

УДК [612.82:616–008.61]–053.5(045)

СТАРЦЕВА Лариса Фёдоровна, кандидат биологических наук, доцент, ученый секретарь института медико-биологических исследований Северного (Арктического) федерального университета имени М.В. Ломоносова. Автор 42 научных публикаций

ПОДОПЛЁКИН Артём Николаевич, кандидат биологических наук, доцент, заместитель директора института медико-биологических исследований Северного (Арктического) федерального университета имени М.В. Ломоносова. Автор 64 научных публикаций, в т. ч. трех монографий

УРОВЕНЬ ПОСТОЯННЫХ ПОТЕНЦИАЛОВ ГОЛОВНОГО МОЗГА У ГИПЕРАКТИВНЫХ ДЕТЕЙ МЛАДШЕГО ШКОЛЬНОГО ВОЗРАСТА ПРИ РАЗЛИЧНОЙ СТРАТЕГИИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ

В работе представлены результаты изучения функционального состояния головного мозга у детей с проявлениями различной степени выраженности гиперактивности при синдроме дефицита внимания с гиперактивностью (СДВГ) при различных стратегиях принятия решений. Принятие решения – это процесс сопоставления, отбора и синтеза разнообразных афферентных сигналов и преобразование в программу действия или стадию принятия решения, под которой понимают избирательное возбуждение комплекса нейронов, обеспечивающее возникновение единственной реакции, направленной на удовлетворение доминирующей потребности. Один параметр сложного результата деятельности функциональной системы приводит к изменению его других параметров, так же, как изменение одного показателя, результата деятельности одной функциональной системы, немедленно сказывается на результатах деятельности и активности других функциональных систем. В исследовании принял участие 91 ребенок в возрасте 7–11 лет с гиперактивностью, обучающийся в общеобразовательных школах г. Архангельска. Исследование проведено с помощью компьютерного комплекса для психофизиологических исследований КПФК-99 «Психомат». Применялся аппаратно-программный диагностический комплекс «Нейроэнергокартограф “Нейро-КМ”» для регистрации, обработки и анализа уровня постоянных потенциалов головного мозга. Полученные результаты показали, что в первой группе у детей снижена активность фронтальных и стволовых структур, повышена активность левой височной зоны со снижением взаимосвязей отделов мозга и отсутствием межполушарного доминирования. Во второй группе у учащихся повышен уровень постоянных потенциалов головного мозга в стволовых структурах и правой височной области с одновременным снижением энергозатрат затылочной зоны, отмечена отрицательная динамика структурно-функциональной организации мозга; уровень постоянных потенциалов отражает механизмы принятия решения детьми в различных средах.

Ключевые слова: гиперактивность, синдром дефицита внимания с гиперактивностью, уровень постоянных потенциалов, поведенческое реагирование.

Завершающим этапом мыслительной деятельности человека является принятие решений в различных средах. Стадия принятия решения формирует физиологический аппарат предвидения результатов, удовлетворяющих доминирующую потребность организма. В неопределенной ситуации поведенческое реагирование невозможно без значительного установочного потенциала и элемента вероятности и связано с усиленным вовлечением когнитивных процессов [1]. Одной из важнейших задач процесса принятия решений в организационной деятельности является наличие адекватной информации, знаний и возможностей, что способствует минимизации ошибок при выборе целей и средств их реализации. По принципу доминирования, открытого А.А. Ухтомским, строится взаимодействие разных функциональных систем на уровне головного мозга [2]. В организации системных функций мозга ведущую роль играют взаимодействия доминирующих мотиваций с соответствующим подкреплением [3]. По мере неоднократных подкреплений регулярная активность у нейронов головного мозга, исходно включенных в доминирующую мотивацию, начинает опережающе проявляться в ответ на действие условных сигналов [4].

Гиперактивность является одним из наиболее частых симптомов синдрома дефицита внимания с гиперактивностью (СДВГ), который относится к эмоциональным и поведенческим расстройствам, встречается у детей старше 5 лет и рассматривается в связи с концепцией исполнительских функций, т. е. с функциями организации, программирования и контроля психических процессов [5, 6].

У детей возникают трудности при планировании, проведении и распределении времени поведенческого реагирования. Недостаточное развитие механизмов концентрации и распределения внимания, аналитико-синтетических процессов, несформированная самооценка, а также слабость зрительных следов в младшем школьном возрасте предопределяют благоприятное воздействие на поведенческие механизмы ситуации неуспеха, инертность перестрой-

ки стратегии выбора и трудности в усвоении внутренней взаимосвязи последовательности стимулов [7–9].

СДВГ – нейробиологическое расстройство, одним из главных патогенетических механизмов которого являются нейрофизиологические нарушения. Среди этих нарушений ведущую роль, по нашему мнению, может играть фактор энергетического состояния головного мозга. Для изучения энергетического состояния головного мозга может быть использована позитронно-эмиссионная томография, но данная методика довольно трудоемкая, дорогостоящая и связана с определенным риском для состояния здоровья пациента. Косвенная оценка энергетического метаболизма мозга возможна также путем регистрации постоянных потенциалов головного мозга [10].

Уровень постоянных потенциалов (УПП) головного мозга – это медленно меняющийся, устойчивый потенциал милливольтного диапазона, являющийся одним из видов сверхмедленных физиологических процессов (СМФП) головного мозга [11, 12].

Целью настоящего исследования было выявить особенности распределения уровня постоянных потенциалов головного мозга у гиперактивных детей при различной стратегии принятия решений.

Материалы и методы. В исследовании принимали участие дети обоего пола в возрасте 7–11 лет, обучающиеся в общеобразовательных школах г. Архангельска в количестве 91 чел. с проявлениями различной степени выраженности гиперактивности при СДВГ по заключениям специалистов в результате комплексного обследования в Институте медико-биологических исследований САФУ имени М.В. Ломоносова.

Для изучения стратегии принятия решений применялся компьютерный комплекс для психофизиологических исследований КПФК-99 «Психомат». Для энергетического состояния головного мозга детей при различных стратегиях поведенческого реагирования применялся аппаратно-программный комплекс «Нейро-

энергокартограф «Нейро-КМ»), оценивающий уровень постоянных потенциалов головного мозга.

Поскольку режим «Свободный выбор» позволяет выделить такую форму поведения, которая свободна от влияния на нее каких-либо внешних факторов и определяется только внутренними механизмами целеобразования [13], то на основе особенностей стереотипности выбора в данном режиме были выделены две группы школьников.

В 1-ю группу вошли гиперактивные дети, у которых вероятность выбора правой и левой кнопки составила 50 % (со стереотипностью выбора), в количестве 40 чел., 2-ю группу составили учащиеся с СДВГ, которые отдавали предпочтение какой-либо одной кнопке – правой или левой (без стереотипности выбора) численностью 51 чел.

Исследование проводилось в режимах «Свободный выбор», «Вероятностный выбор» и «Управляемый выбор». В режиме «Свободный выбор» предлагалось в произвольном порядке нажимать на левую и правую кнопки, не отдавая предпочтения ни одной из них и не проявляя стереотипных комбинаций последовательного нажатия, т. е. осуществлялся свободный генерированный паттерн реакций.

В режиме «Вероятностный выбор» предлагалось предсказать последовательность чередования стимулов, каждый раз угадывая, какая из двух кнопок (правая или левая) загорится при следующем предъявлении. Использовалась «Бернуллиевская» (стохастическая) последовательность стимулов, при которой у испытуемого появляется интуитивное ощущение принципиальной возможности успешного («поощряемого») принятия решения. При каждом нажатии испытуемый получал подтверждение своего выбора, если его ответ совпадал с «загаданным» в последовательности (ситуация успеха), или опровержение – в случае неправильного ответа (ситуация неуспеха). В качестве детерминантов выступают сигналы правильности и ошибочности выбора, т. е. «подкрепляющие» и «неподкрепляющие» сти-

мулы, сигналы внешней среды (световой стимул).

Данные условия проведения исследования дают возможность изучить мотивационный компонент процесса вероятностного обучения, т. е. стратегии поведения испытуемого в ситуации успеха и неуспеха, анализ которых проводился по показателям повторных выборов левой и правой кнопки (%).

В режиме «Управляемый выбор» предлагалось быстро и без ошибок реагировать на предъявляемый световой стимул, который включается на левой или правой кнопке в определенной последовательности. Эта задача требует от испытуемого усвоения тестовой последовательности стимулов и необходимости быстрого переключения с одних стереотипов принятия решения на другие. Изучались динамические показатели оперативности принятия решения: время ответа, время повторного нажатия на одну и ту же кнопку при успехе, время смены кнопки при успехе (мс).

УПП головного мозга регистрировался монополярно с помощью неполяризуемых хлор-серебряных чашечковых электродов «ЕЕ–G2» (активные) и «ЭВЛ–1–M4» (референтный) и усилителя постоянного тока с входным сопротивлением 10 МОм. До наложения электродов на голову испытуемого производилось их предварительное тестирование в физиологическом растворе, при котором измерялась разность потенциалов и сопротивление между электродами в отсутствие биологического объекта, разность потенциалов между электродами не превышала 20 мВ, а межэлектродное сопротивление 15–20 кОм. Дрейф электродного потенциала не превышал 1–2 мВ за 10 мин. Затем референтный электрод располагали на запястье правой руки, активные – вдоль сагиттальной линии – в лобной, центральной, затылочной областях, а также в правом и левом височных отделах (точки Fz, Cz, Oz, Td, Ts по международной системе «10–20 %»).

Регистрация УПП у испытуемого осуществлялась через 5–7 мин после наложения на точки отведения электродов с контактными тампона-

ми, смоченными гипертоническим (30 %) раствором NaCl, благодаря которому происходило снижение кожного сопротивления до 1-2 кОм, уменьшалась величина кожных потенциалов, а также блокировалась кожно-гальваническая реакция. За указанное время происходят переходные электрохимические процессы в коже, исчезают трибоэлектрические явления. При экспериментальном измерении, длительность которого составляла 15 мин, осуществлялся постоянный контроль значений кожного сопротивления в местах отведения УПП, которое не превышало 30 кОм. Информацию об истинном значении уровня постоянных потенциалов головного мозга получали благодаря автоматическому вычитанию из суммарных регистрируемых значений потенциалов межэлектродной разности потенциалов.

Анализ УПП производился путем картирования полученных с помощью монополярного измерения значений УПП и расчета отклонений уровня постоянных потенциалов в каждом из отведений от средних значений, зарегистрированных по всем областям головы, при котором появляется возможность оценки локальных значений УПП в каждой из областей с

исключением влияний, идущих от референтного электрода. Полученные характеристики распределения уровня постоянных потенциалов головного мозга сравнивались со среднестатистическими нормативными значениями для определенных возрастных периодов, встроенных в программное обеспечение комплекса «Нейроэнергокартограф».

Статистическая обработка результатов проводилась с помощью пакета статистических программ SPSS 21.0. Подчинение количественных данных закону нормального распределения оценивалось с помощью критерия Шапиро-Уилка, который показал, что распределение являлось нормальным ($p > 0,05$), поэтому для выявления различий между показателями, соответствующими критериям нормальности, использовали t-критерий Стьюдента.

Результаты и обсуждение. При изучении стратегий поведенческого реагирования в режиме «Управляемый выбор» были выявлены различия между показателями в 1-й и 2-й группах (табл. 1).

У детей 2-й группы общее число ошибок, а также ошибок при подаче правого и левого стимула, при повторе и смене стимула было выше,

Таблица 1

**ОСОБЕННОСТИ РЕАГИРОВАНИЯ МЛАДШИХ ШКОЛЬНИКОВ
В РЕЖИМЕ «УПРАВЛЯЕМЫЙ ВЫБОР», M±m**

Показатель	1-я группа (n = 40)	2-я группа (n = 51)	p-уровень
Общий уровень ошибок	5,68±1,89	7,63±2,08	p>0,05
Ошибки при подаче стимула левой кнопки	1,08±0,42	1,22±0,37	p>0,05
Ошибки при подаче стимула правой кнопки	0,68±0,22	1,12±0,27	p>0,05
Ошибки при повторе стимула левой кнопки	0,20±0,11	0,22±0,11	p>0,05
Ошибки при повторе стимула правой кнопки	0,13±0,08	0,19±0,07	p>0,05
Ошибки при смене стимула с левой на правую кнопку	0,55±0,18	0,92±0,24	p>0,05
Ошибки при смене стимула с правой на левую кнопку	0,88±0,33	1,00±0,31	p>0,05
Время выбора ответа	860,16±46,92	900,00±47,07	p>0,05
Время повтора при успехе	943,80±48,98	957,73±50,65	p>0,05
Время повтора при ошибке	343,53±88,48	361,20±107,42	p>0,05
Время смены при успехе	852,05±47,43	888,63±45,86	p>0,05
Время смены при ошибке	201,33±55,88	291,22±63,54	p>0,05

ФИЗИОЛОГИЯ

чем у детей 1-й. Таким образом, у школьников со склонностью к стереотипности в неопределенной среде показатели, указывающие на точность выполнения, были выше, чем в группе без стереотипности выбора. Однако у детей обеих групп наблюдался низкий уровень и сложность переключения внимания, на что указывает большое число ошибок при смене направления стимула.

Отмечена быстрая реакция при повторе предыдущей реакции учащимися обеих групп, причем дети 1-й группы выполняли это стремительнее, чем дети 2-й группы.

При анализе показателей оперативности поведенческого реагирования в группах было выявлено, что процессы анализа и синтеза протекали более энергично в группе со склонностью к стереотипности в неопределенной среде. Дети со стереотипностью выбора быстрее совершали последующий выбор смены и повтора в ситуации успеха и неуспеха.

Таким образом, учащиеся 1-й группы допускали меньшее число ошибок, что может указывать на лучшее регулирование мотиваций по сравнению с детьми 2-й группы. В ситуации неуспеха школьники обеих групп реагировали быстрее, чем в ситуации успеха. Дети не продумывали ответ и не изменяли стратегию поведения, т. к. не осознавали, что их выбор не приводит к успеху.

Изучая особенности поведенческого реагирования в режиме «Вероятностный выбор» было выявлено, что у детей 2-й группы показатель вероятности выбора левой и правой кнопок, вероятность повтора диады выбора правой и левой кнопок и повторного выбора правой и левой кнопок на фоне успеха был выше, чем у детей 1-й группы (табл. 2). Однако в группе детей со стереотипией поведения чаще встречалась смена диад левой и правой кнопок.

Успешность выполнения задания в режиме тестирования «Вероятностный выбор» особен-

Таблица 2

ОСОБЕННОСТИ РЕАГИРОВАНИЯ МЛАДШИХ ШКОЛЬНИКОВ В УСЛОВИЯХ ВЕРОЯТНОСТНОГО ВЫБОРА, М±m

Показатель	1-я группа (n = 40)	2-я группа (n = 51)	p-уровень
Повторный выбор левой кнопки	33,95±3,28	37,02±2,43*	p=0,015
Повторный выбор правой кнопки	28,75±3,27	40,67±3,07	p>0,05
Повтор диады левой кнопки	26,25±4,04	32,14±3,16	p>0,05
Повтор диады правой кнопки	22,18±4,36	33,59±4,15	p>0,05
Смена диады левой кнопки	63,90±3,81	55,90±3,08	p>0,05
Смена диады правой кнопки	65,45±4,05	57,75±3,50	p>0,05
Повтор левой кнопки на фоне успеха	31,08±3,96	37,43±3,65	p>0,05
Повтор правой кнопки на фоне успеха	26,05±3,14	40,71±3,92*	p=0,024
Повтор левой кнопки на фоне ошибки	36,53±4,15	40,02±3,32	p=0,034
Повтор правой кнопки на фоне ошибки	32,75±4,31	47,25±4,14*	p=0,042
Время выбора ответа	1384,58±102,60	1459,49±100,70	p>0,05
Время повтора при успехе	1277,10±139,46	1101,71±92,07	p>0,05
Время повтора при ошибке	1427,35±144,39	1414,71±119,27	p>0,05
Время смены при успехе	1459,96±118,48	1626,65±149,35	p>0,05
Время смены при ошибке	1444,88±116,76	1574,82±140,41	p>0,05

но зависит от многократного подкрепления на структурах акцептора результата действия запечатленной информации о параметрах подкрепляющих воздействий, о путях и средствах их достижения. Выявили, что дети 2-й группы чаще совершали повторный выбор кнопки в ситуации успеха, т. е. у них положительное подкрепление определяет поведенческое реагирование. Школьники 1-й группы реже по сравнению со 2-й группой повторяли предыдущий выбор на фоне успеха, что может указывать на меньшую старательность, импульсивность в принятии решений и в конечном итоге ведет к совершению большего количества ошибок по сравнению с детьми 2-й группы.

Было обнаружено, что дети 1-й группы на выполнение теста тратят меньше времени, чем дети 2-й. Анализ времени смены при успехе и времени смены при ошибке выявил, что учащиеся 1-й группы тратили больше времени повтора на фоне успеха и на фоне неуспеха

Таким образом, неадекватное поведенческое реагирование в режиме «Вероятностный выбор» у детей со стереотипностью поведения в неопределенной среде указывает на их инертность и малую заинтересованность в хороших результатах.

Показанные особенности поведенческого реагирования у детей со склонностью к стереотипии выбора по сравнению со сверстниками без стереотипии указывают, что у первых возникают трудности с концентрацией и распределением внимания, страдает оперативная память, они недостаточно быстро переключают внимание с одного вида деятельности на другой.

Выявленное распределение УПП головного мозга учащихся с различными стратегиями поведенческого реагирования указывает на снижение суммарных энергозатрат мозга на 6,9 % у детей со стереотипностью принятия решений в отличие от детей без стереотипности, что отражается и во всех монополярных значениях УПП по отведениям (табл. 3).

Повышенные значения УПП в центральной, правой височной области у школьников со стереотипностью принятия решений (1-я группа) свидетельствуют о наличии нарушений в эмоциональной сфере. Выявленная особенность, возможно, объясняет неадекватную стратегию поведения в режиме «Вероятностный выбор» у гиперактивных детей со стереотипией. Показатели, характеризующие межполушарную асимметрию энергозатрат, имели положитель-

Таблица 3

**РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ УРОВНЯ
ПОСТОЯННЫХ ПОТЕНЦИАЛОВ ГОЛОВНОГО МОЗГА (В MV)
У ГИПЕРАКТИВНЫХ ДЕТЕЙ 7–11 ЛЕТ, M±m**

Показатель	1-я группа (n=40)	2-я группа (n=51)	p-уровень
Fz	22,40±2,43	23,70±2,74	p>0,05
Cz	28,55±2,48	28,95±2,82	p>0,05
Oz	25,91±2,44*	29,51±2,86	p>0,05
Td	27,08±2,26	28,84±2,79	p>0,05
Ts	26,31±2,26	28,86±2,91	p>0,05
Sum	130,26±11,57	139,85±13,73	p>0,05
Xcp	26,05±2,31	27,97±2,75	p>0,05
Fz-Xcp	-3,65±0,67	-4,27±0,72	p>0,05
Cz-Xcp	2,50±0,53	0,98±0,66	p=0,021

Показатель	1-я группа (n=40)	2-я группа (n=51)	p-уровень
Oz-Xcp	-0,14±0,45	1,54±0,71	p=0,003
Td-Xcp	1,03±0,41	0,87±0,67	p>0,05
Ts-Xcp	0,26±0,60	0,89±0,55*	p>0,05
Fz-Cz	-5,51±1,15	-5,25±1,01	p>0,05
Fz-Oz	-3,51±0,78	-5,81±1,19	p>0,05
Fz-Td	-4,68±0,96	-5,14±1,08	p>0,05
Fz-Ts	-3,91±1,04	-5,16±1,09	p>0,05
Cz-Oz	2,64±0,81	-0,56±1,07	p=0,025
Cz-Td	1,47±0,53	0,11±1,12	p=0,034
Cz-Ts	2,24±0,93	0,09±1,00*	p>0,05
Oz-Td	-1,18±0,71	0,67±1,16	p=0,004
Oz-Ts	-0,40±0,86	0,65±0,91	p>0,05
Td-Ts	0,78±0,78	-0,02±0,85	p>0,05

ное значение, что свидетельствует о преобладании у детей данной группы правополушарной активности.

Показатель межполушарной асимметрии у школьников без стереотипности выбора приближен к нулю, что указывает на отсутствие доминирования какого-либо полушария.

В ходе анализа уровня постоянных потенциалов у детей 1-й группы в сравнении с детьми 2-й было выявлено состояние сниженного энергообмена центральной нервной системы.

У детей 1-й группы по сравнению с детьми 2-й обнаружено снижение энергообмена в затылочной области головного мозга, что оказывает негативное влияние на процессы анализа и синтеза у этих детей.

Установленный у детей 2-й группы более напряженный энергообмен в височной зоне левого полушария вместе со сниженной активностью лобных отделов мозга может приводить к нарушению регулирования мотиваций у детей, выявленному при изучении стратегии поведенческого реагирования в режиме «Управляемый выбор». У школьников 2-й группы обнаружено снижение взаимосвязей отделов мозга по срав-

нению со сверстниками из 1-й. Эти изменения наряду с отсутствием межполушарного доминирования, возможно, обуславливают трудности выбора стратегии поведения, что приводит к затрудненной адаптации в детерминированной среде.

Заключение. Таким образом, в результате проведенного исследования уровня постоянных потенциалов головного мозга гиперактивных детей младшего школьного возраста при различной стратегии принятия решений были выявлены следующие особенности: в группе детей со стереотипностью выбора (1-я группа) уровень постоянных потенциалов головного мозга увеличен в стволовых структурах и правой височной области с одновременным снижением энергозатрат затылочной зоны, обнаружена отрицательная динамика структурно-функциональной организации мозга с преобладанием правополушарной активности; у детей без стереотипности выбора (2-я группа) понижена активность фронтальных и стволовых структур, повышена активность левой височной зоны со снижением взаимосвязей отделов мозга и отсутствием межполушарного доминирования.

Список литературы

1. Колесов Д.В. Поведение: физиология, психология, этика. М.; Воронеж, 2006. 696 с.
2. Ухтомский А.А. Доминанта. СПб., 2002. 448 с.
3. Судаков К.В. Системная организация функций человека: Теоретические аспекты // Успехи физиол. наук. 2000. Т. 31, № 1. С. 1–17.
4. Зилов В.Г., Судаков К.В., Эпштейн О.И. Элементы информационной биологии и медицины. М., 2000. 248 с.
5. Ахутина Т.В. Нейропсихология индивидуальных различий детей как основа использования нейропсихологических методов в школе // 1-я Междунар. конф. памяти А.Р. Лурия: тез. докл. / под ред. Е.А. Хомской, Т.В. Ахутиной. М., 1998. С. 201–208.
6. Lazar J.W., Frank Y. Frontal System Dysfunction in Children with Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder and Learning Disabilities // J. Neuropsychiatry Clin. Neurosci. 1998. Vol. 10, № 2. P. 160–167.
7. Denckla M.B. The Role of Cortical/Subcortical Networks in Disabilities // New Developments in Child Neurology / ed. M.V. Perat. Bologna, 1998. P. 615–620.
8. Грибанов А.В., Старцева Л.Ф., Иорданова Ю.А. Поведенческое реагирование детей с дефицитом внимания и гиперактивностью с различной стереотипностью выбора в детерминированных средах // Экология человека. 2009. № 12. С. 34–38.
9. Депутат И.С., Грибанов А.В., Старцева Л.Ф., Нехорошкова А.Н., Панков М.Н. Интеллект детей с СДВГ: психофизиологический анализ (краткий обзор) // Вестн. Сев. (Арктич.) федер. ун-та. Сер.: Мед.-биол. науки. 2013. № 2. С. 20–29.
10. Грибанов А.В., Панков М.Н., Подоплёкин А.Н. Уровень постоянных потенциалов головного мозга у детей при синдроме дефицита внимания с гиперактивностью // Физиология человека. 2009. Т. 35. № 6, С. 43–48.
11. Аладжалова Н.А. Медленные электрические процессы в головном мозге. М., 1962. 240 с.
12. Илюхина В.А., Матвеев Ю.К., Федорова М.А. Метод картирования функциональных состояний проекционных зон коры по показателям омега-потенциала в отведении от поверхности головы // Физиология человека. 1997. Т. 23, № 6. С. 123–130.
13. Физиология роста и развития детей и подростков (теоретические и клинические вопросы) / под ред. А.А. Баранова, Л.А. Щеплягиной. М., 2000. 587 с.

References

1. Kolesov D.V. *Povedenie: fiziologiya, psikhologiya, etika* [Behaviour: Physiology, Psychology, Ethics]. Moscow, Voronezh, 2006, 696 p.
2. Ukhtomskiy A.A. *Dominanta* [Dominant]. St. Petersburg, 2002.
3. Sudakov K.V. Sistemnaya organizatsiya funktsiy cheloveka: Teoreticheskie aspekty [The Systems Organization of Human Functions: The Theoretical Aspects]. *Uspekhi fiziologicheskikh nauk*, 2000, vol. 31, no. 1, pp. 1–17.
4. Zilov V.G., Sudakov K.V., Epshteyn O.I. *Elementy informatsionnoy biologii i meditsiny* [Elements of Information Biology and Medicine]. Moscow, 2000. 248 p.
5. Akhutina T.V. Neyropsikhologiya individual'nykh razlichiy detey kak osnova ispol'zovaniya neyropsikhologicheskikh metodov v shkole [Neuropsychology of Individual Differences Between Children as a Basis for the Use of Neuropsychological Methods at School]. *1–ya Mezhdunarodnaya konferentsiya pamyati A.R. Luriya* [1st Int. Conf. in the Memory of A.R. Luriya]. Moscow, 1998, pp. 201–208.
6. Lazar J.W., Frank Y. Frontal System Dysfunction in Children with Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder and Learning Disabilities. *J. Neuropsychiatry Clin. Neurosci.*, 1998, vol. 10, no. 2, pp. 160–167.
7. Denckla M.B. The Role of Cortical/Subcortical Networks in Disabilities. *New Developments in Child Neurology*. Ed. by M.V. Perat. Bologna, 1998, pp. 615–620.
8. Gribanov A.V., Startseva L.F., Iordanova Yu.A. *Povedencheskoe reagirovanie detey s defitsitom vnimaniya i giperaktivnost'yu s razlichnoy stereotipnost'yu vybora v determinirovannykh sredakh* [Behavioral Reactions in Children with Attention Deficit Hyperactivity Disorder Having Different Stereotypy in Determined Conditions]. *Ekologiya cheloveka*, 2009, no. 12, pp. 34–38.
9. Deputat I.S., Gribanov A.V., Pankov M.N. *Intellekt detey s SDVG: psikhofiziologicheskii analiz (kratkiy obzor)* [Intelligence in Children with ADHD: Psychophysiological Analysis (Brief Overview)]. *Vestnik Severnogo (Arkticheskogo) federal'nogo universiteta. Ser.: "Mediko-biologicheskie nauki"*, 2013, no. 2, pp. 20–29.

10. Gribanov A.V., Pankov M.N., Podoplekin A.N. Uroven' postoyannykh potentsialov golovnogogo mozga u detey pri sindrome defitsita vnimaniya s giperaktivnost'yu [The Level of Cerebral DC Potentials in Children with Attention Deficit Hyperactivity Disorder]. *Fiziologiya cheloveka*, 2009, vol. 35, no. 6, pp. 43–48.

11. Aladzhalova N.A. *Medlennye elektricheskie protsessy v golovnom mozge* [Slow Electrical Processes in the Cerebral Cortex]. Moscow, 1962. 240 p.

12. Ilyukhina V.A., Matveev Yu.K., Fedorova M.A. Metod kartirovaniya funktsional'nykh sostoyaniy proektsionnykh zon kory po pokazatelyam omega-potentsiala v otvedenii ot poverkhnosti golovy [Mapping of Functional States of Cortical Projection Zones by Omega-Potential Parameters Recorded from the Human Scalp]. *Fiziologiya cheloveka*, 1997, vol. 23, no. 6, pp. 123–130.

13. *Fiziologiya rosta i razvitiya detey i podrostkov (teoreticheskie i klinicheskie voprosy)* [Physiology of Growth and Development of Children and Adolescents (Theoretical and Clinical Issues)]. Ed. by A. Baranov, L.A. Shcheplyagina. Moscow, 2000, 587 p.

Startseva Larisa Fedorovna

Institute of Medical and Biological Research,
Northern (Arctic) Federal University named after M.V. Lomonosov (Arkhangelsk, Russia)

Podoplekin Artem Nikolaevich

Institute of Medical and Biological Research,
Northern (Arctic) Federal University named after M.V. Lomonosov (Arkhangelsk, Russia)

THE LEVEL OF CORTICAL DC POTENTIALS IN HYPERACTIVE PRIMARY SCHOOL CHILDREN WITH VARIOUS DECISION-MAKING STRATEGIES

The paper studied the functional state of the brain in children with ADHD and varying severity of hyperactivity using various decision-making strategies. The level of DC potentials reflects decision-making mechanisms of children in various environments. Decision-making is the process of matching, selecting and synthesizing various afferent signals and converting them into a program of action or decision-making phase, understood as a selective excitation of a complex of neurons causing a single reaction aimed to satisfy the dominant need. One parameter of the complex result of the functional system activity causes changes in its other parameters. The same way, changes in one indicator or result of the activity of a functional system produces an immediate impact on the performance and activity of other functional systems. The study involved 91 children aged 7–11 years with hyperactivity attending comprehensive schools in Arkhangelsk. The study was conducted using the computer complex for psychophysiological research KPFK-99 Psikhomat. We also applied the hardware and software diagnostic complex Neuroenergocartographer Neuro-KM for registration, processing and analysis of the level of DC potentials of the cerebral cortex. The results showed that the first group of children had reduced activity of the frontal and stem structures, increased activity of the left temporal zone with fewer interconnections between the brain structures and no hemispheric dominance. The second group of children showed increased level of DC potentials in the stem structures and right temporal region accompanied by reduced energy expenditure in the occipital cortex and by negative dynamics in the structural and functional organization of the brain.

Keywords: *hyperactivity, attention deficit hyperactivity disorder, level of DC potentials, behavioral response.*

Контактная информация:

Старцева Лариса Фёдоровна

адрес: 163045, г. Архангельск, проезд Бадигина, д. 3;

e-mail: l.starceva@narfu.ru

Подоплёкин Артём Николаевич

адрес: 163045, г. Архангельск, проезд Бадигина, д. 3;

e-mail: a.n.podoplekin@narfu.ru