

ЭЭГ–корреляты уровня работоспособности лиц молодого возраста при стресс-индуцированном бруксизме



А. Е. Барулин



С. В. Клаучек



А. Е. Клаучек

А. Е. Барулин, С. В. Клаучек, А. Е. Клаучек

Кафедра неврологии, психиатрии, мануальной медицины и медицинской реабилитации Института НМФО ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный медицинский университет» Минздрава России, Волгоград

РЕЗЮМЕ

Цель исследования. Установить взаимосвязь нейрофизиологического статуса и уровня работоспособности у молодых лиц с наличием бруксизма.

Материалы и методы. По результатам анкетирования и физического осмотра полости рта были сформированы две группы, состоящие из 64 и 53 человек 20–35 лет, включая мужчин и женщин, с наличием и отсутствием бруксизма. Уровень работоспособности оценивался по результатам сенсомоторного слежения за движущимся объектом (модель Smile). Оценка фоновой записи электроэнцефалограмм проводилась с использованием спектрального анализа. Для статистической обработки данных применялись программы Microsoft Excel и Statistica 10.0.

Результаты. Лица с наличием бруксизма продемонстрировали достоверно более низкий уровень работоспособности при выполнении наиболее сложного режима слежения, достоверно более низкие значения доминирующей частоты и максимальной амплитуды альфа-ритма, а также достоверно более высокие значения доминирующей частоты высокочастотного бета ритма. По результатам регрессионного анализа были установлены значимые коэффициенты, соответствующие параметрам: доминирующая частота альфа-ритма и максимальная амплитуда альфа-ритма. Обнаружена отрицательная взаимосвязь значения ошибки рассогласования при сенсомоторном слежении и величины частоты и амплитуды альфа-ритма.

Заключение. Регрессионные модели отражают взаимосвязь степени ошибки деятельности и выраженности альфа-ритма. С помощью полученных уравнений регрессии возможно определение функционального состояния субъекта согласно данным электроэнцефалограммы.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: бруксизм, работоспособность, сенсомоторное слежение, биоэлектрическая активность головного мозга.

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

EEG-correlates of work efficiency level among young persons with stress-induced bruxism

A. E. Barulin, S. V. Klauchek, A. E. Klauchek

Volgograd State Medical University, Volgograd, Russia

SUMMARY

Purpose of the study. To establish the relationship between neurophysiological status and the level of efficiency in young people with bruxism.

Materials and methods. Two groups of 64 and 53 subjects (males and females) aged 20–35 years old with bruxism and non-bruxers were formed according to questionnaire results and physical examination. The level of efficiency was assessed by the results of sensorimotor tracking of a moving object (the 'Smile' model). Spectral analysis was performed for evaluation of the baseline electroencephalograms. Microsoft Excel and Statistica 10.0 programs were used for statistical data processing.

Results. The level of efficiency was statistically significantly lower in the hardest test of Smile model among the individuals with bruxism ($p < 0.05$). The bruxers also demonstrated a significantly lower dominant frequency and maximum amplitude of alpha-rhythm ($p < 0.05$), and significantly higher dominant frequency of beta rhythm ($p < 0.05$). The dominant frequency and the maximum amplitude of the alpha-rhythm are parameters corresponding to significant coefficients of the regression analysis. A negative relationship was found between the degree of error during sensorimotor tracking and the frequency and amplitude of alpha-rhythm.

Conclusion. Regression models present the relationship between the level of efficiency and the alpha-rhythm severity. The regression equations make it possible to determine the functional state of the subject using an electroencephalogram.

KEY WORDS: bruxism, work efficiency, sensorimotor tracking, bioelectrical activity of the brain.

CONFLICT OF INTEREST. The authors declare no conflict of interest.

Вступление

Информационно насыщенное общество предъявляет все более высокие требования к молодым специалистам, в частности их профессиональным навыкам, гибкости, мобильности и коммуникации. Под действием стрессоров организм испытывает напряжение, которое компенсируется механизмами адаптации, включающими нейрогуморальные изменения [1]. На этом фоне эмоциональные переживания сопровождаются сокращением жевательной и mimической

мускулатуры и сжатием зубов, что характерно для преодоления сложной ситуации [2]. В этом случае наблюдается влияние состояния центральной и автономной нервной системы на оромандибулярную активность. Так, у лиц с высоким уровнем психического напряжения усиливается симпатический ответ и активируются мотонейроны, вызывающие мышечное напряжение. А в случае возникновения хронического стресса у молодых лиц возможно развитие устойчивых

функциональных нарушений нервно-мышечной системы и в частности парафункций жевательных и мимических мышц [3–5].

В последние годы показано, что такое расстройство, как бруксизм, чаще наблюдается у молодых лиц, снижая их качество жизни и работоспособность [6]. Бруксизм – это непроизвольный ритмический или спазматический нефункциональный скрежет или стискивание зубов, что обусловлено неконтролируемым сокращением жевательных мышц и может привести к окклюзионной травме. Бруксизм может проявляться как во сне, так и в состоянии бодрствования [7]. Ночной бруксизм определяется как расстройство сна (нарушение движений, связанных со сном), согласно заключению American Academy of Sleep Medicine (2014) [8]. Неврологами бруксизм рассматривается как форма оромандибулярных дистоний [9, 10]. При данной парафункции вовлекается височно-нижнечелюстной сустав, при сокращении височных и жевательных мышц происходит сжатие зубных дуг, а сокращение крыловидных мышц обеспечивает боковые движения нижней челюсти. Бессознательное сжимание и растирание зубов приводит к постепенному повреждению зубного ряда и пародонта, травматизации слизистой оболочки полости рта, гипертрофии жевательных мышц, головной боли и боли в шее, аномалии височно-нижнечелюстного сустава [11].

Окончательная диагностика бруксизма проводится с помощью полисомнографического исследования, однако имеются методические ограничения, обусловленные его сложностью [12]. В данной работе мы предполагаем возможность выявления признаков бруксизма у молодых лиц в рамках стоматологического приема и одновременно характерных для них ЭЭГ-паттернов в состоянии спокойного бодрствования.

Цель исследования

Установить возможность использования взаимосвязи нейрофизиологического статуса и уровня работоспособности у молодых лиц с наличием бруксизма для прогнозирования операторской работоспособности. Для достижения данной цели нами были сформированы следующие задачи:

- оценить уровень работоспособности у лиц с наличием и отсутствием бруксизма;
- провести сравнительный анализ ЭЭГ-характеристик записей, зарегистрированных в состоянии покоя;
- на основании множественного регрессионного анализа выявить вклад паттернов ЭЭГ в оценку функционального состояния лиц с бруксизмом и возможность прогнозирования уровня работоспособности с помощью электроэнцефалографии.

Материалы и методы

Формирование групп сравнения проводилось на базе кафедры ортопедической стоматологии ВолгГМУ ассистентом Ю. В. Агеевой, дальнейший сбор данных проходил на кафедре нормальной физиологии ВолгГМУ. В исследовании приняли участие 64 человека 20–35 лет

с признаками бруксизма. Группу контроля составили 53 добровольца в возрасте от 20 до 35 лет, у которых не было проявлений бруксизма.

Критериями включения были результаты анкетирования и физикального осмотра, включающего экстраоральное и интраоральное обследование с целью оценки состояния зубов и слизистой оболочки полости рта.

Критериями исключения явились наличие хронических заболеваний, психические расстройства, прием медикаментозных препаратов, прием веществ, влияющих на функцию нервной системы (никотин, алкоголь), лица после ортодонтического лечения.

Всем участникам были изложены цели и порядок исследования, возможность прекращения исследования на любом его этапе, что соответствует принципам биоэтической этики, изложенным в документе «Этические принципы медицинских исследований с участием человека в качестве субъекта исследования» (Хельсинкская декларация Всемирной медицинской ассоциации 1964 года с изменениями и дополнениями от 2013 года). Участниками было подписано информированное согласие. Все этапы исследования проводились в первой половине дня (09:00–11:00).

Уровень работоспособности оценивался по результатам сенсомоторного слежения за движущимся объектом (компьютерная модель Smile) [13]. Сенсомоторное слежение представляет собой непрерывную деятельность, в ходе которой исследуемый сопоставляет курсор манипулятора с мишенью, совершающей движения в случайном направлении, в каждый момент времени. Длительность исследования составляет 9 минут, включая три режима слежения, отличающихся по сложности выполнения, то есть каждый последующий период характеризуется повышением скорости движения объекта (задержка в движении объекта для первого периода – 200 мс, для второго – 100 мс, для третьего – 50 мс) и увеличением вариаций заданных направлений движения в плоскости (для первого периода – 100 у. е., второго – 1000 у. е., для третьего – 10000 у. е.). При каждом смещении объекта слежения на одно знакоместо программой фиксировалась величина ошибки (рассогласования) при нахождении местоположения объекта и проводилось сопоставление средних значений ошибки с заданными величинами, допустимыми при эффективной деятельности в каждом режиме.

Запись электроэнцефалограмм проводилась с помощью электроэнцефалографа «Нейрон-спектр» («Нейрософт», Россия). Электроды были расположены соответственно международной схеме «10–20» в 16 монополярных отведениях с референтными ушными электродами (A1, A2). Электроэнцефалограмма регистрировалась в темном хорошо проветриваемом помещении в спокойной обстановке в течение 5 минут, с закрытыми глазами. Оценка фоновой записи ЭЭГ осуществлялась с помощью программного обеспечения электроэнцефалографа. Из анализа были исключены фрагменты глазодвигательных и двигательных артефактов, эпоха анализа составила 10 с (с фильмами в диапазоне от 0,5 до 30,0 Гц).

Таблица 1

Показатели уровня работоспособности у лиц с наличием и отсутствием бруксизма: оценка качества слежения ($M \pm m$)

Группа обследуемых	Количество наблюдений	1-й режим слежения	2-й режим слежения	3-й режим слежения
Отсутствие бруксизма	53	3,10 ± 0,06	4,40 ± 0,15	7,10 ± 0,26
Наличие бруксизма	64	3,30 ± 0,08	4,70 ± 0,18	7,90 ± 0,24*

Примечание: * – различия между группами в пределах одного режима слежения статистически достоверны ($p < 0,05$).

Метод спектрального анализа был применен для поддиапазонов ритмов ЭЭГ: дельта (1,5–4,0 Гц), тета (4–8 Гц), альфа (8–13 Гц), бета₁ (13–18 Гц), бета₂ (18–35 Гц). При количественной оценке спектра использовались следующие показатели ЭЭГ: средняя частота (Гц), средняя амплитуда (мкВ), доминирующая частота (Гц), доминирующая амплитуда (мкВ), индекс ритма (%) в лобно-полюсных (Fp1, Fp2), лобных (F3, F4), центральных (C3, C4), теменных (P3, P4), затылочных (O1, O2), височных (T3, T4, T5, T6), лобно-височных (F7, F8) областях головного мозга.

Статистическая обработка данных проводилась с применением программ Microsoft Excel и Statistica 10 (для Windows, StatSoft). Полученные выборки были проверены на нормальность распределения с использованием W-критерия Шапиро – Уилка. В связи с нормальным распределением данных использовались средние арифметические значения (M) и стандартные ошибки (m). Достоверность различий между сравниваемыми группами определялась методами параметрической (t -критерий Стьюдента) статистики. Проверка однородности дисперсий выборок выполнялась по критерию Levene.

Для установления взаимосвязи уровня работоспособности и паттернов ЭЭГ у лиц с наличием бруксизма использовали множественный линейный регрессионный анализ. При этом уровень работоспособности рассматривали как зависимую переменную, а показатели ЭЭГ – как независимые:

$$Y = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + \dots + b_nx_n.$$

Для оценки качества модели оценивались коэффициенты детерминации, критерий Фишера, для исключения автокорреляций остатков – коэффициент Дарбина – Уотсона ($1,5 < DW < 2,5$). Корреляционный анализ с определением критерия Пирсона применялся для исключения мультиколлинеарности между объясняющими переменными ($r_{xyi} > 0,7$). Критический уровень значимости для достоверности различий всех полученных данных – $p < 0,05$.

Результаты исследования

С целью формирования изучаемой группы проводилось анкетирование с последующим клиническим обследованием, включающим сбор анамнеза, осмотр твердых тканей зубов на наличие трещин и истирания, выявление отпечатков зубов на языке и *linea alba* на внутренней поверхности щеки, пальпацию жевательных мышц (гипертрофия), особенности прикуса, состояние височно-нижнечелюстного сустава. Группу контроля составили лица без клинических признаков бруксизма. Таким образом, были выделены две полярные группы, состоящие из 64 и 53 человек с наличием и отсутствием признаков бруксизма соответственно.

Таблица 2

ЭЭГ-характеристики в группах лиц с наличием и отсутствием бруксизма ($M \pm m$)

Показатели	Отведения	Наличие бруксизма, $n = 64$	Отсутствие бруксизма, $n = 53$
Альфа-ритм			
Доминирующая частота, Гц	Fp1A1	9,1 ± 0,3	10,6 ± 0,5
	Fp2A2	9,2 ± 0,3	10,5 ± 0,6
Максимальная амплитуда, мкВ	Fp1A1	33,3 ± 3,8	50,3 ± 4,8
	Fp2A2	34,1 ± 4,1	51,5 ± 5,1
	F3A1	35,5 ± 4,2	52,8 ± 5,9
	F4A2	36,4 ± 4,8	56,2 ± 5,8
	C3A1	42,2 ± 4,5	61,7 ± 5,6
	C4A2	41,3 ± 4,4	61,3 ± 5,8
	T3A1	20,9 ± 2,9	33,3 ± 3,7
	T4A2	22,6 ± 3,4	36,4 ± 4,0
Высокочастотный бета-ритм			
Доминирующая частота, Гц	Fp1A1	22,1 ± 0,5	20,6 ± 0,3
	Fp2A2	23,2 ± 0,7	20,7 ± 0,4
	F3A1	22,4 ± 0,5	20,5 ± 0,4
	F4A2	22,6 ± 0,6	20,8 ± 0,6
	C3A1	22,7 ± 0,7	20,9 ± 0,5
	O1A1	23,3 ± 0,9	21,1 ± 0,5
	T3A1	28,1 ± 0,7	20,9 ± 0,6
	T4A2	24,3 ± 0,8	21,2 ± 0,5

Примечание: представлены только значения показателей, имевших статистически значимые различия в пределах одноименного ритма ($p < 0,05$).

На следующем этапе проводился анализ уровня работоспособности в выделенных группах с использованием модели сенсомоторного слежения Smile. Результаты каждого из трех режимов тестирования, различающихся по степени сложности, оценивались по величине средней ошибки (рассогласования), которая сравнивалась с ее допустимыми средними величинами. Значения, принятые для эффективной деятельности: 4,2 ± 0,15 у.е. для первого режима, 5,9 ± 0,25 у.е. – для второго, 9,1 ± 0,29 у.е. – для третьего [14].

Из полученных данных (табл. 1) следует, что в обеих группах исследуемых наблюдалось увеличение ошибки-рассогласования в каждом последующем периоде теста, при этом ошибка не являлась критической, так как не превышала допустимую величину. Статистически значимые различия были выявлены для показателей третьего, наиболее сложного, режима слежения, при выполнении которого лица с наличием бруксизма продемонстрировали достоверно более низкий уровень работоспособности.

Анализ показателей фоновой ЭЭГ (табл. 2) выявил в группе лиц с наличием бруксизма достоверно более

Таблица 3
Показатели множественной регрессии уровня работоспособности
с ЭЭГ-характеристиками альфа-ритма у лиц с наличием бруксизма

Показатель	Отведение	Бета	t	p
Левое полушарие (скорректированный $R^2 = 0,809$, $p < 0,001$; $F_{(7, 22)} = 18,6$, $p < 0,001$)				
Доминирующая частота, Гц	Fp1A1	-0,101	-3,012	0,0060
Максимальная амплитуда, мкВ	C3A1	-0,005	-3,040	0,0050
Правое полушарие (скорректированный $R^2 = 0,714$, $p < 0,001$; $F_{(4, 25)} = 19,1$, $p < 0,001$)				
Доминирующая частота, Гц	Fp2A2	-0,111	-4,552	0,0001
Максимальная амплитуда, мкВ	C4A2	-0,004	-2,521	0,0180

низкие значения доминирующей частоты альфа-ритма в отведениях Fp1A1, Fp2A2 ($p < 0,05$) и максимальной амплитуды альфа-ритма в отведениях Fp1A1, Fp2A2, F3A3, F4A2, C3A1, C4A2, T3A1, T4A2 ($p < 0,05$), а также достоверно более высокие значения доминирующей частоты высокочастотного бета ритма в отведениях Fp1A1, Fp2A2, F3A3, F4A2, C3A1, O1A1, T3A1, T4A2 ($p < 0,05$).

Таким образом, лица с наличием бруксизма характеризовались более низкой частотой и амплитудой альфа-ритма и более высокой частотой высокочастотного бета-ритма в состоянии функционального покоя преимущественно в переднецентральных областях головного мозга.

С целью установления взаимосвязи уровня работоспособности с фоновыми параметрами ЭЭГ у лиц с наличием бруксизма был выполнен множественный регрессионный анализ (табл. 3). Зависимой переменной y выбрано значение рассогласования в наиболее сложном третьем режиме сенсомоторного слежения. Независимыми переменными выступили те ЭЭГ-характеристики, которые имели статистически значимые различия.

При построении корреляционной матрицы была выявлена значительная связь показателей парных отведений (левого и правого, $r_{xpxi} > 0,7$), что обусловило необходимость построения двух моделей регрессии для каждого полушария.

По результатам регрессионного анализа были установлены значимые коэффициенты, соответствующие параметрам: доминирующая частота альфа-ритма и максимальная амплитуда альфа-ритма и в левом, и в правом полушарии.

Коэффициенты, относящиеся к константам, $b_0 = 9,059$ ($t = 34,17$; $p < 0,001$) и $b_0 = 9,059$ ($t = 34,17$; $p < 0,001$) также были значимы для левополушарной и правополушарной модели соответственно.

Обнаружена отрицательная взаимосвязь значения рассогласования при сенсомоторном слежении и величины частоты и амплитуды альфа-ритма, то есть при уменьшении доминирующей частоты и максимальной амплитуды альфа-ритма прогнозируется увеличение ошибки-рассогласования или снижение уровня работоспособности.

Таким образом, модель множественной линейной регрессии, построенная с участием параметров ЭЭГ в области левого полушария, имеет следующий вид:

$$y = 9,059 - 0,102 \times x_1 - 0,005 \times x_2,$$

где y – ошибка (рассогласование), отражающая снижение уровня работоспособности, x_1 – доминирующая частота альфа-ритма в левом лобно-полюсном отведении, x_2 – максимальная амплитуда альфа-ритма в левом центральном отведении.

Уравнение регрессионной модели с участием ЭЭГ-характеристик в области правого полушария:

$$y = 9,025 - 0,111 \times x_1 - 0,004 \times x_2,$$

где y – ошибка (рассогласование), отражающая снижение уровня работоспособности, x_1 – доминирующая частота альфа-ритма в правом лобно-полюсном отведении, x_2 – максимальная амплитуда альфа-ритма в правом центральном отведении.

Скорректированные коэффициенты детерминации моделей, согласно параметрам левого и правого полушарий, составили $R^2 = 0,809$ и $R^2 = 0,714$ ($p < 0,001$) соответственно, то есть данные показатели альфа ритма ЭЭГ объясняют 80,9 и 71,4% вариативности уровня работоспособности соответственно.

Значения F-критерия Фишера оказались $F_{(7, 22)} = 18,6 > F_{кр}$ и $F_{(4, 25)} = 19,1 > F_{кр}$ ($p < 0,001$) соответственно, следовательно, коэффициенты R^2 статистически значимы, что позволяет считать уравнения регрессии надежными.

Коэффициенты Дарбина – Уотсона для левополушарной и правополушарной модели оказались равны $DW = 2,22$ и $DW = 2,17$ соответственно, что позволило исключить наличие автокорреляции отклонений.

Обсуждение

Парафункции жевательных мышц, развивающиеся у молодых работоспособных лиц на фоне хронического стресса, могут протекать на протяжении долгого времени и приводить к дефициту сенсомоторных исполнительных функций, что влечет за собой ухудшение как результата деятельности, так и качества жизни. Существует риск развития устойчивых изменений функционального состояния этой группы в связи с тем, что молодые лица, как правило, уделяют недостаточно внимания данной проблеме, что приводит к хронизации процесса и серьезным последствиям для оромандибулярной области.

В результате исследования были выявлены значимые различия нейрофизиологических паттернов между субъектами с наличием и отсутствием бруксизма во время спокойного бодрствования. Субъекты с бруксизмом продемонстрировали достоверно более низкие значения доминирующей частоты и максимальной амплитуды альфа-ритма, а также более высокие значения доминирующей частоты высокочастотных бета колебаний. По данным последних исследований, такое снижение выраженности альфа-ритма и повышение представленности бета-ритма, особенно высокочастотного, связано с состоянием стресса и повышением уровня тревожности [15, 16].

Отечественными и зарубежными исследователями было отмечено, что альфа-активность коррелирует с важными процессами, лежащими в основе обработки информации [17]. Функциональная роль альфа-колебаний связана с восприятием, пространственным вниманием и рабочей памятью [18]. Альфа-ритм вносит значительный вклад в кортикальную пластичность моторной коры [19]. Также было выявлено, что исследуемые с высокой скоростью обработки информации отличаются более высокими значениями частоты альфа-ритма [20]. Таким образом, альфа-ритм, традиционно являясь отражением тормозящих механизмов, в состоянии покоя может позволять предсказывать сенсомоторные характеристики при выполнении различных задач [21].

Исходя из этого нами построены модели множественной регрессии, полученные количественные показатели подтверждают ее качество, то есть данный анализ взаимосвязи позволяет прогнозировать уровень работоспособности у молодых лиц с бруксизмом на основании ЭЭГ-характеристик альфа-ритма в состоянии покоя, в частности доминирующей частоты и максимальной амплитуды в лобноцентральных областях.

Таким образом, были установлены различия в функциональной активности нейронов головного мозга у лиц с наличием и отсутствием бруксизма во время бодрствования. Они сопровождают достоверное снижение работоспособности у лиц с бруксизмом в наиболее сложном режиме сенсомоторного слежения.

С помощью полученных уравнений регрессии возможно прогностически значимое определение функционального состояния субъекта с использованием доступного в клинике диагностического метода электроэнцефалографии.

Список литературы / References

1. Wieckiewicz M., Paradowska-Stolarz A., Wieckiewicz W. Psychosocial aspects of bruxism: the most paramount factor influencing teeth grinding. *Biomed Res Int.* 2014; 2014: 469187. DOI: 10.1155/2014/469187.
2. Орлова О. Р., Алексеева А. Ю., Мингазова Л. Р., Коновалова З. Н. Бруксизм как неврологическая проблема (обзор литературы). *Невроно-мышечные болезни* 2018; 8 (1): 20–7.
3. Orlova O. R., Alekseeva A. Yu., Mingazova L. R., Kononova Z. N. Bruxism as a Neurological Problem (Literature Review). *Neuromuscular diseases* 2018; 8 (1): 20–7.
4. Lobbzoo F. Bruxism: definition, diagnosis, epidemiology, and etiology. In: *Proceedings of the II Congresso Nazionale GSD (Gruppo di Studio Italiano Disordini Craniomandibolari)*; 2016 July 3–4; Marina di Carrara, Italy. Italy: GSD; 2016. p. 1–5.
5. Abekura H., Tsuboi M., Okura T., Kagawa K., Sadamori S., Akagawa Y. Association between sleep bruxism and stress sensitivity in an experimental psychological stress task. *Biomed. Res.* 2011; 32: 395–399. DOI: 10.2220/biomedres.32.395.

Сведения об авторах

Барулин Александр Евгеньевич, д.м.н., доцент, зав. кафедрой неврологии, психиатрии, мануальной медицины и медицинской реабилитации. E-mail: barulin23@mail.ru. ORCID: 0000-0001-7264-3580

Клаучек Анжелика Евгеньевна, к.м.н., доцент кафедры неврологии, психиатрии, мануальной медицины и медицинской реабилитации. E-mail: bubnovaee@yandex.ru. ORCID: 0000-0003-2873-2871

Клаучек Сергей Всеволодович, д.м.н., проф., зав. кафедрой нормальной физиологии. E-mail: s.v.klauchek@yandex.ru. ORCID: 0000-0003-0006-1894

Кафедра неврологии, психиатрии, мануальной медицины и медицинской реабилитации Института НМФО ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный медицинский университет» Минздрава России, Волгоград

Автор для переписки: Барулин Александр Евгеньевич. E-mail: barulin23@mail.ru

Для цитирования: Барулин А.Е., Клаучек С.В., Клаучек А.Е. ЭЭГ-корреляты уровня работоспособности лиц молодого возраста при стресс-индуцированном бруксизме. *Медицинский алфавит*. 2021; (36): 25–29. <https://doi.org/10.33667/2078-5631-2021-36-25-29>

5. Smardz J., Martynowicz H., Wojakowska A., Michalek-Zrąbkowska M., Mazur G., Wieckiewicz M. Correlation between Sleep Bruxism, Stress, and Depression-A Polysomnographic Study. *J Clin Med.* 2019 Aug 29; 8 (9): 1344. DOI: 10.3390/jcm8091344. PMID: 31470624; PMCID: PMC6781101.
6. Köhler A. A., Hugoson A., Magnusson T. Clinical signs indicative of temporomandibular disorders in adults: time trends and associated factors. *Swedish Dental Journal.* 2013; 37 (1): 1–11.
7. Lobbzoo F., Ahlberg J., Raphael K. G., Wetselaar P., Glaros A. G., Kato T., Santiago V., Winocur E., De Laat A., De Leeuw R., et al. International consensus on the assessment of bruxism: Report of a work in progress. *J. Oral Rehabil.* 2018; 45: 837–844. DOI: 10.1111/joor.12663.
8. Sateia MJ. *International classification of sleep disorders-third edition: highlights and modifications.* Chest. 2014; 146 (5): 1387–1394. DOI: 10.1378/chest.14-0970.
9. Голубев В.А. Фокальные и сегментарные формы дистонии. Экстрапирамидные расстройства: Руководство по диагностике и лечению. Под ред. В.Н. Шток и др. М.: МЕДпресс-информ. 2002. С. 291–301.
10. Golubev V. A. Focal and segmental forms of dystonia. *Extrapyramidal Disorders: A Guide to Diagnosis and Treatment.* Ed. V. N. Shok and others. M.: MEDpress-inform. 2002. S. 291–301.
11. Antoun Reyad A., Girgis E., Ayoub A. and Mishriky R. (2020) Bruxism and psychotropic medications, *Progress in Neurology and Psychiatry*, 24 (1), pp. 31–35.
12. Майборода Ю.Н., Хорев О.Ю. Нейромышечная и суставная дисфункция височно-нижнечелюстного сустава. *Кубанский научный медицинский вестник.* 2017; 24 (3): 142–148. DOI: 10.25207/1608-6228-2017-24-3-142-148.
13. Mayboroda Yu.N., Khorev O. Yu. Neuromuscular and articular dysfunction of the temporomandibular joint. *Kuban Scientific Medical Bulletin.* 2017; 24 (3): 142–148. DOI: 10.25207/1608-6228-2017-24-3-142-148.
14. Yap A. U., Chua A. P. Sleep bruxism: Current knowledge and contemporary management. *J Conserv Dent.* 2016; 19 (5): 383–389. DOI: 10.4103/0972-0707.190007.
15. Клаучек С.В., Кудрин Р.А., Кочегура Т.Н., Шмидт С.А., Ахундова Р.Е., Фокина А.С. Физиологические основы эффективности операторской деятельности и ее биорезонансная коррекция. Волгоград: Изд-во Волгоград. 2009. 218 с.
16. Klauchek S. V., Kudrin R. A., Kachegura T. N., Schmidt S. A., Akhundova R. E., Fokina A. S. Physiological foundations of the effectiveness of operator activity and its bioresonance correction. *Volgograd: Volgograd Publishing House*, 2009. 218 p.
17. Бубнова А.Е., Науменко А.Е., Клаучек С.В. Физиологические особенности вегетативной реактивности как прогностический критерий критического уровня утомления у операторов. *Вестник ВолГМУ.* 2019. 4 (72). С. 60–64. DOI: 10.19163/1994-9480-2019-4(72)-60-64.
18. Bubnova A. E., Naumenko A. E., Klauchek S. V. Physiological features of autonomic reactivity as a prognostic criterion for the critical level of fatigue in operators. *Bulletin of VolgSMU.* 2019.4 (72). P. 60–64. DOI: 10.19163/1994-9480-2019-4 (72)-60-64.
19. Fares Al-Shargie, Masashi Kiguchi, Nasreen Badruddin, Sarat C. Dass, Ahmad Fadzil Mohammad Hani, and Tong Boon Tang (2016). Mental stress assessment using simultaneous measurement of EEG and fNIRS. *Biomedical Optics Express.* 2016 Oct 1; 7(10): 3882–3898. Published online 2016 Sep 6. DOI: 10.1364/BOE.7.003882.
20. Павленко В.Б., Черный С.В., Губкина Д.Г. ЭЭГ-корреляты тревоги, тревожности и эмоциональной стабильности у взрослых здоровых испытуемых. *Нейрофизиология / Neurophysiology.* 2009. Т. 41, № 5. С. 400–408.
21. Pavlenko V. B., Cherny S. V., Gubkina D. G. EEG correlates of anxiety, anxiety and emotional stability in healthy adults. *Neurophysiology.* 2009. T. 41, No. 5. P. 400–408.
22. Zoefel B., Huster R. J., and Hermann C. S. (2011). Neurofeedback training of the upper alpha frequency band in EEG improves cognitive performance. *Neuroimage* 54, 1427–1431. DOI: 10.1016/j.neuroimage.2010.08.078.
23. Sigala R., Haufe S., Roy D., Dinse H. R. and Ritter P. (2014) The role of alpha-rhythm states in perceptual learning: insights from experiments and computational models. *Front. Comput. Neurosci.* 8: 36. DOI: 10.3389/fncom.2014.00036.
24. Ros T., Munneke M. A., Ruge D., Gruzelier J. H., and Rothwell J. C. (2010). Endogenous control of waking brain rhythms induces neuroplasticity in humans. *Eur. J. Neurosci.* 31, 770–778. DOI: 10.1111/j.1460-9568.2010.07100.x.
25. Klimesch W. (1997) EEG-alpha rhythms and memory processes. *International Journal of Psychophysiology*, 26, 319–340.
26. Zou Q., Ross T. J., Gu H., Geng X., Zuo X. N., Hong L. E., et al. (2013). Intrinsic resting-state activity predicts working memory brain activation and behavioral performance. *Hum. Brain Mapp.* 34, 3204–3215. DOI: 10.1002/hbm.22136.

Статья поступила / Received 09.12.21

Получена после рецензирования / Revised 12.12.21

Принята к публикации / Accepted 13.12.21

About authors

Barulin Alexander E., DM Sci (habil.), associate professor, head of Dept of Neurology, Psychiatry, Manual Medicine and Medical Rehabilitation. E-mail: barulin23@mail.ru. ORCID: 0000-0001-7264-3580

Klauchek Anzhelika E., PhD Med, associate professor at Dept of Neurology, Psychiatry, Manual Medicine and Medical Rehabilitation. E-mail: bubnovaee@yandex.ru. ORCID: 0000-0003-2873-2871

Klauchek Sergey V., DM Sci (habil.), professor, head of Dept of Normal Physiology. E-mail: s.v.klauchek@yandex.ru. ORCID: 0000-0003-0006-1894

Volgograd State Medical University, Volgograd, Russia

Corresponding author: Barulin Alexander E. E-mail: barulin23@mail.ru

For citation: Barulin A. E., Klauchek S. V., Klauchek A. E. EEG-correlates of work efficiency level among young persons with stress-induced bruxism. *Medical alphabet.* 2021. (36): 25–29. <https://doi.org/10.33667/2078-5631-2021-36-25-29>