

УДК 612.821

СВЯЗЬ ЛИЧНОСТНЫХ ОСОБЕННОСТЕЙ ЭМОЦИОНАЛЬНОЙ РЕГУЛЯЦИИ И БАЛАНСА ОСЦИЛЛЯТОРНЫХ СЕТЕЙ ПОКОЯ

© 2022 г. А. В. Бочаров^{1, 2, *}, А. Н. Савостьянов^{1, 2}, С. С. Таможников¹,
Е. А. Прошина¹, Г. Г. Князев¹

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

²Национальный исследовательский Новосибирский государственный университет,
Новосибирск, Россия

*E-mail: bocharov@physiol.ru

Поступила в редакцию 12.02.2021 г.

После доработки 04.06.2021 г.

Принята к публикации 25.06.2021 г.

Целью исследования было изучение взаимосвязей выраженности адаптивного (когнитивная переоценка эмоций) и неадаптивных (подавление эмоциональной экспрессии, подавление мыслей и руминация) стилей регуляции эмоций с соотношением баланса коннективности сетей покоя. 51 здоровый доброволец (29 женщин) в возрасте от 18 до 51 г. приняли участие в записи ЭЭГ-покоя и заполнили опросник эмоциональной регуляции Дж. Гросса (*J. Gross*), опросник подавления мыслей и опросник на выраженность руминаций. Показатели коннективности сетей покоя оценивались по ЭЭГ данным, сети покоя выявляли, используя метод “семени”. Для выявления взаимосвязей выраженности разных стилей эмоциональной регуляции и соотношения коннективности сетей покоя проводилась их регрессия. Выраженность неадаптивных стилей регуляции (подавление мыслей и руминация) коррелировала с доминированием дефолт системы мозга над сетями внимания в правой височной коре, что, возможно, связано с процессами эмоциональной интроспекции. Тогда как выраженность предпочтения более эффективной адаптивной стратегии когнитивной переоценки коррелировала с доминированием сетей внимания над дефолт системой мозга в левой дорсолатеральной префронтальной коре, что вероятно, связано с более эффективным контролем негативных мыслей и эмоций и более высоким уровнем положительных эмоций.

Ключевые слова: ЭЭГ, дефолт система мозга, сети внимания, когнитивная переоценка, подавление эмоциональной экспрессии, подавление мыслей, руминации.

DOI: 10.31857/S0131164622010039

На протяжении многих лет разные теоретические модели разделяют стили эмоциональной регуляции на адаптивные и неадаптивные [1]. *James Gross* выделяет две стратегии регуляции эмоций, которые наиболее часто используются людьми в повседневной жизни — Когнитивная переоценка эмоций и Подавление экспрессии [2].

Когнитивная переоценка эмоций считается адаптивной стратегией и направлена на создание интерпретации стрессовой ситуации, которая уменьшает ее значение и эмоциональное влияние [3]. В исследованиях было выявлено, что использование стратегии Когнитивной переоценки эмоций снижало интенсивность переживания негативных эмоций и снижало активацию симпатической нервной системы [4, 5], и в целом, такая стратегия была более эффективной по сравнению со стратегией Подавление экспрессии [3, 6].

Напротив, Подавление эмоциональной экспрессии рассматривается как неадекватная реак-

ция на различные стрессоры и является фактором риска возникновения дистресса (например, депрессии и тревожности) и дезадаптивного поведения (злоупотребление психоактивными веществами) [1]. Такая неадаптивная стратегия направлена на снижение поведенческих проявлений уже возникшей эмоциональной реакции [7, 8]. Согласно *J.J. Gross* и *J.P. John*, подавление экспрессии представляет собой способ регулирования эмоций, требующий повышенного самоконтроля и самокорректирующих действий на протяжении эмоционального восприятия [7].

Некоторые люди могут иметь склонность к постоянному переживанию негативных мыслей, последствий и причин их возникновения [9]. При этом также было выявлено, что усиление негативных мыслей (руминаций), препятствует поиску решения проблемы, способствует повышению симптомов депрессии и развитию депрессивного расстройства [1, 10–12]. По последним представ-

лениям, под руминацией понимается повторяющееся сосредоточение внимания на симптомах своего дистресса, причинах его возникновения, а также его последствиях [9, 13]. Руминацию, как и Подавление экспрессии, относят к неадаптивным стилям регуляции эмоций [10, 13]. Было показано, что стремление подавить нежелательные мысли, парадоксальным образом приводило к еще большей частоте появления нежелательных мыслей [14]. D.M. Wegner и S. Zanakos разработали опросник Подавление мыслей (*White Bear Suppression Inventory*), который, как изначально предполагалось, позволит оценить склонность людей к подавлению нежелательных мыслей [15]. Согласно E. Rassin опросник Подавление мыслей измеряет не способность к подавлению нежелательных мыслей, а скорее отсутствие успешного подавления нежелательных мыслей и считается неадаптивной стратегией регуляции [14].

Сети покоя интенсивно изучаются в последние два десятилетия. Согласно современным исследованиям из множества стабильных сетей, выявляемых в человеческом мозге, дефолт система мозга (ДСМ) и сети регуляции внимания (СВ) оказались особенно важными для фундаментального понимания высших когнитивных функций, а также дисфункций [16]. Наиболее изученной сетью является ДСМ, в исследованиях было выявлено, что структуры ДСМ показывают высокую метаболическую активность в покое и устойчивый паттерн деактивации во время большого разнообразия специфического целенаправленного поведения [17]. Общий паттерн результатов, полученных в функциональной магнитно-резонансной томографии (фМРТ) и ПЭТ-исследованиях, указывает на то, что ДСМ увеличивает свою активность при мыслительной деятельности, связанной с личными воспоминаниями, и предвидении и обдумывании важных событий в будущем, при обдумывании отношений с другими людьми, при самореференциальной обработке и при внутренних эмоциональных состояниях [17–21], ДСМ деактивируется при выполнении внешне ориентированных когнитивных заданий и степень деактивации зависит от сложности задания [17, 22]. ДСМ также называют сетью, снижающей активность при решении задач (*task-negative network*) в связи с вышеуказанным характерным для нее паттерном деактивации.

СВ в отличие от ДСМ активируются при решении задач, поэтому их называют сетями, увеличивающими активность при решении задач (*task-positive networks*). В исследованиях также было показано, что СВ играют важную роль в эмоциональной обработке и участвуют в когнитивном контроле, включая эмоциональную регуляцию [23–25].

На данный момент исследование личностных предпочтений в эмоциональной регуляции в контексте баланса сетей покоя у здоровых испытуемых остается малоизученным, однако есть данные об активности сетей покоя во время эмоциональной регуляции у пациентов с депрессией. В исследованиях было показано, что пациенты с депрессивным расстройством при выполнении задания на когнитивную переоценку негативных эмоций демонстрировали значительно меньшие ответы в дорсолатеральной префронтальной коре, которая является структурой СВ, и повышенную активацию в узлах ДСМ [26–28]. M.K. Johnson et al. выявили, что пациенты с большим депрессивным расстройством показали снижение деактивации ДСМ во время выполнения внешне ориентированного когнитивного задания и этот эффект положительно коррелировал с руминацией [29]. В исследовании J.P. Hamilton et al. была обнаружена положительная корреляция выраженности руминаций с преобладанием ДСМ над СВ у пациентов с депрессией [10].

Согласно данным литературы [14, 15], склонность к подавлению нежелательных мыслей усиливает выраженность руминаций. Также, можно предположить, что личностные предпочтения в применении стратегии Подавления эмоциональной экспрессии могут способствовать появлению связанных с эмоциональными переживаниями негативных мыслей. Возможно, что шкалы Подавление экспрессии, Руминации и Подавление мыслей будут положительно коррелировать между собой.

Следует допустить, что у людей, предпочитающих не адаптивные стили регуляции (высокие баллы по шкалам Подавление экспрессии, Руминации и Подавление мыслей), будет выражено доминирование ДСМ над СВ. Тогда как СВ, играющие важную роль в эмоциональной регуляции, будут преобладать над ДСМ у индивидов, предпочитающих адаптивную и более эффективную стратегию Когнитивной переоценки эмоций. Таким образом, задачами исследования стала проверка двух гипотез:

1) Выраженность Подавления эмоциональной экспрессии, Руминаций и Подавления мыслей будет связана с преобладанием ДСМ над СВ.

2) Выраженность Когнитивной переоценки эмоций будет связана с преобладанием СВ над ДСМ.

МЕТОДИКА

Перед исследованием участники заполняли анкету, в которой они отмечали, имеются ли у них психические и физические недостатки или нарушения здоровья, оценивали свое текущее самочувствие, а также отвечали на вопросы об упо-

треблении психоактивных веществ, женщины отвечали на вопросы о фазе менструального цикла и о применении гормональных контрацептивов. В исследовании принимал участие 51 доброволец (29 женщин) в возрасте от 18 до 51 г. (среднее значение возраста — 28.8, стандартное отклонение — 11.2). Участники исследования были правшами с нормальным, или скорректированным до нормы зрением, они были здоровые и не употребляли психоактивных веществ.

После ЭЭГ-регистрации участники исследования заполняли опросник эмоциональной регуляции Дж. Гросса (*J. Gross*), позволяющий оценить личностные предпочтения в применении стратегий Когнитивной переоценки эмоций и Подавления эмоциональной экспрессии [7, 8]. Также участники исследования заполняли опросник на выраженность руминаций [30] и Подавление мыслей (*White Bear Suppression Inventory*) [15].

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. Индивидуальную позицию каждого электрода определяли с помощью дигитайзера *FASTRACK* (*Polhemus*, США). Регистрацию ЭЭГ-покоя проводили в течение 12 мин (6 мин с закрытыми и 6 мин с открытыми глазами).

Анализ ЭЭГ-данных. Компоненты, содержащие артефакты, были удалены из записи ЭЭГ, используя метод независимых компонент в пакете *EEGLAB*. Для выявления сетей покоя по ЭЭГ-данным использовали методы, отработанные нами ранее [31–33]. После фильтрации ЭЭГ-данных в пяти стандартных частотных диапазонах проводили локализацию источников методом пространственной фильтрации (*beamformer*). Следующим этапом являлась коррекция “утечки сигнала”, возникающая вследствие плохого пространственного разрешения метода локализации источников. Для этого применяли метод ортогонализации [34]. После ортогонализации применяли трансформацию Гилберта и рассчитывали огибающую сигнала (*envelope*), которая после снижения частоты оцифровки до 1 с использовалась для построения карт коннективности [35]. Для построения карт коннективности использовали метод “семени”.

В качестве областей интереса использовали точки, расположенные в центрах ДСМ и СВ. Для ДСМ в качестве “семени” были выбраны медиальная префронтальная кора (–1, 49, –2), задняя часть поясной извилины (–5, –53, 41) и левая (–45, –71, 35) и правая (45, –71, 35) париетальная кора [17]. Для СВ, а именно: для центральной ис-

полнительной сети (*central executive network*) в качестве “семени” были использованы левая (–36, 27, 29) и правая (36, 27, 29) дорсолатеральная кора, для сети мотивационной значимости (*salience network*) — левая (–32, 24, –6) и правая (37, 25, –4) островковая кора [36]. Координаты точек были взяты из опубликованных ранее фМРТ-исследований [17, 36]. Для каждой области интереса данные усредняли в пределах сферы диаметром 10 мм и центром в соответствующей точке, и рассчитывали корреляции Пирсона между временным ходом активности в области интереса и во всех остальных вокселях. Карты коннективности рассчитывали для каждого испытуемого и использовали в статистическом анализе второго уровня в пакете *SPM-12*. Согласно результатам предыдущих исследований [31–33] эффекты депрессии и руминации на коннективность сетей покоя были выявлены в δ -диапазоне, в данной работе мы использовали показатели коннективности только δ -диапазона.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Когнитивная переоценка эмоций ($mean = 4.3$, $SD = 1$), Подавление экспрессии ($mean = 3.3$, $SD = 1.2$) и Руминации ($mean = 2.1$, $SD = 0.7$) не коррелировали между собой. Шкала Подавление мыслей ($mean = 3.4$, $SD = 0.8$) коррелировала только со шкалой Руминации (коэффициент корреляции по Спирмену (ρ) = 0.58, $p < 0.001$, $\rho^2 = 0.336$, $n = 51$). Когнитивная переоценка эмоций положительно коррелировала с уровнем положительных эмоций (коэффициент корреляции по Спирмену (ρ) = 0.28, $p = 0.047$, $\rho^2 = 0.078$, $n = 51$) и отрицательно коррелировала с уровнем возбуждения (коэффициент корреляции по Спирмену (ρ) = –0.33, $p = 0.018$, $\rho^2 = 0.109$, $n = 51$) во время регистрации ЭЭГ по данным самоотчетов. Остальные корреляции были недостоверны.

Для анализа влияния выраженности Когнитивной переоценки эмоций, Подавления эмоциональной экспрессии и Руминации на баланс коннективности ДСМ и СВ был использован многофакторный дизайн в пакете *SPM-12*. Чтобы выявить эффект психометрических переменных на соотношение коннективности ДСМ и СВ проводилась их регрессия на контраст ДСМ > СВ, или ДСМ < СВ. Использовалась общая линейная модель регрессии (*General Linear Model*), реализованная в пакете *SPM-12*. Контраст ДСМ > СВ выявляет эффекты доминирования ДСМ над СВ, а контраст ДСМ < СВ выявляет эффекты доминирования СВ над ДСМ. Контроль ложноположительных эффектов проводился путем двойного порога достоверности — на уровне вокселя ($p < 0.01$) и на уровне кластера (размер кластера > 100 вокселей).

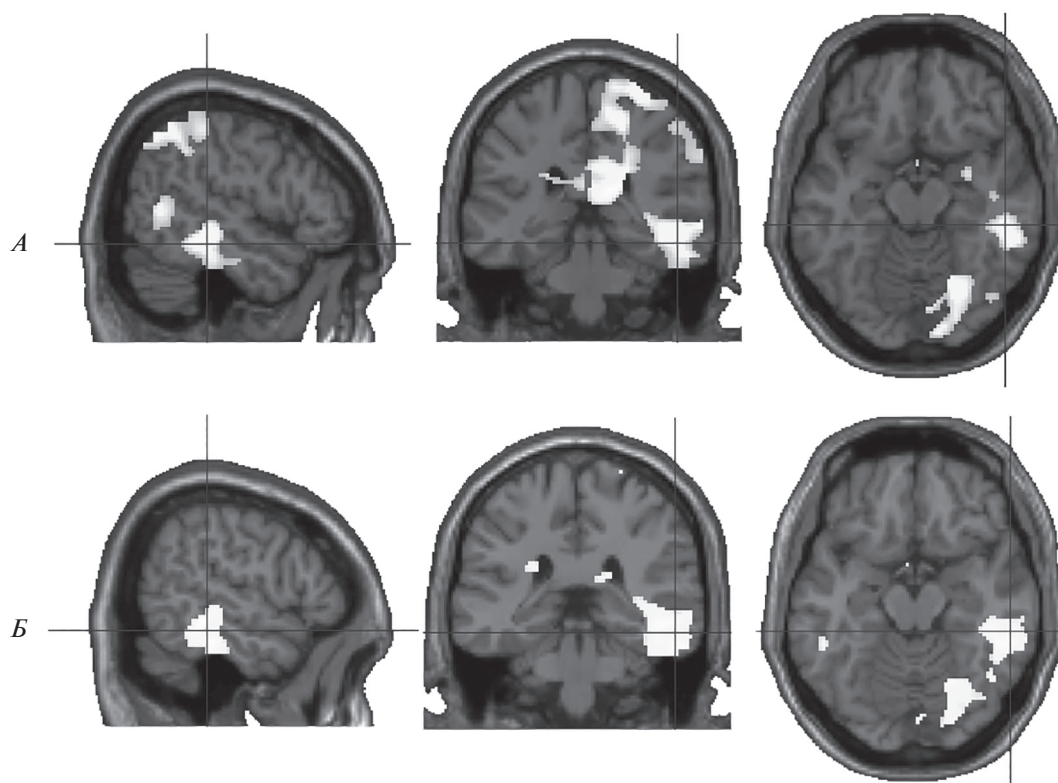


Рис. 1. Регрессия оценок подавления мыслей (А) и руминации (Б) на контраст ДСМ > СВ в δ -диапазоне. ДСМ – дефолт система мозга, СВ – сети регуляции внимания.

Регрессия оценок Подавление мыслей на контраст ДСМ > СВ выявила достоверный эффект в правой височной области [$x = 17, y = -28, z = 17, k = 389, T(1, 406) = 3.32, p < 0.001$] (рис. 1, А). Регрессия оценок шкалы Руминации на контраст ДСМ > СВ также выявила достоверный эффект в правой височной области [$x = 45, y = -28, z = -11, k = 109, T(1, 406) = 2.63, p = 0.004$] (рис. 1, Б). Регрессия значений по шкале Когнитивная переоценка эмоций на контраст ДСМ < СВ выявила достоверный кластер в левой дорсолатеральной префронтальной коре [$x = -37, y = 20, z = 37, k = 1061, T(1, 406) = 4.82, p < 0.001$] (рис. 2).

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Уровень руминаций сильно коррелировал с выраженностью шкалы подавления мыслей, что подтверждает предположение, высказанное ранее, и согласуется с литературными данными об увеличении уровня руминаций у индивидов, предпочитающих использовать стратегию Подавления нежелательных мыслей [14, 15]. Сходный паттерн доминирования ДСМ над СВ был выявлен для выраженности предпочтения стратегии Подавления мыслей и для высокого уровня руми-

наций. Известно, что наличие руминаций является фактором риска развития депрессии [10]. В предыдущем исследовании нами было выявлено, что у здоровых испытуемых уровень депрессивной симптоматики и уровень руминаций были положительно связаны с доминированием ДСМ над СВ в правой височной доле, включая не только корковые области височной доли, но и более глубоко расположенные участки серого вещества, в том числе, миндалину [31]. В данном исследовании предпочтения в использовании Подавления мыслей и уровень руминаций также были связаны с доминированием ДСМ над СВ в правой височной доле. Доминирование ДСМ над СВ часто интерпретируют как увеличение внутреннего сфокусированного внимания с одновременным уменьшением внешне ориентированного внимания [10, 16]. Согласно *R.L. Buckner, J.R. Andrews-Hanna* и *D.L. Schacter* височная кора предоставляет информацию из предшествующего опыта в форме воспоминаний и ассоциаций, которые являются строительными блоками для ментального моделирования [18]. Можно предположить, что доминирование дефолтной сети в структурах мозга, связанных с эмоциональными и мыслительными процессами у людей, предпочитающих

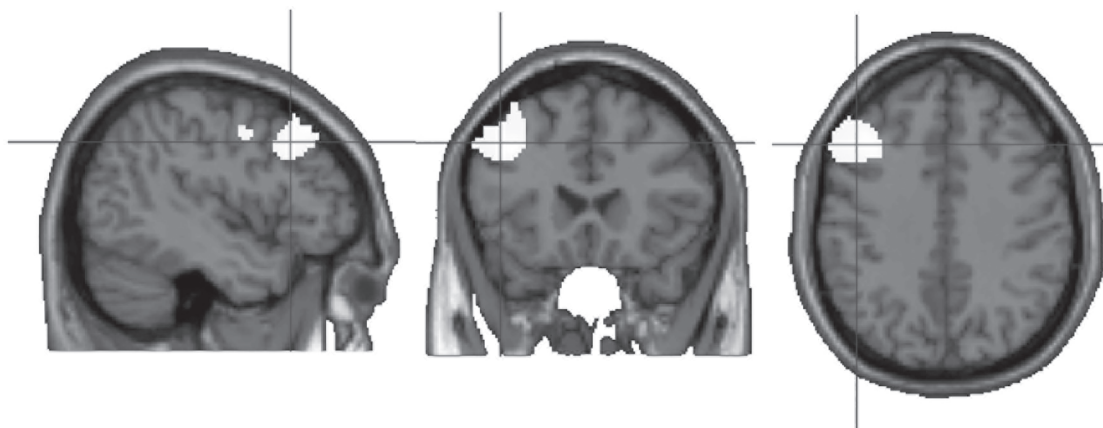


Рис. 2. Регрессия значений по шкале Когнитивная переоценка на контраст ДСМ < СВ в δ -диапазоне. Обозначения см. рис. 1.

стратегию Подавления мыслей, и у людей с высоким уровнем руминации могут быть связаны с процессами эмоциональной интроспекции [9]. Наше предположение о том, что предрасположенность в применении неадаптивной стратегии Подавления эмоциональной экспрессии будет сочетаться с высоким уровнем руминаций, не подтвердилась. Также можно предположить, что отсутствие эффекта доминирования ДСМ над СВ для шкалы Подавления эмоциональной экспрессии, может быть связано с отсутствием положительной связи выраженности предпочтения в использовании Подавления эмоциональной экспрессии и уровня руминаций.

В исследовании было показано, что только предпочтение в использовании стратегии Когнитивной переоценки было связано со сниженным уровнем возбуждения (*arousal*) и высоким уровнем положительных эмоций по данным самоотчетов во время записи ЭЭГ. Это согласуется с исследованием *J.B. Nezlek* и *P. Kuppens*, в котором было выявлено, что в повседневной жизни использование стратегии Когнитивной переоценки для регуляции положительных эмоций, усиливало их [37]. Также, в исследованиях было показано, что использование стратегии Когнитивной переоценки эмоций при подавлении негативной информации было более эффективным по сравнению со стратегией Подавления эмоциональной экспрессии [38]. Вторая гипотеза, предложенная нами ранее, касающаяся адаптивной стратегии Когнитивной переоценки, подтвердилась. Так, предпочтение в применении адаптивной стратегии Когнитивной переоценки, было связано с доминированием СВ внимания над ДСМ и этот эффект был выражен в левой латеральной префронтальной области. В исследованиях была показана связь нарушений регуляции эмоций при депрес-

сии с гипоактивацией дорсолатеральной префронтальной коры [39, 40]. Согласно обзору фМРТ-исследований *A. Zilverstand*, *M.A. Parvaz* и *R.Z. Goldstein*, у клинических пациентов с расстройствами, характеризующимися нарушениями эмоциональной регуляции, по сравнению со здоровыми испытуемыми, наблюдалось снижение активности вентролатеральной и дорсолатеральной префронтальной коры во время когнитивной переоценки негативных эмоций [41]. В исследованиях было показано, что транскраниальная стимуляция левой дорсолатеральной префронтальной коры приводила к снижению депрессивной симптоматики [42, 43] и увеличению коннективности дорсолатеральной префронтальной коры с миндалиной и передней цингулярной корой [43]. Есть данные, показывающие, что префронтальная кора оказывает тормозное влияние на миндалину и предполагается, что ключевую роль в эмоциональной регуляции играет дорсолатеральная префронтальная кора [44, 45]. Также согласно исследованию *D. Badre* и *A.D. Wagner* левая дорсолатеральная префронтальная кора участвует в когнитивном контроле процессов памяти [46]. Можно предположить, что у людей, предпочитающих более эффективную адаптивную стратегию Когнитивной переоценки, доминирование СВ в левой дорсолатеральной коре, вероятно, связано с более эффективным контролем мыслей и эмоций, что приводило к более высокому уровню положительных эмоций. Предположение об уровне положительных эмоций согласуется с выявленной положительной корреляцией выраженности использования стратегии Когнитивной переоценки с уровнем положительных эмоций во время записи ЭЭГ, а также с данными исследований асимметрии, выявивших связи фронтальных областей левого полушария и положительных эмоций [47].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Выраженность предпочтения неадаптивных стилей регуляции (подавление мыслей и руминация) коррелировала с доминированием ДСМ над СВ в правой височной коре, что, возможно, связано с процессами эмоциональной интроспекции. Тогда как выраженность предпочтения более эффективной адаптивной стратегии когнитивной переоценки коррелировала с доминированием СВ над ДСМ в левой дорсолатеральной префронтальной коре, что, вероятно, связано с более эффективным контролем негативных мыслей и эмоций и более высоким уровнем положительных эмоций.

Этические нормы. Все исследования проведены в соответствии с принципами биомедицинской этики, сформированными в Хельсинкской декларации 1964 г. и ее последующих обновлениях, и одобрены локальным биоэтическим комитетом Научно-исследовательского института нейронаук и медицины (Новосибирск).

Информированное согласие. Каждый участник исследования представил добровольное письменное согласие, подписанное им после разъяснения ему потенциальных рисков и преимуществ, а также характера предстоящего исследования.

Финансирование работы. Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (проект № 20-013-00404, проведение исследования; проект № 18-29-13027, подготовка статьи) и за счет средств федерального бюджета на проведение фундаментальных научных исследований (№ темы АААА-А21-121011990039-2, разработка методов анализа данных).

Благодарности. Авторы выражают благодарность Н.В. Дмитриенко за помощь в сборе данных для исследования.

Конфликт интересов. Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией данной статьи.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Aldoa A., Nolen-Hoeksema S., Schweizere S.* Emotion-regulation strategies across psychopathology: A meta-analytic review // *Clin. Psychol. Rev.* 2010. V. 30. № 2. P. 217.
2. *Gross J.J.* Emotion regulation: Affective, cognitive, and social consequences // *Psychophysiology*. 2002. V. 39. № 3. P. 281.
3. *Gross J.J.* The emerging field of emotion regulation: An integrative review // *Rev. Gen. Psychol.* 1998. V. 2. № 3. P. 271.
4. *Ray R.D., McRae K., Ochsner K.N., Gross J.J.* Cognitive reappraisal of negative affect: converging evidence from EMG and self-report // *Emotion*. 2010. V. 10. № 4. P. 587.
5. *Shiota M.N., Levenson R.W.* Turn down the volume or change the channel? Emotional effects of detached versus positive reappraisal // *Personal. Soc. Psychol.* 2012. V. 103. № 3. P. 416.
6. *Boehme S., Biehl S.C., Muhlberger A.* Effects of differential strategies of emotion regulation // *Brain Sci.* 2019. V. 9. № 9. P. 225.
7. *Gross J.J., John O.P.* Individual differences in two emotion regulation processes: Implications for affect, relationships, and well-being // *J. Pers. Soc. Psychol.* 2003. V. 85. № 2. P. 348.
8. *Панкратова А.А., Корниенко Д.С.* Русскоязычная адаптация опросника ERQ (Emotion Regulation Questionnaire) Дж. Гросса. Вопросы психологии. 2017. Т. 5. С. 139.
Pankratova A.A., Korniyenko D.S. A Russian adaptation of the Emotion Regulation Questionnaire (J. Gross). *Voprosy Psikhologii*. 2017. V. 5. P. 139.
9. *Nolen-Hoeksema S., Wisco B.E., Lyubomirsky S.* Rethinking rumination // *Perspect. Psychol. Sci.* 2008. V. 3. № 5. P. 400.
10. *Hamilton J.P., Furman D.J., Chang C. et al.* Default-mode and task-positive network activity in major depressive disorder: implications for adaptive and maladaptive rumination // *Biol. Psychiatry*. 2011. V. 70. № 4. P. 327.
11. *Olatunji B.O., Naragon-Gainey K., Wolitzky-Taylor K.B.* Specificity of rumination in anxiety and depression: A multimodal meta-analysis // *Clin. Psychol.: Sci. Pract.* 2013. V. 20. № 3. P. 225.
12. *Nolen-Hoeksema S.* Ruminative coping with depression / Motivation and self-regulation across the life span // Eds. Heckhausen J., Dweck C.S. Cambridge University Press, 1998. 237 p.
13. *Aldao A., Nolen-Hoeksema S.* Specificity of cognitive emotion regulation strategies: A transdiagnostic examination // *Behav. Res. Ther.* 2010. V. 48. № 10. P. 974.
14. *Rassin E.* The White Bear Suppression Inventory (WBSI) focuses on failing suppression attempts // *Eur. J. Pers.* 2003. V. 17. № 4. P. 285.
15. *Wegner D.M., Zanakos S.* Chronic thought suppression // *J. Pers.* 1994. V. 62. № 4. P. 615.
16. *Bressler S.L., Menon V.* Large-scale brain networks in cognition: emerging methods and principles // *Trends Cogn. Sci.* 2010. V. 14. № 6. P. 277.
17. *Raichle M.E., MacLeod A.M., Snyder A.Z. et al.* A default mode of brain function // *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*. 2001. V. 98. № 2. P. 676.
18. *Buckner R.L., Andrews-Hanna J.R., Schacter D.L.* The brain's default network: anatomy, function, and relevance to disease // *Ann. N.Y. Acad. Sci.* 2008. V. 1124. P. 1.
19. *Mason M.F., Norton M.I., Van Horn J.D. et al.* Wandering minds: the default network and stimulus-independent thought // *Science*. 2007. V. 315. № 5810. P. 393.
20. *Raichle M.E.* The brain's default mode network // *Annu. Rev. Neurosci.* 2015. V. 38. P. 433.

21. *Rilling J.K., King-Casas B., Sanfey A.G.* The neurobiology of social decision-making // *Curr. Opin. Neurobiol.* 2008. V. 18. № 2. P. 159.
22. *Harrison B.J., Pujol J., Ortiz H. et al.* Modulation of brain resting-state networks by sad mood induction // *PLoS ONE*. 2008. V. 3. № 3. P. 1.
23. *Dailey N.S., Smith R., Raikes A. et al.* Reduced functional connectivity in the executive control network following mild traumatic brain injury: Implications for emotional regulation // *Biol. Psychiat.* 2018. V. 83. № 9. P. 162.
24. *Pan J., Zhan L., Hu C. et al.* Emotion regulation and complex brain networks: association between expressive suppression and efficiency in the fronto-parietal network and default-mode network // *Front. Hum. Neurosci.* 2018. V. 12. P. 70.
25. *Smitha K.A., Akhil Raja K., Arun K.M. et al.* Resting state fMRI: A review on methods in resting state connectivity analysis and resting state networks // *Neuroradiol. J.* 2017. V. 30. № 4. P. 305.
26. *Erk S., Mikschl A., Stier S. et al.* Acute and sustained effects of cognitive emotion regulation in major depression // *J. Neurosci.* 2010. V. 30. № 47. P. 15726.
27. *Johnstone T., van Reekum C.M., Urry H.L. et al.* Failure to regulate: counterproductive recruitment of top-down prefrontal-subcortical circuitry in major depression // *J. Neurosci.* 2007. V. 27. № 33. P. 8877.
28. *Sheline Y.I., Barch D.M., Price J.L. et al.* The default mode network and self-referential processes in depression // *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*. 2009. V. 106. № 6. P. 1942.
29. *Johnson M.K., Nolen-Hoeksema S., Mitchell K.J., Levin Y.* Medial cortex activity, self-reflection and depression // *Soc. Cogn. Affect. Neurosci.* 2009. V. 4. № 4. P. 313.
30. *Treynor W., Gonzalez R., Nolen-Hoeksema S.* Rumination reconsidered: A psychometric analysis // *Cognit. Ther. Res.* 2003. V. 27. № 3. P. 247.
31. *Бочаров А.В., Князев Г.Г., Савостьянов А.Н. и др.* Связь депрессии, тревожности и руминации с показателями коннективности осцилляторных сетей покоя // *Физиология человека*. 2021. Т. 47. № 2. С. 16.
32. *Bocharov A.V., Knyazev G.G., Savostyanov A.N. et al.* Relationship of depression, anxiety and rumination scores with EEG connectivity of resting state networks // *Human Physiology*. 2021. V. 47. № 2. P. 123.
33. *Knyazev G.G., Savostyanov A.N., Bocharov A.V. et al.* Task-positive and task-negative networks and their relation to depression: EEG beamformer analysis // *Behav. Brain Res.* 2016. V. 306. P. 160.
34. *Knyazev G.G., Savostyanov A.N., Bocharov A.V. et al.* Task-positive and task-negative networks in major depressive disorder: A combined fMRI and EEG study // *J. Affect. Dis.* 2018. V. 235. P. 211.
35. *Brookes M.J., Woolric M., Luckhoo H. et al.* Investigating the electrophysiological basis of resting state networks using magnetoencephalography // *PNAS*. 2011. V. 108. № 40. P. 16783.
36. *Seeley W.W., Menon V., Schatzberg A.F. et al.* Dissociable intrinsic connectivity networks for salience processing and executive control // *J. Neurosci.* 2007. V. 27. № 9. P. 2349.
37. *Nezlek J.B., Kuppens P.* Regulating positive and negative emotions in daily life // *J. Pers.* 2008. V. 76. № 3. P. 561.
38. *Hofmann S.G., Heering S., Sawyer A.T., Asnaani A.* How to handle anxiety: The effects of reappraisal, acceptance, and suppression strategies on anxious arousal // *Behav. Res. Ther.* 2009. V. 47. № 5. P. 389.
39. *Kaiser R.H., Andrews-Hanna J.R., Wager T.D., Pizzagalli D.A.* Large-scale network dysfunction in major depressive disorder: a meta-analysis of resting-state functional connectivity // *JAMA Psychiatry*. 2015. V. 72. № 6. P. 603.
40. *Rive M.M., van Rooijen G., Veltman D.J. et al.* Neural correlates of dysfunctional emotion regulation in major depressive disorder. A systematic review of neuroimaging studies // *Neurosci. Biobehav. Rev.* 2013. V. 37. № 10. Pt 2. P. 2529.
41. *Zilverstand A., Parvaz M.A., Goldstein R.Z.* Neuroimaging cognitive reappraisal in clinical populations to define neural targets for enhancing emotion regulation. A systematic review // *Neuroimage*. 2017. V. 151. P. 105.
42. *Изнак Е.В., Изнак А.Ф., Олейчик И.В.* Количественная ЭЭГ в прогнозе эффективности комбинированной антидепрессивной терапии, включающей транскраниальную магнитную стимуляцию // *Физиология человека*. 2020. Т. 46. № 6. С. 43.
43. *Iznak E.V., Iznak A.F., Oleichik I.V.* Quantitative EEG in Prediction of Efficiency of Combined Antidepressive Treatment Using Transcranial Magnetic Stimulation // *Human Physiology*. 2020. V. 46. № 6. P. 621.
44. *Pathak Y., Salami O., Baillet S. et al.* Longitudinal changes in depressive circuitry in response to neuro-modulation therapy // *Front. Neural Circuits*. 2016. V. 10. P. 1.
45. *Silvers J.A., Shu J., Hubbard A.D. et al.* Concurrent and lasting effects of emotion regulation on amygdala response in adolescence and young adulthood // *Dev. Sci.* 2016. V. 18. № 5. P. 771.
46. *Wincoff A., LaBar K.S., Madden D.J. et al.* Cognitive and neural contributors to emotion regulation in aging // *Soc. Cogn. Affect. Neurosci.* 2011. V. 6. № 2. P. 165.
47. *Badre D., Wagner A.D.* Left ventrolateral prefrontal cortex and the cognitive control of memory // *Neuropsychologia*. 2007. V. 45. № 13. P. 2883.
48. *Demaree H.A., Everhart D.E., Youngstrom E.A., Harrison D.W.* Brain lateralization of emotional processing: historical roots and a future incorporating "dominance" // *Behav. Cogn. Neurosci. Rev.* 2005. V. 4. № 1. P. 3.

The Association of Personal Style of Emotional Regulation and Balance of Oscillatory Resting State Networks

A. V. Bocharov^{a, b, *}, A. N. Savostyanov^{a, b}, S. S. Tamozhnikov^a, E. A. Proshina^a, G. G. Knyazev^a

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

^b*Novosibirsk State University, Novosibirsk, Russia*

^{*}*E-mail: bocharov@physiol.ru*

The aim was to study the effect of adaptive (cognitive reappraisal) and non-adaptive (expressive suppression, suppression, and rumination) styles of emotion regulation on the balance of connectivity of resting state networks. 51 healthy volunteers (29 women) at the age from 18 to 51 years took part in EEG recordings at rest and filled in the Emotional Regulation Questionnaire (J. Gross), White Bear Suppression Inventory and Ruminative Responses Scale. The connectivity measures of resting state networks were calculated in EEG data. Networks were identified using the “seed” method. The effects of different styles of emotional regulation on the balance of connectivity of networks were analyzed by regression method. Non-adaptive styles of emotional regulation (suppression and rumination) correlated with the dominance of the default mode network in the right temporal cortex, that could reflect the processes of emotional introspection. The adaptive strategy cognitive reappraisal of emotions correlated with the dominance of attention networks in the left dorsolateral prefrontal cortex, such result may be associated with more effective control of negative thoughts and a higher level of positive emotions.

Keywords: EEG, default mode network, attention networks, cognitive reappraisal, expressive suppression, suppression, rumination.