис ритмів «фонової» біоелектричної актив-

ності головного мозку при відкритих і закритих очах показала, що величина потужності альфа-ритму до проведення курсу не мала міжпівшарових відмінностей, з найбільш високими значеннями в правому півшар'ї (табл. 1). Після 15-ти сеансів нейробіоуправління, направлених на довільне регулювання альфа-ритму, в «фоновій» записі відбулися зміни, а саме, збільшилася показувач потужності альфа-ритму в лівому (до $2,73 \pm 0,14$ мВ²/с, після $3,09 \pm 0,12$ мВ²/с) і правому (до $2,70 \pm 0,44$ мВ²/с, після $3,99 \pm 1,41$ мВ²/с) півшар'ях в пробі з відкритими очима, з утворенням міжпівшарової асиметрії. Наші дані згодні з думкою Д.Ф. Любар, про те, що найбільш високий рівень альфа-активності відзначається при закритті очей або при відкритті очей в стані повної релаксації [2].

Потужність бета-ритму не мала дотренувальних міжпівшарових відмінностей, в тому числі і при записі проб. Інтересні дані отримані після тренінга: потужність бета-ритму залишається такою ж в лівому півшар'ї, але значно зменшується в правому в пробі при закритті очей, з утворенням міжпівшарової асиметрії. Можливо, це пов'язано з однорідністю досліджуваної вибірки – висококваліфіковані спортсмени, займаючі виступами єдиноборствами (таблиця 1).

До проведення курсу нейробіоуправління потужність тета-ритму в лівому півшар'ї при відкритих і закритих очах була вище, ніж в правому півшар'ї при відкритих і закритих очах з статистично значимими відмінностями. Після проведення курсу збереглася лівопівшарова асиметрія потужності тета-ритму суттєво не змінилася, але при відкритті і закритті очей.

Після курсу нейробіоуправління змінився показувач проміжку часу як при русі очей вправо, так і вліво, порівняно з дотренувальним рівнем. Так, якщо при горизонтальному відведенні при русі очей вправо різниця між часом початку і кінця виділеного ділянки складала $5,90 \pm 0,23$ мс, то після тренінга – $6,50 \pm 0,27$ мс. Така ж тенденція характерна і для вертикального відведення. У всіх спортсменів після курсу нейробіоуправління збільшується амплітуда саккад при вертикальному і горизонтальному відведенні, змінюється відносна швидкість при русі очей вправо, а також збільшується кількість саккад при читанні. Відносно стійким параметром є тривалість саккад при читанні. Автоматизація саккад, будучи активним механізмом, вдосконалює зоровий апарат в процесі онтогенезу. Образно кажучи, автоматизація саккад «шлифує» орган зору, перетворюючи його в результаті в найкращу сенсорну систему [1].

Висновки. Резюмуючи вищесказанне можна відзначити, що після курсу нейробіоуправління ве-

личина мощності альфа-ритма у спортсменів-диноборців стала вище при відкритих очах в лівій півшарі з формуванням міжпівшарної асиметрії. Посттренингіві значення мощності бета-ритма в лівій півшарі не змінюються, але значно зменшуються в правій півшарі, з формуванням міжпівшарної асиметрії в пробі при закритих очах. Мощність тета-ритма суттєво після альфа-стимулюючого тренінгу не змінилася. Дані нейрофізіологічні зміни сприяли удосконаленню автоматії саккад, котра вважається однією з найважливіших компонентів динамічного процесу зрительного сприйняття і сприяє створенню умов консолідації сенсорного і рухового апаратів в єдину функціональну систему.

Таблиця 1 – «Фоновою» біоелектрична активність головного мозку до і після курсу нейробіоуправління, мВ²/с, М ± m

Ритм	Умови і сторона запису		Час запису		Рд-п
			до	після	
Тета-	відкриті очі	ліва	5,39 ± 0,52	6,35 ± 0,48	p > 0,05
		права	5,13 ± 1,10 Рл-п < 0,001	5,28 ± 0,66 Рл-п < 0,05	p > 0,05
	закриті очі	ліва	6,35 ± 1,35	6,48 ± 0,49	p > 0,05
		права	5,12 ± 0,89 Рл-п < 0,001	5,92 ± 1,11 Рл-п < 0,05	p > 0,05
Альфа-	відкриті очі	ліва	2,73 ± 0,14	3,09 ± 0,12	p < 0,05
		права	2,70 ± 0,44	3,99 ± 1,41 Рл-п < 0,01	p < 0,01
	закриті очі	ліва	3,47 ± 0,61	3,36 ± 0,15	p > 0,05
		права	3,38 ± 0,60	3,37 ± 1,00	p > 0,05
Бета-	відкриті очі	ліва	3,37 ± 0,26	3,30 ± 0,11	p > 0,05
		права	3,48 ± 0,32	3,45 ± 0,15	p > 0,05
	закриті очі	ліва	3,19 ± 0,31	2,96 ± 0,36	p > 0,05
		права	3,14 ± 0,37	2,72 ± 0,42 Рл-п < 0,05	p < 0,05

Примечание: Рл-п – статистична значимість міжпівшарних відмінностей; Рд-п – статистична значимість відмінностей до і після курсу.

Література

1. Кубарко А. И. Динамика саккадических движений глаз и ее механизмы / А. И. Кубарко, Ю. А. Кубарко // Белорус. мед. журн. – 2005. – № 3. – С. 77–79.
2. Любар Д. Ф. Биоуправление, дефицит внимания и гиперактивность (диагностика, клиника, эффективность лечения) / Д. Ф. Любар // Биоуправление – 3: Теория и практика. – Новосибирск: ЦЭРИС, 1998. – С. 142–163.
3. Погадаева О. В. Предикторы эффективности использования альфа-стимулирующего тренинга в спортивной тренировке: автореф. дис. на соискание учен. степени канд. биол. наук / О. В. Погадаева. – Томск, 2001. – 19 с.
4. Степochкина С. П. Биоэлектрическая активность головного мозга у спортсменов после курса нейробиоуправления / С. П. Степochкина, Л. П. Черapкина, В. Г. Тристан // Бюл. СО РАМН. – 2010. – № 2. – С. 83–88.
5. Тристан В. Г. Нейробиоуправление в спорте: вперед – расширяя границы / В. Г. Тристан, Л. П. Черapкина, И. Г. Таламова, К. В. Тристан, В. В. Шандыбина, Н. А. Баева // Биоуправление в медицине и спорте: материалы IX Всерос. науч. конф. (28–29 мая 2009 г.). – Омск: ИМББ СО РАМН, СибГУФК, 2009. – С. 103–107.
6. Черapкина Л. П. Особенности биоэлектрической активности головного мозга спортсменов / Л. П. Черapкина, В. Г. Тристан // Вестн. Южноурал. гос. ун-та. – 2011. – № 39 (256). – С. 27–31.
7. Штарк М. Б. Предисловие к конференции / М. Б. Штарк, О. А. Джафарова // Биоуправление – новые возможности 2008. – Новосибирск: ИПФ «Агрос», 2008. – С. 2–3.

References

1. Kubarko A. I. The dynamics of saccadic eye movements and their mechanisms / A. I. Kubarko, U. A. Kubarko // Belarusian medical journal. – 2005. – № 3. – P. 77–79.
2. Lubar, D. F. Biofeedback, attention deficit and hyperactivity (diagnosis, clinic, treatment efficacy) / D. F. Lubar // Biofeedback – 3: Teoria i praktika. – Novosibirsk: TSERIS, 1998. – P. 142–163.
3. Pogadayeva, O. V. Predictors of alpha-training using efficacy in sport training / O. V. Pogadaeva – author's abstract for Ph. D. in Biology. – Tomsk, 2001. – 19 p.
4. Stepochkina, S. P. Bioelectric cerebrum activity in sportsmen after neurofeedback course / S. P. Stepochkina, L. P. Cherapkina, V. G. Tristan // Bulletin of SB RAMS. – 2010. – № 2. – P. 83–88.
5. Tristan, V. G. Neurofeedback in sport: forward – extending boards / V. G. Tristan, L. P. Cherapkina, I. G. Talamova, K. V. Tristan, V. V. Shandubina, N. A. Baeva // Biofeedback in medicine and sport: IX All-Russian scientific conference 28–29 May 2009. – Omsk: IMBB SB RAMS, SibUPES, 2009. – P. 103–107.
6. Cherapkina, L. P. Features of cerebrum bioelectric activity of sportsmen / L. P. Cherapkina, V. G. Tristan // Bulletin of Southern Ural national university. – 2011. – № 39 (256). – P. 27–31.
7. Shtark, M. B. Introduction to conference / M. B. Shtark, O. A. Dzhafarova // Biofeedback – the new possibilities 2008. – Novosibirsk: PPC «Agros», 2008. – P. 2–3.

ФГБОУ ВПО Сибирский государственный университет физической культуры и спорта, Омск, Россия
talairina@yandex.ru

Поступила 16.05.2015