



УДК 612.821

Белова Е.И., Трошина В.С.

ХАРАКТЕР НЕЙРОДИНАМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ У ДЕТЕЙ МЛАДШЕГО ШКОЛЬНОГО ВОЗРАСТА С НАРУШЕНИЕМ ВНИМАНИЯ

*Ростовский государственный медицинский университет,
Россия, 344022, Ростов-на-Дону, пер. Нахичеванский, 29
E-mail: beljan8389@gmail.com*

Цель. Исследование ЭЭГ-коррелятов нейродинамических процессов в головном мозге у детей младшего школьного возраста с нарушением внимания.

Материалы и методы. Исследовались спектральные характеристики ЭЭГ, зарегистрированной у детей 7-9 лет с нарушением внимания и практически здоровых детей в состоянии покоя с закрытыми и открытыми глазами. Выделение групп детей осуществлялось на основе результатов психологического исследования и анализа медицинских карт.

Результаты. Показано, что в ЭЭГ детей с нарушением внимания по сравнению с возрастной нормой в покое с открытыми и закрытыми глазами более представлены дельта-, тета- и альфа-частоты преимущественно в теменно-затылочных отведениях. Увеличение мощности медленных частот сопровождается повышением когерентности ЭЭГ в дельта-диапазоне, также преимущественно в теменно-затылочных отделах коры.

Выводы. Преобладание синхронизирующих, дефицит активирующих неспецифических влияний, снижение функционального состояния передних областей неокортекса рассматривается в качестве основного механизма, обуславливающего дефицит внимания.

Ключевые слова: младший школьный возраст, внимание, психологические тесты, электроэнцефалография, спектр мощности ЭЭГ.

Belova Ye.I., Troshina V.S.

THE PATTERN OF NEURODYNAMIC PROCESSES IN JUNIORSCHOOL CHILDREN WITH ATTENTION DISORDERS

*Rostov State Medical University,
29 Nakhichevansky st., Rostov-on-Don, Russia, 344022
E-mail: beljan8389@gmail.com*

Purpose. The aim of the study was to investigate the EEG correlates of neurodynamic processes in 7-9 age children with attention disorders.

Materials and Methods. EEG spectral characteristics of 7-9 age healthy children and children with attention disorders were studied.

Results. It was shown that slow frequencies are more pronounced in EEG of children with attention problems. Children of this group have inter- and intrahemispheric coherences elevated in delta band in parietal/occipital regions. Summary. It was supposed that substantial dominance of synchronizing nonspecific influences and a deficit of excitatory influences, as well as the decrease of forebrain functional state could be responsible for attention problems in junior schoolchildren.

Key words: junior schoolchildren, attention, psychological tests, electroencephalography, EEG power spectrum.

Введение

Разработка проблемы физиологии и патологии внимания у детей младшего школьного возраста в условиях происходящей модернизации образовательного процесса становится все более актуальной. Внимание, как высшая психическая функция, по сути, является одним из феноменов ориентировочно-исследовательской деятельности, играющим существенную роль в регуляции интеллектуальной активности. По этой причине у детей с нарушением внимания часто возникают трудности в обучении и социализации, что придает данной проблеме наряду с медицинской и социально-экономическую значимость. Несмотря на актуальность проблемы, многие её аспекты остаются неизученными. Так, остаются не до конца выявленными нейрофизиологические основы нарушения внимания. В связи с этим, изучение функционального состояния структур мозга у детей с нарушением внимания является актуальной научной проблемой.

Имеющиеся по этому поводу данные литературы немногочисленны и, в основном, получены с помощью метода электроэнцефалографии, который в целом позволяет идентифицировать паттерны активности мозга, рассматриваемые как маркеры функционального состояния нервных структур. Электроэнцефалограмма (ЭЭГ) у детей с нарушением функции внимания характеризуется увеличением высокоамплитудной тета-активности, выраженной во фронтальных и центральных областях [1,2], снижением альфа- и бета-активности [3], увеличением отношения тета-активности к бета- и альфа-активности [4,5]. Эти характерные изменения ЭЭГ рассматриваются как проявление дисфункции центральной нервной системы, возникающей вследствие отставания темпов созревания заинтересованных структур мозга [1], а также в качестве отражения дисбаланса нервных процессов в головном мозге [1,6], что, очевидно, вызовет нарушение характера нейродинамических процессов.

Цель работы — исследование ЭЭГ-коррелятов нейродинамических процессов в головном мозге у детей младшего школьного возраста с нарушением внимания.

Материалы и методы

В исследовании приняли участие 37 детей в возрасте 7-9 лет, из которых были сформированы 2 группы: контрольная (18 чел.) и с нарушением внимания (19 чел.). Выделение групп детей осуществлялось на основе анализа данных медицинских карт, результатов диспансерного наблюдения за детьми, результатов исследования их психологического статуса, а также учета мнения педагогов.

Для психологического исследования детей младшего школьного возраста использовались следующие психологические тесты:

1. «Найди отличия» (для оценки функции переключения и распределения внимания);
2. «Цифровая таблица» (для оценки уровня концентрации внимания);
3. «Запомни и расставь точки» (для определения объема внимания);

4. «Корректирующая проба» (для диагностики устойчивости и продуктивности внимания) [7].

Оценку функционального состояния структур головного мозга у детей осуществляли посредством метода электроэнцефалографии. Регистрацию ЭЭГ проводили электроэнцефалографом фирмы «Медиком МТД» (Россия) монополярно по системе «10-20» от 19 стандартных отведений (Fp1, Fp2, F3, F4, C3, C4, P3, P4, O1, O2, T3, T4, T5, T6, Fz, Cz, Pz). Анализировали ЭЭГ у детей в состоянии функционального покоя с открытыми (ГО) и закрытыми (ГЗ) глазами.

Для анализа ЭЭГ отбирались безартефактные участки записи длительностью не менее 4 секунд. Обработку данных проводили с использованием пакета прикладных программ фирмы «Медиком МТД». Абсолютные значения мощности и значения когерентности ЭЭГ у каждого из детей рассчитывали в диапазоне дельта 1 (0,5-2,0 Гц), дельта2 (2,0-4,0 Гц), тета (4,0-8,0 Гц), альфа (8,0-13,0 Гц), бета1 (13,0-24,0 Гц) и бета2 (24,0-35,0 Гц) частот. Далее рассчитывали средние значения мощности и когерентности ЭЭГ по группам и проводили их сравнение между двумя группами детей. Для статистического анализа результатов использовали пакет программ Statistica 8. Для выявления достоверности влияния факторов в группах испытуемых был применен многофакторный дисперсионный анализ с факторами:

1. G (группа) — дети контрольной группы и дети с нарушением внимания
 2. R (ритмы) — дельта1, дельта2, тета, альфа, бета1, бета2
 3. L (отведения): O2, O1, P4, P3, C4, C3, F4, F3, Fp2, Fp1, T6, T5, T4, T3, F8, F7, Pz, Cz, Fz.
- Различия считались достоверными при $p < 0,05$.

Результаты и их обсуждение

В анамнезе у детей с нарушением внимания имели место осложнения перинатального и раннего постнатального периодов развития в виде родовых травм, резус-конфликта, асфиксии, токсикоза беременности. По заключению врача-невролога у большинства детей с нарушением внимания имели место резидуально-органические поражения ЦНС. У 78% детей выявлены повышенная утомляемость и отвлекаемость внимания, неустойчивость поведения и т.п.

При выполнении теста «Корректирующая проба» 18 детей, составившие контрольную группу, выполнили задание на 65-75%, тогда как 19 детей, составившие группу детей с нарушением внимания, выполнили задание только на 45%. При этом на выполнение этого теста детям с нарушением внимания потребовалось время, превышающее нормативные 5 мин., а количество сделанных ими ошибок составило 20 букв и более при норме в 15 букв. При выполнении теста «Запомни и расставь точки» 26 детей успешно справились с заданием. Оставшиеся 11 детей воспроизводили только 2-3 квадрата при норме 4-5 квадратов за отведенные на выполнение задания 15 с.



При выполнении теста «Цифровая таблица» 27 детей справились с заданием в среднем за 1,2 мин (при норме — 1,8 минут) с незначительным количеством ошибок (6 из 7 нормативных). У детей с нарушением внимания (10 детей) время выполнения задания составило 2 минуты и более. Количество допущенных ошибок у детей этой группы также превышало норму (10-15 ошибок).

Тест «Найди отличия» успешно выполнили 28 детей в течение 2,15 мин (при максимально допустимом — 4 мин.). При этом количество совершенных ошибок не превышало нормативное (5 ошибок). Время выполнения задания (4-4,5 мин) детьми с нарушением внимания (9 чел.) превышало нормативное, количество совершенных ошибок (10-15) также не укладывалось в норму.

Для электрофизиологического исследования в группу детей с нарушением внимания были отобраны 19 детей, не справившихся с тестом «Корректурная проба». Некоторые дети основной группы

укладывались в нормативы при выполнении других тестов, однако их результаты по этим тестам находились на границе нормы и нарушения внимания.

Таким образом, проведенное психологическое исследование выявило у 19 детей проблемы с вниманием в виде недостаточности его концентрации, снижения переключения и распределение внимания; уменьшение его объема, устойчивости и продуктивности.

Результаты электрографического исследования показали, что спектр мощности ЭЭГ детей контрольной группы и группы детей с нарушением внимания достоверно различались как в состоянии ГЗ (наличие основного эффекта по результатам многофакторного дисперсионного анализа, табл. 1), так и в состоянии ГО (табл. 2). Достоверные различия наблюдались по ритмам и по отведениям (наличие $G \times R$ и $G \times L$ и $L \times G \times R$ взаимодействий, табл.1, 2).

Таблица 1

Результаты многофакторного дисперсионного анализа различий спектральной мощности ЭЭГ у детей контрольной группы и с нарушением внимания в состоянии «Глаза закрыты»

Факторы	Число степеней свободы	Критерий Фишера	Вероятность р
G	1*	9,6*	0,003*
R	5*	10,8*	0,000*
$G \times R$	5	0,92	0,471
L	18*	28,3*	0,000*
$L \times G$	18*	2,9*	0,000*
$L \times R$	90*	10,9*	0,000*
$L \times G \times R$	90*	1,4*	0,013*

Примечание: * – различие достоверно при $p < 0,05$.

Таблица 2

Результаты многофакторного дисперсионного анализа различий спектральной мощности ЭЭГ у детей контрольной группы и с нарушением внимания в состоянии «Глаза открыты»

ГЗ	Факторы	Число степеней свободы	Критерий Фишера F	Вероятность р
	G	1*	4,3*	0,041*
R	5*	7,9*	0,000*	
$G \times R$	5	1,1	0,336	
L	18*	29,2*	0,000*	
$L \times G$	18*	3,9*	0,000*	
$L \times R$	90*	8,5*	0,000*	
$L \times G \times R$	90*	1,6*	0,000*	

Примечание: * – различие достоверно при $p < 0,05$.

По результатам однофакторного анализа в состоянии «Глаза закрыты» у детей с нарушением внимания по сравнению с контролем отмечалась повышенная мощность дельта-активности в левом нижне-лобном и правом височном отведениях; те-

та-активности — преимущественно в височных, центральных, теменных и затылочных отведениях; альфа-активности — в височных и затылочных отведениях (рис. 1). В состоянии «Глаза открыты» у детей с нарушением внимания отмечалась по-

вышенная мощность дельта-активности в правом нижне-лобном и правом передне-височном отведе-

ниях; тета- и альфа-активности — преимущественно в теменно-затылочных отведениях (рис. 2).

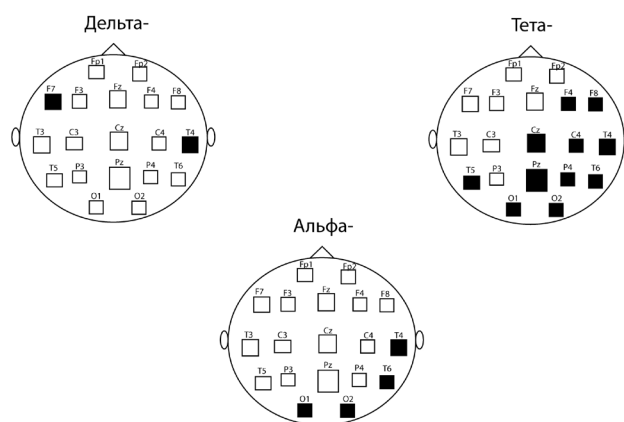


Рисунок 1. Изменение мощности альфа-, тета- и дельта-активности ЭЭГ у детей 7-9 лет с нарушением внимания по сравнению с детьми контрольной группы в состоянии «Глаза закрыты».

Представлены результаты однофакторного анализа. Черными квадратами отмечено повышение мощности ЭЭГ соответствующих диапазонов частот.

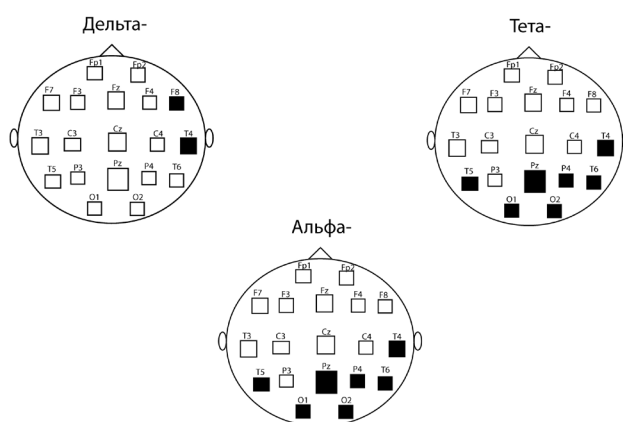


Рисунок 2. Изменение мощности альфа-, тета- и дельта-активности ЭЭГ у детей 7-9 лет с нарушением внимания по сравнению с детьми контрольной группы в состоянии «Глаза открыты»

Представлены результаты однофакторного анализа. Обозначения те же, что на рис. 1.

Анализ когерентности частот ЭЭГ показал, что у детей с нарушением внимания по сравнению с контрольной группой наблюдалось снижение когерентности дельта-частот между теменными и затылочными отведениями и повышение когерентности

частот дельта-диапазона между фронтальными, центральными и передне-височными и отведениями как в состоянии ГЗ (рис.3), так и в состоянии ГО (рис.4).

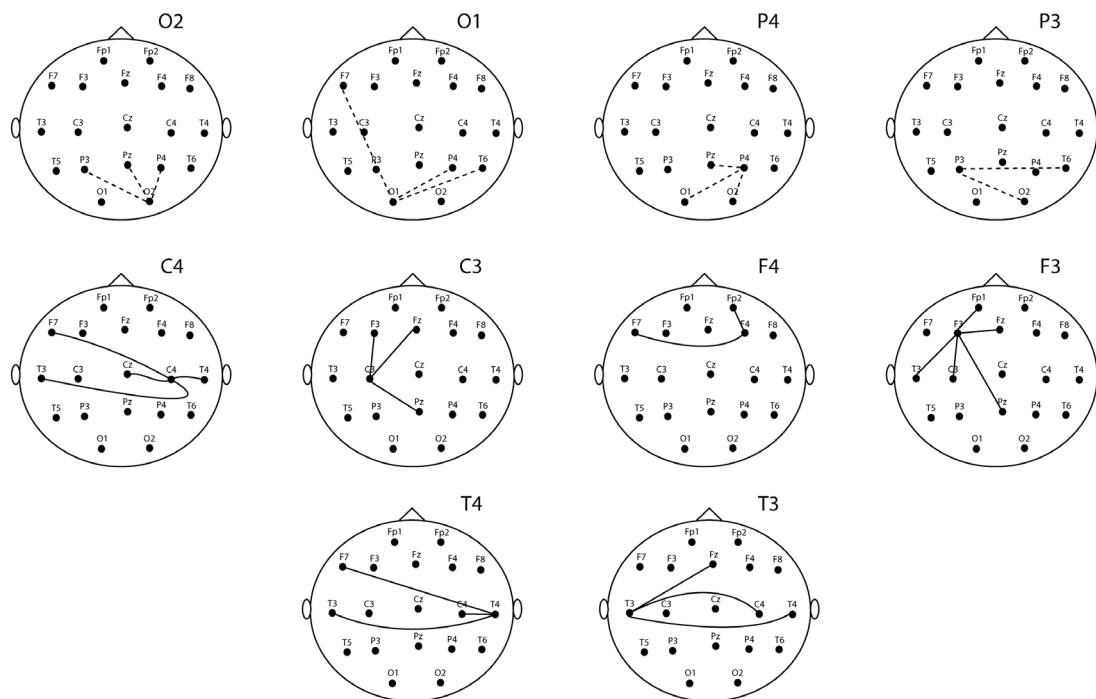


Рисунок 3. Изменение когерентности дельта-частот ЭЭГ у детей 7-9 лет с нарушением внимания по сравнению с контрольной группой в состоянии «Глаза закрыты»

Пунктирными линиями обозначено снижение, сплошными — повышение когерентности ЭЭГ.

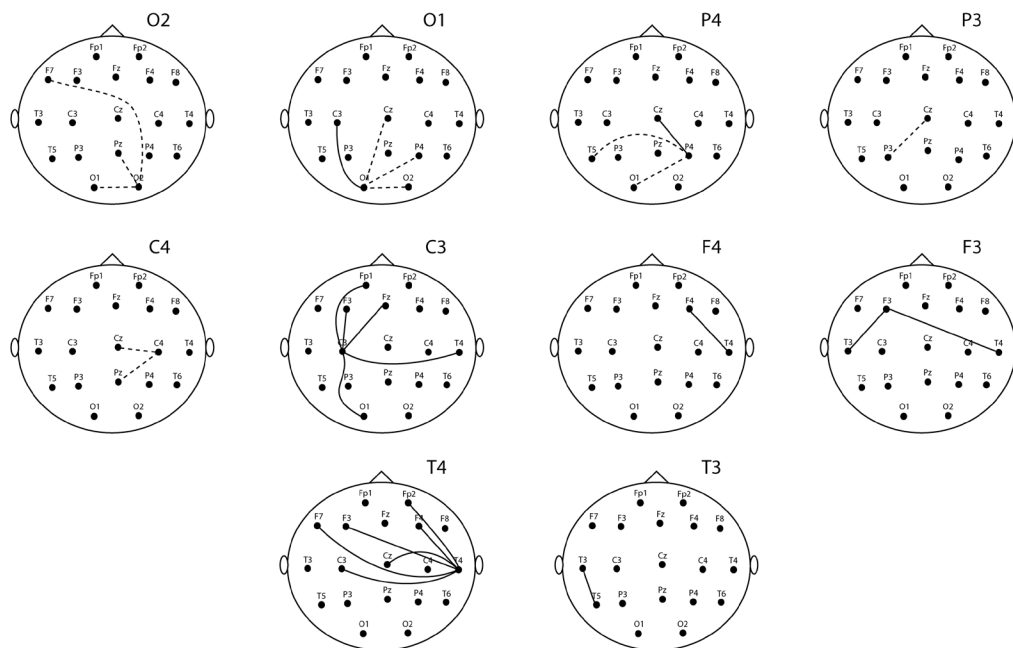


Рисунок 4. Изменение когерентности дельта-частот ЭЭГ у детей 7-9 лет с нарушением внимания по сравнению с контрольной группой в состоянии «Глаза открыты»

Обозначения те же, что и на рис. 3.

Таким образом в ЭЭГ у детей младшего школьного возраста с нарушением внимания имеет место ряд особенностей, которые проявляются как в состоянии ГО, так и в состоянии ГЗ. В ЭЭГ лобных, центральных, теменных и затылочных отведений мощность медленных и альфа-частот у детей с нарушением внимания была значительно выше, чем у детей контрольной группы. Это согласуется с известными данными [1-2] об увеличении мощности тета- и дельта-колебаний ЭЭГ, зарегистрированной у детей с проблемами внимания по сравнению с возрастной нормой. Однако, если повышение мощности этих частот ЭЭГ авторами наблюдалось чаще в центральных областях неокортекса, то, как получено нами, у детей с нарушением внимания распространение увеличения выраженности тета-и альфа-частот происходило не только в центральных, но и в теменно-затылочных отведениях. В отличие от данных [8], нами не выявлено достоверных различий выраженности бета-частот ЭЭГ у детей с нарушением внимания и контрольной группы.

Полученное повышение мощности альфа- и тета-частот ЭЭГ, зарегистрированной у детей с нарушением внимания в состоянии покоя как с открытыми, так и с закрытыми глазами, может свидетельствовать о более выраженных синхронизирующих влияниях со стороны неспецифических структур мозга при известном дефиците активирующих неспецифических влияний, что является причиной дефицита произвольного внимания. Недостаточная активация корковых структур головного мозга может обуславливать дефицит внимания, а также его низкую устойчивость и нарушение процессов вовлечения в работу при выполнении когнитивной задачи.

ЭЭГ, зарегистрированная у детей с нарушением внимания, отличалась снижением когерентности дельта-частот между теменно-затылочными отведениями и повышением когерентности частот этого диапазона между фронтальными, центральными и передне-височными отведениями как в состоянии ГЗ, так и в состоянии ГО. Выявленные более высокие значения когерентности дельта-частот ЭЭГ указывают на повышение пространственной синхронизации в передних областях коры головного мозга, что может свидетельствовать о сниженном уровне, по сравнению с нор-

мой, функциональной активности этих структур, ответственных за произвольное внимание [9].

Полученные различия мощности и когерентности частот ЭЭГ позволяют также предположить, что причиной нарушения внимания у детей в возрасте 7-9 лет является дефицит активирующих влияний и высокий уровень синхронизирующих влияний из неспецифических структур мозга, что в ряде случаев может приводить к задержке психического развития [10]. Полученные результаты согласуются с высказанным ранее предположением [11], согласно которому для детей 7-8,5 лет с трудностями обучения характерен дефицит неспецифической активации со стороны ретикулярной формации ствола головного мозга, вследствие чего происходит снижение уровня произвольного внимания. При этом, как отмечают авторы, для детей более старшего возраста (9,5-10 лет), имеющих трудности обучения, характерен сравнительно низкий уровень кортикофугальных регулирующих влияний, в частности из левой лобной области, что проявляется в снижении показателей произвольного внимания.

Выводы

1. У детей с нарушением внимания отмечается снижение скорости распределения внимания, его объема, устойчивости, низкий уровень переклечения и концентрации.
2. Повышение мощности дельта-, тета- и альфа-частот ЭЭГ во фронтальных, центральных, теменных и затылочных отведениях у детей с нарушением внимания по сравнению с возрастной нормой указывает на преобладание синхронизирующих и дефицит активирующих влияний на кору головного мозга со стороны неспецифических структур мозга.
3. Отличительной особенностью ЭЭГ детей с нарушением внимания является снижение когерентности дельта-частот между теменными и затылочными отведениями и повышение когерентности частот этого диапазона между фронтальными, центральными и передне-височными и отведениями. Последнее отражает снижение функционального состояния областей коры головного мозга, ответственных за произвольное внимание.

ЛИТЕРАТУРА

1. Mann, C.A., Lubar, J., Zimmerman, A. et al. Quantitative analysis of EEG in boys with deficit hyperactivity disorder: controlled study with clinical implications // *Pediatr. Neurol.* - 1992. - № 8. - P. 30-36.
2. Barry RJ1, Clarke AR, Johnstone SJ A review of electrophysiology in attention-deficit/hyperactivity disorder: I. Qualitative and quantitative electroencephalography // *Clin Neurophysiol.* - 2003 - V.114 - N 2:- P. 171-83.
3. Clarke, A.R., Barry, R.J., McCarthy et al. EEG analysis in attention-deficit/hyperactivity disorder: a comparative study of two subtypes // *Psychiatry Res.* - 1998. - Т. 81. - P. 19- 29.
4. Loo SK, Makeig S. Clinical utility of EEG in attention-deficit/hyperactivity disorder: a research update. // *Neurotherapeutics.* - 2012 - V.9. - N 3. - P. 569-87.
5. Hillard B, El-Baz AS, Sears L et al. Neurofeedback training aimed to improve focused attention and alertness in children with ADHD: a study of relative power of EEG rhythms using custom-made software application // *Clin EEG Neurosci.* 2013. - V. 44. - N 3. - P 193-202.



6. Lubar J.F., Swartwood M.O., Swartwood J.N. et al. Quantitative EEG and Auditory Event-Related Potentials in the Evaluation of Attention Deficit/Hyperactivity Disorder: Effects of Methylphenidate and Implications for Neurofeedback Training // J Psychoeducat Ass ADHD Special – 1995 - P. 143—160.
7. Немов Р.С. Психология: Учеб. для студ. Высш. Пед. учеб. заведений: Кн. 3: Психодиагностика. Введение в научное психологическое исследование с элементами психологической статистики. / М.: Гуманит. изд. центр ВЛАДОС, 2002. – 640 с.
8. Clarke AR, Barry RJ, Carthy RMc, et al. Excess beta activity in children with attention-deficit hyperactivity disorder: an atypical electrophysiological group //Psychiatry Research 2001. – V.103 - P. 205-218.
9. Кирой В.Н., Белова Е.И. Механизмы формирования и роль осцилляторной активности нейронных популяций в системной деятельности мозга // ЖВНД. – 2000. – Т. 50. – Вып. 2. – С. 179-191.
10. Глоба Н. В. Особенности когнитивной децентрации у младших школьников с задержкой психического развития. // Психологическая наука и образование. – 2007. – № 2. – С. 93-101.
11. Кирой В.Н., Ермаков П.Н., Белова Е.И. и др. Спектральные характеристики ЭЭГ детей младшего школьного возраста с трудностями обучения. //Физиология человека. - 2002. - Т. 28.- № 2. – С. 20-30.

ПОСТУПИЛА: 27.02.2016

