

УДК 612.821

ВЗАИМОСВЯЗЬ МЕЖДУ ЛИЧНОСТНЫМИ ЭМПАТИЙНЫМИ ХАРАКТЕРИСТИКАМИ И РЕАКТИВНОСТЬЮ СЕНСОМОТОРНОГО РИТМА ПРИ НАБЛЮДЕНИИ ЗА БИОЛОГИЧЕСКИМ ДВИЖЕНИЕМ

Махин С.А., Орехова Л.С., Макаричева А.А., Павленко В.Б.

*Таврический национальный университет им. В.И. Вернадского, Симферополь, Украина
E-mail: smakhin@inbox.ru*

В статье представлено пилотажное исследование взаимосвязи между личностными эмпатийными характеристиками и реактивностью сенсомоторного ритма при наблюдении за движением в контексте концептуальных представлений о функциональной роли системы «зеркальных нейронов». Продемонстрирована статистически значимая корреляция между индивидуальным уровнем развития «рационального канала эмпатии» (опросник эмпатии В.В. Бойко) и степенью десинхронизации ЭЭГ в правом центральном отведении в альфа- и бета1-диапазонах, а также между интегральным баллом эмпатии (опросник эмпатии И.М. Юсупов) и величиной падения мощности ЭЭГ в правом полушарии в бета1-диапазоне.

Ключевые слова: эмпатия, электроэнцефалограмма, сенсомоторный ритм, мю-ритм, роландический бета-ритм, система «зеркальных нейронов».

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время в научной среде стала широко обсуждаться точка зрения о том, что система «зеркальных нейронов» (СЗН) может быть связана не только с низкоуровневым сенсомоторным уровнем восприятия других биологических агентов, но и с рядом вышележащих социально обусловленных способностей, обеспечивающих эффективность социального взаимодействия между отдельными людьми [1]. Одной из них является способность человека к эмпатии, которая определяется как способность понимать и отвечать на эмоциональные переживания другого человека. На эмпирическом уровне описания этот психологический конструкт можно обозначить как индивидуально переживаемое ощущение схожести между своими собственными чувствами и чувствами другого человека. На поведенческом уровне эмпатию можно определить как взаимодействие между двумя людьми, где один из них разделяет и переживает чувства другого.

В качестве одного из нейрофизиологических коррелятов активности СЗН стали использовать явление реактивности сенсомоторного ритма (мю-ритм, роландический альфа-ритм) ЭЭГ при наблюдении за биологическим движением, т.е. движением субъекта, а не объекта действия [2]. Известно, что в состоянии функционального покоя нейроны сенсомоторной коры разряжаются синхронно, что позволяет регистрировать высокоамплитудные ЭЭГ-волны в альфа-диапазоне (8-13 Гц) на поверхности кожи

головы в центральных отведениях. Мю-ритм по частотным характеристикам схож с классическим альфа-ритмом, но с наибольшей амплитудой регистрируется в области моторной и соматосенсорной коры в регионах, соответствующих расположению электродов С3 и С4. [3]. Иногда локальные максимумы амплитуд мю-ритма смещены ближе к теменным областям.

С активацией СЗН также связывают десинхронизацию ЭЭГ в центральных отведениях в полосе бета-частот. Роландические бета-ритмы могут быть зафиксированы как спонтанная активность в сенсомоторных зонах (С3, Сz, С4) и имеют частоту около 20 Гц. При этом их нельзя рассматривать как субгармонику колебаний мю-ритма, т.к. они имеют различные источники генерации: если для мю-ритма это постцентрально расположенная соматосенсорная кора, то роландический бета-ритм генерируется прецентральной моторной корой [4]

В критическом обзоре о взаимосвязи между эмпатией и СЗН Бейрд и соавт. [5] заключили, что функционирование отдельных компонентов индивидуальной способности к эмпатии может обеспечиваться работой отличных нейронных сетей, связанных с СЗН в различной степени. Способность к эмпатии у отдельного индивида имеет сложную структуру, включающую отличные содержательно и структурно компоненты, а также может варьировать в зависимости от предметной направленности. Поэтому неудивительно, что в зависимости от психологических инструментов, применявшихся для диагностики индивидуальных эмпатийных характеристик, а также использованных экспериментальных парадигм исследователи получали если и не противоречащие, то слабо коррелирующие между собой результаты.

В связи с вышесказанным было принято решение провести собственное исследование взаимосвязи между личностными эмпатийными характеристиками и реактивностью мю-ритма с учетом содержательных и структурных особенностей эмпатии, с одной стороны, а также альфа-подобного и высокочастотного (бета1) компонентов сенсомоторного ритма, с другой.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В серии экспериментов с использованием анализа ЭЭГ было обследовано 15 здоровых взрослых испытуемых возрастом от 18 до 25 лет. ЭЭГ регистрировалась на 24-канальном энцефалографе «Нейрон-Спектр» в диапазоне частот от 1 до 30 Гц. Для записи и анализа ЭЭГ использовалась компьютерная программа «EEG Mapping 3». Ввод сигналов в компьютер осуществлялся с частотой квантования 200 Гц по каждому из каналов. Для регистрации ЭЭГ применяли 19 монополярных отведений (в качестве референтного использовались объединенные электроды на мочках ушей), расположенных в соответствии с международной схемой 10-20.

Для измерения личностной эмпатии использовались два психологических опросника, один из которых рассматривает эмпатию в структурном контексте («Диагностика уровня эмпатических способностей», автор В.В. Бойко) [6], а второй – в содержательном («Диагностика уровня поликоммуникативной эмпатии», автор И.М. Юсупов) [7].

Методика В.В. Бойко включает в себя шесть шкал, соответствующих отдельным структурным компонентам («каналам») эмпатии:

1) рациональный канал эмпатии характеризует направленность внимания, восприятия и мышления человека на понимание сущности любого другого человека, на его состояние, проблемы и поведение;

2) эмоциональный канал эмпатии фиксируется способность эмпатирующего входить в эмоциональный резонанс с окружающими - сопереживать, соучаствовать;

3) интуитивный канал эмпатии позволяет человеку предвидеть поведение партнеров, действовать в условиях дефицита исходной информации о них, опираясь на опыт, не находящийся в данный момент в сфере сознания;

4) установки, способствующие или препятствующие эмпатии (эффективность эмпатии снижается, если человек старается избегать личных контактов, считает неуместным проявлять любопытство к другой личности, убедил себя спокойно относиться к переживаниям и проблемам окружающих);

5) проникающая способность в эмпатии расценивается как важное коммуникативное свойство человека, позволяющее создавать атмосферу открытости и доверительности;

6) идентификация как умение понять другого на основе сопереживаний, постановки себя на место партнера; в основе идентификации легкость, подвижность и гибкость эмоций, способность к подражанию.

Опросник И.М. Юсупова позволяет диагностировать выраженность эмпатийного отношения в зависимости от его предметной направленности и содержит шесть диагностических шкал, выражающих отношение к родителям, животным, старикам, детям, героям художественных произведений, знакомым и незнакомым людям.

В контексте нашего исследования анализировалась динамика изменения амплитуда ЭЭГ в диапазоне альфа- (8-13 Гц) и бета1-ритмов (13-20 Гц) в отведениях С3 и С4 при выполнении испытуемыми последовательно двух задач. Вначале испытуемые наблюдали в течение 30 секунд за видеоизображением компьютерной мыши, неподвижно лежащей на столе. Затем на экране наблюдения появлялась рука экспериментатора, которая захватывала мышшь и совершала круговые движения по часовой стрелке с переменной скоростью в течение следующих 30 секунд. До проведения описанной части эксперимента испытуемый совершал круговые движения мышью самостоятельно (также на протяжении 30 секунд), а непосредственно перед выполнением двух последовательных задач на наблюдение находился в расслабленном состоянии с закрытыми глазами для достижения оптимального психофизиологического состояния.

В качестве примера динамики амплитуды ЭЭГ при переходе от состояния с закрытыми глазами к наблюдению за неподвижной мышью и далее за действиями экспериментатора приведем наиболее характерные результаты ЭЭГ-картирования для одного из испытуемых (рис. 1).

Как видно из представленного рисунка, в состоянии с закрытыми глазами регистрировалась наиболее высокая амплитуда электрической активности в альфа-диапазоне в затылочных и центральных отведениях, в то время как бета-активность фокусировалась главным образом в центральных отведениях, преимущественно в левом полушарии. При переходе к задаче наблюдения за неподвижно лежащей компьютерной мышью происходила закономерная десинхронизация альфа-ритма, но

при этом становилась заметной активность сенсомоторного мю-ритма под центральными электродами С3 и С4 как в альфа-, так и в бета-диапазоне. При наблюдении за круговыми движениями руки экспериментатора полностью десинхронизировалась активность высокочастотного компонента сенсомоторного ритма в бета-диапазоне, в то время как альфа-активность заметно падала в правом полушарии, но росла в левом.

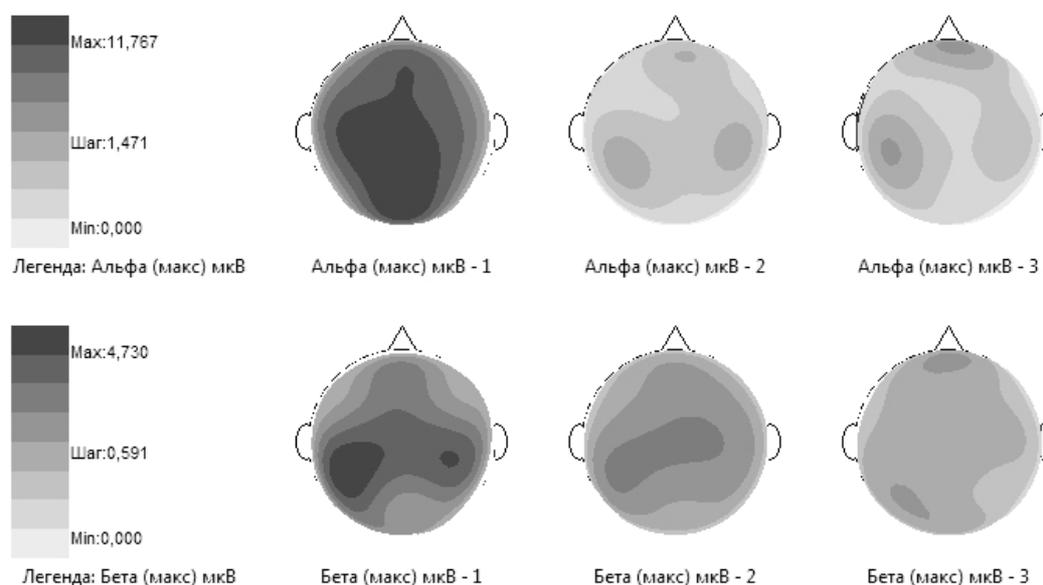


Рис. 1. Динамика усредненной амплитуды альфа- и бета-ритмов испытуемого И.В. в ходе выполнения трех последовательных экспериментальных серий. Первая серия – глаза закрыты; вторая – наблюдение за неподвижной компьютерной мышью; третья – наблюдение за передвижениями мыши, которые выполняет другой человек.

Продемонстрированный паттерн ЭЭГ-активности наглядно показывает сложность нейрональных процессов, которые отражаются в динамике активности сенсомоторного ритма, и указывает на то, что его альфа- и бета-компоненты ведут себя специфично и изменяются не всегда однонаправлено в ходе выполнения человеком использованных экспериментальных задач.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Корреляционный анализ между величиной падения амплитуды мю-ритма в альфа- и бета-диапазоне и оценками испытуемых по шкалам опросников на эмпатию выявил следующие коэффициенты корреляции, представленные в табл. 1.

Более высокие оценки по шкале «рациональный канал эмпатии» из опросника Бойко статистически чаще сочетались с более выраженной реакцией десинхронизации сенсомоторного ритма в альфа- и бета-диапазоне в центральном отведении С4. Что

интересно, подобная корреляция была найдена в том же отведении и для шкалы общей эмпатии из опросника Юсупова, но лишь с высокочастотным компонентом сенсомоторного ритма.

Таблица 1.

Ранговые корреляции Спирмена между величиной падения амплитуды ЭЭГ в отведениях С3 и С4 в альфа- и бета-диапазоне и оценками по шкалам эмпатии из опросников В.В. Бойко и И.М. Юсупова.

	С3 [Альфа]	С4 [Альфа]	С3 [Бета1]	С4 [Бета1]
Опросник В.В. Бойко				
Рациональный канал	-0,24	-0,35*	-0,21	-0,36*
Эмоциональный канал	-0,15	0,02	0,09	-0,03
Интуитивный канал	-0,12	-0,18	-0,13	-0,02
Установки к эмпатии	0,14	0,23	0,26	0,08
Проникающая способность	0,18	0,04	-0,16	-0,21
Идентификация	0,21	0,04	0,05	0,12
Общая эмпатия	-0,06	-0,03	-0,07	0,01
Опросник И.М. Юсупова				
Эмпатия с родителями	0,22	0,24	0,30	-0,16
Эмпатия с животными	-0,02	-0,01	0,19	-0,15
Эмпатия со стариками	-0,28	-0,26	-0,17	0,07
Эмпатия с детьми	0,28	0,10	0,16	-0,19
Эмпатия с героями худож. произведений	-0,01	-0,09	-0,05	-0,08
Эмпатия с незнакомцами	-0,01	-0,03	-0,07	-0,26
Общий балл эмпатии	0,13	-0,02	0,12	-0,34*

Примечание. Отмеченные символом "*" корреляции значимы на уровне $p < 0,05$.

Показательно, что значимые корреляции с активностью ЭЭГ были найдены исключительно для правого полушария. В этом смысле полученные результаты перекликаются с достаточно устоявшимися представлениями об особой роли мозговых структур именно правого полушария при выполнении испытуемыми задач на понимание намерений других людей [8].

Согласно "концепции подражания" [9, 10], реакция десинхронизации мю-ритма в ответ на наблюдение указывает на явление "моторного резонанса", когда человек непроизвольно на уровне телесных ощущений в редуцированной форме склонен повторять наблюдаемые действия других людей. И, следуя логике обнаруженных корреляций, мы можем подтвердить, что склонность индивида к переживанию явления моторного резонанса может действительно служить одной из биологических

предпосылок большей развитости определенных эмпатических характеристик, а именно направленности внимания, восприятия и мышления на понимание сущности другого человека, что переживается как интерес к другим людям.

В некоторой степени на это указывает и корреляция с общим уровнем эмпатии опросника Юсупова. Специфика опросника заключается в изучении отдельных предметных областей, на которые могут быть направлены эмпатические переживания тестируемых. И хотя значимых корреляций с отдельными шкалами найдено не было, общий балл, включающий сумму по каждой из шкал, продемонстрировал статистически достоверную связь с активностью высокочастотного компонента сенсомоторного ритма.

Принимая во внимание относительно небольшое количество испытуемых, следует с осторожностью интерпретировать экспериментальные данные. Однако смысловое единообразие найденных корреляций для двух отличных психодиагностических методик может служить дополнительным подтверждением значимости полученных результатов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Статистический анализ позволил нам обнаружить значимые корреляции между индивидуальным уровнем развития «рационального канала эмпатии» (опросник эмпатии В.В. Бойко) и степенью десинхронизации ЭЭГ в правом центральном отведении в альфа- и бета1-диапазонах, а также между интегральным баллом эмпатии (опросник эмпатии И.М. Юсупов) и величиной падения мощности ЭЭГ в центральном отведении правого полушария в бета1-диапазоне. Полученные данные свидетельствуют в пользу предположения, что отдельные аспекты личностной эмпатии неоднозначно связаны с активностью индивидуальной системы «зеркальных нейронов» (маркером которой является реактивность сенсомоторного ритма), а результаты исследований чувствительны к диагностическим инструментам, которые предназначены для измерения данного психологического конструкта. При этом реактивность сенсомоторного ритма следует рассматривать с учетом как классического альфа-частотного компонента, так и более высокочастотного бета1-компонента.

Список литературы

1. Gallese V. Before and below 'theory of mind': embodied simulation and the neural correlates of social cognition / V. Gallese // *Philos. Trans. R. Soc. Lond. B. Biol. Sci.* – 2007. – Vol. 362(1480). – P. 659–669.
2. Oberman L. M. EEG evidence for mirror neuron dysfunction in autism spectrum disorders / L. M. Oberman, E. M. Hubbard, J. P. McCleery [et al.] // *Cognitive Brain Research.* – 2005. – Vol. 24. – P. 190–198.
3. Niedemeyer E. The normal EEG of the waking adult / E. Niedermeyer, da Silva F. Lopes [eds.] // *Electroencephalography, husk principles, clinical applications and related fields.* – Lippincott Williams & Wilkins, Baltimore MD, 1999. – P. 149–173.
4. Salmelin R., Hari R. Spatiotemporal characteristics of sensorimotor neuromagnetic rhythms to thumb movement / R. Salmelin, R. Hari // *Neuroscience.* – 1994. – Vol. 60, No 2. – P. 537-550.
5. Baird A.D. Mirror neuron system involvement in empathy: a critical look at the evidence / A.D. Baird, I.E. Scheffer, S.J. Wilson // *Social Neuroscience.* – 2011. Vol. 6, No 4. – P. 327-335.

6. Райгородский Д.Я. Практическая психодиагностика. Методики и тесты. Учебное пособие. / Д.Я. Райгородский. – Самара: Бахрах, 1998. – 672 с.
7. Дерманова И.Б. Диагностика эмоционально-нравственного развития / И.Б.Дерманова. – СПб.: Речь, 2002. – 176 с.
8. Saxe R. Reading minds versus following rules: Dissociating theory of mind and executive control in the brain / R. Saxe, L.E. Schulz, Y.V. Jiang // *Social Neuroscience*. – 2006. – Vol.1. – P. 284–298.
9. Goldman A. *Simulating Minds: The Philosophy, Psychology, and the Neuroscience of Mindreading* / A. Goldman. – New York: Oxford University Press, 2006. – 376 p.
10. Decety J. The power of simulation: Imagining one's own and other's behaviour / J. Decety, J. Grezes // *Brain Research*. – 2006. – Vol. 1079. P. 4-14.

Махін С.А. Взаємозв'язок між особистісними емпатійними характеристиками і реактивністю сенсомоторного ритму при спостереженні за біологічним рухом / С.А. Махін, Л.С. Орехова, Г.О. Макаричева, В.Б. Павленко // Вчені записки Таврійського національного університету ім. В.І. Вернадського. Серія „Біологія, хімія”. – 2013. – Т. 26 (65), № 3. – С. 136-143.

У статті представлено пілотажне дослідження взаємозв'язку між особистісними емпатійними характеристиками і реактивністю сенсомоторного ритму при спостереженні за рухом у контексті концептуальних уявлень про функціональну роль системи «дзеркальних нейронів». Продемонстровано статистично значущу кореляцію між індивідуальним рівнем розвитку «раціонального каналу емпатії» (опитувальник емпатії В.В. Бойко) і ступенем десинхронізації ЕЕГ у правому центральному відведенні в альфа- і бета1-діапазонах, а також між інтегральним балом емпатії (опитувальник емпатії І.М. Юсупов) і величиною падіння потужності ЕЕГ у правій півкулі в бета1-діапазоні.

Ключові слова: емпатія, електроенцефалограма, сенсомоторний ритм, мио-ритм, роландічний бетаритм, система «дзеркальних нейронів».

CORRELATION BETWEEN INDIVIDUAL'S EMPATHY PROPERTIES AND SENSORIMOTOR RHYTHM REACTIVITY TO BIOLOGICAL MOVEMENT OBSERVATION

Makhin S.A., Orekhova L.S., Makarisheva A.A., Pavlenko V.B.

*Taurida National V.I. Vernadsky University, Simferopol, Crimea, Ukraine
E-mail: smakhin@inbox.ru*

The article presents the preliminary results of the study aimed at finding the hypothesized interconnection between individual's different empathy properties and reactivity of sensorimotor (mu-) rhythm when observing biological movement. The analysis is done in the context of the concept of mirror neuron system. The phenomenon of my-rhythm desynchronization while watching intentional biological movement has recently been taken as a possible marker of individual's mirror neuron system activity. Hence we have chosen to record it under relevant experimental conditions but decided to analyze not only the traditionally studied alpha activity over sensorimotor cortex, but also the lower beta frequency band (14-20 Hz) which was shown in a few studied to be also sensitive to watching other people move. The empathic properties were diagnosed with the help of two questionnaires. The questionnaire by V. Boyko measures six structural components (channels) of empathy: rational channel, emotional channel, intuitive channel, attitudes favoring empathy, penetration capability, and identification. The questionnaire by I.

Yusupov helps to diagnose individual's level of empathy in regard to parents, animals, elderly, children, literature protagonists, acquaintances and strangers. The analysis of EEG activity was done for central leads C3-C4 in alpha (8-13 Hz) and beta1 (14-20 Hz) frequency bands. The subjects (15 students aged 18-25 years of both sexes) first observed the webcam video of a computer mouse lying still on a table (baseline condition). Then they watched a hand of another person appear and move the mouse in circles. We measured the ratio of EEG amplitude change for alpha and beta1 during observation of another person's hand movements to the baseline condition. Statistical analysis helped us find significant correlations between the subjects' score at empathy rational channel (Boyko's questionnaire) and the strength of EEG desynchronization under right central lead in alpha and beta1 frequency bands, as well as between the integral empathy score (Yusupov's questionnaire) and EEG power decrease only in beta1 band again under right central lead. The results testify to the hypothesis that single components of empathy might be dependant on different neural networks some of which are related to the mirror neuron system while others are not. Besides, in the context of EEG studies of mirror neuron system, it appears seminal to take into account both alpha and lower beta frequency activity over sensorimotor cortex because under some circumstances the Rolandic beta might demonstrate mirror neuron activity while alpha will not.

Key words: empathy, EEG, sensorimotor rhythm, mu-rhythm, Rolandic beta-rhythm, mirror neuron system.

References

1. Gallese V., Before and below 'theory of mind': embodied simulation and the neural correlates of social cognition, *Philos. Trans. R. Soc. Lond. B. Biol. Sci.*, **362**, 659 (2007).
2. Oberman L.M., Hubbard E.M., McCleery J.P. [et al.], EEG evidence for mirror neuron dysfunction in autism spectrum disorders, *Cognitive Brain Research*, **24**, 190 (2005).
3. Niedemeyer E., Lopes da Silva, The normal EEG of the waking adult, *Niedermeyer E., Electroencephalography, husk principles, clinical applications and related fields*, 149, (Lippincott Williams & Wilkins, Baltimore MD, 1999).
4. Salmelin R., Hari R., Spatiotemporal characteristics of sensorimotor neuromagnetic rhythms to thumb movement, *Neuroscience*, **60**, 537 (1994).
5. Baird A.D., Scheffer I.E., Wilson S.J., Mirror neuron system involvement in empathy: a critical look at the evidence, *Social Neuroscience*, **6**, 327 (2011).
6. Raygorodskiy D.Ya. *Prakricheskaya psikhodiagnostika. Metodiki i testy. Uchebnoe posobie* / D.Ya. Raygorodskiy. - Samara: Bakhrakh, 1998. - 672 p.
7. Dermanova I.B. *Diagnostika emotsionalno-nravstvennogo razvitiya* / I.B. Dermanova. - SPb.: Rech, 2002. - 176 p.
8. Saxe R., Schulz L.E., Jiang Y.V., Reading minds versus following rules: Dissociating theory of mind and executive control in the brain, *Social Neuroscience*, **1**, 284 (2006).
9. Goldman A. *Simulating Minds: The Philosophy, Psychology, and the Neuroscience of Mindreading*, 376 p. (New York: Oxford University Press, 2006).
10. Decety J., Grezes J., The power of simulation: Imagining one's own and other's behaviour, *Brain Research*, **1079**, 4 (2006).

Поступила в редакцию 17.08.2013 г.