

**УСПЕХИ СОВРЕМЕННОЙ
НАУКИ**

Том 10, №12, 2016 год

*Горбачева И.Г., кандидат психологических наук,
Цветков А.В., доктор психологических наук,
Центр нейропсихологии «Изюминка»*

ФЕНОТИПИЧЕСКАЯ ПЛАСТИЧНОСТЬ ЭЛЕКТРОЭНЦЕФАЛОГРАФИЧЕСКИХ КОРРЕЛЯТ ВНИМАНИЯ И АДДИКЦИЙ

Аннотация: в концепции нейронной обратной связи (neurofeedback), существует несколько индексов, отражающих различные состояния и процессы. Так, существует индекс внимания, который является отношением мощности тета-ритма к бета-ритму. Именно этот индекс внимания является диагностическим для синдрома дефицита внимания (СДВ). Помимо данного индекса выделяют также и отношение альфа-ритма к тета-ритму, что является отражением посттравматического синдрома и различного рода зависимостей. Данные индексы успешно используют при диагностике и реабилитации СДВ(Г), алкогольной и наркотической зависимости. Однако не всегда реабилитация данных заболеваний находит положительные результаты. В данной статье произведена попытка объяснить такое расхождение в результатах через призму психогенетического подхода.

Ключевые слова: синдром дефицита внимания с гиперактивностью, аддикции, индекс внимания, отношение тета/бета, отношение альфа/тета, генотип-средовая детерминация

Основная идея нейрофидбэк состоит в обучении пациентов с СДВ(Г) понижать мощность тета-активности при одновременном увеличении мощности бета-ритма и, таким образом, достигается необходимое отношение тета/бета [1, 2]. Данная идея основывается на выводах, предполагающих, что дети с СДВ(Г) характеризуются повышенной мощностью тета- и более низкой мощностью бета-ритма [3, 6, 7]. Это было интерпретировано как знак коркового гиповозбуждения и, как следствие, неподготовленного и неэффективного коркового состояния по сравнению со здоровыми индивидуумами [2, 5, 10]. Однако данная интерпретация была подвергнута критике в некоторых исследованиях [8; 13]. Что касается альфа-тренинга, то он направлен как раз на повышение мощности альфа-ритма в теменно-затылочных зонах коры головного мозга. Как было упомянуто выше, данный тренинг используется в нейрофидбэк для реабилитации больных с различными аддикциями [13]. Так, было ранее выявлено, что при алкоголизме [15] чаще всего наблюдается снижение биоэлектрической активности в альфа-ритме, а прием этанола приводит к возрастанию мощности данной активности.

Стоит отметить, что, несмотря на рост популярности нейрофидбэка, как метода лечения, в частности, СДВ(Г) и аддикций, были получены как положительные результаты, доказывающие эффективность данного метода [6, 9], так и сомнительные результаты, указывающие на отсутствие эффективности в лечении данных заболеваний [11; 12] или на успешное влияние только на снижение гиперактивности [4].

В данной работе мы попытаемся объяснить данное противоречие с позиции психогенетических знаний и ответить на вопрос: эффективен или

неэффективен нейрофидбэк в лечении СДВ(Г) и аддикций?

В близнецовом исследовании приняли участие 53 пары близнецов, из них 27 монозиготных пар (МЗ) и 16 однополых дизиготных пар (ДЗ) близнецов, 10 пар разнополых дизиготных близнецов. Возрастной диапазон от 8 до 27 лет. В эксперименте участвовали здоровые обследуемые с нормальным слухом, подписавшие добровольное согласие на участие в исследовании.

Для регистрации психофизиологических показателей использовался сертифицированный электроэнцефалограф «Энцефалан», версия «Элитная-М» 5.4-10-2.0 (13.02.2004) производства МТБ «Медиком» г. Таганрог. Регистрация осуществлялась в изолированном помещении. Запись ЭЭГ проводилась по международному стандарту 10-20% в соответствии со стандартной процедурой с регистрацией фона ЭЭГ, проб с открыванием и закрыванием глаз. Для регистрации электрической активности мозга был использован 21 электрод, применялась монополярная схема с ипсилатеральными ушными референтами. Сопrotивление электродов не превышало 10 кОм. В работе использовался анализ частотных диапазонов, соответствующих ритмам: тета (4-8 Гц), альфа (8-13 Гц), бета1 (13-24 Гц), бета2 (24-35 Гц).

В постреальном режиме были выбраны эпохи ЭЭГ равные 20 сек, которые далее подвергали спектральному анализу.

Коэффициент наследования высчитывался по следующим формулам:

$h^2 = 2(rMZ - rDZ)$; если $rDZ < 0$ или $rMZ > 2rDZ$, h^2 приравнивается к rMZ ; если $rMZ < rDZ$, $h^2 = 0$; если $rMZ < 0$, h^2 не вычисляется.

$$c^2 = rMZ - h^2$$

$$e^2 = 1 - (c^2 + h^2),$$

где h^2 – генетический компонент; c^2 – компонент общей среды; e^2 – компонент индивидуальной среды; rMZ – внутриспарная корреляция у монозигот; rDZ – внутриспарная корреляция у дизигот.

Результаты и обсуждение

В связи с тем, что общее число работ, посвященных изучению генетической обусловленности ЭЭГ, невелико, особенно по сравнению с исследованиями наследуемости интеллекта и других психологических признаков, в целях восполнения недостающих знаний в области наследуемости не только мощности основных ритмов головного мозга, но и, используемых в практической работе с целью лечения и реабилитации некоторых нарушений, индексы отношений ритмов, было проведено данное психогенетическое исследование.

Вначале рассмотрим результаты анализа генотип-средовой детерминации индекса внимания или отношения тета/бета ритмов. В ходе анализа было выявлено, что индекс внимания в некоторых отведениях подвергается достаточно сильному генетическому влиянию. Такое выраженное влияние наследуемости наблюдается в отведениях Fp2 ($h^2=0,59$), F7 ($h^2=0,61$), T4 ($h^2=0,48$), Pz ($h^2=0,47$), T6 ($h^2=0,48$). Также были выявлены и отведения, для которых характерно отсутствие влияния генотипа; к ним относятся: Fp1, F3, F8, C3, O1, Oz. При этом, стоит отметить, что отсутствие генетического компонента межиндивидуальной изменчивости индекса внимания характерно преимущественно для левого полушария фронтальных, центральных и затылочных зон коры головного мозга. Помимо этого, для отведений Fpz ($h^2=0,42$), Cz ($h^2=0,4$), C4 ($h^2=0,21$), T5 ($h^2=0,39$), P3 ($h^2=0,25$), P4 ($h^2=0,43$), O2 ($h^2=0,33$) также было обнаружено влияние генотипа, однако выявленный генетический компонент не достаточно выражен, поэтому можно говорить о том, что межиндивидуальная вариативность отношения тета/бета ритмов имеет высокую генетическую обусловленность преимущественно во фронто-темпоральных зонах коры головного мозга. К тому же, в отведениях, которые используют для проведения нейрофидбэка (Cz и Pz), также наблюдается влияние генотипа на изменчивость индекса внимания. Вероятно, данный факт оказывает влияние на существование как эффективных, так и неэффективных результатов при

реабилитации детей с СДВ(Г), так как на 40%-47% изменчивость индекса внимания детерминирована генотипом, достигая во фронтальной области 60%.

Что касается влияния средовых компонентов, то почти в 60% случаях наблюдается больший вклад общесредовых компонентов и только в 40% случаях наблюдается больший вклад индивидуальных компонент.

Анализ генотип-средовой детерминации вариативности отношения альфа/тета ритмов показал, что для данного показателя влияние генотипа характерно для всех 21 отведений, что говорит о более жестком влиянии наследуемости, где влияние генотипа достигает 80%, на изменчивость отношения альфа/тета ритмов. В таких отведениях, как Fp1 ($h^2=0,37$), C4 ($h^2=0,37$), T4 ($h^2=0,27$), T6 ($h^2=0,33$), O1 ($h^2=0,32$) наблюдается самое слабое влияние генетического компонента на межиндивидуальную изменчивость отношения альфа/тета ритмов. Также стоит отметить и тот факт, что на вариативность показателя отношения альфа/тета ритмов общесредовой компонент практически не оказывает никакого влияния, а снижение или повышение мощности альфа/тета ритмов целиком зависят от генотипа и влияний индивидуальной среды.

Исходя из полученных результатов, можно сделать вывод, что альфа/тета тренировки, используемые для реабилитации зависимостей от алкоголя и наркомании, будут крайне неэффективны, так как изменение мощности альфа/тета ритмов является достаточно жестко генетически детерминированным.

Заключение

Таким образом, в ходе проведенного исследования было доказано, что отсутствие эффективности при лечении детей с СДВГ с помощью тета/бета тренировки в ходе нейрофидбэка, может быть объяснено с позиции достаточно выраженной генетической детерминации изменения мощностей данных ритмов коры головного мозга.

Также было доказано, что на отношение мощностей альфа/тета ритма компонент генетической дисперсии оказывает еще большее влияние, что делает данный показатель неэффективным для реабилитации алко- и наркозависимых.

Литература

1. Arns M., de Ridder S., Strehl U., Breteler M., Coenen A. Efficacy of Neurofeedback Treatment in ADHD: the Effects on Inattention, Impulsivity and Hyperactivity: a Meta-Analysis // Journal of Clinical EEG & Neuroscience. 2009. Vol. 40 (3). P. 180 – 189.
2. Barry R.J., Clarke A.R., Johnstone S.J. A review of electrophysiology in attention-deficit/hyperactivity disorder: I. Qualitative and quantitative electroencephalography // Clin. Neurophysiol. Off. J. Int. Fed. Clin. Neurophysiol. 2003. Vol. 114. P. 171 – 183.

3. Barry R.J., Clarke A.R., Johnstone S.J., McCarthy R., Selikowitz M. Electroencephalogram theta/beta ratio and arousal in attention-deficit/hyperactivity disorder: evidence of independent processes. // *Biol. Psychiatry*. 2009. Vol. 66. P. 398 – 401.
4. Bluschke A., Broschwitz F., S Kohl., Roessner V., Beste Ch. The neuronal mechanisms underlying improvement of impulsivity in ADHD by theta/beta neurofeedback // *Scientific Reports* 6. 2016. Article number: 31178. doi:10.1038/srep31178.
5. Butnik S.M. Neurofeedback in adolescents and adults with attention deficit hyperactivity disorder // *J. Clin. Psychol.* 2005. Vol. 61. P. 621 – 625.
6. Gevensleben H., Kleemeyer M., Rothenberger L.G., Studer P., Flaig-Röhr A., Moll G.H., Rothenberger A., Heinrich H. Neurofeedback in ADHD: Further Pieces of the Puzzle. *Brain Topogr.* 2014. Vol. 27. P. 20 – 32.
7. Hammond D.C. What is Neurofeedback: An Update // *J. Neurother.* 2011. Vol.15. P. 305 – 336.
8. Heinrich H., Busch K., Studer P., Erbe K., Moll G.H., Kratz Ol. EEG spectral analysis of attention in ADHD: implications for neurofeedback training? // *Front. Hum. Neurosci.* 2014. Vol. 8. Article 611. 10 p.
9. Lofthouse N., Arnold L.E., Hersch S., Hurt E., DeBeus R. A review of neurofeedback treatment for pediatric ADHD // *J. Atten. Disord.* 2012. Vol. 16. P. 351 – 372.
10. Mann C.A., Lubar J.F., Zimmerman A.W., Miller C.A., Muenchen R.A. Quantitative analysis of EEG in boys with attention-deficit-hyperactivity disorder: Controlled study with clinical implications // *Pediatr. Neurol.* 1992. Vol. 8. P. 30 – 36.
11. Micoulaud-Franchi J.-A., Geoffroy P.A., Fond G., Lopez R., Bioulac S., Philip P. EEG neurofeedback treatments in children with ADHD: an updated meta-analysis of randomized controlled trials // *Front. Hum. Neurosci.* 2014. Vol. 8. Article 906. 7 p.
12. Perreau-Linck E., Lessard N., Lévesque J., Beauregard M. Effects of Neurofeedback Training on Inhibitory Capacities in ADHD Children: A Single-Blind, Randomized, Placebo-Controlled Study // *J. Neurother.* 2010. Vol.14. P. 229 – 242.
13. Saad J.F., Kohn M.R. Is the Theta/Beta EEG Marker for ADHD Inherently Flawed? // *Journal of Attention Disorders*. 2015. P. 1 – 12. DOI 10.1177/ 1087054715578270
14. Sokhadze T.M., Stewart C.M., Hollifield M. Integrating cognitive neuroscience and cognitive behavioral treatment with neurofeedback therapy in drug addiction comorbid with posttraumatic stress disorder: A conceptual review. *Journal of Neurotherapy*. 2007. Vol. 11 (2). P. 13 – 44.
15. Watson C.G., Herder J., Passini F.T. Alpha biofeedback therapy in alcoholics: An 18-month follow-up. *Journal of Clinical Psychology*. 1978. Vol. 34 (3). P. 765 – 769.

References

1. Arns M., de Ridder S., Strehl U., Breteler M., Coenen A. Efficacy of Neurofeedback Treatment in ADHD: the Effects on Inattention, Impulsivity and Hyperactivity: a Meta-Analysis // *Journal of Clinical EEG & Neuroscience*. 2009. Vol. 40 (3). P. 180 – 189.
2. Barry R.J., Clarke A.R., Johnstone S.J. A review of electrophysiology in attention-deficit/hyperactivity disorder: I. Qualitative and quantitative electroencephalography // *Clin. Neurophysiol. Off. J. Int. Fed. Clin. Neurophysiol.* 2003. Vol. 114. P. 171 – 183.
3. Barry R.J., Clarke A.R., Johnstone S.J., McCarthy R., Selikowitz M. Electroencephalogram theta/beta ratio and arousal in attention-deficit/hyperactivity disorder: evidence of independent processes. // *Biol. Psychiatry*. 2009. Vol. 66. P. 398 – 401.
4. Bluschke A., Broschwitz F., S Kohl., Roessner V., Beste Ch. The neuronal mechanisms underlying improvement of impulsivity in ADHD by theta/beta neurofeedback // *Scientific Reports* 6. 2016. Article number: 31178. doi:10.1038/srep31178.
5. Butnik S.M. Neurofeedback in adolescents and adults with attention deficit hyperactivity disorder // *J. Clin. Psychol.* 2005. Vol. 61. P. 621 – 625.
6. Gevensleben H., Kleemeyer M., Rothenberger L.G., Studer P., Flaig-Röhr A., Moll G.H., Rothenberger A., Heinrich H. Neurofeedback in ADHD: Further Pieces of the Puzzle. *Brain Topogr.* 2014. Vol. 27. P. 20 – 32.
7. Hammond D.C. What is Neurofeedback: An Update // *J. Neurother.* 2011. Vol.15. P. 305 – 336.
8. Heinrich H., Busch K., Studer P., Erbe K., Moll G.H., Kratz Ol. EEG spectral analysis of attention in ADHD: implications for neurofeedback training? // *Front. Hum. Neurosci.* 2014. Vol. 8. Article 611. 10 p.
9. Lofthouse N., Arnold L.E., Hersch S., Hurt E., DeBeus R. A review of neurofeedback treatment for pediatric ADHD // *J. Atten. Disord.* 2012. Vol. 16. P. 351 – 372.

10. Mann C.A., Lubar J.F., Zimmerman A.W., Miller C.A., Muenchen R.A. Quantitative analysis of EEG in boys with attention-deficit-hyperactivity disorder: Controlled study with clinical implications // *Pediatr. Neurol.* 1992. Vol. 8. P. 30 – 36.
11. Micoulaud-Franchi J.-A., Geoffroy P.A., Fond G., Lopez R., Bioulac S., Philip P. EEG neurofeedback treatments in children with ADHD: an updated meta-analysis of randomized controlled trials // *Front. Hum. Neurosci.* 2014. Vol. 8. Article 906. 7 p.
12. Perreau-Linck E., Lessard N., Lévesque J., Beauregard M. Effects of Neurofeedback Training on Inhibitory Capacities in ADHD Children: A Single-Blind, Randomized, Placebo-Controlled Study // *J. Neurother.* 2010. Vol.14. P. 229 – 242.
13. Saad J.F., Kohn M.R. Is the Theta/Beta EEG Marker for ADHD Inherently Flawed? // *Journal of Attention Disorders.* 2015. P. 1 – 12. DOI 10.1177/ 1087054715578270
14. Sokhadze T.M., Stewart C.M., Hollifield M. Integrating cognitive neuroscience and cognitive behavioral treatment with neurofeedback therapy in drug addiction comorbid with posttraumatic stress disorder: A conceptual review. *Journal of Neurotherapy.* 2007. Vol. 11 (2). P. 13 – 44.
15. Watson C.G., Herder J., Passini F.T. Alpha biofeedback therapy in alcoholics: An 18-month follow-up. *Journal of Clinical Psychology.* 1978. Vol. 34 (3). P. 765 – 769.

*Gorbacheva I.G., Candidate of Psychological Sciences (Ph.D.),
Tsvetkov A.V., Doctor of Psychological Sciences (Advanced Doctor),
Centre of Neuropsychology «Izuminka»*

PHENOTYPIC PLASTICITY OF EEG CORRELATES OF ATTENTION AND ADDICTIONS

Abstract: in the concept of neurofeedback, there are several indices that reflect different states and processes. So, there is an attention index which is the ratio of the power of the theta rhythm to the beta rhythm. It is this index that is a diagnostic method for attention deficit hyperactivity disorder (ADHD). In addition to this index there is the ratio of the alpha rhythm to the theta rhythm, which is a reflection of post-traumatic stress syndrome and various addictions. These indices are used successfully in the diagnosis and rehabilitation of ADHD, alcohol and drug addictions. However, the rehabilitation of these diseases is always effective. This article attempted to explain this discrepancy in results through the prism of the psychogenetic approach.

Keywords: attention deficit hyperactivity disorder, addictions, attention index, the ratio of theta/beta, the ratio of alpha/theta, genotype-environment interaction