

## ЭЭГ-ПОКАЗАТЕЛИ СОСТОЯНИЯ ЦЕНТРАЛЬНОЙ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ У ЛИЦ С РАЗЛИЧНЫМИ УРОВНЯМИ ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКОЙ АДАПТАЦИИ

**Ф. С. Торубаров** — ФГБУ «Государственный научный центр Российской Федерации — Федеральный медицинский биофизический центр им. А. И. Бурназяна» ФМБА России, главный научный сотрудник лаборатории №7 отдела 2, профессор, доктор медицинских наук; **З. Ф. Зверева** — ФГБУ «Государственный научный центр Российской Федерации — Федеральный медицинский биофизический центр им. А. И. Бурназяна» ФМБА России, старший научный сотрудник лаборатории №7 отдела 2, доктор медицинских наук; **С. Н. Лукьянова** — ФГБУ «Государственный научный центр Российской Федерации — Федеральный медицинский биофизический центр им. А. И. Бурназяна» ФМБА России, ведущий научный сотрудник лаборатории №32 отдела 7, профессор, доктор биологических наук.

## EEG INDICATORS OF THE CENTRAL NERVOUS SYSTEM IN INDIVIDUALS WITH DIFFERENT LEVELS OF PSYCHOPHYSIOLOGICAL ADAPTATION

**F. S. Torubarov** — State Research Center — Burnasyan Federal Medical Biophysical Center of Federal Medical Biological Agency, Senior Researcher of Laboratory №7, Department 2, Professor, DSc; **Z. F. Zvereva** — State Research Center — Burnasyan Federal Medical Biophysical Center of Federal Medical Biological Agency, Senior Researcher of Laboratory №7, Department 2, DSc; **S. N. Lukyanova** — State Research Center — Burnasyan Federal Medical Biophysical Center of Federal Medical Biological Agency, Chief Researcher of Laboratory №32, Department 7, Professor, DSc.

Дата поступления — 25.07.19 г.

Дата принятия в печать — 05.12.2019 г.

**Торубаров Ф. С., Зверева З. Ф., Лукьянова С. Н.** ЭЭГ-показатели состояния центральной нервной системы у лиц с различными уровнями психофизиологической адаптации. Саратовский научно-медицинский журнал 2019; 15 (4): 965–967.

**Цель:** оценить по показателям электроэнцефалограмм (ЭЭГ) функциональную активность головного мозга и отдельных структурно-функциональных образований ЦНС при разных уровнях психофизиологической адаптации (ПФА) и выявить их вклад в формирование низкого уровня ПФА. **Материал и методы.** С помощью психологических и зрительно-моторных тестов, методики вариабельности сердечного ритма (ВСР) оценивали функциональное состояние (ФС) структурно-функциональных образований ЦНС: «кора», «корково-подкорковое взаимодействие», «центральная регуляция сердечно-сосудистой системы (ССС)»; по результатам оценки определяли интегральный уровень ПФА. С помощью ЭЭГ оценивали функциональную активность головного мозга и перечисленных образований ЦНС. **Результаты.** По мере снижения уровня ПФА в ЭЭГ нарастали показатели, расцениваемые как аномальные: IV тип ЭЭГ; неустойчивая динамика ЭЭГ; высокий индекс  $\beta 1$ -активности; вспышки билатерально-синхронных волн. Максимальное число аномальных показателей ЭЭГ выявлено при низком ФС структурно-функционального образования «центральная регуляция СССР» у лиц с низким уровнем ПФА. **Заключение.** Выявление максимального количества аномальных показателей ЭЭГ при низком ФС структурно-функционального образования ЦНС «центральная регуляция СССР» у лиц с низким уровнем ПФА свидетельствовало об основном его вкладе в формирование низкого интегрального уровня ПФА.

**Ключевые слова:** психофизиологическая адаптация, ЭЭГ.

**Torubarov FS, Zvereva ZF, Lukyanova SN.** EEG indicators of the central nervous system in individuals with different levels of psychophysiological adaptation. *Saratov Journal of Medical Scientific Research* 2019; 15 (4): 965–967.

**The purpose of the study** is to assess functional activity of the brain, individual structural and functional formations of the central nervous system at different levels of psychophysiological adaptation (PFA) and to identify their contribution to the formation of low PFA level. **Material and Methods.** Using psychological and visual-motor tests, methods of heart rate variability, functional state of structural and functional formations of the central nervous system: "cortex", "cortical-subcortical interaction", "central regulation of the cardiovascular system" was evaluated; the integral PFA level was determined using the evaluation results. EEG was used to evaluate brain functional activity and the listed CNS formations. **Results.** As the level of PFA in the EEG decreased, indicators regarded as the anomalous ones increased: type IV EEG; unstable EEG dynamics; high index of  $\beta 1$  activity; flashes of bilateral synchronous waves. The maximum number of abnormal EEG parameters was revealed at low FS of structural and functional formation "central regulation of the cardiovascular system" in persons with low PFA level. **Conclusion.** Identification of the maximum number of abnormal EEG indicators at low FS of structural and functional formation of the central nervous system "central regulation of the cardiovascular system" in persons with low PFA level testified to its main contribution to the formation of a low integral level of PFA.

**Key words:** psychophysiological adaptation, EEG.

**Введение.** В медицине труда первостепенная роль отводится оценке профессионального здоровья лиц, работающих в условиях опасных производств, с акцентом внимания на функциональное состояние (ФС) центральной нервной системы (ЦНС) для предупреждения развития заболеваний [1, 2].

Оценить ФС и функциональные резервы ЦНС дает возможность психофизиологическое обследование (ПФО) [3]. При проведении ПФО применяются следующие методики, позволяющие определить ФС структурно-функциональных образований ЦНС: «кора» — психологические методики; «корково-подкорковое взаимодействие» — психофизиологические (зрительно-моторные) тесты; «центральная регуляция сердечно-сосудистой системы (ССС)» — методика ВСР. По результатам тестирования определяется интегральный уровень ПФА [4, 5].

Под ПФА понимается ответ ЦНС на действие внешних и внутренних факторов, направленных на достижение максимально полезного приспособительного результата [5]. При снижении ПФА возникает необходимость повышения функциональных резервов ЦНС, что может быть достигнуто путем проведения реабилитационно-оздоровительных мероприятий (РОМ). Для назначения РОМ требуется тщательная оценка ФС ЦНС, включая оценку активности ее отдельных структурно-функциональных образований, а также оценку их вклада в формирование низкого уровня ПФА.

Для изучения ФС ЦНС в клинической практике давно и успешно используется анализ суммарной биоэлектрической активности мозга — ЭЭГ.

**Цель:** оценить по показателям электроэнцефалограмм (ЭЭГ) функциональную активность головного мозга и структурно-функциональных образований ЦНС («кора», «корково-подкорковое взаимодействие», «центральная регуляция ССС») при разных уровнях ПФА и выявить их вклад в формирование низкого уровня ПФА.

**Материал и методы.** С помощью аппаратно-программного комплекса «АПК ПФС-КОНТРОЛЬ» [4, 5] по специально разработанным программам, включающим психологические, психофизиологические и физиологические методики, проведено ПФО 1521 работника (49,3±11,2 года, 83 женщины) различных предприятий и учреждений. Все эти лица признаны при медицинском осмотре здоровыми либо имеющими заболевания в стадии компенсации. Оценивалась функциональная активность различных структурно-функциональных образований ЦНС и интегральный уровень ПФА. Выделены три группы лиц: с высоким, средним и низким уровнями ПФА.

У всех лиц проведено ЭЭГ-исследование. ЭЭГ регистрировали на компьютерном электроэнцефалографе-анализаторе ЭЭГА-21/26 «Энцефалан» версии «Элитная-М» в 16 отведениях, расположенных по стандартной системе 10–20. Частота опроса 100 Гц, полоса пропускания от 0,5 до 35 Гц. Применялась монополярная схема отведения биопотенциалов с ипсилатеральными ушными референтными электродами. При анализе ЭЭГ-показателей оценивались: 1) тип ЭЭГ, отмечая нормальную работу мозга (I–III типы) либо наличие аномальных проявлений (тип IV) [6]; 2) динамика ЭЭГ — устойчивость/неустойчивость паттерна за короткий промежуток времени (1 мин) [7]; 3) высокий индекс низкочастотной  $\beta$ 1-активности; 4) вспышки билатерально-синхронных волн (БСВ). Статистическая обработка проводилась по программе BIOSTAT, использовали критерий  $\chi^2$  при  $p < 0,05$ .

**Результаты.** Анализировали показатели ЭЭГ у лиц с различными уровнями ПФА (табл. 1).

По мере снижения уровня ПФА в ЭЭГ нарастают показатели, расцениваемые как аномальные: IV тип ЭЭГ, неустойчивая динамика, высокий индекс  $\beta$ 1-активности, вспышки БСВ.

Сравнивали аномальные показатели ЭЭГ при разных уровнях ПФА в различных структурно-функциональных образованиях ЦНС (табл. 2).

Отмечено нарастание аномальных показателей ЭЭГ в зависимости от уровня ПФА, которое в разных структурно-функциональных образованиях ЦНС происходило по-разному. В наименьшей степени эти показатели нарастают в структурно-функциональном образовании ЦНС «кора» (см. табл. 2). В этом случае возрастала частота только одного признака (неустойчивость динамики).

В структурно-функциональном образовании ЦНС «корково-подкорковое взаимодействие» (см. табл. 2) при среднем уровне ПФА отмечался один аномальный показатель (IV тип ЭЭГ), при низком уровне ПФА — три (IV тип ЭЭГ, неустойчивость динамики, вспышки БСВ).

В структурно-функциональном образовании ЦНС «центральная регуляция ССС» при среднем уровне ПФА выявлялись два аномальных показателя (IV тип ЭЭГ, высокий индекс низкочастотной  $\beta$ 1-активности), при низком уровне ПФА — максимальное число аномальных показателей ЭЭГ (все четыре — IV тип ЭЭГ, высокий индекс низкочастотной  $\beta$ 1-активности, неустойчивость динамики, вспышки БСВ).

**Обсуждение.** Из приведенных данных следует, что по мере снижения уровня ПФА среди характеристик ЭЭГ нарастала доля показателей, свидетельствующих о дисфункциональных проявлениях.

Таблица 1

ЭЭГ-показатели у обследуемых лиц с разными уровнями ПФА, %

Интегральные уровни ПФА	n	Тип ЭЭГ		Динамика		Индекс $\beta$ 1		Вспышки БСВ	
		I, II, III (норма)	IV	устойчивая	неустойчивая	низкий	высокий	нет	есть
Высокий	268	81,7	18,3	64,9	35,1	70,2	29,8	70,2	29,8
Средний	649	68,9	31,1*	53,9	46,1*	62,6	37,4*	56,4	43,6*
Низкий	604	58,9	41,1*#	30,8	62,2*#	43,6	56,4*#	48,7	51,3*#

Примечание: \* — значимые различия с высоким уровнем ПФА по  $\chi^2$  при  $p < 0,05$ ; # — значимые различия со средним уровнем ПФА по  $\chi^2$  при  $p < 0,05$ .

Ответственный автор — Зверева Зоя Федоровна  
Тел.: +7 (909) 9474258  
E-mail: zvereva01@yandex.ru

Показатели ЭЭГ в структурно-функциональных образованиях ЦНС при разных уровнях ПФА, %

Интегральные уровни ПФА	Структурно-функциональные образования	n	Тип ЭЭГ		Динамика		Индекс $\beta 1$		Вспышки БСВ	
			I, II, III (норма)	IV	устойчивая	неустойчивая	низкий	высокий	нет	есть
Высокий	«кора»	214	80,8	19,2	64	36	67,3	32,7	69,6	30,4
	«корково-подкорковое взаимодействие»	154	79,2	20,8	65,6	34,4	66,2	33,8	62,3	37,7
	«центральная регуляция ССС»	150	82	18	63,3	36,7	71,3	28,7	68,7	31,3
Средний	«кора»	437	72,1	27,9	53,1	46,9*	68,9	31,1	56,8	43,2
	«корково-подкорковое взаимодействие»	578	67,8	32,2*	53,8	46,2	61,8	38,2	56,8	43,2
	«центральная регуляция ССС»	491	65,2	34,8*	50,7	49,3	56,4	43,6*	53,4	46,6*
Низкий	«кора»	132	72,3	27,7	33,6	66,4*	69,7	30,3	59,8	40,2
	«корково-подкорковое взаимодействие»	340	57,4	42,6*	29,1	70,9*	57,4	42,6	52,6	47,4*
	«центральная регуляция ССС»	441	54,8	45,2*	33,1	66,9*	46,5	53,5*	48,3	51,7*

Примечание: представлено сопоставление уровней ПФА — высокие, средние, низкие с одноименными уровнями активности рассматриваемых образований; \* — значимые различия с высоким уровнем ПФА по  $\chi^2$  при  $p < 0,05$ .

Увеличивалось число ЭЭГ IV типа, отличающихся от электроэнцефалографической нормы дезорганизацией  $\alpha$ -активности, снижением либо повышением ее индекса, общей дизритмией с увеличением количества медленных волн. Все это свидетельствовало о нарушениях функций корковых и подкорковых структур [6, 8]. Возрастало число ЭЭГ с неустойчивой динамикой, свидетельствовавшей о неустойчивости нервных процессов [7], а также ЭЭГ с признаками нарушения функций стволовых структур (высоким индексом низкочастотной  $\beta 1$ -активности, вспышками БСВ [6, 8]). В совокупности выявленные изменения суммарной биоэлектрической активности головного мозга свидетельствовали о нарушениях центральных регуляторных механизмов.

Для ответа на вопрос: какое структурно-функциональное образование ЦНС вносит наибольший вклад в формирование низкого уровня ПФА — проведено сравнение аномальных показателей ЭЭГ при разных уровнях ПФА в различных структурно-функциональных образованиях ЦНС. Максимальное количество аномальных характеристик ЭЭГ при низком уровне ПФА выявлено в структурно-функциональном образовании «центральная регуляция ССС», что свидетельствовало о его основном вкладе в формирование этого уровня ПФА.

**Заключение.** Показано, что по мере снижения уровня ПФА в ЭЭГ нарастали характеристики, рассматриваемые как аномальные. Максимальное количество аномальных характеристик ЭЭГ выявлено при низком уровне ПФА в структурно-функциональном образовании «центральная регуляция ССС», что свидетельствовало о его основном вкладе в формирование низкого интегрального уровня ПФА. Выявленные изменения суммарной биоэлектрической активности головного мозга свидетельствовали о нарушениях центральных регуляторных механизмов.

**Конфликт интересов** не заявляется.

**Авторский вклад:** концепция и дизайн исследования, утверждение рукописи для публикации — Ф.С. Торубаров; получение и обработка данных, написание статьи — З.Ф. Зверева; анализ и интер-

претация результатов — Ф.С. Торубаров, З.Ф. Зверева, С.Н. Лукьянова.

#### References (Литература)

- Izmerov NF, Kasparov AA. Occupational Medicine. Moscow: Medicine, 2002; 392 p. Russian (Измеров Н.Ф., Каспаров А.А. Медицина труда. М.: Медицина, 2002; 392 с.).
- Shardakova EF, Yushkova OE, Elizarova VV, Lagutina GN. Physiological assessment of physical and neuropsychic overloads in labor medicine. Bulletin of Tver State University. Series: Biology and Ecology 2018 (3): 7–20. Russian (Шардакова Э.Ф., Юшкова О.Е., Елизарова В.В., Лагутина Г.Н. Физиологическая оценка физических и нервно-психических перегрузок в медицине труда. Вестник Тверского государственного университета. Серия: Биология и экология 2018; (3): 7–20).
- Berezin FB. Psychological and psychophysiological adaptation of man. Leningrad: Nauka, 1988; 270 p. Russian (Березин Ф.Б. Психическая и психофизиологическая адаптация человека. Л.: Наука, 1988; 270 с.).
- Bobrov AF. Information technology in occupational medicine. Occupational medicine and industrial ecology 2013 (9): 44–8. Russian (Бобров А.Ф. Информационные технологии в медицине труда. Медицина труда и промышленная экология 2013 (9): 44–8).
- Bobrov AF, Bushmanov AYU, Sedin VI, Scheblanov VYu. System evaluation of results of psychophysiological examinations. Medicine of extreme situations 2015 (3): 13–9. Russian (Бобров А.Ф., Бушманов А.Ю., Седин В.И., Щепланов В.Ю. Системная оценка результатов психофизиологических обследований. Медицина экстремальных ситуаций 2015 (3): 13–9).
- Zhirninskaya EA, Losev VS. Systems of description and classification of human electroencephalograms. Moscow: Nauka, 1984; 80 p. Russian (Жирнинская Е.А., Лосев В.С. Системы описания и классификация электроэнцефалограмм человека. М.: Наука, 1984; 80 с.).
- Lukyanova SN. Bioelectric activity of the cortex and some subcortical formations in experimental neurosis. Journal of higher nervous activity 1976; XXVI (3): 539–47. Russian (Лукьянова С.Н. Биоэлектрическая активность коры и некоторых подкорковых образований при экспериментальном неврозе Журнал высшей нервной деятельности 1976; XXVI (3): 539–47.)
- Zenkov LR. Clinical electroencephalography with elements of epileptology. A guide for physicians. Moscow: Medpress-inform, 2016; 360 p. Russian (Зенков Л.Р. Клиническая электроэнцефалография с элементами эпиптологии: Руководство для врачей. М.: МЕДпресс-информ, 2016; 360 с.).