

ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ КОРРЕЛЯТЫ КОГНИТИВНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ У МОТОРНО-ОДАРЕННЫХ ШКОЛЬНИКОВ

*Дикая Л. А.,
Наумова М. И.*

В статье обоснована актуальность применения психофизиологических методов для изучения предпосылок моторной одаренности у детей. Описана методика и процедура проведения исследования психофизиологических коррелятов (по показателям когерентности ЭЭГ) когнитивной деятельности у моторно-одаренных школьников. В качестве объекта исследования выступили 60 учащихся гимназии обоего пола в возрасте 7–12 лет. В зависимости от наличия или отсутствия признаков моторной одаренности и по возрастному критерию все испытуемые были разделены на 4 группы по 15 человек каждая – учащиеся младшего школьного возраста с признаками моторной одаренности, учащиеся младшего школьного возраста без признаков моторной одаренности, учащиеся среднего школьного возраста с признаками моторной одаренности и учащиеся среднего школьного возраста без признаков моторной одаренности.

Представлены результаты эмпирического исследования психофизиологических коррелятов решения конвергентных и дивергентных вербальных и невербальных когнитивных задач у моторно-одаренных учащихся младшего и среднего школьного возраста. Показано, что сила длинных внутрислоушарных связей более выражена у моторно-одаренных учащихся среднего школьного возраста. Сделан вывод о формировании системы мозга, обеспечивающей исполнение определенных видов познавательной деятельности у моторно-одаренных школьников.

Ключевые слова: моторная одаренность, когнитивная деятельность, психофизиологические корреляты, мозговая организация.

К началу нового столетия в психологической науке проведено значительное количество экспериментальных исследований и разработан ряд теоретических концепций по проблеме одаренности. Широко исследуются психологами дети с различными видами одаренности [1, 3, 4, 5, 10]. Однако соотношение признаков интеллектуальной и моторной одаренности в структуре личности многие годы является дискуссионным научным вопросом [1, 2, 6, 8, 10]. Его решению во многом может способствовать обращение к психофизиологическим предпосылкам одаренности. Результаты проведенных психофизиологических исследований показывают взаимосвязь соотношения признаков одаренности с возрастом и полом одаренного ребенка [3, 4, 6, 7, 9].

Большой интерес психологов-исследователей и педагогов-практиков в наши дни привлекают дети с «двойной исключительностью» – те, у кого умственная одаренность сочетается с недостаточным разви-

тием способностей в другой сфере, например, моторной [8]. Волевая саморегуляция у детей с «двойной исключительностью» недостаточно сформирована [1, с. 13]. Эти дети отличаются забывчивостью, но, занимаясь интересующей их деятельностью, могут быть целеустремленными и ответственными. Наиболее важным диагностическим подходом в исследовании таких детей является комплексный подход. Для диагностики существует много психологических методик, но мало используются психофизиологические методики. В проведенном нами исследовании использован психофизиологический метод ЭЭГ для изучения психофизиологических коррелятов когнитивной деятельности у моторно-одаренных школьников.

Цель исследования – изучить психофизиологические корреляты (по показателям когерентности ЭЭГ) когнитивной деятельности у моторно-одаренных школьников.

В исследовании приняли участие 60 учащихся младших (1–3) и средних (5–7) классов МОУ «Юридическая гимназия им. М. М. Сперанского» г. Ростова-на-Дону с уровнем интеллекта выше среднего ($IQ \geq 100$ баллов) обоего пола в возрасте 7–12 лет.

На основе результатов опроса администрации и учителей гимназии, а также экспертной оценки, было выявлено наличие (высокие достижения в спортивной и танцевальной деятельности – призеры и победители соревнований, конкурсов) или отсутствие признаков моторной одаренности у участников исследования.

В зависимости от наличия или отсутствия признаков моторной одаренности и возрастного критерия все испытуемые были разделены на 4 группы:

1 группа – учащиеся младшего школьного возраста с признаками моторной одаренности (в количестве 15 человек),

2 группа – учащиеся младшего школьного возраста без признаков моторной одаренности (в количестве 15 человек),

3 группа – учащиеся среднего школьного возраста с признаками моторной одаренности (в количестве 15 человек) и

4 группа – учащиеся среднего школьного возраста без признаков моторной одаренности (в количестве 15 человек).

Учащиеся младшего и среднего школьного возраста без признаков моторной одаренности образовали контрольные группы.

В проведенном эмпирическом исследовании всем участникам предлагалось решить когнитивные задачи, которые различались по типу на конвергентные и дивергентные, а по характеру на вербальные и невербальные.

Мы рассматривали конвергентные и дивергентные задачи как аналоги по своим когнитивным характеристикам логических и творческих задач. Участникам было предложено для решения 4 типа когнитивных задач:

- вербальные конвергентные (вспомнить сказку с животными),
- вербальные дивергентные (самим придумать сказку с фиксированными словами),
- невербальные конвергентные (составить из геометрических фигур – треугольник, круг, квадрат и овал – кошку),
- невербальные дивергентные (придумать собственный образ и составить его из геометрических фигур).

Запись ЭЭГ проводилась по международному стандарту установки электродов по схеме 10–20 %. Для регистрации электрической активности мозга устанавливался 21 электрод (Fpz, Fz, Cz, Pz, Oz, Fp1, Fp2, F7, F3, F4, F8, T3, C3, C4, T4, T5, P3, P4, T6, O1, O2),

применялась монополярная схема с ипсилатеральными ушными референтами. С целью подавления артефактов были установлены полиграфные каналы (ЭОГ- вертикальная, ЭМГ, ЭКГ, КГР). Запись и анализ ЭЭГ осуществлялись в спокойном состоянии (фоновые пробы) и при решении каждой из когнитивных задач (функциональные пробы). Регистрация ЭЭГ осуществлялась при помощи электроэнцефалографа «Энцефалан» в монополярном отведении для восьми частотных диапазонов: дельта 1 (0,5–2,5 Гц), дельта 2 (2,5–4 Гц), тета 1 (4,0–6,0 Гц), тета 2 (6,0–8,0 Гц), альфа 1 (8,0–10,5 Гц), альфа 2 (10,5–13,0 Гц), бета 1 (13,0–24,0 Гц) и бета 2 (24,0–35,0 Гц).

Для фрагментов записи ЭЭГ каждой из фоновых и функциональных проб измерялась сила когерентных связей. Проведен сравнительный анализ динамики силы и характера когерентных связей коры мозга на разных этапах решения когнитивных задач у представителей каждой из обследуемых групп. Проанализировано 8 типов когерентных связей, сила которых в условных единицах составляла 0,7 или превышала это значение. Это короткие внутриполушарные связи:

- 1) в передних отделах левого полушария,
- 2) в задних отделах левого полушария,
- 3) в передних отделах правого полушария,
- 4) в задних отделах правого полушария
- 5) и межполушарные:
- 6) в передних отделах коры,
- 7) в задних отделах коры,
- 8) короткие между симметричными отведениями и длинные между симметричными отведениями.

Этапы решения каждой из когнитивных задач фиксировались с помощью левой кнопки мыши. В тот момент, когда у участника исследования появлялось решение задачи, ему нужно было нажать эту кнопку, и на ЭЭГ появлялся маркер. Анализ силы и характера когерентных связей проводился в спокойном (фоновом) состоянии и на трех этапах решения задачи:

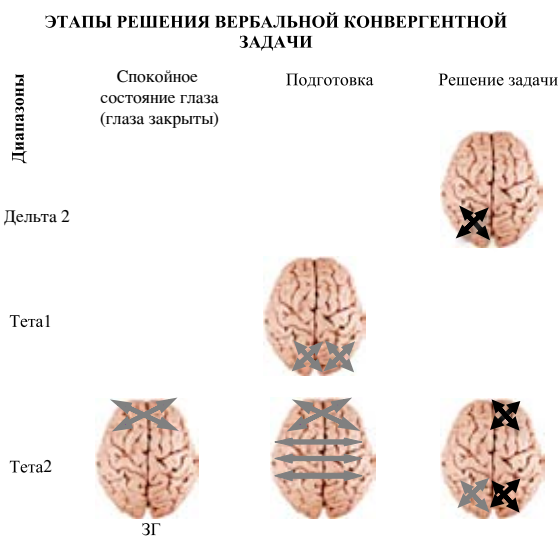
- 1) готовность (начало решения задачи, сразу после предъявления инструкции),
- 2) решение (перед нажатием кнопки мыши),
- 3) проверка найденного решения (после нажатия кнопки мыши).

Анализировались средние значения силы когерентных связей на каждом десятисекундном интервале. В исследовании использованы результаты учащихся, успешно справившихся с решением когнитивных задач.

Для статистической обработки данных применялся многофакторный дисперсионный анализ ANOVA / MANOVA. Сравнительный анализ силы и характера когерентных связей у испытуемых проведен с помощью post hoc анализа. Обработка осуществлялась с помощью пакета компьютерных программ «STATISTICA 6.0».

В результате проведенного исследования выявлены статистически значимые различия силы и характера когерентных связей коры мозга при решении когнитивных задач у представителей четырех исследуемых групп: учащихся младшего школьного возраста с признаками моторной одаренности, учащихся младшего школьного возраста без признаков моторной одаренности, учащихся среднего школьного возраста с признаками моторной одаренности и учащихся среднего школьного возраста без признаков моторной одаренности.

Так, у учащихся **младшего школьного возраста** с признаками моторной одаренности, по сравнению с их сверстниками без этих признаков, максимальное количество различий в силе когерентных связей выявлено на этапе решения вербальной конвергентной задачи ($p \leq 0,01$) (рис. 1, 2).



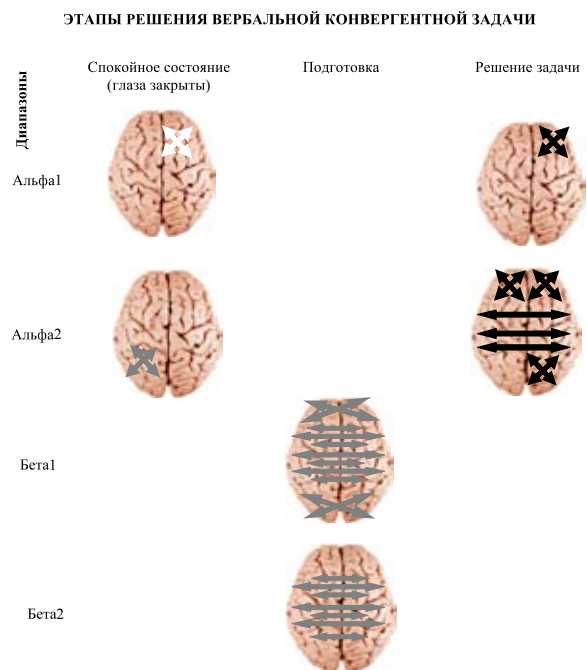
- Когерентные связи достоверно сильнее ($p \leq 0,05$) у учащихся младшего школьного возраста с признаками моторной одаренности в отличие от учащихся младшего школьного возраста без признаков моторной одаренности.
- Когерентные связи достоверно сильнее ($p \leq 0,05$) у учащихся среднего школьного возраста с признаками моторной одаренностью в отличие от учащихся среднего школьного возраста без признаков моторной одаренности.

Рис. 1. Результаты сравнительного анализа достоверных различий силы когерентных связей коры мозга при решении вербальной конвергентной задачи у учащихся младшего и среднего школьного возраста с признаками моторной одаренности на частотных диапазонах 2,5–8,0 Гц

При решении остальных типов когнитивных задач когерентные связи выражены сильнее у учащихся младшего школьного возраста без признаков моторной одаренности в отличие от моторно-одаренных ($p \leq 0,05$).

Следовательно, можно заключить, что в младшем школьном возрасте у учащихся с признаками моторной одаренности функциональная когнитивная система мозга специализирована для выполнения вербальной конвергентной деятельности.

В среднем школьном возрасте у учащихся с признаками моторной одаренности, в отличие от их сверстников без этих признаков, сформировалась функциональная когнитивная мозговая система, специализированная для решения вербальных задач. Это связано с более быстрым формированием систем мозга, обеспечивающих решение вербальных задач в направлении усиления длинных и коротких межполушарных связей между симметричными отведениями (рис. 1, 2).



- Когерентные связи достоверно сильнее ($p \leq 0,05$) у учащихся среднего школьного возраста без признаков моторной одаренности в отличие от учащихся среднего школьного возраста с признаками моторной одаренности.
- Когерентные связи достоверно сильнее ($p \leq 0,01$) у учащихся младшего школьного возраста с признаками моторной одаренности в отличие от учащихся младшего школьного возраста без признаков моторной одаренности.
- Когерентные связи достоверно сильнее ($p \leq 0,05$) у учащихся среднего школьного возраста с признаками моторной одаренности в отличие от учащихся среднего школьного возраста без признаков моторной одаренности.

Рис. 2. Результаты сравнительного анализа достоверных различий силы когерентных связей коры мозга при решении вербальной конвергентной задачи у учащихся среднего школьного возраста с признаками моторной одаренности на частотных диапазонах 8,0–35,0 Гц

На этапе решения невербальной конвергентной задачи у учащихся среднего школьного возраста в низкочастотных дельта 1 и альфа 1 диапазонах более сильные когерентные связи выявлены у учащихся с признаками моторной одаренности по сравнению с учащимися без признаков моторной одаренности ($p \leq 0,05$). Решение невербальной конвергентной задачи моторно-одаренными школьниками сопровождается усилением локальных функциональных связей, тогда как у школьников без признаков моторной одаренности кора мозга интегрирована.

С возрастом эта закономерность усиливается. В высоко и низкочастотных диапазонах на разных этапах решения невербальной конвергентной задачи наблюдаются большие различия в длинных и коротких межполушарных связях между симметричными отведениями у детей среднего школьного возраста. Здесь более сильные когерентные связи наблюдаются у детей без моторной одаренности по сравнению с моторно-одаренными ($p \leq 0,05$).

При решении невербальных дивергентных задач на этапе проверки найденного решения у учащихся среднего школьного возраста с признаками моторной одаренности, в сравнении с учащимися без признаков одаренности, выявлены статистически значимые различия силы когерентных связей в тета 2 диапазоне, отражающем процессы активации внимания к внешним стимулам, столь важные на этапе проверки решения невербальных дивергентных задач ($p \leq 0,05$). Наибольшие отличия у учащихся среднего школьного возраста без моторной одаренности, в сравнении с моторно-одаренными, наблюдаются в спокойном состоянии с открытыми глазами ($p \leq 0,05$), что также подтверждает высокую активацию внимания у них к внешним стимулам еще до выполнения когнитивной деятельности (см. рис. 2).

При сравнении силы и характера когерентных связей коры мозга во время решения когнитивных задач выявлено, что на всех этапах решения задач (кроме невербальной конвергентной задачи) во всех диапазонах частот когерентные связи выражены достоверно сильнее у учащихся среднего школьного возраста с моторной одаренностью в отличие от учащихся младшего возраста. Здесь в дельта-диапазоне на этапе подготовки и проверки найденного решения когерентные связи сильнее у учащихся младшего школьного возраста с моторной одаренностью. Поскольку дельта-диапазон связан с мотивационным компонентом деятельности мозга и «внутренним» вниманием, направленным на решение задачи, мы заключаем, что в младшем школьном возрасте у детей мало опыта и стратегии решения еще не выработались, поэтому им нужно предпринимать больше усилий для достижения результата.

На основе сравнительного анализа значений когерентных связей **у учащихся с моторной одаренностью** выявлено, что у учащихся среднего, по сравнению с учащимися младшего школьного возраста, в тета 2 и альфа 2 диапазонах в спокойном состоянии (глаза открыты), соответствующем состоянию внешнего когнитивного внимания, наблюдаются достоверно более сильные когерентные связи ($p \leq 0,05$). В тета 2 диапазоне наиболее выражены внутрислошарные короткие когерентные связи в задних отделах правого полушария, а в альфа 2 диапазоне – длинные межполушарные связи между симметричными отведениями. Это отражает активацию внимания к внешним стимулам и воспроизведение визуальных образов из семантической памяти у школьников. При реализации заданий на невербальное мышление, по сравнению с вербальными заданиями, учащимся среднего школьного возраста с моторной одаренностью, по всей видимости, требуется актуализация зрительного воображения.

Полученные при анализе показателя когерентности биоэлектрических потенциалов данные свидетельствуют о том, что в диапазонах высокой части спектра ЭЭГ (в бета-диапазоне) при реализации заданий на дивергентное мышление (по сравнению с конвергентным) у учащихся среднего школьного возраста с моторной одаренностью наблюдаются сильно выраженные когерентные связи. Важно, что дивергентное мышление связывают с компонентом творческой активности. Это указывает на то, что при дивергентном мышлении у учащихся среднего школьного возраста с моторной одаренностью межцентральные взаимоотношения топографически обширнее и условия для передачи информации лучше, чем при конвергентном мышлении. Указанные различия связаны с тем, что при этом типе мышления используется более быстрый и «экономный» симультанный способ переработки информации, а при конвергентном более «медленный» сукцессивный способ.

Таким образом, на основании проведенного исследования, можно сделать заключение о различной динамике психофизиологических коррелятов у учащихся младшего и среднего школьного возраста с признаками и без признаков моторной одаренности при выполнении когнитивной деятельности.

Результаты проведенного исследования могут быть использованы в психологии, психофизиологии и прикладной психологии для более полного раскрытия закономерностей и механизмов развития моторной одаренности личности. Практическое применение полученных в исследовании результатов может способствовать предотвращению неравномерности психического развития, негативных последствий двойной исключительности и дисгармоничного развития детей, а также помочь

в изучении психофизиологических предпосылок (коррелятов), способствующих развитию моторно-одаренных детей.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Богоявленская Д. Б., Богоявленская М. В.* Психология одаренности: понятие, виды, проблемы. – М.: МИОО, 2005. – С. 10–13.
2. *Дикая Л. А.* Развитие креативности у специалистов по противодействию терроризму и ликвидации последствий террористических актов // *Российский психологический журнал.* – 2013. – Т. 10. – № 5. – С. 32–38.
3. *Дикая Л. А., Денисова И. А.* Сравнительный анализ функциональной организации коры мозга у музыкантов и художников при выполнении профессионально-специфичной творческой деятельности // *Северо-Кавказский психологический вестник.* – 2011. – № 9 / 1. – С. 14–17.
4. *Ермаков П. Н., Дикая Л. А., Кац Е. Б.* Психофизиологические и психологические особенности одаренных старшеклассников, испытывающих психологические трудности // *Российский психологический журнал.* – 2009. – Т. 6. – № 3. – С. 10–21.
5. *Лейтес Н. С.* Возрастная одаренность и индивидуальные различия: избранные труды. – М.: Изд-во МПСИ; Воронеж: МОДЭК, 2003. – 448 с.
6. *Наумова М. И., Дикая Л. А.* Особенности функциональной организации коры мозга при выполнении когнитивной деятельности у учащихся с моторной одаренностью // *Материалы XVI Международной конференции по нейрокибернетике.* – Ростов н/Д: Изд-во ЮФУ, 2012. – Т. 1. – С. 269–271.
7. *Разумникова О. М., Брызгалов А. О.* Частотно-пространственная организация электрической активности мозга при креативном вербальном мышлении: роль фактора пола // *Журнал высшей нервной деятельности.* – 2005. – Т. 55. – № 4. – С. 459–467.
8. *Щебланова Е. И.* Неуспешные одаренные школьники. – М.; Обнинск: ИГ-СОЦИН, 2008. – 212 с.
9. *Dikaya L. A., Ermakov P. N.* Interhemispheric interaction in participants solving verbal and nonverbal professional creative tasks // *International Journal of Psychology.* 2012. V. 47, Supp.1. Special Issue: XXX International Congress of Psychology. P. 145.
10. *Dikaya L. A., Pokyl E. B.* Features of EEG coherence during divergent problems solving in gifted individuals // *International journal of psychophysiology.* 2012. V. 85, Is. 3. P. 378–379. doi:10.1016 / j.ijpsycho.2012.07.042.