

<https://doi.org/10.17816/mechnikov20191125-12>

## ЭЛЕКТРОЭНЦЕФАЛОГРАФИЧЕСКИЙ ПАТТЕРН ПРОБУЖДЕНИЯ ПРИ ТЯЖЕЛЫХ ОТРАВЛЕНИЯХ ЭТАНОЛОМ

М.В. Александров<sup>1,5</sup>, Е.С. Повалюхина<sup>1,2</sup>, Т.В. Александрова<sup>2</sup>, Л.Б. Иванов<sup>3</sup>, В.С. Черный<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Российский научно-исследовательский нейрохирургический институт имени профессора А.Л. Поленова (филиал Национального медицинского исследовательского центра им. В.А. Алмазова), Санкт-Петербург;

<sup>2</sup> ГБУ «Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт скорой помощи им. И.И. Джанелидзе», Санкт-Петербург;

<sup>3</sup> ГБУЗ «Московская детская городская клиническая больница № 9 им. Г.Н. Сперанского», Москва;

<sup>4</sup> ФГБВОУ ВО «Военно-медицинская академия им. С.М. Кирова», Санкт-Петербург;

<sup>5</sup> ФГБУН «Институт токсикологии Федерального медико-биологического агентства», Санкт-Петербург

Для цитирования: Александров М.В., Повалюхина Е.С., Александрова Т.В., и др. Электроэнцефалографический паттерн пробуждения при тяжелых отравлениях этанолом // Вестник Северо-Западного государственного медицинского университета им. И.И. Мечникова. – 2019. – Т. 11. – № 2. – С. 5–12. <https://doi.org/10.17816/mechnikov20191125-12>

Поступила: 24.02.2019

Одобрена: 26.03.2019

Принята: 10.06.2019

♦ Рассмотрена динамика параметров биоэлектрической активности головного мозга 50 пациентов в алкогольной коме. Пациентам выполняли непрерывный ЭЭГ-мониторинг с момента окончания базовых реанимационных мероприятий и до явного восстановления сознания (пробуждения). Среднее время регистрации составило 4,5 ч. Изменения при выполнении электроэнцефалографии регистрировали в стандартных отведениях по системе 10–20. Проанализированы амплитудно-частотные показатели спонтанной активности и реактивность. Так как электроэнцефалографические корреляты церебральной недостаточности при коматозных состояниях отличаются выраженным полиморфизмом и высокой индивидуальной вариабельностью, в качестве прогностических критериев следует использовать «динамические» параметры: спонтанность и изменчивость паттерна, реактивность при стимуляции. Повышение частоты биоэлектрической активности, десинхронизация при внешних стимулах могут свидетельствовать о начавшемся процессе восстановления сознания. Электрофизиологические критерии пробуждения, разработанные в данной работе на примере алкогольной комы, могут быть применимы и к бессознательным состояниям, вызванным другими этиологическими факторами: травмой, гипоксией, судистой катастрофой.

♦ **Ключевые слова:** острое отравление; алкогольная кома; биоэлектрическая активность головного мозга; электроэнцефалография; паттерн пробуждения.

## ELECTROENCEPHALOGRAPHIC AROUSAL PATTERN IN SEVERE ALCOHOL POISONING

M.V. Aleksandrov<sup>1,5</sup>, E.S. Povalyukhina<sup>1,2</sup>, T.V. Aleksandrova<sup>2</sup>, L.B. Ivanov<sup>3</sup>, V.S. Cherny<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Russian Neurosurgery Research Institute named after prof. A.L. Polenov (branch of the Almazov National Medical Research Center), Saint Petersburg, Russia;

<sup>2</sup> Saint Petersburg I.I. Dzhanelidze Research Institute of Emergency Medicine, Saint Petersburg, Russia;

<sup>3</sup> Moscow City Clinical Hospital No. 9 of G.N. Speransky, Moscow, Russia;

<sup>4</sup> Military Medical Academy named after S.M. Kirov, Saint Petersburg, Russia;

<sup>5</sup> Institute of Toxicology of Federal Medical-Biological Agency, Saint Petersburg, Russia

For citation: Aleksandrov MV, Povalyukhina ES, Aleksandrova TV, et al. Electroencephalographic arousal pattern in severe alcohol poisoning. *Herald of North-Western State Medical University named after I.I. Mechnikov*. 2019;11(2):5-12. <https://doi.org/10.17816/mechnikov20191125-12>

Received: February 24, 2019

Revised: March 26, 2019

Accepted: June 10, 2019

5

- ♦ The article considers the parameter dynamics of brain bioelectric activity of 50 patients in alcoholic coma. The patients underwent continuous EEG monitoring from the end of the basic resuscitation to the apparent recovery of consciousness (awakening). The average registration time was 4.5 hours. EEG was recorded in standard leads using the 10–20 system. The amplitude-frequency indices of spontaneous activity and reactivity are analyzed. Electroencephalographic correlates of cerebral insufficiency in comatose states are distinguished by pronounced polymorphism and high individual variability. Considering these features, “dynamic” parameters should be used as prognostic criteria: spontaneity and variability of the pattern, reactivity during stimulation. The increase in the frequency of bioelectric activity, desynchronization with external stimuli may indicate the beginning of the process of consciousness recovery. Electrophysiological criteria for awakening, developed in this work on the example of alcoholic coma, can be mostly applicable to unconscious states caused by other etiologial factors: trauma, hypoxia, vascular failure.
- ♦ **Keywords:** acute poisoning; alcoholic coma; bioelectric brain activity; electroencephalography; arousal pattern.

## Введение

Синдромы угнетения сознания являются ведущими в клинической картине острой церебральной недостаточности, вызванной различными этиологическими факторами: действием нейротоксикантов, острой гипоксией, тяжелой травмой мозга [1, 2]. Коматозные состояния характеризуются скудностью неврологической симптоматики на фоне выключения сознания [3, 4]. В этой связи анализ параметров биоэлектрической активности головного мозга представляет собой один из немногих методов прямой оценки функционального состояния центральной нервной системы (ЦНС) и ее резервов [5–7]. Вместе с тем систематизированные электрофизиологические критерии, позволяющие судить о начавшемся процессе восстановления активности ЦНС и пробуждении, разработаны недостаточно [8–10]. Изменения, регистрируемые при электроэнцефалографии (ЭЭГ), в случае коматозных состояний неспецифичны и не отражают этиологический фактор, вызвавший острую церебральную дисфункцию [11]. Вследствие этого представлялось целесообразным рассмотреть динамику параметров ЭЭГ при неосложненном течении алкогольной комы. Тяжелое отравление этанолом при отсутствии вторичных повреждающих факторов, как правило, является обратимым состоянием [12, 13]. При адекватной этиопатогенетической терапии пробуждение наступает в течение 4–6–10 часов с начала оказания помощи.

**Цель исследования** — оценить динамику биоэлектрической активности головного мозга при коматозных формах тяжелых отравлений этанолом и определить электрофизиологические критерии пробуждения.

## Материалы и методы исследования

Работа выполнена в ходе обследования и лечения 50 пациентов (в возрасте от 20 до 60 лет,

мужчин — 46, женщин — 4) с острым тяжелым отравлением этанолом. Все больные проходили лечение в Центре по лечению острых отравлений (ЦЛОО) Санкт-Петербургского научно-исследовательского института скорой помощи им. И.И. Джанелидзе. Критериями включения в исследование были: 1) острое тяжелое отравление этанолом; 2) угнетение сознания на момент поступления до уровня комы; 3) отсутствие черепно-мозговой травмы; 4) отсутствие указаний на наличие в анамнезе эпилепсии и нарушений мозгового кровообращения; 5) отсутствие в крови психотропных и наркотических средств.

Диагноз острого отравления ставили на основе клинической картины и обнаружения этанола в крови и моче путем химико-токсикологического исследования. Концентрация этанола в крови составляла в среднем 5,3 ‰ (от 2,5 до 7,2 ‰), в моче — 5,7 ‰ (5,5–9,2 ‰). Всем пациентам выполняли неврологический осмотр. Уровень сознания оценивали по шкале комы Глазго (GCS).

Всем пациентам в условиях отделения реанимации и интенсивной терапии (ОРИТ) проводили длительный непрерывный ЭЭГ-мониторинг [14]. Регистрацию ЭЭГ начинали с момента окончания базовых реанимационных мероприятий и оканчивали при явном восстановлении сознания (пробуждении). Среднее время регистрации составило 4,5 ч (3,0–6,3 ч). Биоэлектрическую активность регистрировали на аппаратно-программных комплексах МБН (ООО «МБН», Россия), «Мицар-ЭЭГ» (ООО «Мицар», Россия). ЭЭГ регистрировали и анализировали в стандартных монополярных и биполярных отведениях по системе 10–20. Полоса пропускания — от 1,6 до 35 Гц.

Изменения биоэлектрической активности в коме характеризовались по двум «осям»: состояние спонтанной активности и реактивность. Основные амплитудно-частотные па-

параметры ЭЭГ у больных в коме оценивали в центральных отведениях (С3 и С4), поскольку, как считается, в этих отведениях максимально представлена динамика пробуждения. Амплитудно-частотные параметры ЭЭГ изучали за эпоху анализа 10 с. Выделяли следующие диапазоны частот: дельта (0,5–4 Гц), тета (4–8 Гц), альфа (8–12 Гц), бета (13–35 Гц). Для интегральной оценки ЭЭГ использовали показатель частоты правого края спектра (spectral edge frequency, SEF) — частота, при которой суммарная спектральная мощность ЭЭГ достигала 50 % (SEF-50) или 90 % (SEF-90) от общей мощности за выбранную эпоху анализа. Для оценки реактивности ЭЭГ у больных в коме применяли пробу с болевой стимуляцией. Пробу считали положительной при явных признаках десинхронизации на ЭЭГ в ответ на стимуляцию.

Основные амплитудно-частотные параметры ЭЭГ у больных в ясном сознании оценивали в левом затылочном отведении (О1). Спектральный анализ общей мощности проводили за эпоху 10 с.

Статистическую обработку результатов осуществляли с помощью методов вариационной статистики. Данные представлены в формате  $MEAN \pm me$  (среднее  $\pm$  ошибка среднего). Для оценки различий в распределении вариационных рядов использовали *U*-критерий Манна – Уитни, поскольку значение не всех параметров соответствовало нормальному распределению. При описании результатов приве-

дены значения уровня *p*. Для проверки гипотезы о различии вероятности распределения событий в выборке применяли критерий согласия Пирсона ( $\chi^2$ ). Для оценки уровня сопряжения исследуемых параметров использовали метод корреляционного анализа по Пирсону. Статистические тесты выполняли в пакете Scipy.stats (язык программирования Python).

### Результаты и их обсуждение

Клиническая картина на момент поступления больных в стационар соответствовала коматозной форме отравления этанолом. Уровень сознания находился в пределах от 4 до 9 GCS. Концентрация этанола в крови по результатам химико-токсикологического исследования составляла от 2,5 до 7,2 ‰.

Результаты анализа амплитудно-частотных параметров спонтанной ЭЭГ соответствовали уровню угнетения ЦНС: средняя амплитуда не превышала 40 мкВ, в спектральном составе доминировала медленноволновая активность. Частота правого края спектра (SEF-50) не выходила за пределы 8 Гц. Во всех случаях фоновая активность распределялась диффузно, без четких зональных различий.

Несмотря на относительную однородность клинической картины, по параметрам биоэлектрической активности головного мозга и, главное, по скорости восстановления обследованная когорта больных не была однородной (табл. 1).

Таблица 1 / Table 1

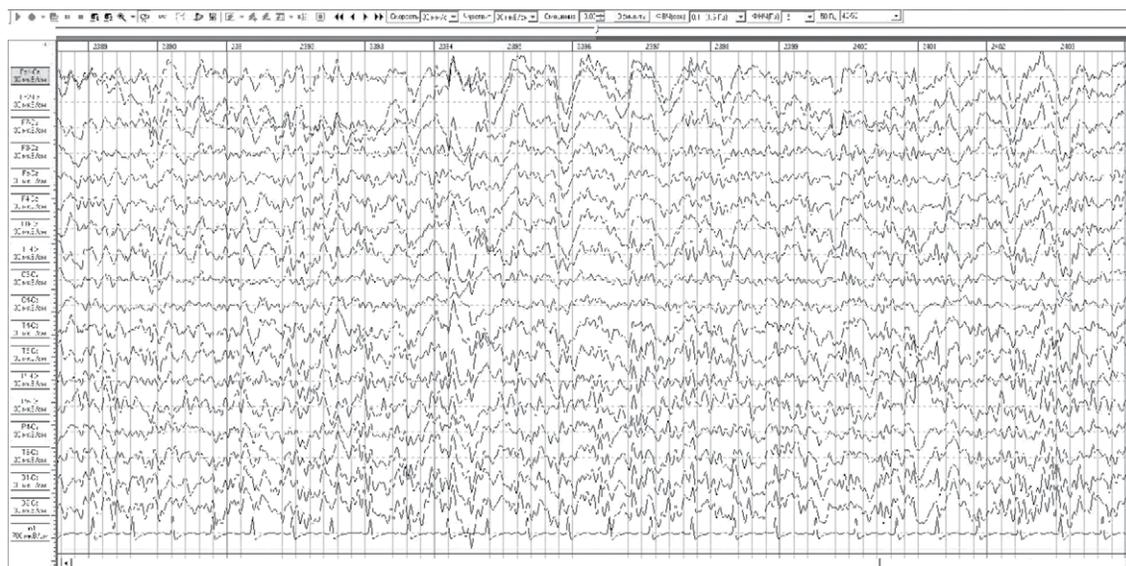
Параметры биоэлектрической активности головного мозга у больных в остром периоде отравления этанолом тяжелой степени

Parameters of bioelectric activity of the brain in patients with acute severe ethanol poisoning

Параметры ЭЭГ	Группы больных (по параметрам ЭЭГ при поступлении)		<i>p</i>	
	Дельта-кома ( <i>n</i> = 22)	Тета-кома ( <i>n</i> = 28)		
Уровень сознания, GCS	4,9 $\pm$ 0,1	6,5 $\pm$ 0,1	<0,001	
Средняя амплитуда, мкВ	43,9 $\pm$ 1,3	40,7 $\pm$ 1,2	0,05	
Общая мощность спектра, мкВ <sup>2</sup> с	63,2 $\pm$ 2,5	53,2 $\pm$ 1,6	0,002	
Доля диапазона в общей мощности, %	дельта	44,4 $\pm$ 0,6	30 $\pm$ 0,9	<0,001
	тета	29,8 $\pm$ 0,9	44,3 $\pm$ 0,6	<0,001
	альфа	20,3 $\pm$ 0,6	21,4 $\pm$ 0,9	0,29
	бета	5,5 $\pm$ 0,3	4,4 $\pm$ 0,2	0,02
SEF-50, Гц	4,8 $\pm$ 0,1	7,1 $\pm$ 0,2	<0,001	
Увеличение SEF-50 при стимуляции, Гц	0,6 $\pm$ 0,1	2,7 $\pm$ 0,1	<0,001	
Время формирования паттерна пробуждения, мин	163,4 $\pm$ 17,2	98,2 $\pm$ 3,4	<0,001	

Примечание. Различия аналогичных параметров в группах достоверны при *p* < 0,05.





**Рис. 3.** Вариант ЭЭГ паттерна пробуждения: ритмизированная альфа-активность, неустойчивая по частоте (9–10–11 Гц), с амплитудой 30–50 мкВ, с тенденцией к диффузному распространению (снижение фронто-окципитального градиента), альфа-активность не блокируется при открывании глаз (пассивное открывание глаз соответствует фрагменту с артефактами движения глазных яблок в лобных отведениях)

**Fig. 3.** The variation of awakening EEG pattern: rhythmicized alpha activity, unstable in frequency (9–10–11 Hz) with an amplitude of 30–50  $\mu$ V, with a tendency to diffuse propagation (decrease in front-occipital gradient), alpha activity is not blocked when opening the eyes (passive opening of the eyes corresponds to a fragment with artifacts of the movement of the eyeballs in the frontal leads)

в основном отмечалась у больных при доминировании медленноволновой дельта-активности (рис. 2). Исходя из характера спонтанной ЭЭГ и реактивности, больные были разделены на две группы: 1) больные, у которых регистрировался паттерн «тета-кома» (28 человек), и 2) больные, у которых регистрировался паттерн «дельта-кома» (22 человека).

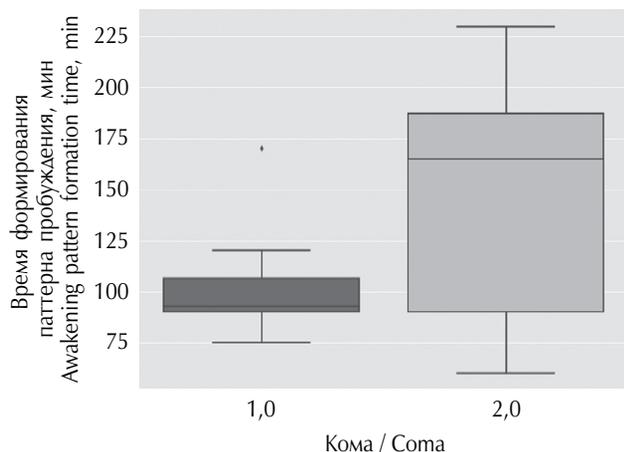
Пациенты с паттерном «тета-кома» при болевой стимуляции демонстрировали нарастание частоты активности на 2–4–6 Гц, что соответствовало ЭЭГ-активации (см. табл. 1). При проведении ноцицептивной стимуляции у пациентов с паттерном «дельта-кома» характер фоновой активности практически не изменялся. Характер спонтанной и вызванной биоэлектрической активности в целом закономерно отражал разницу угнетения сознания в выделенных группах, однако не мог полностью быть объяснен только исходя из клинической картины. В группе пациентов с дельта-комой сознание находилось на уровне 4–6 баллов GCS. В группе «тета-кома» этот показатель составил 5–7 баллов GCS.

Все случаи острых отравлений закончились клиническим выздоровлением. У всех больных регистрировали редукцию нейрофизиологической картины острой церебральной недостаточности. Клиническим признакам выхода

из комы (появление реакции на болевое раздражение в виде целенаправленного движения, открывание глаз, в некоторых случаях — появление речи) предшествовала отчетливая смена паттерна биоэлектрической активности.

Основным критерием формирования паттерна пробуждения на ЭЭГ была устойчивая ритмизированная активность (рис. 3). В группе больных с паттерном «тета-кома» и у некоторых больных с дельта-комой частота ритмизированной активности была выше 8 Гц. Альфа-активность была неустойчивой по частоте: наблюдалась флюктуация частоты в пределах 2 Гц. Модуляция в веретена практически отсутствовала, при этом активность не характеризовалась чертами «машинообразности»: наблюдалась аперiodическая модуляция амплитуды. Зональность распределения, как правило, была нарушена. Альфа-активность характеризовалась сниженным фронто-окципитальным градиентом по амплитуде с тенденцией к диффузному распространению. Отличительной особенностью альфа-активности была высокая реактивность на внешнюю болевую и звуковую стимуляцию.

У 8 больных с паттерном «тета-кома» ритмизированная альфа-активность при пробуждении сменилась на транзиторный паттерн с бета-веретенами.



**Рис. 4.** Время формирования паттерна пробуждения на ЭЭГ у больных с тяжелым отравлением этанолом при различном уровне угнетения биоэлектрической активности: кома-1.0 — паттерн тета-комы, кома-2.0 — паттерн дельта-комы. Высота бокса ограничивает межквартильный размах (*IQR*) между первым и третьим квартилями; линия в боксе — медиана; интервалы ограничивают значения  $\pm 1,5 IQR$

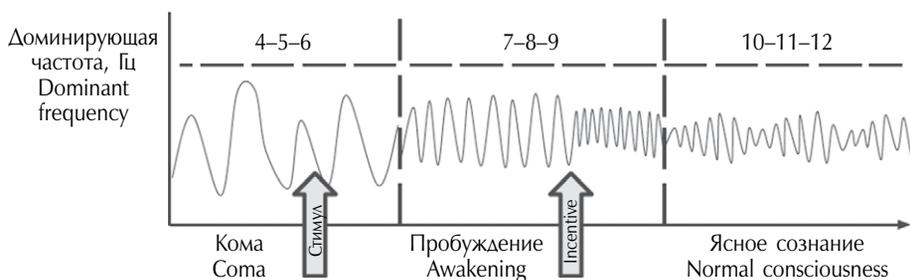
**Fig. 4.** Awakening pattern formation time on the EEG of the patients with severe ethanol poisoning with different levels of bioelectric activity inhibition: coma-1.0 — theta-coma pattern, coma-2.0 — delta coma pattern. Box height limits interquartile range (*IQR*) between first and third quartiles; line in the box — median; intervals limit the values  $\pm 1,5 IQR$

У 16 пациентов с паттерном «дельта-кома» паттерн пробуждения был представлен ритмизированной активностью тета-диапазона частот (6–7–8 Гц) средней амплитуды с диффузным распространением. Тем не менее наличие реакции десинхронизации при внешней стимуляции позволяет считать эту активность медленным альфа-вариантом, что полностью согласуется

с концепцией альфа-тета-континуума, согласно которой существуют единые механизмы генерации активности в альфа- и тета-диапазонах частот.

Время, прошедшее с момента начала реанимационных мероприятий до формирования устойчивого паттерна пробуждения на ЭЭГ (время «ЭЭГ-пробуждения»), составляло от 35 мин до 5 ч. Время ЭЭГ-пробуждения зависело от глубины угнетения сознания. У пациентов с тета-комой паттерн пробуждения на ЭЭГ формировался в пределах 90–120 мин. У больных, паттерн которых был преимущественно сформирован активностью дельта-диапазона, время, прошедшее с момента поступления до пробуждения, было достоверно в 1,5 раза больше (рис. 4).

Характерными особенностями для паттернов пробуждения были увеличение SEF-50 и высокая реактивность. Пробуждение сопровождалось увеличением частоты правого края спектра на 2–3 Гц по сравнению с фоновой активностью в период угнетения сознания. Болевая и звуковая стимуляция вызывали отчетливую реакцию десинхронизации (рис. 5). Данный факт подтверждается результатами корреляционного анализа (табл. 2). Увеличение SEF-50 имеет устойчивую отрицательную корреляционную связь со временем пробуждения. Частота правого края спектра (SEF-50) — интегральный параметр оценки мощности ЭЭГ, а увеличение этой частоты — интегральный параметр в оценке ЭЭГ-реактивности при стимуляции. Исходя из этого, можно сделать вывод, что время регистрации паттерна пробуждения (и, соответственно, выхода из комы) находится в обратной зависимости от частоты фоновой ритмики: чем больше данный показатель, тем меньше время ЭЭГ-пробуждения и тем скорее наступает выход из комы. Кроме того, суще-



**Рис. 5.** Динамика биоэлектрической активности и реактивность паттерна у пациентов с острым отравлением этанолом тяжелой степени. Прямой линией на схеме обозначен паттерн «тета-кома», пунктирной — «дельта-кома». При болевой стимуляции (стрелка) зарегистрирована отчетливая десинхронизация фоновой активности

**Fig. 5.** The dynamics of bioelectric activity and pattern reactivity in the patients with acute severe ethanol poisoning. The straight line in the diagram indicates the “theta-coma” pattern, the dotted one — “delta coma”. With pain stimulation (arrow), a distinct desynchronization of background activity is recorded

Таблица 2 / Table 2

Сопряжение параметров ЭЭГ у больных в алкогольной коме (по результатам корреляционного анализа)  
Conjugation of EEG parameters in the patients in alcoholic coma (according to the results of the correlation analysis)

Показатель	GCS	A, мкВ	Общая мощность спектра, мкВ <sup>2</sup> с	Дельта	Тета	Альфа	Бета	SEF-50, Гц	Увеличение SEF-50 при стимуляции, Гц	Время ЭЭГ-пробуждения, мин
Уровень сознания, GCS	1,00									
Амплитуда, мкВ	*	1,00								
Общая мощность спектра, мкВ <sup>2</sup> с	*	0,64	1,00							
Дельта	-0,65	0,39	0,48	1,00						
Тета	0,73	-0,33	-0,48	-0,86	1,00					
Альфа	*	*	*	-0,42	*	1,00				
Бета	*	*	*	*	-0,39	*	1,00			
SEF50, Гц	0,78	*	*	-0,64	0,69	*	-0,36	1,00		
Увеличение SEF50 при стимуляции, Гц	0,77	*	-0,32	-0,78	0,81	*	*	0,68	1,00	
Время ЭЭГ-пробуждения, мин	-0,54	*	***	0,42	-0,45	*	*	-0,69	-0,71	1,00

Примечание: \*коэффициенты корреляции незначимы.

стствует такая же связь с реактивностью паттерна: чем выше частота фоновой активности при стимуляции (то есть чем выше реактивность паттерна), тем меньше время возникновения паттерна пробуждения.

В свою очередь, и SEF-50, и ее повышение при стимуляции демонстрируют сильную корреляционную связь с мощностью дельта- и тета-диапазона спектра ЭЭГ. При этом и сами параметры мощности дельта- и тета-диапазона находятся в прямой обратной зависимости друг от друга. Сильная разнонаправленная связь выделенных параметров с уровнем угнетения сознания (в баллах по GCS) отражает общие закономерности изменений ЭЭГ в коме: чем глубже угнетение ЦНС, тем медленнее активность на ЭЭГ и меньше вероятность изменений ЭЭГ при внешней стимуляции.

### Заключение

Электроэнцефалографические корреляты церебральной недостаточности при коматозных состояниях отличаются выраженным полиморфизмом и высокой индивидуальной вариабельностью. С учетом этих особенностей в качестве прогностических критериев следует использовать «динамические» параметры: спонтанность и изменчивость паттерна, реактивность при

стимуляции. Повышение частоты биоэлектрической активности, десинхронизация при внешних стимулах могут свидетельствовать о начавшемся процессе восстановления сознания. Электрофизиологические критерии пробуждения, разработанные в данной работе на примере алкогольной комы, могут быть применимы и к бессознательным состояниям, вызванным другими этиологическими факторами: травмой, гипоксией, сосудистой катастрофой. Исследование динамики электрофизиологических показателей при помощи ЭЭГ в состоянии комы и, в частности, паттерна пробуждения является важным аспектом реанимационной ЭЭГ. Необходимы дальнейшие исследования в этой области, которые позволят сформировать критерии паттерна пробуждения для более длительных бессознательных состояний.

### Литература

1. Белкин А.А., Зислин Б.Д., Аврамченко А.А., и др. Синдром острой церебральной недостаточности как концепция нейрореаниматологии // Анестезиология и реаниматология. – 2008. – № 2. – С. 4–8. [Belkin AA, Zislin BD, Avramchenko AA, et al. Acute cerebral insufficiency syndrome as a concept of neu-roreanimatology. *Russian Journal of Anaesthesiology and Reanimatology*. 2008;2:4-8. (In Russ.)]

2. Лужников Е.А., Леженина Н.Ф., Гольдфарб Ю.С., и др. Особенности формирования и течения токсико-гипоксической энцефалопатии при острых отравлениях веществами нейротоксического действия // *Анестезиология и реаниматология*. – 2005. – № 6. – С. 4–8. [Luzhniko EA, Lezhenina NF, Goldfarb YuS, et al. The specific features of the development and course of toxicohypoxic encephalopathy in acute poisoning by neurotoxic agents. *Russian Journal of Anaesthesiology and Reanimatology*. 2005;6:4-8. (In Russ.)]
3. Александров М.В. Влияние психотропных средств на биоэлектрическую активность головного мозга // *Сибирское медицинское обозрение*. – 2017. – № 1. – С. 85–88. [Aleksandrov MV. Vliyanie psihotropnykh sredstv na bioelektricheskuyu aktivnost golovnogo mozga. *Sibirskoe medicinskoe obozrenie*. 2017;(1):85-88. (In Russ.)]. <https://doi.org/10.20333/2500136-2017-1-85-88>.
4. Пшенникова Г.М., Петрова М.А. Электроэнцефалография при коматозных состояниях у детей // *Международный научно-исследовательский журнал*. – 2012. – № 5 (5). – Ч. 3. – С. 68–69. [Pshennikova GM, Petrova MA. An electroencephalography at comas at children. *The International research magazine*. 2012;5-3(5):68-69 (In Russ.)]. <https://research-journal.org/medical/elektroencefalografiya-pri-komatoznykh-sostoyaniyax-u-detej/> (дата обращения: 21.09.2018).
5. Александров М.В., Александрова Т.В., Повалюхина Е.С. Электроэнцефалографический мониторинг в отделении реанимации и интенсивной терапии // *Вестник Северо-Западного государственного медицинского университета им. И.И. Мечникова*. – 2018. – Т. 10. – № 3. – С. 81–90. [Alexandrov MV, Alexandrova TV, Povalyukhin ES. Electroentsefalografic monitoring in the intensive care unit. *Herald of the Northwestern State Medical University named after I.I. Mechnikov*. 2018;10(3):81-90. (In Russ.)]. <https://doi.org/10.17816/mechnikov201810381-90>.
6. Altindag E, Okudan ZV, Ozkan ST, et al. Electroencephalographic patterns recorded by continuous EEG monitoring in patients with change of consciousness in the neurological intensive care unit. *Archives of Neuropsychiatry*. 2016. <https://doi.org/10.5152/npa.2016.14822>.
7. Chong DJ, Hirsch LJ. Which EEG patterns warrant treatment in the critically ill? Reviewing the evidence for treatment of periodic epileptiform discharges and related patterns. *J Clin Neurophysiol*. 2005;22:79-91.
8. Herta J, Koren J, Fürbass F, et al. Prospective assessment and validation of rhythmic and periodic pattern detection in NeuroTrend: a new approach for screening continuous EEG in the intensive care unit. *Epilepsy Behav*. 2015;49:273-9.
9. Pelayo R, Dement WC. History of sleep physiology and medicine. In *Principles and Practice of Sleep Medicine*. 6<sup>th</sup> ed. Ed. by M. Kryger, T. Roth, W.C. Dement. Philadelphia, PA: Elsevier; 2016. P. 3-14.
10. Roshdy A, Saleh AS. Salzburg criteria: Can we extend validation to critical care? *Lancet Neurol*. 2017;16:25.
11. Fürbass F, Hartmann MM, Halford JJ, et al. Automatic detection of rhythmic and periodic patterns in critical care EEG based on American Clinical Neurophysiology Society (ACNS) standardized terminology. *Neurophysiol Clin*. 2015a;45:203-13.
12. Куценко С.А. Основы токсикологии. – СПб.: Фолиант, 2005. – 720 с. [Kutsenko SA. Fundamentals of toxicology. Saint Petersburg: Foliant; 2005. 720 p. (In Russ.)]
13. Лужников Е.А., Гольдфарб Ю.С. Детоксикационная терапия при критических состояниях токсической этиологии // *Общая реаниматология*. – 2006. – Т. 2. – № 6. – С. 153–162. [Luzhnikov YA, Goldfarb YS. Detoxification therapy in critical states of toxic etiology. *General Reanimatology*. 2006;2(6):153-162. (In Russ.)]. <https://doi.org/10.15360/1813-9779-2006-6-153-162>.
14. Александров М.В., Иванов Л.Б., Лытаев С.А., и др. Электроэнцефалография. – СПб.: Стратегия будущего, 2018. – 178 с. [Aleksandrov MV, Ivanov LB, Lytaev SA, et al. Elektroentsefalografiya. Saint Petersburg: Strategiya budushchego; 2018. 178 p. (In Russ.)]

◆ **Адрес автора для переписки (Information about the author)**

Валерий Станиславович Черный / Valery Chernyi

Тел. / Tel.: +7(911)9297911

E-mail: 9297911@list.ru