



¹ Институт
высшей нервной
деятельности
и нейрофизиологии
Российской академии
наук, Москва

² Российский
национальный
исследовательский
медицинский
университет
им. Н.И. Пирогова,
Москва

Изменения низкочастотного альфа-ритма электроэнцефалограммы как показатель степени восстановления психомоторной деятельности при спонтанном пробуждении от дневного сна

Е.А. Черемушкин, к.б.н.¹, Н.Е. Петренко, к.б.н.¹, М.С. Генджалиева²,
В.Б. Дорохов, д.б.н.¹

Адрес для переписки: Евгений Алексеевич Черемушкин, khton@mail.ru

Для цитирования: Черемушкин Е.А., Петренко Н.Е., Генджалиева М.С., Дорохов В.Б. Изменения низкочастотного альфа-ритма электроэнцефалограммы как показатель степени восстановления психомоторной деятельности при спонтанном пробуждении от дневного сна // Эффективная фармакотерапия. 2019. Т. 15. № 44. С. 26–31.

DOI 10.33978/2307-3586-2019-15-44-26-31

На основе данных 14 здоровых испытуемых авторы изучали изменения спектральных характеристик низкочастотных альфа-колебаний электроэнцефалограммы в периоды частичного и полного восстановления психомоторной деятельности после самопроизвольных пробуждений во время дневного сна. В опытах использовали непрерывно-дискретный психомоторный тест, при выполнении которого субъекты осуществляли два последовательно чередующихся задания: счет про себя от одного до десяти, сопровождаемый синхронными нажатиями на кнопку, и только счет про себя без нажатий. Полным считали такое восстановление психомоторной деятельности, когда испытуемый правильно выполнял не менее двух заданий – по одному с нажатиями и без них. Поведенческим показателем начала выполнения теста после пробуждения было первое нажатие на кнопку. Обнаружено, что полное восстановление психомоторной деятельности сопровождалось более выраженным широко распространенным по коре низкочастотным альфа-ритмом. При частичном восстановлении его характеристики были существенно ниже и быстро возвращались к периоду, который предшествовал пробуждению. Перед началом нажатий на кнопку с последующим полным воспроизведением заданий теста мощность данного ритма в лобных областях была выше, чем в случаях с частичным воспроизведением. Можно предположить, что его появление в лобных областях, опережающее начало деятельности, создает условия для полноценного ее возобновления. Изменения выраженности низкочастотной альфа-активации можно использовать для оценки эффективности восстановления когнитивной деятельности после пробуждения. Авторы предполагают, что случаи полного и частичного восстановления деятельности, которую испытуемые осуществляли ранее при засыпании, во время пробуждения сопровождаются разной степенью осознанности ими своих действий.

Ключевые слова: пробуждение, дневной сон, психомоторный тест, электроэнцефалограмма, низкочастотный альфа-ритм

К взаимоотношению состояний сна и бодрствования в последнее время проявляют интерес все больше специалистов [1, 2]. В полисомнографических

исследованиях во время засыпания, пробуждения и на разных стадиях ночного сна изучаются активационные паттерны: при пассивном мониторинге [3] и вызванные с помощью

стимуляции, преимущественно звуковой [4]. В качестве методического приема в работах, касающихся перехода из бодрствования в сон, используется продолжительная



когнитивная деятельность (монотония) [5, 6]. Если процесс засыпания и его нейрофизиологические корреляты с точки зрения отмечаемых при этом изменений эффективности деятельности активно изучаются [7, 8], то пробуждение привлекает существенно меньше внимания. Мы начали исследовать переходные состояния от сна к бодрствованию [9] с помощью психомоторного теста [7, 10]. Он состоит из чередования паттернов счета про себя от одного до десяти с нажатиями на кнопку и без них. Монотонный характер теста вызывает быстрое снижение уровня бодрствования в начале опыта и после спонтанных пробуждений. Это позволяет наблюдать и изучать ряд эпизодов засыпания – пробуждения в течение часового эксперимента во время дневного сна. Появление нажатий на кнопку – поведенческий показатель возобновления деятельности, заторможенной во время сна, дает возможность с определенной точностью (около одной секунды) анализировать изменения в электроэнцефалограмме (ЭЭГ), сопровождающие переходные физиологические и психологические процессы при пробуждении. Кроме того, оно может служить отправной точкой для оценки степени осознанности испытуемым действий, а также для сужения поисков нейрональных коррелятов сознания в переходных процессах от сна к бодрствованию [10]. Наиболее информативным электрофизиологическим показателем переходных процессов цикла «сон – бодрствование» считается изменение характеристик альфа-ритма [9, 11, 12]. Пока его мощность относительно высока, несмотря на увеличение представленности в спектре ЭЭГ медленноволновых составляющих, когнитивная деятельность при засыпании продолжается. Моментом наступления сна считается прекращение деятельности, которому сопутствует резкое снижение мощности в альфа-диапазоне [11–13], а необходимым условием ее спонтанного восстановления в дремотном состоянии – появление альфа-активности в виде альфа-веретен [11].

Цель исследования

Изучить нейрофизиологические корреляты восстановления когнитивной деятельности при пробуждении от дневного сна. Задача – исследовать динамику амплитудных характеристик низкочастотного альфа-ритма ЭЭГ при частичном и полном восстановлении когнитивной деятельности с помощью психомоторного теста при пробуждениях во время дневного сна в целом по всей области отведения и по отдельным областям.

Материал и методы

Исследуемые. Под наблюдением находились 34 человека (26 женщин и восемь мужчин в возрасте от 19 до 22 лет), практически здоровые люди, правши, студенты московских вузов. Все были ознакомлены с процедурой опыта и дали согласие на участие в нем. Исследование соответствовало этическим нормам Хельсинкской декларации Всемирной медицинской ассоциации «Этические принципы проведения научных медицинских исследований с участием человека» с поправками 2000 г. и «Правилам клинической практики в Российской Федерации», утвержденным приказом Минздрава РФ от 19.06.2003 № 266.

Процедура исследования. Непосредственно перед опытом для оценки параметров сна в ночь, предшествующую обследованию, испытуемые заполняли дневник сна [14], а для самооценки дневной сонливости – опросник Каролинской шкалы сонливости. Время эксперимента – с 13:00 до 16:00, продолжительность – от 55 минут до часа. Участники находились в затемненном и звукоизолированном помещении с кушеткой. Комната проветривалась, в ней поддерживалась постоянная комфортная температура. Испытуемым предлагалось пройти непрерывно-дискретный психомоторный тест [7]. Они должны были считать про себя от одного до десяти, на каждый счет нажимая большим пальцем правой руки на кнопку, которая фиксировалась на указательном пальце той же руки

(первая фаза теста). Потом они продолжали считать про себя от одного до десяти, но уже без нажатий (вторая фаза). Чередование счета с нажатиями и без (первая и вторая фазы) продолжалось до тех пор, пока добровольцы не засыпали, или до конца опыта. В случае засыпания и последующего самопроизвольного пробуждения они должны были немедленно возобновить выполнение психомоторного теста. Особо оговаривалось, что после пробуждения необходимо было сначала выполнять счет с нажатием на кнопку (первая фаза) и только потом без нажатия (вторая фаза). В течение опыта регистрировали ЭЭГ, электроокулограмму, электромиограмму и механограмму нажатий на кнопку, для чего использовалась система Neocortex-Pro («Нейроботикс», Россия). Частота дискретизации – 250 Гц. Полоса пропускания частот – 0,5–70 Гц. ЭЭГ регистрировали с помощью специального шлема с хлорсеребряными электродами, с сопротивлением, не превышающим 5 КОм. Электрическую активность с поверхности головы отводили с помощью 17 электродов, расположенных в соответствии со схемой 10–20% (F3, F4, F7, F8, Fz, C3, C4, Cz, T3, T4, P3, P4, Pz, T5, T6, O1, O2). Отведение ЭЭГ – монополярное, референтный электрод – объединенный ушной. Перед выполнением психомоторного теста в течение пяти минут записывали ЭЭГ испытуемого в состоянии спокойного бодрствования при закрытых глазах, потом давали инструкцию. *Отбор и анализ данных.* Для дальнейшего анализа отбирали данные тех испытуемых, у кого при самопроизвольном пробуждении из второй стадии сна отмечались хотя бы однократные эпизоды полного и частичного возобновления выполнения психомоторного теста. Под полным восстановлением понимали такое, при котором испытуемый после пробуждения правильно выполнял задание первой фазы теста, то есть нажимал десять раз на кнопку и через промежуток времени, соизмеримый с 10 секундами (вторая фаза, счет

Неврология



без нажатий), нажимал на кнопку не менее одного раза. Случаями частичного восстановления считали те, при которых после первой фазы (осуществленной не полностью или целиком) ждуть следующего нажатия приходилось от минуты и более. Благодаря приему повторных наблюдений у одного и того же субъекта при сопоставлении характеристик альфа-ритма, сопровождающего эти разные поведенческие паттерны, удалось избежать влияния на получаемые результаты различий в его мощности, которые присутствуют на ЭЭГ испытуемых. Если полных и частичных эпизодов возобновления выполнения психомоторного теста у испытуемого было несколько, то выбирали по одному с наибольшей продолжительностью. Этим в определенной степени сближали уровни активации субъекта в эпизодах восстановления деятельности с разной эффективностью после пробуждения. Из анализа таким образом исключались эпизоды

с единичными нажатиями и практически отсутствующей при этом широко распространенной по коре альфа-активности в ЭЭГ.

В результате отобрали 14 человек (десять женщин и четверо мужчин). На рисунке 1 показаны характеристики ночного сна и дневной сонливости по группе в целом и у тех, чьи данные использовались для дальнейшей обработки. Отметим, что распределения этих характеристик у отобранных испытуемых практически повторяют по форме распределения группы в целом, что позволяет считать выборку для дальнейшего исследования репрезентативной.

Были проанализированы 40-секундные отрезки записи ЭЭГ, на середину которых приходилось возобновление нажатий на кнопку после второй стадии сна. Для оценки амплитудных изменений электрических колебаний применяли метод анализа вариационных кривых [15]. Предварительно фильтровали отобранные отрезки в диапазоне

7,5–10,5 Гц. Далее на односекундных интервалах со скользящим окном 100 мс и сдвигом 10 мс для каждого отведения определяли функцию вариации и усредняли ее значения. Согласно определению, вариационная кривая – это произведение амплитуды потенциала на его частоту. Однако с учетом малых изменений частотной структуры электрических колебаний на относительно небольшом отрезке времени (одна секунда) можно говорить о ней как о показателе мощностного амплитудного типа [15]. В дальнейшем оказалось, что выбор относительно коротких односекундных интервалов в качестве эпохи анализа при статистической оценке изменений низкочастотного альфа-ритма в данном исследовании практически ничего не дает. Поэтому полученные значения вариационной функции усредняли по две секунды. На результатах это не сказалось, зато сглаженные таким образом кривые на рисунках стали лучше отражать тренды этих изменений.

Полученные амплитудно-мощностные характеристики ЭЭГ анализировали с помощью дисперсионного анализа (ANOVA RM). Рассматривали влияние на них факторов «восстановление деятельности» (два уровня: полное и частичное) и «нажатие на кнопку» (два уровня: до начала нажатий и после). На каждом интервале времени с помощью парного критерия Стьюдента сравнивали характеристики низкочастотного альфа-ритма в случаях полного и частичного воспроизведения психомоторного теста. Анализировали как усредненные по всем отведениям ЭЭГ спектральные величины, так и каждое отведение в отдельности. Все результаты получали с использованием поправки Гринхауса – Гессера. Статистические вычисления выполняли с помощью пакета программ SPSS 13.0.

Результаты

Результаты анализа ANOVA RM приведены в таблице. В зависимости от степени восстановления психомоторной деятельности низкочастотный альфа-ритм изменялся по-разному. После начала нажатий

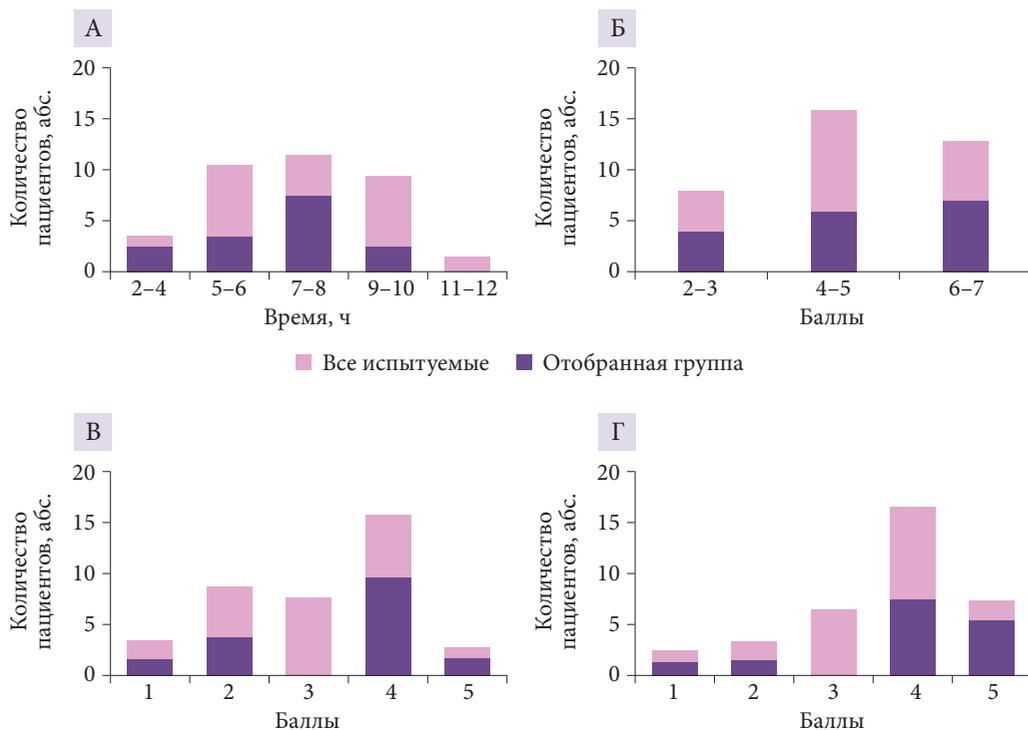


Рис. 1. Распределение характеристик всех испытуемых и тех, данные которых отобрали для исследования ЭЭГ при пробуждении: А – сон накануне; Б – результаты тестирования по Каролинской шкале сонливости; В – оценка самочувствия после пробуждения по результатам заполнения дневника сна в день обследования; Г – оценка качества сна накануне по результатам заполнения дневника сна в день обследования



при полном восстановлении наблюдалось увеличение его спектральных характеристик, а при частичном восстановлении после небольшого «плато» – уменьшение. Эта ситуация имела место как для спектральных величин, усредненных по всем отведениям (рис. 2), так и для большинства отведений ЭЭГ в отдельности. Значимость результатов росла от лобных к каудальным отведениям (рис. 3, см. таблицу).

Обсуждение результатов

Нейрофизиологические корреляты возобновления выполнения психомоторного теста после периодов дневного сна при пробуждениях существенно различаются в зависимости от характера этого процесса: полного или частичного воспроизведения заданий теста. Исследование суммарной ЭЭГ на 20-секундных отрезках от начала нажатий на кнопку выявило более высокие значения амплитудных характеристик альфа-ритма при полном воспроизведении теста практически во всей эпохе анализа. При частичном воспроизведении альфа-активность относительно быстро снижалась и возвращалась к ранне отмеченному уровню (см. рис. 2). Выраженная синхронизация альфа-ритма, то есть увеличение его мощностных характеристик, – показатель более эффективной когнитивной деятельности [16, 17]. Установлено, что ее улучшение происходит на фоне расширения зоны индуцированной синхронизации альфа-колебаний, особенно низкочастотного диапазона [16].

При анализе результатов, полученных по отдельным отведениям ЭЭГ, обнаружено, что передне-центральные отделы мозга по-разному проявляют себя в процессе инициации и обеспечения полного и частичного восстановления когнитивной деятельности после пробуждения. В отведениях ЭЭГ, соответствующих латеральной префронтальной коре, в случае полноценного выполнения теста отмечался опережающий рост мощности альфа-ритма еще до начала нажатий на кнопку. При частичной реализации заданий теста подоб-

ного роста не было (отведения F3 и F7, см. рис. 3). У симметричных им отведений F4 и F8 наблюдалась такая же картина, поэтому мы сочли нецелесообразным приводить их на рисунке.

Известно, что функциональное состояние мозга перед началом деятельности – значимый предиктор ее результатов [18–20]. Латеральная префронтальная кора рассматривается как ключевая структура формирования направленного внимания и нисходящего когнитивного контроля [21, 22]. Ее регулирующая роль при когнитивной деятельности, характеризующаяся ростом синхронизации альфа-колебаний, была показана в экспериментах с участием людей при транскраниальной магнитной стимуляции, временно выключающей отдельные ее участки [23]. Она также играет важную роль в организации рабочей памяти [24, 25]. Отметим, что именно в префронтальной коре у обезьян обнаружена группа нейронов, проявляющих повышенную активность в определенные интервалы межстимульного периода, названного интервал-специфической активностью корковых клеток в девятом поле. По мнению авторов, эти нейроны задействованы как в восприятии, так и в интеграции мультисекундных временных интервалов [26]. Можно предположить, что в период между пробуждением и началом нажатий на кнопку префронтальная кора посредством нисходящих контролирующих влияний при-

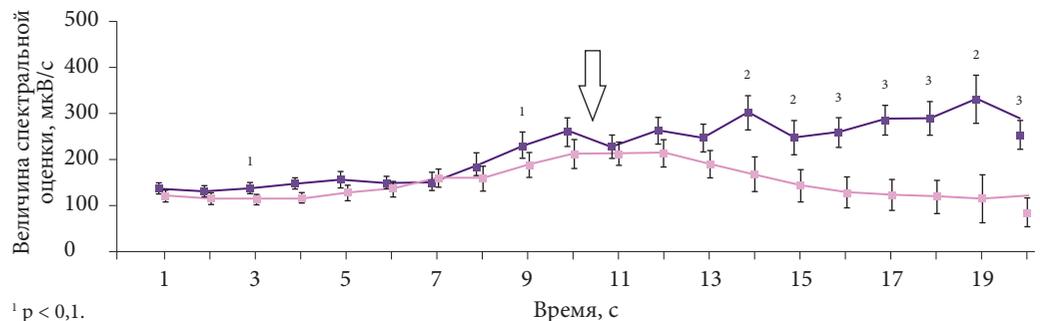
Результаты ANOVA RM для спектральных характеристик низкочастотного альфа-ритма по всем отведениям ЭЭГ суммарно и в отдельности

Отведение	Фактор					
	В		Н		В*Н	
	F	P	F	P	F	P
F3	5,39	0,037	0,05	0,820	0,74	0,407
F4	3,77	0,074	0,66	0,429	2,55	0,135
Fz	4,91	0,045	0,37	0,550	1,61	0,227
F7	6,08	0,028	15,36	0,004	3,65	0,078
F8	5,41	0,037	2,90	0,113	7,46	0,017
C3	5,24	0,039	5,84	0,031	9,12	0,010
C4	3,59	0,081	5,85	0,031	6,64	0,023
Cz	4,13	0,063	1,03	0,330	5,70	0,033
T3	7,96	0,014	10,51	0,006	8,68	0,011
T4	7,44	0,170	7,76	0,015	16,70	0,001
P3	7,89	0,018	27,37	0,001	17,46	0,001
P4	6,91	0,021	16,84	0,001	17,62	0,001
Pz	5,12	0,041	15,90	0,002	12,97	0,003
T5	6,55	0,024	15,03	0,002	8,56	0,012
T6	6,87	0,021	12,76	0,003	16,44	0,001
O1	9,22	0,010	22,61	0,001	16,01	0,002
O2	9,02	0,010	15,64	0,002	16,23	0,001
Среднее	6,93	0,021	14,82	0,002	13,31	0,003

Примечание. В – фактор «восстановление деятельности»; В*Н – сочетание факторов; Н – фактор «нажатие на кнопку»; F – значение критерия Фишера; P – вероятность.

нимает участие в актуализации хранящейся в рабочей памяти инструкции и собственно инициации деятельности. Возможно, она задает и длительность так называемой индивидуальной секунды. Она характерна для каждого испытуемого, а ее источником служит внутреннее представление, формирующееся в результате обучения при действии

■ Полное восстановление ■ Частичное восстановление ◊ Начало нажатий после пробуждения



¹ p < 0,1.
² p < 0,05.
³ p < 0,01.

Рис. 2. Спектральные характеристики низкочастотного альфа-ритма суммарно по всем отведениям ЭЭГ при разных уровнях восстановления возобновления психомоторного теста после спонтанного пробуждения от дневного сна из второй его стадии



■ Полное восстановление ■ Частичное восстановление ⇩ Начало нажатий после пробуждения

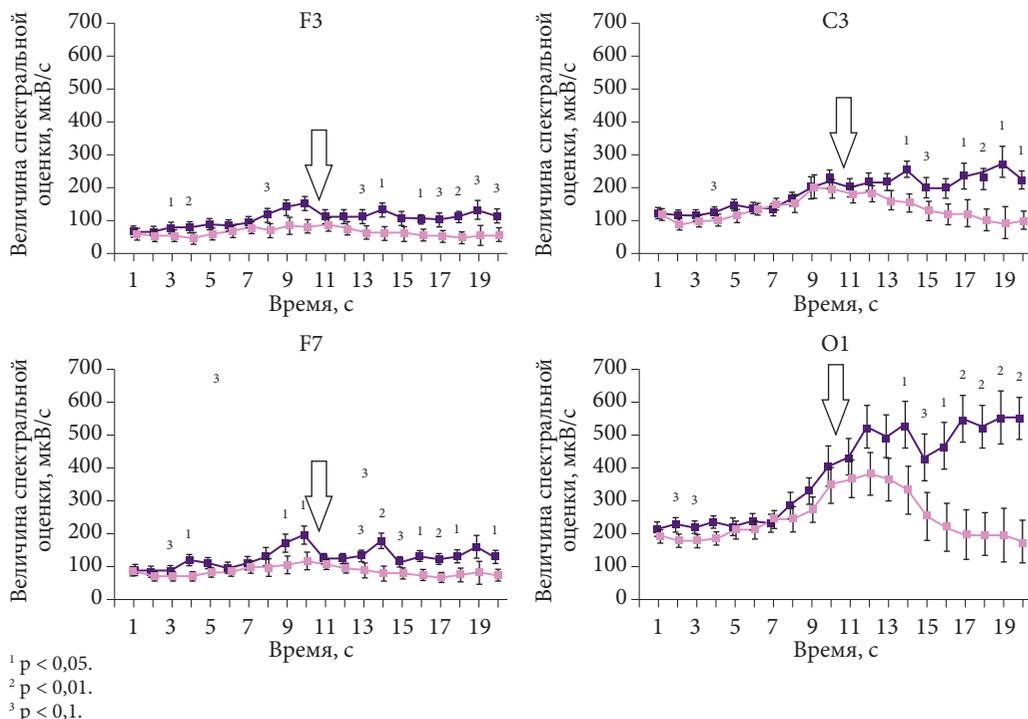


Рис. 3. Спектральные характеристики низкочастотного альфа-ритма F3, F7, C3 и O1 отведений ЭЭГ при разных уровнях возобновления выполнения психомоторного теста после спонтанного пробуждения от дневного сна из второй его стадии

повторяющихся комплексов счета и нажатий на кнопку.

Большая выраженность статистических различий в альфа-активности между ситуациями полного и частичного восстановления выполнения психомоторного теста в центральной области левого полушария по сравнению с правой (отведения C3 и C4, см. таблицу) определяется,

как нам представляется, тем, что моторная деятельность в эксперименте осуществлялась правой рукой.

Что касается изучения колебаний уровня сознания при пробуждении, то, по нашему предположению, при полном и частичном восстановлении деятельности при пробуждении степень осознанности испытуемым своих действий различается. Какое

место занимает при пробуждении сознание, в какой именно момент оно появляется и каковы его нейкорреляты – эти вопросы для нас остаются открытыми и побуждают к дальнейшим исследованиям.

Заключение

Полное восстановление когнитивной деятельности после спонтанного пробуждения во время дневного сна сопровождалось выраженным широко распространенным по коре низкочастотным альфа-ритмом. При частичном восстановлении его амплитудные характеристики были существенно ниже и быстро возвращались к периоду, который предшествовал пробуждению. Перед началом выполнения теста с последующим полным воспроизведением его заданий в лобных областях отведения ЭЭГ-мощность низкочастотного альфа-ритма была выше, чем в случаях с частичным воспроизведением. Вероятно, появление этого ритма в лобных областях, опережающее начало психомоторной деятельности, создает условия для полноценного ее возобновления. Мы также предполагаем, что в случаях полного и частичного возобновления когнитивной деятельности при спонтанном пробуждении степень осознанности испытуемым своих действий различается. *

Работа выполнена
в рамках госзадания
Института высшей нервной
деятельности и нейрофизиологии
Российской академии наук.

Литература

1. Полуэктов М.Г. Нарушение цикла сон – бодрствование: диагностика и лечение // Лечение заболеваний нервной системы. 2012. Т. 1. № 1. С. 3–9.
2. Ковальзон В.М., Долгих В.В. Регуляция цикла бодрствование – сон // Неврологический журнал. 2016. Т. 21. № 6. С. 316–322.
3. Peter-Derex L., Magnin M., Bastuji H. Heterogeneity of arousals in human sleep: a stereo-electroencephalographic study // Neuroimage. 2015. Vol. 123. P. 229–244.
4. Voss U. Changes in EEG pre and post awakening // Int. Rev. Neurobiol. 2010. Vol. 93. P. 23–56.
5. Кирой В.Н., Асланян Е.В. К механизмам формирования состояния монотонии // Журнал высшей нервной деятельности им. И.П. Павлова. 2005. Т. 55. № 6. С. 768–776.
6. Goupil L., Bekinschtein T. Cognitive processing during the transition to sleep // Arch. Ital. Biol. 2012. Vol. 150. № 2–3. P. 140–154.
7. Дорохов В.Б. Альфа-активность ЭЭГ при дремоте как необходимое условие эффекторного взаимодействия с внешним миром // Исследовано в России. 2003. С. 2290–2294.
8. Шеповальников А.Н., Цицерошин М.Н., Гальперина Е.И. и др. Об особенностях организации целостной деятельности мозга при различных стадиях сна и в переходных состояниях // Физиология человека. 2012. Т. 38. № 3. С. 5–17.
9. Черемушкин Е.А., Петренко Н.Е., Генджалиева М.С. и др. ЭЭГ активность мозга, предшествующая спонтанному восстановлению психомоторной деятельности после эпизодов микросна // Российский физиологический журнал им. И.М. Сеченова. 2019. Т. 105. № 8. С. 1002–1012.



10. Dorokhov V.B., Malakhov D.G., Orlov V.A., Ushakov V.L. Experimental model of study of consciousness at the awakening: FMRI, EEG and behavioral methods // Biologically inspired cognitive architectures 2018. Proceedings of the Ninth Annual Meeting of the BICA Society / ed. by A. Samsonovich. Switzerland: Springer, 2019. P. 82–87.
11. Дорохов В.В. Альфа-веретена и К-комплекс – фазические активационные паттерны при спонтанном восстановлении нарушений психомоторной деятельности на разных стадиях дремоты // Журнал высшей нервной деятельности им. И.П. Павлова. 2003. Т. 53. № 4. С. 503–512.
12. Emmons W.H., Simon C.W. EEG, consciousness, and sleep // Science. 1956. Vol. 124. № 3231. P. 1066–1069.
13. Ogilvie R.D., Simons I.A., Kuderian R.H. et al. Behavioral, event related potential and EEG/FFT changes at sleep onset // Psychophysiology. 1991. Vol. 28. № 1. P. 54–64.
14. Morin C.M. Insomnia, psychological assessment and management. New York: Guilford Press, 1993.
15. Козлов М.К. Оценка достоверности вариационных характеристик пре- и постстимульной кривой ЭЭГ по критерию хи-квадрат // Журнал высшей нервной деятельности им. И.П. Павлова. 2009. Т. 59. № 3. С. 373–382.
16. Kostandov E.A. The role of implicit estimation of time intervals and set plasticity in facial expression processing // Cognitive Systems Monographs. 2015. Vol. 25. P. 349–366.
17. Cheremushkin E.A., Petrenko N.E. Top-Down cognitive control in students with a rigid set-on facial expression // The Fifth International Luria Memorial Congress ‘Lurian Approach in International Psychological Science’. Dubai: KnE Life Sciences, 2018. P. 241–248.
18. Von Stein A., Chiang C., Konig P. Top-down processing mediated by interracial synchronization // Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A. 2000. Vol. 97. № 26. P. 14748–14753.
19. Zhuang J., Peltier S., He S. et al. Mapping the connectivity with structural equation modeling in an fMRI study of shape-from-motion task // Neuroimage. 2008. Vol. 42. № 2. P. 799–806.
20. Фарбер Д.А., Мачинская Р.И., Курганский А.В., Петренко Н.Е. Функциональная организация мозга в период подготовки к опознанию фрагментарных изображений // Журнал высшей нервной деятельности им. И.П. Павлова. 2014. Т. 64. № 2. С. 190–200.
21. Aron A.R. Progress in executive-function research: from tasks to functions to regions to networks // Current Directions in Psychological Science. 2008. Vol. 17. № 2. P. 124–129.
22. Костандов Э.А. Влияние контекста на пластичность когнитивной установки // Физиология человека. 2010. Т. 36. № 5. С. 5–15.
23. Sauseng P., Feldheim J.F., Freunberger R., Hummel F.C. Right prefrontal TMS disrupts interregional anticipatory EEG alpha activity during shifting of visuospatial attention // Front. Psychol. 2011. Vol. 2. ID 241.
24. D’Esposito M. From cognitive to neural models of working memory // Phil. Trans. R. Soc. Lond. B Biol. Sci. 2007. Vol. 362. № 1481. P. 761–772.
25. Мачинская Р.И. Управляющие системы мозга // Журнал высшей нервной деятельности им. И.П. Павлова. 2015. Т. 65. № 1. С. 33–60.
26. Yumoto N., Lu X., Henry T.R. et al. Neural correlate of the processing of multisecond time intervals in primate prefrontal cortex // PLoS One. 2011. Vol. 6. № 4. ID e19168.

Changes in the Low-Frequency Electroencephalogram Alpha Rhythm as an Indicator of the Degree of Recovery of Psychomotor Activity During Spontaneous Awakening from Daytime Sleep

E.A. Cheremushkin, PhD¹, N.E. Petrenko, PhD¹, M.S. Gendzhaliyeva², V.B. Dorokhov, DBSci, PhD¹

¹ Institute of Higher Nervous Activity and Neurophysiology of the Russian Academy of Sciences, Moscow

² N.I. Pirogov Russian National Research Medical University, Moscow

Contact person: Evgeny A. Cheremushkin, khton@mail.ru

According to data obtained from 14 healthy subjects, we studied the changes in the spectral characteristics of low-frequency alpha electroencephalogram oscillations during periods of partial and complete restoration of psychomotor activity after spontaneous arousal during daytime sleep. In the experiments, a continuously-discrete psychomotor test was used, during which the subjects carried out two successively alternating tasks: account for themselves from 1 to 10, followed by simultaneous button presses, and only account for themselves, without presses. Such a restoration of psychomotor activity was considered complete, in which the subject correctly performed at least two tasks, one each with and without presses. Behavioral indicator of the start of the test after waking up was the first click on the button. It was found that the full restoration of psychomotor activity is accompanied by a more pronounced low-frequency alpha rhythm widely distributed throughout the cortex. With a partial restoration, its characteristics are significantly lower and quickly return to the period that preceded the awakening. Before start pressing the button and then completely restoring the tasks that make up the test, the power of this rhythm is higher in the frontal areas than in cases with partial restoration. It can be assumed that the appearance of the alpha rhythm in the frontal areas, the advanced beginning of activity, creates conditions for its full recovery. Changes in the severity of low-frequency alpha activation can be used to assess the effectiveness of restoring cognitive activity after waking up. We assume that the cases of full and partial recovery of activity, which the subjects carried out earlier while falling asleep, are accompanied by different degrees of awareness of their actions during awakening.

Key words: awakening, daytime sleep, psychomotor test, electroencephalogram, low-frequency alpha rhythm

Неврология