

**ФИЗИОЛОГИЯ ВЫСШЕЙ НЕРВНОЙ
(КОГНИТИВНОЙ) ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЧЕЛОВЕКА**

УДК 159.91

**ЭЭГ-КОРРЕЛЯТЫ ИМПЛИЦИТНОГО ВОСПРИЯТИЯ
ЭМОЦИОНАЛЬНОЙ ОКРАСКИ ПРЕДЛОЖЕНИЙ И ЛИЧНОСТНЫХ
ОСОБЕННОСТЕЙ РЕГУЛЯЦИИ ЭМОЦИЙ**

© 2021 г. А. В. Бочаров^{1,2,*}, А. Н. Савостьянов^{1,2}, С. С. Таможников¹, А. Е. Сапрыгин¹,
Е. А. Меркулова¹, Е. А. Прошина¹, Г. Г. Князев¹

¹ Научно-исследовательский институт нейронаук и медицины, Новосибирск, Россия

² Новосибирский государственный университет, Новосибирск, Россия

*e-mail: bocharov@physiol.ru

Поступила в редакцию 22.05.2020 г.

После доработки 16.12.2020 г.

Принята к публикации 22.12.2020 г.

Целью исследования стало изучение связей индивидуальных характеристик эмоциональной регуляции и изменений биоэлектрической активности мозга во время имплицитного восприятия эмоциональной окраски вербальной информации. В исследовании, в котором приняли участие 43 добровольца (26 женщин) в возрасте от 18 до 34 лет, оценивались индивидуальные особенности стратегий регуляции эмоций с помощью опросника Дж. Гросса (J. Gross) и анализировалась суммарная электрическая активность мозга (ЭЭГ) во время предъявления негативных, позитивных и нейтральных предложений. Для того чтобы отвлечь внимание от эмоционального содержания предложений, участникам исследования было дано задание на поиск синтаксической ошибки. Поиск синтаксической ошибки необходимо было выполнять максимально быстро, как это возможно, при этом наличие эмоциональной составляющей в предложении не подчеркивалось. В результате исследования была выявлена положительная корреляция когнитивной переоценки эмоций и спектральной мощности тета-диапазона в интервале от 100 мс и до 300 мс во время предъявления негативных предложений, не содержащих синтаксическую ошибку. Также была выявлена положительная корреляция подавления экспрессии и спектральной мощности бета-диапазона в интервале от 100 мс и до 1300 мс во время предъявления позитивных предложений, содержащих синтаксическую ошибку.

Ключевые слова: ЭЭГ, когнитивная переоценка эмоций, подавление экспрессии, эмоциональные предложения, тета-ритм, бета-ритм

DOI: 10.31857/S0044467721020040

ВВЕДЕНИЕ

Отклонения в особенностях восприятия и переработки эмоциональной информации могут способствовать развитию и поддержанию широкого спектра психических расстройств, среди которых большое депрессивное расстройство, повышенная тревожность, психосоматические нарушения, а также аддиктивное и антисоциальное поведение (Климанова, Трусова, 2017; Ушакова и др., 2019). Наиболее полной моделью эмоциональной регуляции является процессуальная модель Джеймса Гросса (James Gross) (Gross, John, 2003). Она охватывает широкий спектр регуляторных стратегий и подкреплена боль-

шим количеством эмпирических исследований (для обзора см. Первичко, 2015).

James Gross выделяет две стратегии регуляции эмоций, которые наиболее часто используются людьми в повседневной жизни: “Когнитивную переоценку эмоций” и “Подавление экспрессии” (Gross, 2002). Эти стратегии относятся к разным этапам формирующейся эмоциональной реакции (I ситуация – II оценка ситуации – III эмоциональный ответ). Первый этап – восприятие ситуации и формирование эмоциональной реакции – и второй этап – переоценка (модификация) ситуации – являются важными этапами, на которых сосредоточена стратегия эмоциональной

регуляции “Когнитивная переоценка”. Когнитивная переоценка эмоций происходит на этапе возникновения эмоционального ответа, такая эмоциональная регуляция направлена на переключение внимания или изменение отношения к ситуации (переосмысление), тогда как стратегия подавления эмоциональной экспрессии применяется к третьему этапу эмоциональной реакции, т.е. к уже возникшему эмоциональному ответу (Gross, John, 2003; Панкратова, 2014). Когнитивная переоценка эмоций — это поведенческая стратегия, нацеленная на изменение отношения к ситуации с целью модификации формирующейся эмоциональной реакции, тогда как подавление экспрессии нацелено на подавление внешних проявлений уже возникшей эмоциональной реакции (Gross, John, 2003; Панкратова, 2014; Панкратова, Корниенко, 2017). Модель Гросса утверждает, что, хотя использование стратегии “Подавление экспрессии” может уменьшить внешнее выражение эмоций и, возможно, субъективное переживание эмоций в краткосрочной перспективе, оно будет менее эффективным для снижения эмоций и физиологического возбуждения в долгосрочной перспективе (Gross, 1998). Согласно данным обзоров исследований (Aldao et al., 2010; Hu et al., 2014), предпочтение в использовании стратегии “когнитивной переоценки эмоций” было отрицательно связано с психопатологией (депрессия и тревожность) и положительно с уровнем психического здоровья, тогда как высокие баллы по шкале стратегии “Подавление экспрессии” были связаны с низким уровнем психического здоровья и высоким уровнем симптомов психопатологии. Согласно обзору фМРТ-исследований Zilverstand и соавт., для клинических пациентов было характерно снижение активности вентролатеральной и дорсолатеральной префронтальной коры во время когнитивной переоценки негативных эмоций (Zilverstand et al., 2017). Большинство ЭЭГ-исследований предпочтений в применении стратегий эмоциональной регуляции было посвящено изучению межполушарной асимметрии (Choi et al., 2016; Kelley, Hughes, 2019; Pan et al., 2020). На данный момент все еще мало известно об особенностях суммарной ритмической электрической активности мозга, сопровождающей эмоциональные процессы, в зависимости от выраженности предпочтений в использовании стратегий “Когнитивная переоценка

эмоций” и “Подавление экспрессии” у здоровых испытуемых.

Целью исследования стало изучение связей выраженности шкал “Когнитивная переоценка эмоций” и “Подавление экспрессии” опросника James Gross и особенностей суммарной ритмической электрической активности мозга во время имплицитного восприятия эмоциональной окраски предложений. В исследовании планируется использовать имплицитную парадигму восприятия эмоциональной окраски предложений, в которой внимание участников исследования на эмоциональное содержание предложений отвлечено заданием на поиск синтаксической ошибки.

Согласно большому количеству накопленных литературных данных, многократно было показано увеличение тета-ритма при процессах внимания и во время восприятия эмоциональных стимулов (для обзора см. Knyazev, 2007). Существующие литературные данные показывают, что тета- и бета-осцилляции также особенно важны в отношении когнитивных и языковых манипуляций при обработке лингвистической информации. Так, было показано, что тета-осцилляции увеличиваются в ответ на предъявление редких слов по сравнению с часто предъявляемыми словами (Rommers et al., 2017) и в ответ на предъявление предложений, содержащих семантические ошибки, по сравнению с предложениями, не содержащими ошибки (Bastiaansen, Hagoort, 2015).

Исследование Hirata и соавт. показало, что чтение слов, содержащих эмоциональную коннотацию, по сравнению с нейтральными словами вызывало снижение бета-ритма во фронтальных областях коры (Hirata et al., 2007). Согласно обзору Weiss и Mueller, в большинстве исследований было выявлено уменьшение бета-осцилляций во время обработки лингвистической информации (Weiss, Mueller, 2012). Так, было показано уменьшение бета-ритма в ответ на неконгруэнтные слова по сравнению с конгруэнтными словами, в ответ на предложения, содержащие семантические и синтаксические ошибки, по сравнению с предложениями, не содержащими ошибок. Такое уменьшение бета-ритма, согласно авторам, может быть связано с лексико-семантической интеграцией, пониманием смысла и повторным анализом лингвистической информации (Weiss, Mueller, 2012).

В обзоре ЭЭГ-исследований Güntekin и Basar было показано, что восприятие негативных зрительных стимулов независимо от их типов (негативные эмоциональные выражения лиц или аверсивные изображения) вызывало увеличение бета-осцилляций (Güntekin, Basar, 2014). Согласно литературным данным, увеличение бета-ритма может быть связано с процессами нисходящего (top-down) тормозного контроля (Engel, Fries, 2010; Liebrand et al., 2017; Spitzer, Haegens, 2017).

Основываясь на процитированных выше данных литературы, мы предполагаем, что связи выраженности баллов шкал “Когнитивная переоценка эмоций” и “Подавление экспрессии” и суммарной ритмической электрической активности мозга, сопровождающей восприятие эмоциональных предложений, будут обнаружены в тета- и бета-частотных диапазонах.

Так как применение стратегии “Когнитивная переоценка эмоций” предполагает нацеленность на восприятие и последующую переработку эмоциональной информации, мы предполагаем, что выраженность шкалы “Когнитивная переоценка эмоций” будет связана с увеличением тета-ритма (процессы внимания) и снижением бета-ритма (переработка информации).

Хотя увеличение бета-ритма и процессов тормозного контроля часто наблюдается при восприятии аверсивных стимулов (Güntekin, Basar, 2014), мы предполагаем, что при восприятии эмоциональной лингвистической информации необязательно будут наблюдаться такие процессы, так как негативно окрашенные предложения могут восприниматься как менее отталкивающие стимулы, чем экологически валидные угрожающие стимулы. Основываясь на обзоре Weiss и Mueller (Weiss, Mueller, 2012), мы предполагаем, что восприятие и обработка лингвистической информации в целом будут сопровождаться снижением бета-ритма, в то же время у индивидов, предпочитающих стратегию “Подавление экспрессии эмоций” (высокие баллы по шкале “Подавление экспрессии эмоций”), наличие процессов тормозного контроля при восприятии негативной информации может быть связано с тенденцией к увеличению бета-осцилляций.

МЕТОДИКА

Участники исследования

Перед исследованием участники заполнили анкету, в которой они отметили, имеются ли у них психические и физические недостатки или нарушения здоровья, оценили свое текущее самочувствие, а также ответили на вопросы об употреблении психоактивных веществ; женщины ответили на вопросы о фазе менструального цикла и о применении гормональных контрацептивов. В исследовании приняли участие 43 добровольца (26 женщин) в возрасте от 18 до 34 лет (среднее значение возраста – 22.9, стандартное отклонение – 5.3). Участники исследования были правшами с нормальным или скорректированным до нормы зрением, они были здоровые и не употребляли психоактивных веществ. После исследования участники заполнили опросник Дж. Гросса (J. Gross) (Gross, John, 2003), все опросники были представлены в бумажном виде. Исследование было проведено с информированного согласия испытуемых, соответствует этическим нормам Хельсинкской декларации (2013 г.) и одобрено локальным биоэтическим комитетом Научно-исследовательского института нейронаук и медицины (Новосибирск).

Опросник Дж. Гросса (J. Gross)

Опросник Дж. Гросса (J. Gross) позволяет оценить предпочтения в применении стратегий “Когнитивная переоценка эмоций” и “Подавление экспрессии” (Gross, John, 2003). Когнитивная переоценка эмоций – форма когнитивного воздействия, которая подстраивается под эмоциональный фон ситуации, изменяя ее эмоциональное воздействие. Подавление экспрессии – поведенческая стратегия, которая включает в себя подавление эмоционально выраженного состояния. Шкала “Когнитивная переоценка эмоций” включает шесть пунктов (например: “Для управления своими эмоциями я изменяю отношение к ситуации, в которой нахожусь”). Шкала “Подавление экспрессии” состоит из четырех пунктов (например: “Для управления своими эмоциями я сдерживаю их внешние проявления”). Респондент отмечает степень согласия с утверждениями по шкале от 1 (“категорически не согласен”) до 7 (“полностью согласен”) (Панкратова, Корниенко, 2017).

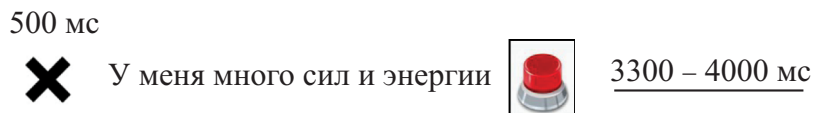


Рис. 1. Схема эксперимента.

Fig. 1. The design of experiment.

Стимульный материал

Были составлены предложения, которые содержали информацию трех видов: положительную эмоциональную, нейтральную и отрицательно эмоциональную (по 30 предложений каждой категории). Предложения были составлены таким образом, чтобы в среднем не отличаться по длине для разных категорий. В результате оценивания этих предложений 50 студентами Гуманитарного института НГУ (32 женщины и 18 мужчин в возрасте от 18 до 25 лет) на эмоциональную составляющую (от +5 (положительные), нейтральные (0) и до –5 (отрицательные)) было отобрано по 10 предложений каждой категории (10 эмоционально положительных предложений, имевших максимальную среднюю оценку по шкале “положительные эмоции”, 10 нейтральных предложений, имевших наиболее нейтральные оценки, и 10 эмоционально отрицательных предложений, имевших минимальную среднюю оценку). Пример отрицательного предложения – “Мне трудно испытывать радость”, позитивного – “У меня много сил и энергии” и нейтрального – “После дождя остаются лужи”.

Запись ЭЭГ

Запись ЭЭГ проводили с использованием многоканального усилителя биопотенциалов actiCHamp (Brain Products, Германия) с шапочкой с 128 электродами, расположенными согласно международной системе 10–5; один электрод использовали для записи вертикальной окулограммы. Cz-электрод был референтом.

В исследовании использовали имплицитную парадигму восприятия эмоциональной окраски предложений, в котором внимание участников исследования было направлено на поиск синтаксической ошибки. Во время записи ЭЭГ на экране монитора предъявлялись предложения, и участникам исследования было необходимо определить, содержит предложение синтаксическую ошибку или

нет. Предложения были представлены на экране монитора до тех пор, пока участник исследования не выберет один из двух вариантов ответа (наличие или отсутствие синтаксической ошибки) нажатием на клавиатуре соответствующей кнопки (1 или 2). Перед предъявлением предложения в течение 500 мс предъявлялся красный крест, межстимульный интервал варьировал от 3.3 до 4 сек (рис. 1). Предложения предъявлялись в случайном порядке, каждое предложение предъявлялось 3 раза. Экспериментальная парадигма была реализована в программе Inquisit, разработанной компанией Milliseconds software, синхронизация стимулов и ЭЭГ осуществлялась с помощью stimtraker фирмы Cedrus.

Анализ ЭЭГ-данных

Компоненты, содержащие артефакты, были удалены из записи ЭЭГ с использованием метода независимых компонент в пакете EEGLAB. ЭЭГ-данные были отфильтрованы в диапазоне от 1 до 45 Гц с помощью FIR-фильтра в программе EEGLAB (The new basic FIR filter (pop_eegfiltnew)). Разложение по частоте и времени проводилось с использованием вейвлет-преобразований версии Morlet с числом циклов, линейно увеличивающимся с частотой, начинающейся с 1.5 цикла в нижней частоте, и ограничивающимся 8 циклами при частоте в 40 Гц. Для оценки индуцированных ответов были рассчитаны связанные с событием спектральные пертурбации (СССП) (Delorme, Makeig, 2004). Тестовый интервал определялся как отрезок времени от 0 до 1500 мс во время предъявления предложения, в качестве фонового (предстимульного) интервала использовали отрезок времени в 1 с, который заканчивался за 1.5 с до предъявления креста.

Корреляционный анализ по Спирмену шкал “Когнитивная переоценка эмоций” и “Подавление эмоциональной экспрессии” был проведен с возрастом, с временем поиска

ошибок и с количеством правильных ответов в программе SPSS.

Проводили корреляционный анализ по Спирмену на уровне значимости $p < 0.005$ шкал “Когнитивная переоценка эмоций” и “Подавление эмоциональной экспрессии” с каждой точкой временно-частотного разрешения СССП в каждом ЭЭГ-канале отдельно для разных типов предложений (негативные, позитивные и нейтральные) и отдельно для содержащих и не содержащих синтаксические ошибки. Поправку на множественные сравнения не применяли. Результаты анализа в программе EEGLAB были показаны в виде картинок, достоверных на уровне $p < 0.005$ корреляционных коэффициентов в каждой точке временно-частотного разрешения СССП в каждом ЭЭГ-канале. Распределение достоверных корреляционных коэффициентов по каналам показано на картах головы вверху рисунков.

Для исключения влияния пола и возраста на выявленные корреляции анализ частных корреляций на уровне значимости $p < 0.05$ под контролем пола и возраста шкал “Когнитивная переоценка эмоций” и “Подавление эмоциональной экспрессии” и усредненных по всем электродам оценок СССП во время предъявления негативных и позитивных предложений, содержащих и не содержащих синтаксические ошибки, в тета- и бета-диапазонах был проведен в программе SPSS.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Поведенческие данные

“Когнитивная переоценка эмоций” ($\text{mean} = 3.6$, $\text{SD} = 0.6$) и “Подавление экспрессии” ($\text{mean} = 2.5$, $\text{SD} = 0.7$) не коррелировали между собой. Мужчины чаще, чем женщины, предпочитали использовать стратегию “Подавление экспрессии” ($T = 2.6$, $p = 0.015$, $df = 41$; мужчины $\text{mean} = 2.8$, $\text{SD} = 0.7$; женщины $\text{mean} = 2.3$, $\text{SD} = 0.7$). Различий между мужчинами и женщинами по баллам шкалы “Когнитивная переоценка” не было. Также в исследовании анализировали показатели времени ($\text{mean} = 2310$ мс, $\text{SD} = 654$ мс) и правильности ответа ($\text{mean} = 96\%$, $\text{SD} = 2.3\%$). “Когнитивная переоценка” отрицательно коррелировала с временем поиска ошибок (коэффициент корреляции по Спирмену ($\rho = -0.31$, $p = 0.042$)). “Подавление экспрессии” положительно коррелировала с временем поиска ошибок (коэффициент корреляции по Спирмену ($\rho = 0.42$, $p = 0.013$)).

Достоверных корреляций баллов “Когнитивной переоценки эмоций” и баллов “Подавления экспрессии” с возрастом и количеством правильных ответов не было выявлено.

ЭЭГ-данные

В результате корреляционного анализа по Спирмену “Когнитивной переоценки эмоций” и “Подавления экспрессии” и СССП во время предъявления разных типов предложений были выявлены статистически значимые корреляции.

Так, баллы по шкале “Когнитивная переоценка эмоций” положительно коррелировали с СССП тета-диапазона во временном интервале от 100 до 300 мс и отрицательно коррелировали с СССП бета-ритма во временном интервале от 300 до 800 мс во время предъявления негативных предложений, не содержащих ошибку, в лобных и центральных областях коры (рис. 2). На рис. 2 показано временно-частотное распределение корреляционных коэффициентов, а также их распределение по коре головного мозга.

Баллы по шкале “Подавление экспрессии” положительно коррелировали с СССП бета-диапазона во временном интервале от 100 до 1300 мс во время предъявления позитивных предложений (рис. 3). На рис. 3 показано временно-частотное распределение корреляционных коэффициентов по Спирмену корреляций баллов “Подавления экспрессии” и СССП во время предъявления положительных предложений, а также их распределение по коре головного мозга.

Известно, что с возрастом увеличивается способность к контролю своих эмоций, а также результаты нашего исследования, свидетельствующие о предпочтении мужчин использовать стратегию подавления экспрессии эмоций, вносят необходимость проверки найденных корреляций под контролем пола и возраста.

Анализ частных корреляций под контролем пола и возраста выявил, что только положительная корреляция баллов “Когнитивной переоценки эмоций” с тета-синхронизацией остается статистически значимой в случае предъявления негативных предложений, не содержащих синтаксическую ошибку ($r = 0.41$, $p = 0.007$). Анализ частных корреляций под контролем пола и возраста выявил, что баллы по шкале “Подавление экспрессии”

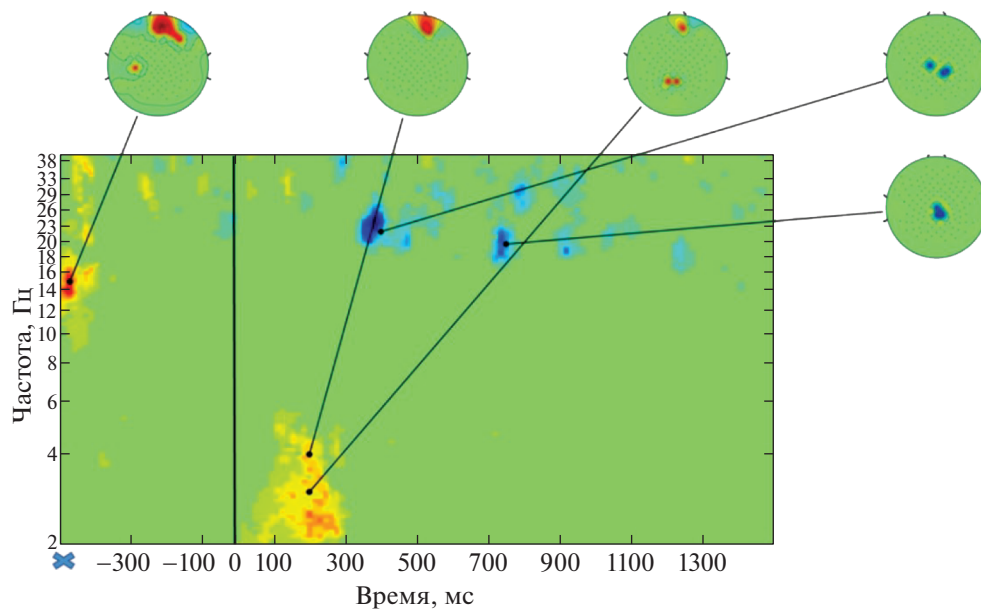


Рис. 2. Корреляции шкалы “Когнитивная переоценка эмоций” и СССП после предъявления негативных предложений, не содержащих синтаксическую ошибку. Желтым цветом показаны положительные корреляционные коэффициенты, синим цветом – отрицательные корреляционные коэффициенты. Недостоверные корреляционные коэффициенты показаны зеленым цветом. Крестом внизу рисунка отмечено начало предъявления сигнала готовности (красный крест), 0 соответствует началу предъявления предложения. Кортиковые карты вверху рисунка показывают распределение достоверных корреляционных коэффициентов по отведениям. Максимальный коэффициент корреляции по Спирмену ($\rho = 0.6, p < 0.005$), минимальный коэффициент корреляции по Спирмену ($\rho = -0.6, p < 0.005$).

Fig. 2. Correlation between Reappraisal scale of ERQ and ERSP after presentation of negative sentences which did not contain a syntax error. Positive correlation coefficients are shown in yellow color, negative correlation coefficients are shown in blue color. Non-significant correlation coefficients are shown in green. The cross at the bottom of the figure marks the beginning of the presentation of the red cross, 0 corresponds to the beginning of the presentation of the sentence. Cortical maps at the top of the figure show the distribution of significant correlation coefficients in electrodes. The maximum Spearman correlation coefficient ($\rho = 0.6, p < 0.005$), the minimum Spearman correlation coefficient ($\rho = -0.6, p < 0.005$).

статистически значимо положительно коррелируют с СССП бета-диапазона во время предъявления позитивных предложений, содержащих синтаксическую ошибку ($r = 0.31, p = 0.049$).

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Мужчины чаще, чем женщины, использовали стратегию “Подавление экспрессии эмоций”. Это согласуется с результатами исследования Панкратовой и Корниенко (Панкратова, Корниенко, 2017). Можно предположить, что, согласно гендерным стереотипам, принятым в обществе, мужчины предпочитают использовать стратегию “Подавление экспрессии эмоций” для того, чтобы контролировать свои эмоции. В то время как женщины предпочитают использовать стратегию переоценки эмоций, вероятно, для того чтобы регулировать свои эмоции.

Люди, предпочитающие использовать стратегию “Когнитивная переоценка эмоций”, выполняли задание быстрее, чем люди, которые предпочитают использовать стратегию “Подавление экспрессии”. Такие результаты могут быть свидетельством того, что процесс подавления экспрессии эмоций может занимать дополнительное время и затруднять выполнение задания. Полученные результаты согласуются с исследованием Wang и Yang, согласно которому “Когнитивная переоценка эмоций” является более эффективной стратегией и менее истощающей ресурсы, чем “Подавление экспрессии” (Wang, Yang, 2014).

В исследовании Савостьянова и соавт. восприятия предложений с разным оценочным отношением к личности испытуемого общий паттерн мозговой активности на все типы предложений включал в себя увеличение медленно-волновых (синхронизацию) и

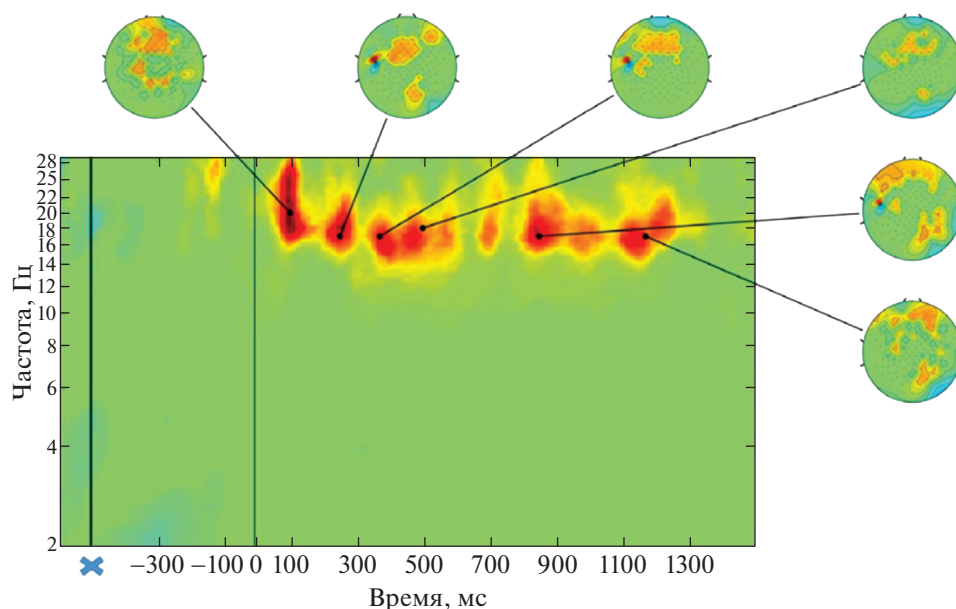


Рис. 3. Корреляции шкалы “Подавление экспрессии” и СССП после предъявления позитивных предложений. Теплые тона отражают положительные корреляционные коэффициенты. Недостовверные корреляционные коэффициенты показаны зеленым цветом. Крестом внизу рисунка отмечено начало предъявления сигнала готовности (красный крест), 0 соответствует началу предъявления предложения. Кортиковые карты сверху рисунка показывают распределение достоверных корреляционных коэффициентов по отведениям. Максимальный коэффициент корреляции по Спирмену (ρ) = 0.67, $p < 0.005$.

Fig. 3. Correlation between Suppression scale of ERQ and ERSP after the presentation of positive sentences. Positive correlation coefficients are shown in red color. Non-significant correlation coefficients are shown in green. The cross at the bottom of the figure marks the beginning of the presentation of the red cross, 0 corresponds to the beginning of the presentation of sentences. Cortical maps at the top of the figure show the distribution of significant correlation coefficients in electrodes. The maximum Spearman correlation coefficient (ρ) = 0.67, $p < 0.005$.

снижение (десинхронизацию) альфа- и бета-ритмов (Савостьянов и др., 2012). В данном исследовании был получен сходный паттерн осцилляторных реакций на предъявление предложений. Осцилляторная динамика во время имплицитного восприятия эмоционально окрашенных предложений у участников исследования, входящих в выборку данного исследования, была описана нами в предыдущей статье (Vocharov et al., 2020).

Корреляция баллов “Когнитивной переоценки” и СССП тета-ритма была статистически значима для негативно окрашенных предложений, не содержащих ошибки. Увеличение мощности тета-ритма может служить индикатором эмоциональных процессов и процессов внимания (Knyazev, 2007), тогда как снижение мощности бета-ритма было связано с семантическими процессами при обработке лингвистической информации (Fellner, Hanslmaier, 2017). Согласно модели эмоциональной регуляции Джеймса Гросса (James Gross) (Gross, John, 2003), при использовании стратегии “Когнитивная пе-

реоценка” на первом этапе происходит восприятие негативной информации и начало формирования эмоциональной реакции, после этого уже запускаются процессы переключения внимания или переосмысления негативной информации с целью изменения эмоционального ответа. Можно предположить, что люди, предпочитающие использовать стратегию когнитивной переоценки эмоций, на первом этапе при восприятии уделяли больше внимания негативному предложению и его эмоциональному содержанию, что отразилось в осцилляциях тета-диапазона, а переосмысление эмоциональной информации отразилось в более поздних когнитивных процессах и было связано с уменьшением бета-спектральной мощности.

Корреляции “Подавления экспрессии” и СССП были статистически значимы в бета-частотном диапазоне при восприятии позитивных предложений и отсутствовали при восприятии негативных предложений. Согласно Gross, подавление экспрессии – это форма регулирования эмоций, которая тре-

бует самоконтроля и самокорректирующих действий на протяжении эмоционального восприятия. Такой мониторинг требует постоянных затрат когнитивных ресурсов, сокращая ресурсы, доступные для обработки эмоциональной информации (Gross, John, 2003). Согласно исследованиям, использование стратегии подавления эмоций снижает интенсивность переживания положительных эмоций, но не снижает интенсивность негативных переживаний (Gross, 2002). Мы предполагаем, что снижение бета-десинхронизации у индивидов с высокими баллами по шкале “Подавление экспрессии” после предъявления положительно окрашенных предложений, содержащих синтаксическую ошибку, может свидетельствовать о снижении интенсивности процессов обработки вербальной информации.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Предпочтение в использовании стратегии “Когнитивная переоценка эмоций” было связано с более быстрым выполнением задания и сопровождалось увеличением тета-осцилляций в интервале от 100 до 300 мс и снижением бета-осцилляций в интервале от 300 до 800 мс при восприятии негативных предложений, не содержащих синтаксическую ошибку, что может указывать на процессы восприятия и более поздние когнитивные процессы переосмысления негативной информации. Предпочтение в применении стратегии “Подавление экспрессии” было связано с более долгим выполнением задания и с увеличением бета-осцилляций после предъявления позитивных предложений, что может указывать на снижение интенсивности процессов обработки вербальной информации.

ФИНАНСИРОВАНИЕ

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (РФФИ) (проект № 18-313-00174, проведение исследования), (проект № 20-013-00404, разработка методов визуализации ЭЭГ), (проект № 18-29-13027, разработка экспериментальной модели) и за счет средств федерального бюджета на проведение фундаментальных научных исследований (разработка методов анализа данных).

БЛАГОДАРНОСТИ

Авторы благодарят за помощь в сборе данных для исследования Н.В. Дмитриенко.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Климанова С.Г., Трусова А.В.* Методы оценки эмоциональной регуляции. Вестник ЮУрГУ. 2017. 1: 35–45.
- Панкратова А.А.* Подход Дж. Гросса к изучению эмоциональной регуляции: примеры кросс-культурных исследований. Вопросы психологии. 2014. 1: 147–155.
- Панкратова А.А., Корниенко Д.С.* Русскоязычная адаптация опросника ERQ (Emotion Regulation Questionnaire) Дж. Гросса. Вопросы психологии. 2017. 5: 139–149.
- Первичко Е.И.* Стратегии регуляции эмоций: процессуальная модель Дж. Гросса и культурно-деятельностный подход часть II. Культурно-деятельностный подход к проблеме стратегий и механизмов регуляции эмоций. Национальный психологический журнал. 2015. 1: 39–51.
- Савостьянов А.Н., Богомаз С.А., Пальчунов Д.Е., Будакова А.В., Залешин М.С., Гуляев А.С., Сапрыгин А.Е.* ЭЭГ-реакции в условиях предложения предложений с различным отношением к личностной оценке испытуемого. Теоретическая и экспериментальная психология. 2012. 3: 48–55.
- Ушакова В.М., Горлова А.В., Зубков Е.А., Морозова А.Ю., Зоркина Я.А., Павлов Д.А., Иноземцев А.Н., Чехонин В.П.* Экспериментальные модели депрессивного состояния. Журнал высшей нервной деятельности им. И.П. Павлова. 2019. 69 (2): 230–247.
- Aldao A., Nolen-Hoeksema S., Schweize S.* Emotion-regulation strategies across psychopathology: A meta-analytic review. Clinical psychology review. 2010. 30 (2): 217–237.
- Bastiaansen M., Hagoort P.* Frequency-based segregation of syntactic and semantic unification during online sentence level language comprehension. Journal of cognitive neuroscience. 2015. 11: 2095–2107.
- Bocharov A.V., Savostyanov A.N., Tamozhnikov S.S., Merkulova E.A., Saprigyn A.E., Proshina E.A., Knyazev G.G.* Oscillatory dynamics of perception of emotional sentences in healthy subjects with different severity of depressive symptoms. Neuroscience Letters. 2020. 728 (134888): 1–5.
- Choi D., Sekiya T., Minote N., Watanuki S.* Relative left frontal activity in reappraisal and suppression of negative emotion: Evidence from frontal alpha asymmetry (FAA). International Journal of Psychophysiology. 2016. 109: 37–44.
- Delorme A., Makeig S.* EEGLAB: an open source toolbox for analysis of single-trial EEG dynamics including independent component analysis. Journal of neuroscience methods. 2004. 1: 9–21.
- Engel A.K., Fries P.* Beta-band oscillations - signalling the status quo? Current opinion in neurobiology. 2010. 20 (2): 156–165.
- Fellner M.C., Hanslmayr S.* Brain Oscillations, Semantic Processing, and Episodic Memory. Neural

- Mechanisms of Language. Innovations in Cognitive Neuroscience. MA: Springer, Boston, 2017. 63–80 pp.
- Gross J.J. The emerging field of emotion regulation: An integrative review. *Review of General Psychology*. 1998. 2: 271–299.
- Gross J.J. Emotion regulation: Affective, cognitive, and social consequences. *Psychophysiology*. 2002. 39 (3): 281–291.
- Gross J.J., John O.P. Individual differences in two emotion regulation processes: Implications for affect, relationships, and well – being. *Journal of Personality and Social Psychology*. 2003. 2: 348–362.
- Güntekin B., Başar E. A review of brain oscillations in perception of faces and emotional pictures. *Neuropsychologia*. 2014. T. 58. C. 33–51.
- Hirata M., Koreeda S., Sakihara K., Kato A., Yoshimine T., Yorifuji S. Effects of the emotional connotations in words on the frontal areas – a spatially filtered MEG study. *Neuroimage*. 2007. 1: 420–429.
- Hu T., Zhang D., Wang J., Mistry R., Ran G., Wang X. Relation between emotion regulation and mental health: a meta-analysis review. *Psychological reports*, (2014). 114 (2), 341–362.
- Kelley N.J., Hughes M.L. Resting frontal EEG asymmetry and emotion regulation in older adults: The midlife in the United States (MIDUS) study. *Psychology and aging*. 2019. 34 (3): 341.
- Knyazev G.G. Motivation, emotion, and their inhibitory control mirrored in brain oscillations. *Neuroscience Biobehavioral Reviews*. 2007. 3: 377–395.
- Liebrand M., Pein I., Tzvi E., Krämer U.M. Temporal Dynamics of Proactive and Reactive Motor Inhibition. *Frontiers in human neuroscience*. 2017. 11: 204.
- Pan D.N., Hoid D., Wang Z.H., Wang Y., Li X. Using questionnaires and task-related EEG signals to reveal hindered reappraisal and biased suppression in individuals with high schizotypal traits. *Scientific reports*. 2020. 10 (1): 1–12.
- Rommers J., Dickson D.S., Norton J.J., Wlotko E.W., Federmeier K.D. Alpha and theta band dynamics related to sentential constraint and word expectancy. *Language, cognition and neuroscience*. 2017. 5: 576–589.
- Spitzer B., Haegens S. Beyond the status quo: A role for beta oscillations in endogenous content (re) activation. *Eneuro*. 2017. 4: 1–15.
- Wang Y., Yang L. Suppression (but Not Reappraisal) Impairs subsequent error detection: An ERP study of emotion regulation’s resource-depleting effect. *PLoS one*. 2014. 4: 1–10.
- Weiss S., Mueller H.M. Too many betas do not spoil the broth: the role of beta brain oscillations in language processing. *Frontiers in Psychology*. 2012. 3: 201.

EEG CORRELATIONS OF IMPLICIT PERCEPTION OF SENTENCES EMOTIONAL COLORING WITH STRATEGIES OF REAPPRAISAL AND SUPPRESSION OF EMOTIONS

A. V. Bocharov^{a,b,#}, A. N. Savostyanov^{a,b}, S. S. Tamozhnikov^a, A. E. Saprygin^a, E. A. Merkulova^a,
E. A. Proshina^a, and G. G. Knyazev^a

^a *Scientific Research Institute of Neuroscience and Medicine, Novosibirsk, Russia*

^b *Novosibirsk State University, Novosibirsk, Russia*

[#]*e-mail: bocharov@physiol.ru*

The aim was to study the relations of individual characteristics of emotional regulation with changes of bioelectrical activity of the brain during the implicit perception of emotional coloring of verbal information. The study involved 43 volunteers (26 women) aged from 18 to 34 years, the individual characteristics of emotion regulation strategies were measured by using the Emotional Regulation Questionnaire (J. Gross), and the total electrical activity of the brain (EEG) during presentation negative, positive and neutral sentences was analyzed. In order to distract attention from the emotional content of sentences, subjects were given a task to search for a syntax mistake. The search for a syntax mistake had to be performed as quickly as possible, while the presence of the emotional content in the sentence was not emphasized. We revealed that Cognitive reappraisal positively correlated with theta rhythm in interval from 100 ms to 300 ms during the presentation of negative sentences which did not contain a syntax mistake. Also, Suppression of emotions positively correlated with the beta rhythm in the range from 100 ms to 1300 ms during the presentation of positive sentences with a syntax mistake.

Keywords: EEG, reappraisal of emotions, suppression of emotions, emotional sentences