

ОСОБЕННОСТИ ЭЛЕКТРОЭНЦЕФАЛОГРАММЫ ПРИ РЕШЕНИИ ЗАДАЧ НА ПРОСТРАНСТВЕННОЕ ВРАЩЕНИЕ И АКАДЕМИЧЕСКАЯ УСПЕВАЕМОСТЬ ШКОЛЬНИКОВ 12–13 ЛЕТ

Гилева О.Б.

ГОУ ВПО Уральский государственный университет путей сообщения, Екатеринбург, Россия (620034, Екатеринбург, ул. Колмогорова, 66) ogileva@narod.ru

В статье приводятся результаты изучения показателей ЭЭГ в покое и при предъявлении задач на пространственное вращение фигуры у практически здоровых школьников г. Екатеринбурга в возрасте 12–13 лет, проявляющих разную степень академической успеваемости. Обнаружено, что реакция ЭЭГ на предъявление задач различается в зависимости степени академической успеваемости испытуемых. При этом школьники, имевшие низкие академические достижения, значительно легче и успешнее решают задачи на пространственное вращение фигуры. Обсуждаются возможности использования ЭЭГ в оценке психофизиологического развития школьников и применение полученных данных об особенностях ЭЭГ у школьников с разной академической успеваемостью в учебно-воспитательной работе с этими детьми.

Ключевые слова: школьники; психофизиология развития; электроэнцефалограмма; академическая успеваемость.

ELECTROENCEPHALOGRAM FEATURES UNDER THE COGNITIVE LOADING AND SCHOOL SUCCESS AT PUPILS OF 12-13 YEARS OF YEKATERINBURG

Gileva O.B.

Ural state university of railway transport, Yekaterinburg, Russia, (620034, Ekaterinburg, Kolmogorov st., 66) ogileva@narod.ru

Results of studying of indicators EEG under cognitive tests at pupils of 12-13 years age with different school success are presented. The changes of EEG reaction are differs depending on sex, type of the shown problem and school success of pupils. The logic tests are easily solved by successful pupils, and the spatial tests are easily solved by less successful pupils. Possibilities of EEG features in estimation of psychophysiological development of pupils and correction of their school success are discussed.

Keywords: pupils; development psychophysiology; electroencephalogram, school success.

Академическая успеваемость школьника определяется множеством различных факторов, среди которых существенную роль играют особенности процессов развития головного мозга. Известно, что при наличии различного рода нарушений функционирования ЦНС и незрелости головного мозга дети, как правило, имеют низкую академическую успеваемость (Алферова и др., 1994; Горшенева, 2003; Лукашевич и др., 1994; Лукашевич и др., 1996; Новикова и др., 2001; Хмаладзе, 2001; Фишман, 2001). Недавние исследования показали высокую, до 72 %, распространенность различных проявлений синдрома минимальной мозговой дисфункции у детей начальных классов, причем у 38 % этих детей присутствуют различные варианты школьной дезадаптации, от неуспешности учебной деятельности до нарушений поведения (Ретюнский, Петренко, 2006).

Можно предположить, что и практически здоровые учащиеся с разной степенью академической успеваемости будут различаться по каким-либо особенностям функционирования ЦНС, выявление которых представляет большой теоретический и практический интерес.

В этой связи **целью нашего исследования** было изучение особенностей биоэлектрической активности коры головного мозга в покое и при предъявлении когнитивной нагрузки у школьников, проявляющих различный уровень академической успеваемости, методами ЭЭГ.

Материал и методы

В качестве испытуемых в исследовании принимали участие школьники г. Екатеринбурга, 92 человека, 48 девочек и 44 мальчика, практически здоровых (I–II группа здоровья), возраст – 12–13 лет, правши.

Исследование ЭЭГ проводилось в изолированном помещении в здании школы. Испытуемые располагались в удобном кресле. ЭЭГ регистрировали монополярно в 10 симметричных отведениях (F3, F4, C3, C4, P3, P4, T3, T4, O1, O2) по системе 10/20 с помощью интегрального инструментально-методического комплекса CONAN-м (частота дискретизации 128, фильтр низких частот 1 Гц, высоких – 45 Гц). В качестве референтного использовался правый ушной электрод.

Запись ЭЭГ проводилась в условиях относительного покоя и в активном состоянии мозга при решении задач. Каждому испытуемому предъявлялся один и тот же набор задач, представлявших собой подбор «готовой коробочки» для одного из вариантов развертки, стимульный материал представлял собой рисунок.

Записи анализировали с помощью программы CONAN-м, после ручного удаления артефактов. Спектральную плотность ЭЭГ определяли методом быстрого преобразования Фурье. Для анализа были использованы пять частотных диапазонов: тета 1 (4-6 Гц), тета 2 (6-8 Гц), альфа 1 (8-10 Гц), альфа 2 (10-13 Гц), бета 1 (13-20 Гц).

В качестве меры успеваемости использовались четвертные оценки по математике. Высокими академическими достижениями считались оценки 4–5 баллов, низкими академическими показателями – 3 балла. Соответственно этому наши испытуемые были подразделены на 2 группы, с высокой и низкой академической успеваемостью (для краткости – «успешные» и «неуспешные»). Данные по спектральным характеристикам ЭЭГ для каждой группы усреднялись и в дальнейшем для анализа использовались усредненные гармоники. Изменения спектральной плотности при когнитивной нагрузке по сравнению с покоем рассчитывались как разность между соответствующими значениями при нагрузке и в покое. Сравнение характера изменений спектральной плотности ЭЭГ при интеллектуальной нагрузке у учащихся с разной степенью академической успеваемости проводили с помощью парного критерия Уилкоксона. Все расчеты выполнены с использованием пакетов программ Microsoft Excel 2003 и Statistica 6.0 (StatSoft, Inc. 1984–2001).

Результаты

Было обнаружено, что субъективная сложность задач для наших испытуемых различалась в зависимости от академической успеваемости, не зависела от пола испытуемого и была сходна у учащихся 12 и 13 лет.

Наиболее успешные школьники затруднялись при решении задач на пространственное вращение фигуры. Затруднения их были настолько велики, что экспериментатору только с большим трудом удавалось доказать им правильность верного ответа. Наименее академически успешные учащиеся легко справлялись с предъявленной задачей, обычно называя правильный ответ с первой попытки. Для них, однако, была характерна неуверенность в своем решении, которое они легко меняли, если попросить их объяснить ход решения, или предложить другой (неправильный) вариант решения.

В таблице приведены результаты сравнения изменений спектральных характеристик ЭЭГ при решении задач. Из таблицы видно, что наблюдается различия по фронтальным, окципитальным и париетальным отведениям. Таким

образом, наиболее значительные отличия школьников, имеющих высокую и низкую академическую успешность, можно наблюдать по реакции ЭЭГ на интеллектуальную нагрузку во фронтальных, окципитальных и, особенно, париетальных областях коры.

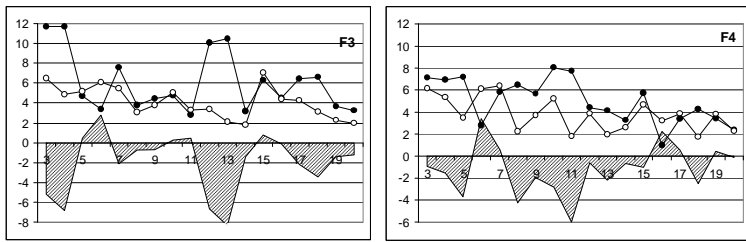
Таблица

Сравнение изменений спектральных характеристик ЭЭГ (по отведениям) при интеллектуальной нагрузке у школьников с разной академической успеваемостью (критерий Уилкоксона; приведены значения p)

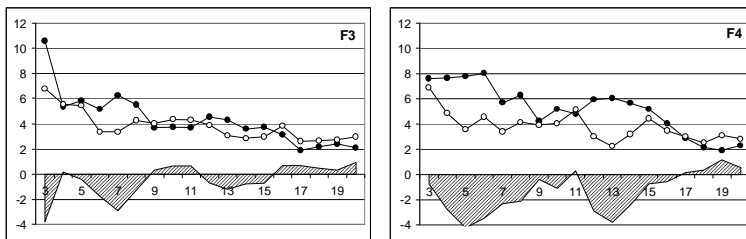
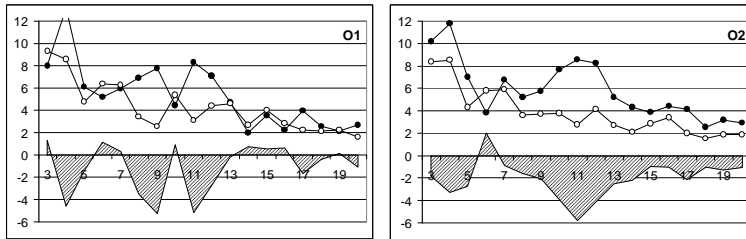
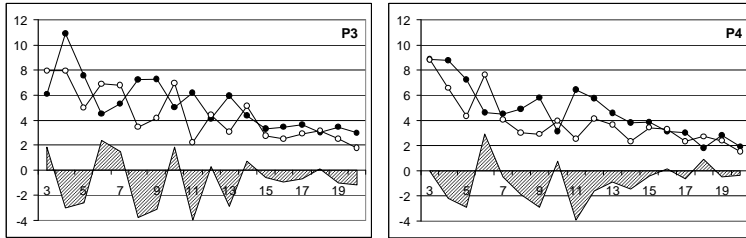
Отведение	Пол и возраст испытуемых			
	Девочки 12 лет	Девочки 13 лет	Мальчики 12 лет	Мальчики 13 лет
F3	0,043	0,016	0,811	0,064
F4	0,743	0,094	0,879	0,010
C3	0,983	0,078	0,648	0,987
C4	0,085	0,112	0,617	0,446
P3	0,777	0,005	0,012	0,016
P4	0,983	0,157	0,557	0,446
O1	0,396	0,557	0,003	0,064
O2	0,004	0,184	0,586	0,811
T3	0,844	0,586	0,983	0,948
T4	0,078	0,420	0,586	0,372
Всего успешных	8	10	12	7
Всего неуспешных	16	14	14	11

Примечание: курсивом выделены достоверные различия групп учеников, имеющих разную степень академической успеваемости.

На рисунке в качестве примера приведены изменения спектральных характеристик у девочек, для мальчиков получены сходные данные. Видно, что при решении задач успешными учащимися максимальные изменения биоэлектрической активности наблюдаются во фронтальных и, в некоторых случаях, в париетальных отведениях, где происходит снижение мощности большинства спектральных диапазонов, при некотором повышении мощности альфа2-диапазона.



A



B

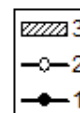
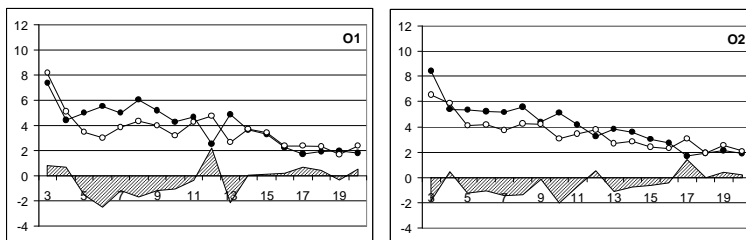
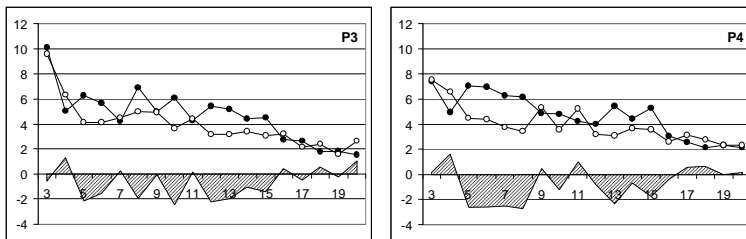


Рисунок. Сравнение частотных спектров ЭЭГ по отведениям в покое и при решении задач на вращение фигуры у девочек 12–13 лет
 А – неуспешные ученики, В – успешные ученики:
 1 – в покое; 2 – интеллектуальная нагрузка; 3 – разница нагрузка-покой.
 По оси абсцисс – частота, Гц; по оси ординат – мощность ритма.

Академически неуспешные ученики при решении задач сохраняют характерный для подростков тип активации с увеличением мощности тета- и бета-

диапазонов, описанный и другими авторами (Аракелов Г. Г., Фефилов А. В. , 2003). При этом, степень перестроек ЭЭГ несколько выше в затылочной коре. У мальчиков наблюдается некоторая асимметрия изменений ЭЭГ во фронтальных и париетальных отведениях.

Наиболее характерной особенностью реакции ЭЭГ на предъявление когнитивной нагрузки у неуспешных школьников является смещение фокуса активности в окципитальном направлении. При этом наиболее значительные изменения биоэлектрической активности происходят в париетальных и окципитальных отведениях. Неуспешные ученики демонстрируют значительно менее дифференцированное вовлечение структур неокортекса в процессе решения задач.

В целом, можно сказать, что для успешных школьников характерна более избирательная активация коры при когнитивной нагрузке. Кроме того, успешные ученики, как правило, реагируют изменением биоэлектрической активности фронтальных отделов коры. Париетальные и окципитальные зоны коры, судя по величине перестроек ЭЭГ, при решении задач у них задействованы в меньшей степени. У менее успешных учеников фокус изменения биоэлектрической активности при когнитивной нагрузке несколько смещен в окципитальном направлении.

Обсуждение результатов

Наши данные в целом соответствуют данным других авторов о том, что у менее академически успешных детей реакция ЭЭГ на интеллектуальную нагрузку носит генерализованный характер, при снижении участия лобных отделов коры в реализуемой деятельности. Подчеркивается, что для академически успешных детей характерна локальная активация и формирование четких фокусов взаимосвязанной активности, объединяющих постцентральные области правого и лобно-центральные области левого полушария («дистантно-диагональный» тип активации) (Алферова и др., 1994; Цицерошин и др., 2000). Есть также данные о том, что эмоциональная компетентность и гибкость поведения у детей связаны с

адекватным функционированием левой фронтальной области коры (Curtis, Cicchetti, 2007).

Согласно нашим данным, у неуспешных учеников наблюдается смещение фокуса изменения биоэлектрической активности при когнитивной нагрузке в окципитальном направлении. По-видимому, эта особенность осложняет для этих детей восприятие вербально-логической информации, но они получают преимущество при решении задач на пространственное вращение фигуры, за счет увеличения активности отделов коры, участвующих в обработке пространственной информации.

Выявленные нами особенности биоэлектрической активности мозга и восприятия информации необходимо учитывать при обучении таких детей, меняя соответствующим образом способ подачи учебного материала.

Список литературы

1. Алферова В.В., Кудрякова Т.А. Пространственная организация биоэлектрической активности мозга детей с трудностями в обучении // Физиология человека. 1994. № 5. С.151-153.
2. Аракелов Г. Г., Фефилов А. В. Изменение узкочастотных ЭЭГ-показателей при арифметическом счете у младших школьников // Психологический журнал. 2003. № 5. С. 81-87.
3. Лукашевич И.П., Мачинская Р.И., Фишман М.Н. Диагностика функционального состояния мозга детей младшего школьного возраста с трудностями обучения // Физиология человека. 1994. Т. 20, № 5. С. 34-45.
4. Лукашевич И.П., Мачинская Р.И., Фишман М.Н. Роль регуляторных стволовых отделов мозга в функциональном созревании коры больших полушарий у детей 7–8 лет // Физиология человека. 1996. Т. 22, № 1. С. 63-68.
5. Новикова Г.Р., Шалимов В.Ф., Ополинский Э.С. Об одном из ведущих патогенетических механизмов возникновения трудностей в обучении у младших школьников // Актуальные вопросы клинической медицины. М., 2001. С. 160-163.
6. Ретюнский К.Ю., Петренко Т.С. Механизмы возникновения и клинические варианты школьной дезадаптации у младших школьников // Тюменск. мед. ж. 2006. № 3. С. 6-8.
7. Хмаладзе Н.А. Роль медико-психологических факторов в академической успеваемости здоровых детей // Georg. Med. News. 2001. № 3. С. 55-57.

8. Цицерошин М.Н., Погосян А.А., Гальперина Е.И., Шеповальников А.Н. Системное взаимодействие кортикальных полей при реализации вербально-мнестической деятельности // Физиология человека. 2000. № 6. С.20-30.
9. Curtis W. J., Cicchetti D. Emotion and resilience: A multilevel investigation of hemispheric electroencephalogram asymmetry and emotion regulation in maltreated and nonmaltreated children // Development & Psychopathology. 2007. V. 19, Iss. 3. P. 811-840.

Рецензенты:

Сурнина О.Е., д.б.н., профессор кафедры теоретической и экспериментальной психологии Российского государственного профессионально-педагогического университета, г. Екатеринбург.

Бароненко В.А., д.б.н., профессор кафедры теории физической культуры института физической культуры, социального сервиса и туризма Уральского Федерального Университета имени первого Президента России Б. Н. Ельцина, г. Екатеринбург.