

**Войнов
Виктор Борисович**

**Механизмы функционального созревания
высшей нервной деятельности в цикле
сон - бодрствование, обеспечивающие
адекватность адаптации ребенка к школе**

Специальность 03.03.01 – физиология

АВТОРЕФЕРАТ
диссертации на соискание ученой степени
доктора биологических наук

Астрахань
2011

**Работа выполнена в Учреждении Российской академии наук
Институте аридных зон Южного научного центра РАН**

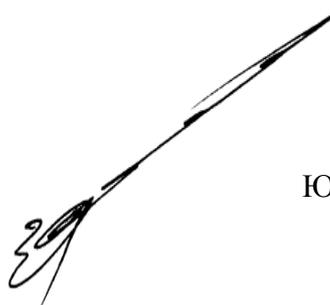
Научный консультант	Вербицкий Евгений Васильевич, доктор биологических наук
Официальные оппоненты:	Горст Нина Александровна, доктор биологических наук, профессор Егоров Алексей Юрьевич, доктор медицинских наук, профессор Трохимчук Людмила Федоровна, доктор биологических наук, профессор
Ведущая организация	Институт высшей нервной деятельности и нейрофизиологии РАН, г. Москва

Защита диссертации состоится 30 сентября 2011 г. в 10-00 на заседании диссертационного совета ДМ 212.009.01 при Астраханском государственном университете по адресу: 414000, Астрахань, пл. Шаумяна, 1

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Астраханского государственного университета

Автореферат разослан « ____ » _____ 2011 г.

Ученый секретарь диссертационного
совета, доктор биологических наук



Ю.В. Нестеров

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность исследования

По данным и отечественных, и зарубежных специалистов значительный процент детей раннего возраста характеризуется нарушениями здоровья, а практически у половины детского населения выявляются факторы риска ухудшения психофизиологических функций, что становится причиной различных поведенческих отклонений, мешающих полноценной социальной адаптации детей в семье и детском коллективе. Несмотря на значительный интерес, методология и методы работ с пограничными состояниями здоровья детей и взрослых остаются по-прежнему слабо разработанными. В связи с этим особенно актуальна область исследований, направленная на понимание общих и частных, индивидуальных механизмов онтогенеза человека, лежащих в основе обеспечения констант внутренней среды организма, формирования свойств высших психических функций, механизмов, определяющих адаптационную пластичность при изменении условий жизнедеятельности. Развитие системного подхода в науках о биологических системах (Анохин, 1968; Судаков, 1984) позволило подойти сегодня к методологии *интегративной физиологии*, рассматривающей, в том числе – человека, в контексте всего спектра действующих на него сил, с учетом витальных и социальных потребностей (Батуев, 1973; Ильин, 1978; Коган, 1988; Кураев, 2000).

Актуальность *исследований человека в динамике онтогенеза* определяется фундаментальной значимостью раскрытия механизмов роста и развития в динамике адаптации к факторам внешней среды, часть из которых в зависимости от контекста ситуации и готовности системы к реакции на них могут выступать в качестве экстремальных. Следует подчеркнуть, что в ряде случаев поступление в школу является достаточно существенным фактором для разрушения механизмов адекватной, полноценной адаптации и компенсации, становится причиной снижения качества и количества здоровья ребенка, деформации его дальнейшего развития (Жданова, 1990; Каган, 1995; Казин, 2003 и др.). Компоненты образовательной среды и их комплекс являются факторами, значимо влияющими на развитие ребенка. Углубление дезадаптации ребенка в условиях образовательного учреждения влечет за собой повышение вероятности формирования девиантных, адиктивных форм поведения (Егоров 2005, 2006).

Попытки определиться с системой описания процесса развития ребенка и выделить основные функциональные возможности этапов этого развития привели к формированию достаточно самостоятельных предметных областей – возрастной морфологии и физиологии развития (Антропова, 1977; Громбах и др., 1974; Аршавский, 1975; Любомирский, 2000; и др.). Ключевым понятием в теории и практике возрастной физиологии, особенно в контексте готовности ребенка к школе, все более уверенно становится категория *функциональной зрелости* (Маркосян, 1974; Громбах, 1976; Кардашенко, Вишневецкая, 1976; Антропова, 1977; Шаханова и др., 2001 и др.). Проблема незрелости ребенка акцентирует внимание исследователей на круг проблем, распространяющихся гораздо шире детского периода развития и влияющих на взрослую жизнь человека. Речь идет о причинах наблюдаемой неадекватности реакций человека на предъявляемую тестирующую нагрузку. Особую актуальность решение этих вопросов приобретает в контексте становления концепции современной общеобразовательной школы, формирования и реализации Национального проекта «Образование».

Несмотря на значительный период истории *электроэнцефалографии*, метод продолжает занимать одно из основных мест в комплексных описаниях функционального состояния человека, при познании механизмов адаптивных реакций, цикла сон-бодрствование, интеллектуальной деятельности и т.д. (Фарбер и др., 1972; 1991; 2001; Ливанов, 1972; 1982; Лебедев и др., 1997; Шеповальников, Цицерошин, Апанасионок, 1979; Киной 1998; Лукашевич и др., 1994; Мачинская и др., 1996, 1997; Дорохов, 2002; и др.). Но, все в большей степени становятся актуальными исследования, направленные на

понимание индивидуальных феноменов нормы и патологии, темпов развития центральной нервной системы и т.д. (Горбачевская и др., 1996; Зенков и др., 1991; Дубровинская, 1985; Barkley, 1998; 2000; Clarke et al. 1998; Мачинская, 2001; Ulrich, 2001; Цицерошин, Шеповальников, 2009; Горст, 2006). В качестве одного из перспективных направлений развития возрастной физиологии представляется полисомнографическое исследование *ночного сна ребенка*, процессов засыпания и пробуждения (Коган и др., 1978; Карманова, Оганесян, 1994; Вейн, 2003; Ковальзон 1993; 1999; Вербицкий, 2003; 2008; Shepovalnikov, Golbin, 2004).

Актуальность исследования в целом определяется неразработанностью подходов к описанию и оценке созревания регуляторных систем мозга ребенка в рамках представлений о циркадианном гомеостазе. В ряде исследований лишь постулируется гомеостатический характер регуляции параметров жизнедеятельности высших млекопитающих, приводятся отдельные факты *общего характера* нарушений структуры сна при различных чрезвычайных или патологических факторах, проявляющихся в параметрах бодрствования (Карманова, Оганесян, 1994).

Цель работы: исследовать нейрофизиологические механизмы созревания центральной нервной системы ребенка, лежащие в основе становления его высшей нервной деятельности, психофизиологических свойств саморегуляции бодрствования и ночного сна, обеспечивающих адаптацию к обучению в начальной школе.

Задачи исследования:

1. Провести лонгитюдное исследование морфологического, физиологического и психологического развития детей в динамике обучения с первого по четвертый класс (6 - 11 лет), *определить причины, лежащие в основе дезадаптации к условиям начальной школы.*

2. Сформулировать концептуальные представления о значимости *механизмов циркадианного гомеостаза* для обеспечения полноценной адаптации ребенка к условиям образовательного учреждения. Исследовать полиграфические параметры ночного сна детей в динамике их индивидуального развития, на фоне выраженных дезадаптивных проявлений.

3. Исследовать нейрофизиологические механизмы тех расстройств формирования высшей нервной деятельности в цикле сон-бодрствование, которые обуславливают ограничения адаптационных возможностей детей к условиям начальной школы, вплоть до возникновения у них нарушений, протекающих по типу *«минимальных мозговых дисфункций».*

4. Исследовать проявления этапности созревания основных проявлений высшей нервной деятельности детей младшего школьного возраста, определяющих успешность их адаптации к условиям образовательного учреждения.

5. На примере детей младшего школьного возраста расширить психофизиологические представления о здоровье человека. Разработать технологию мониторинга соматического и нейрофизиологического развития, становления высших психических функций ребенка в процессе его адаптации к образовательной среде начальной школы.

Основная гипотеза исследования. Использование комплексного методического подхода исследования соматических, нейро- и психофизиологических параметров позволяет описывать темпы и качество развития детей в диапазоне 6 - 11 лет, объединяющем годы первого и второго детства, проводимые в начальной школе (младший школьный возраст), и выявлять причины дезадаптивного поведения. Нарушения развития детей, включая становление свойств высшей нервной деятельности, актуализируются при напряжении адаптации к школьным условиям и проявляются в устойчивом комплексе электрофизиологических и поведенческих проявлений высшей нервной деятельности в бодрствовании и во сне, причины которых с высокой вероятностью определяются незрелостью функциональных возможностей центральной нервной системы. Деформации развития центральной нервной системы, объединяемые понятием «минимальные мозговые

дисфункции» (ММД), благодаря ее высокой пластичности и широким компенсаторным возможностям, проявляются в конечном числе форм: в расторможенном, гиперактивном поведении, в низком качестве произвольной саморегуляции.

На защиту выносятся следующие основные положения

1. Успешность функционирования ребенка в условиях образовательного учреждения в значительной степени определяется сформированностью его адаптационных возможностей, уровнем развития структур и степенью зрелости функций центральной нервной системы, свойств высшей нервной деятельности.

2. Несформированность неокортикального контура регуляции проявляется не только в параметрах биоэлектрической активности мозга в спокойном состоянии и на фоне функциональных нагрузок, в измененном поведении, но и искажает параметры циркадианного гомеостаза – структура сна остается незрелой, ночной сон неэффективен, качество бодрствования снижено, дневная сонливость высокая. Электрофизиологические проявления развития и функционального созревания центральной нервной системы играют ведущую роль в оценке адекватности развития ребенка, в решении на базе образовательных учреждений практических задач по формированию, развитию и сохранению его здоровья.

3. Неадекватное развитие центральной нервной системы, в первую очередь, незрелость неокортикальной регуляторной системы, таламокортикальных синхронизирующих образований определяют формирование у детей младшего школьного возраста комплекса нарушений, включая расстройства, классифицируемые как «минимальные мозговые дисфункции».

4. Развивается психофизиологическая концепция здоровья – понятия, интегрирующего способности человека оптимально функционировать в условиях, адекватных уровню его онтогенеза, важнейшего компонента развернутого анализа адаптационных возможностей ребенка, решения практических задач современной возрастной физиологии.

Научная новизна работы

1. Впервые предложен метод мониторинга и комплексная шкала оценки адекватности развития ребенка в условиях психосоциальных проблем, связанных с обучением в начальной школе. Указанная шкала основана на качественном и количественном описании нарушений адекватности развития и созревания высших уровней регуляторной системы головного мозга, определяющих свойства высшей нервной деятельности и общую адаптационную пластичность ребенка.

2. Впервые процесс развития и функционального созревания ребенка оценивается не только с позиции прогрессивного расширения его функциональных возможностей в бодрствовании, но и с точки зрения возрастной реорганизации ночного сна в рамках представлений о циркадианном гомеостазе. Для детей с признаками функциональной незрелости регуляторной системы неокортекса характерны: нарушения адекватности ритмогенеза ЭЭГ сна, нарушения в циклической организации сна, низкая эффективность ночного сна. Характер бодрствования в условиях стрессоподобных признаков дезадаптации оказывает влияние на качество последующего сна. Именно сочетание анализа особенностей функционирования детей в рамках модели начальной школы с исследованиями полиграфических параметров их ночного сна дает возможность выявить высокую значимость созревания фронтального неокортекса и таламо-кортикальной функциональной системы мозга в обеспечении адекватности их развития.

3. Рассмотрение процесса развития и функционального созревания детей во всем цикле сон - бодрствование позволило углубить и детализировать диагностические возможности электроэнцефалографии. Описанные в процессе лонгитюдного исследования детей возрастные изменения параметров суммарной биоэлектрической активности в своем качественном и количественном выражении являются важнейшими компонентами целостного описания развития центральной нервной системы, индивидуальных особенностей созревания высших психических функций, позволяют формировать представления о здоровье ребенка.

4. Уточнены представления о нарушении развития по типу «минимальных мозговых дисфункций» как полиэтиологичном явлении, лежащем в основе сужения адаптационной пластичности детей младшего школьного возраста. Использование такого подхода для описания проблем развития и функционального созревания ребенка является перспективным для скрининг-диагностики в условиях образовательных учреждений, так как он позволяет отметить ведущую роль эндогенной несостоятельности сложной координирующей функции центральной нервной системы, высших уровней регуляторной системы мозга в условиях психоэмоциональных перегрузок.

5. На основе обобщения и углубления физиологических представлений об адаптационных возможностях ребенка, развивается психофизиологическая концепция здоровья, как функции гармоничного развития и адекватного созревания организма, центральных регуляторных систем.

Теоретическое и практическое значение работы.

Теоретическая значимость работы определяется расширением представлений о механизмах развития детей на примере младшего школьного возраста, проявлениях эффектов функционального созревания различных систем, становления свойств высшей нервной деятельности в диапазоне цикла сон - бодрствование, решением проблемы своевременного выявления дезадаптивного, неадекватного поведения детей в условиях образовательного учреждения. Экспериментально показана и обоснована гипотеза «*минимальных мозговых дисфункций*», как результата нарушения развития центральной нервной системы, незрелости фронтального неокортекса как компонента высших механизмов координации и торможения, что и определяет формирование на уровне поведения: гиперактивные проявления, низкий уровень саморегуляции. Разрабатываемая *концепция здоровья человека* в контексте раскрытия его адаптивных возможностей, способности адекватно функционировать в заданных условиях имеет значение для физиологии, психофизиологии, педагогики, для решения широкого круга проблем адаптации живых систем.

Практическая значимость работы определяется расширением представлений о нейрофизиологии онтогенеза человека в цикле сон - бодрствование; разработанные критерии адекватности индивидуального развития детей позволяют получать адекватные оценки темпов и качества их развития, осуществлять прогноз успешности обучения и воспитания; обоснованно использовать направленные коррекционно-развивающие психофизиологические технологии. Разработанная технология позволяет формировать нормативную базу в отношении комплексов параметров любой выборки обследуемых, что может быть использовано при решении задач профессионального отбора, отработки режимов труда и отдыха, при обеспечении испытаний новых фармакологических средств.

Результаты выполнения работы использовались в рамках Федеральной целевой программы «Государственная поддержка интеграции высшего образования и фундаментальной науки на 1997 - 2000 годы», научно - технических программ Министерства общего и профессионального образования РФ (1998–2002 г.), НТП 420.99 «Валеология. Физиологические механизмы деятельности, развития и устойчивости организма человека» (Приказ МОиПО РФ №570 от 02.03.98; 1998 - 1999), НТП.420.99 «Валеология: психофизиология организации, реализации и коррекции поведения человека в онтогенезе, в зависимости от влияния наследуемых, социальных и природных факторов» (Приказ МОиПО РФ №158 от 21.09.99; 1999 - 2003), «Научные исследования высшей школы по приоритетным направлениям науки и техники», подпрограмма (204) «Технологии живых систем» (2001 - 2003). «Научное, научно - техническое, материально - техническое и информационное обеспечение системы образования», подпрограмма 2. «Научное и научно - методическое обеспечение индустрии образования» (1999 - 2003). Материалы диссертации широко использовались в 1998 - 2008 г.г. в образовательном процессе Ростовского государственного университета.

В настоящее время, развитие работ по теме диссертации имеет свое приложение к реализации проектов Института аридных зон Южного научного центра РАН.

Апробация работы. Результаты работы представлялись на Съездах физиологического общества им. Павлова (Москва, 1994; Ростов-на-Дону, 1998; Казань, 2001; Москва, 2007; Калуга, 2010), на Международных конференциях, посвященных 55-летию и 60-летию Института возрастной физиологии РАО «Физиология развития человека» (Москва, 2000, 2004), на XXX Всероссийском совещании по проблемам высшей нервной деятельности (С.-Петербург, 2000), на Всероссийской научно-практической конференции «Укрепление здоровья в школе» (Казань, 2000), на Региональных научно-практических конференциях «Проблемы валеологии в образовательных учреждениях Северного Кавказа» (Ростов-на-Дону, 1999, 2000, 2001, 2002), на Международной конференции «Клинические нейронауки: нейрофизиология, неврология, нейрохирургия» (Гурзуф, 2003); на II и III Всероссийских научно-практических конференциях «Функциональное состояние и здоровье человека», 2008, 2010, г. Ростов-на-Дону; на V-ой Российской (с международным участием) школе-конференции «Сон - окно в мир бодрствования», 2009, г. Ростов-на-Дону; на VII Всероссийской конференции «Актуальные проблемы сомнологии», 2010, г. Москва. Разработанные при участии соискателя диагностические программно-аппаратные средства демонстрировались на Выставке-презентации Минобразования РФ «Индустрия образования» (Орел, 1999; Москва, 2002) и «Технологии живых систем (Москва, 2002); Выставке-ярмарке «Современная образовательная среда», Москва, ВВЦ, 2001, 2002, 2003 (серебряная медаль).

Практические результаты исследования легли в основу реализации гранта РГНФ – поддержка издания научных трудов (№ 04-06-016010Д) «Издание книги: Виктора Борисовича Войнова «Психофизиологические методы оценки здоровья детей младшего школьного возраста»».

Результаты исследований в разные годы апробировались на базе образовательных и медицинских учреждений: 1996–2000 годы – на базе Ростовской средней школы гуманитарного образования «Источник»; 2001 год – №1 и №3 г. Аксая Ростовской области; №14 г. Новочеркасска Ростовской области; 2003 – на базе дошкольного образовательного учреждения №111 «Нивушка»; 2003 - 2006 года – на базе интерната Ростовского психолого-педагогического и медико-социального (ППиМС) центра (в настоящее время – ГОУ РО для детей, нуждающихся в психолого-педагогической и медико-социальной помощи «Областной центр психолого-педагогической реабилитации и коррекции» Министерства общего и профессионального образования Ростовской области, г. Ростов-на-Дону); 2004 - 2006 – на базе Ростовский НИИ акушерства и педиатрии Министерства Здравоохранения Российской Федерации.

Публикации. Основные теоретические положения диссертации и результаты исследования нашли отражение в 114 работах автора, в том числе монографии – объемом 13,1 п.л., 17 статьях, рекомендованных ВАК МО РФ для публикации материалов докторских диссертаций, объемом 6,15 п.л., 8 учебно-методических пособиях, объемом 46 п.л.

Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из введения, обзора литературы, главы – «Методы и организация исследований», шести разделов собственных результатов, заключения, выводов, списка литературы, приложений. Основное содержание работы отражено на 325 страницах, дополнительно представлено 8 Приложений на 23 страницах. Список использованных литературных источников – 619 публикаций, из которых 268 – на иностранных языках. Диссертационное исследование проиллюстрировано по тексту диссертации 39 таблицами (и 5 таблицами в приложениях) и 34 рисунками (и 12 рисунками в приложениях).

Автор выражает искреннюю благодарность профессору Г.А.Кураеву, во многом определившему направление исследований; особую благодарность – руководителю ЮНЦ РАН академику Г.Г.Матишову, предоставившему возможность завершить работу; признательность научному консультанту доктору биологических наук Е.В.Вербицкому за мудрость и терпение.

МЕТОДЫ И ОРГАНИЗАЦИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ

Объект исследования. В исследованиях приняли участие – учащиеся 1 - 4 классов, обследование которых осуществлялось с 1996 по 2006 год (основная группа, табл.1). В исследованиях приняли участие дети без выраженных нарушений уровня здоровья, с правым профилем функциональной асимметрии (правое доминирование не меньше чем по трем из четырех групп признаков: «рука», «нога», «глаз», «ухо») (Доброхотова, Брагина, 2004). Основные обследования проходили на основании письменного согласия родителей, как правило, при их присутствии. В разные годы в исследованиях принимали участие: школьники, воспитанники специальных образовательных учреждений (12 - 14 лет), дети с отставаниями умственного развития, с жалобами на состояние здоровья, подростки, – работа с которыми осуществлялась в сотрудничестве с врачами медицинских учреждений г. Ростова-на-Дону: НИИ акушерства и педиатрии, Медицинского центра «Гиппократ», Дорожной клинической больницы (А.Ф.Сысоева, Д.В.Помухин, О.З.Пузикова, В.А.Попова). Основная группа участвующих в работе детей – дети в динамике обучения в начальной школе: первая и вторая серии исследований, соответственно, годы поступления в первый класс: 1996 и 1999.

Мониторинг темпов и особенностей морфофункционального развития детей был реализован на основе антропометрических и физиологических исследований. Набор параметров включал: рост (см), масса тела (кг), Индекс Кетле (г/см), сила правой руки (кг), сила левой руки (кг), окружность грудной клетки (ОГК, см), экскурсия грудной клетки (ЭксГК, см), двувертельный диаметр (ДвувертДиам, см), двуплечевой диаметр (ДвуплечДиам, см), длина ноги (см), длина руки (см), частота сердечных сокращений в покое (ЧСС, уд./мин), жизненная емкость легких (ЖЕЛ, мл). Исследование особенностей поведения детей в условиях начальной общеобразовательной школы, мониторинг их адаптации к факторам образовательной среды, динамики созревания психических свойств осуществлялось с использованием методов наблюдения и психологического тестирования.

Основные средства и методы описания психических свойств детей: оригинальный пакет компьютерной психодиагностики «VIP» (Войнов, Неговора, Неговора, 2000), включающий: опросник САН, тесты тревожности Филлипса и Спилберга-Ханина, тест Айзенка; программно-аппаратный комплекс – «АРМ валеолога» (Войнов и др., 2001), обеспечивающий тестирование, в частности, параметров сенсомоторной координации: время простой и сложной зрительно-моторной реакции; опросник родителей (преподавателей) для выявления диагностических критериев синдрома нарушения внимания с гиперактивностью (Уэндер, Шейдер, 1998); опросник учащегося для оценки уровня мотивации к обучению (Лусканова, 1993); опросник педагога для оценки уровня адаптации учащегося к школе (Деадаптация; Ковалева, 1996); корректурная проба Бурдона, коэффициент продуктивности (Внимание; Рогов, 1995; Данилова, 1985); средний балл успеваемости по основным предметам (Успеваемость; средний текущий балл, годовые оценки: русский, математика, литература, английский язык); тест Тулуз-Пьерона (Тулуз-Пьерон; комплексный показатель «минимальных мозговых дисфункций» – коэффициент точности теста; Ясюкова, 1997); тест «Классификация понятий» (Память; Зейгарник, 1969; Рогов, 1995); тест «Анализ отношений понятий» (Мышление; Усанова, 1990); цветовой тест Люшера (Блейхер, Бурлачук, 1975; Борисова, Лошакова, 2001); опросник «Дневная сонливость».

Электроэнцефалографические (ЭЭГ) обследования. Оценка адекватности созревания кортикального ритмогенеза детей производилась посредством многоканального ЭЭГ-обследования с применением следующих функциональных нагрузок: открывание - закрывание глаз в состоянии спокойного бодрствования; навязывание ритма при ритмической фотостимуляции (3, 5, 7, 9, 12, 15 Гц), гипервентиляция. Регистрация и первичный анализ суммарной биоэлектрической активности мозга детей осуществлялись с использованием анализатора электрической активности мозга «Энцефалан 4.3», «Энцефалан 131-03» (Медиком МТД, г. Таганрог).

Таблица 1

Основные группы обследованных детей

Группы обследования				Методы анализа	
Общеобразовательная школа (прогимназия «Источник»), в динамике обучения (1 - 4 классы)					
Возраст	6 - 7	8 - 9	9 - 11		
1 серия исследований				<i>Полный комплекс обследования, ЭЭГ – ежеквартально, ПСГ - выборочно</i>	
Мальчики	25	25	24		
Девочки	19	19	16		
2 серия исследований				<i>Полный комплекс обследования, ЭЭГ – ежеквартально, ПСГ – выборочно</i>	
Мальчики	26	21	19		
Девочки	22	28	22		
11 - 12 лет – 14 человек				Выборочные исследования параметров психического развития, ЭЭГ - обследования	
Школа - интернат					
Мальчики	19	Умственно отсталые дети 9 - 13 лет		Единичные ЭЭГ - обследования	
Девочки	6				
Психолого - педагогический медико - социальный центр					
Мальчики	Подростки (12 - 14 лет) 27			Психометрия, ЭЭГ - обследования раз в квартал в течение года	
Клинические учреждения (НИИ акушерства и педиатрии, МЦ «Гармония», Дорожная больница СКЖД)					
Мальчики	12	14	35	Единичные ЭЭГ - и ПСГ - обследования; неврологическая диагностика совместно с врачами	
Девочки	11	12	15		
		Возрастные группы (диапазон возрастов, годы)			
		6 - 7	8 - 10	11 - 12	12 - 14
Численность, всего		115	119	138	34

Анализировались перестройки среднего спектра мощности классических ритмических диапазонов (дельта, тета, альфа, бета-1, бета-2), процент изменения по отношению к исходному фоновому состоянию – «спокойное бодрствование с закрытыми глазами» (Pfurtscheller, 1992; Pfurtscheller et al., 1996), межполушарные отношения (коэффициент асимметрии (Доброхотова, Брагина, 2004)). Численная характеристика уровня активации больших полушарий мозга рассчитывалась через коэффициент активации, как отношение мощности частот бета-2-ритма к мощности частот альфа-ритма (Шендерова, 1988; Шеповальников, Цицерошин, Апанасионок, 1979; Войнов, 1992; Pfurtscheller, 1992). Уровень сформированности основного ритма ЭЭГ определялся через расчет «коэффициента созревания ЭЭГ» – отношение средней мощности частот альфа-диапазона к сумме частот дельта-, тета- затылочной области коры (O1, O2). Регистрация ЭЭГ у одного ребенка проводилась неоднократно; дети, участвующие в лонгитюдных сериях – регулярно раз в полугодие, в течение 2 - 3 лет. Адекватность созревания информационно-когнитивных процессов оценивалась методом вызванных потенциалов. Исследование вызванных потенциалов (ВП) осуществлялось при зрительной стимуляции в двух экспериментальных мо-

делях: первая – «простая модель» – простой ряд зрительных стимулов, вторая – «сложная модель» – реакция выбора (нажатие кнопки) условно более ярких.

Полисомнографические (ПСГ) обследования. Выяснение функциональной зрелости сомногенных образований центральной нервной системы осуществлялось посредством проведения ПСГ-обследований с использованием программно - аппаратных комплексов SAGURA-2000 и LEONARDO C-59 (MKE Medizintechnik GmbH, Германия). Обследования детей выполнялись в периоды естественного ночного сна с параллельным видеомониторингом и регистрацией: электрокардиограммы, частоты дыхания, ороназального потока, пульсоксиметрии, электромиограммы подъязычной мышцы, электроокулограммы, ЭЭГ в отведениях C3, C4, P3, P4, O1, O2 с референтными электродами в области мастоидальных костей. Феномены сна определялись автоматически, программными средствами SAGURA-2000 и LEONARDO, при ручной коррекции в соответствии с методическими рекомендациями А. Rechtschaffen, А. Kales (1968), А.Л.Калинкина (2004), Р.В.Бузунова, В.А.Ерошиной, И.В. Легейда (2007).

Доказательство объективности наблюдаемых феноменов осуществлялось с привлечением методов статистического анализа: дисперсионный анализ (ANOVA/MANOVA), t-критерия Стьюдента, критерия Фишера, Лямбда-критерия Уилкса, U-критерий Манна-Уитни. Достоверность полученных результатов и выводов в работе обеспечивается методологической обоснованностью исследования, качественной обработкой и интерпретацией данных, сопоставлением их с результатами, полученными в работах других авторов.

ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ РАБОТЫ

Лонгитюдные исследования морфофизиологического развития детей в динамике начальной школы. Закономерности функционального созревания

Регулярно проводимые антропометрические, физиометрические исследования детей позволяют оценить характер их соматического развития, определить групповые особенности основных морфофункциональных характеристик, выявить степень соответствия индивидуального развития известным региональным нормативам развития. При сопоставлении результатов обследования детей с разработанными в стране и регионе нормативами (Вельтищев, 1998; Трушкин, 2000 а, б) дает основание для вывода – основная часть исследуемой группы детей характеризуется нормальным для данного возраста уровнем физического развития. Рост стоя и масса тела, и девочек, и мальчиков во все годы наблюдений характеризуются категорией «выше среднего», а в третьем классе масса тела мальчиков – как «высокая». Результаты обобщенного статистического сравнения параметров физического развития детей обоего пола в динамике 1 - 3 классов (и в первой, и во второй сериях исследований) демонстрируя закономерно изменяющуюся картину (табл.2). Практически все, использованные в работе параметры, характеризуются достоверным ростом. Только в отдельных случаях в динамике первого класса отмечены случаи снижения массы тела. Следует отметить, что при сопоставлении 3 и 2 классов различия несколько меньшие, чем при сопоставлении 2 и 1. В меньшей степени динамичны физиометрические параметры, отражающие функциональное развитие детей (экскурсия грудной клетки, ЧСС, сила сгибателей кистей рук, ЖЕЛ). На протяжении трех лет наблюдений средние групповые характеристики силы и жизненной емкости легких мальчиков достоверно выше, чем у их сверстниц. Важно отметить, что длина ноги в группе девочек с возрастом становится больше (во втором классе достоверно, в третьем на уровне тенденции), что, по-видимому, можно отнести к начальным признакам формирования морфологических половых различий. Аналогичные результаты достаточно известны в литературе и подтверждаются современными исследованиями, относящими проявления гетерохронизма физического развития детей к базовым механизмам популяционной устойчивости (Сонькин, Корниенко, 1998; Доронина, 2001). В процессе всего исследования производилась оценка индивидуальных особенностей детей. На любом этапе обследований выделялись дети с минимальными и максимальными значениями измеряемых параметров. Сопостав-

ление проводилось как относительно известных литературных нормативов, так и относительно среднегрупповых оценок. Во всех случаях существенного снижения или превышения параметра физического развития на ребенка обращалось особое внимание, проводились консультации со школьным врачом, ставились в известность родители.

Регулярное, один раз в полугодие, тестирование параметров психической сферы учащихся на базе образовательного учреждения позволяет достаточно подробно описывать процесс формирования свойств памяти, внимания и мышления детей. Учащиеся быстро привыкают к процедуре тестирования, расценивая ее как одну из форм учебной деятельности.

Обобщение представленных данных позволяет отметить, что в процессе взросления средние характеристики психического развития естественно улучшаются: растет объем памяти и внимания, улучшается характеристика вербально-логического мышления, улучшается комплексный показатель точности при выполнении теста Тулуз-Пьерона (табл.3). Отмечается улучшение общего уровня адаптации к школьным условиям (снижение показателя дезадаптации), хотя при этом, следует отметить незначительное снижение мотивации, отмечаемое практически во всех обследованных группах детей. Выражено улучшаются свойства внимания и менее выражено, на уровне тенденции – мышления. Полученные факты хорошо согласуются с результатами ряда исследований, отметившими сенситивность начальной школы в отношении становления устойчивости произвольного внимания (Davies, Jones, Taylor, 1984; Фарбер, Дубровинская, 2000; Литвиненко, 2002). Достоверных признаков полового диморфизма в отношении психических свойств выявлено не было. Тем не менее, в обеих сериях исследований в динамике первого класса для девочек характерны более высокий уровень мотивации к обучению и низкий уровень дезадаптации. На данном этапе исследования было показано, что ребенок в раннем школьном возрасте, это относительно равномерно растущий и развивающийся организм.

Дезадаптация детей к условиям начальной школы. Соматические и поведенческие проявления

Наряду с тем, что за исследуемый временной период была описана убедительная картина морфофункционального развития детей, во всех группах отмечаются индивиды с выраженными признаками дезадаптации (20 - 30% в первом классе и 9 - 12% в четвертом), по целому ряду признаков, в первую очередь имеющих отношение к психической сфере, к поведению ребенка. Все дети, как правило, в протестных формах поведения демонстрируют свою неспособность к реализации того объема физических и психических нагрузок, который предъявляет им начальная школа.

Анализ результатов собственных исследований и обобщение сведений других авторов позволяют отметить, что современная школа является существенным фактором, определяющим напряжение систем регуляции ребенка, значительно изменяющий весь его образ жизни, и может в полной мере выступать в качестве универсальной модели, позволяющей оценить степень зрелости целого комплекса морфофункциональных и психических возможностей ребенка. Многообразие действующих на школьника сил можно свести к набору важнейших: возрастающие физические (в первую очередь, статические), эмоциональные и информационные нагрузки; изменение режима жизни (питания, сна, бодрствования); высокие требования к уровню развития внимания, памяти, мышления, специальных моторных навыков (письмо, рисование и т.д.); интенсификация процессов социализации (расширение и усложнение контактов с людьми, возрастание требований к ответственности ребенка за свои поступки, формирование мировоззрения, личности). В ходе анализа результатов исследований учащихся в начальный адаптационный период пребывания в школе было высказано предположение, что достаточно полным показателем адекватности психофизиологического развития детей младшего школьного возраста может стать фактор «Дезадаптация».

В таблице 4 представлена доля детей с выраженными признаками дезадаптации, по-

лучившими, по-меньшей мере, по двум параметрам из трех оценки «ниже среднего по группе» (дезадаптация Опросник Ковалевой (1996); комплексный показатель «минимальных мозговых дисфункций» – коэффициент точности, тест Тулуз-Пьерона; средний балл успеваемости). Как правило, уровень дезадаптации по Опроснику Ковалевой был выше 30 баллов; коэффициент точности – ниже 0,80; средний балл по основным предметам не превышал 3,75.

Таблица 2

Сравнение параметров физического развития учащихся начальной школы в динамике наблюдений (прогимназия «Источник», первая серия исследований; критерий Стьюдента – направленность изменений и уровень значимости достоверных различий)

Параметры	1 класс (6,89±0,08 лет)	2 класс (7,73±0,12 лет)	3 класс (8,56±0,09 лет)	2 - 1	3 - 2
Девочки (n=17)					
Рост (см)	127,94±1,55	131,88±1,45	138,00±1,55	+*	+*
Масса (кг)	26,86±1,24	29,15±1,28	32,69±1,42	+*	+*
Индекс Кетле (г/см)	209,21±8,00	220,33±8,07	236,13±8,63	+*	+*
Сила пр. руки (кг)	10,15±0,36	11,76±0,46	11,59±0,34	+*	–
Сила лев. руки (кг)	9,24±0,31	10,71±0,45	10,47±0,27	+*	–
ОГК в покое (см)	61,12±1,05	64,58±1,33	65,14±1,18	+*	+
ЭксГК (см)	4,68±0,39	4,62±0,34	4,50±0,42	+	–
ДвувертДиам (см)	32,53±0,80	33,40±0,79	33,58±0,71	+	+
ДвуплечДиам (см)	30,09±0,58	30,95±0,56	32,64±0,48	+	+*
ЧСС в покое (уд./мин)	88,47±3,10	92,18±5,56	88,24±2,61	+*	–
ЖЕЛ (мл)	1282,65±63,64	1426,47±37,01	1415,88±34,72	+*	+
Мальчики (n=25)					
Рост (см)	129,80±1,01	132,94±1,05	138,72±1,10	+*	+*
Масса (кг)	28,00±0,99	29,94±1,13	34,00±1,46	+*	+*
Индекс Кетле (г/см)	215,14±6,32	224,51±6,87	244,19±8,98	+*	+*
Сила пр. руки (кг)	12,82±0,61	14,28±0,69	14,40±0,66	+*	+
Сила лев. руки (кг)	11,72±0,55	13,60±0,85	14,68±0,53	+*	+
ОГК в покое (см)	62,79±0,59	65,77±0,72	67,57±1,02	+*	+
ЭксГК (см)	4,96±0,33	5,11±0,34	5,13±0,52	+	+
ДвувертДиам (см)	32,45±0,38	33,13±0,48	34,06±0,72	+	+
ДвуплечДиам (см)	30,13±0,24	31,43±0,35	33,36±0,39	+	+
ЧСС в покое (уд./мин)	82,96±2,07	84,00±2,54	86,48±1,98	+	+
ЖЕЛ (мл)	1576,00±54,42	1767,20±40,54	1772,00±47,69	+*	+

Примечание: выделены случаи высоко достоверных различий (t-критерий Стьюдента, P≤0,001)

Было выявлено, что уровень дезадаптации имеет выраженные корреляционные связи с уровнем развития произвольного внимания (продуктивность), произвольной памяти. В 83% случаев дети из группы «дезадаптивные» характеризуются положительным результатом по Опроснику родителей для выявления диагностических критериев синдрома нарушения внимания с гиперактивностью. Можно было предположить, что уровень мотивации и дезадаптации к школьным условиям определяются типологическими психическими свойствами.

Проведенный анализ корреляционных связей между исследуемыми характеристиками и такими психическими свойствами, как свойства и направленность темперамента (экстра- и интроверсия, выраженность свойства флегматика, холерика, меланхолика, сан-

гвиника), позволил констатировать отсутствие связей; значение парных коэффициентов корреляции не достигало значения 0,1 (n=39). Следует отметить, что практически во всех случаях выраженной дезадаптации для детей нехарактерны низкие умственные способности. Чаще встречается ситуация когда мышление ребенка сформировано в достаточной степени, он может решать вербально–логические задачи (тест Анализ отношений понятий), но устойчивость психической работоспособности крайне низкая (тест Тулуз-Пьерона).

Таблица 3

Сравнение параметров психофизиологического развития учащихся начальной школы в динамике наблюдений (прогимназия «Источник», первая серия исследований; критерий Стьюдента – направленность изменений, выделены достоверные различия с приведением уровня значимости)

Параметры (у.е. или баллы в соответствии с методиками)	1 класс (7,13±0,14 лет)	2 класс (8,29±0,09 лет)	3 класс (9,13±0,11 лет)	2 - 1	3 - 2
Девочки (n=17)					
Тулуз-Пьерон	96,94±0,62	95,65±1,05	97,94±0,43	–	+
Память	9,00±0,39	9,06±0,49	9,63±0,32	+	+
Внимание	252,82±13,62	275,39±18,27	342,16±16,25	+	+*
Мышление	8,59±0,82	14,71±1,27	12,25±1,49	+*	+
Мотивация	23,94±1,12	19,71±1,31	19,81±1,58	–	–*
Дезадаптация	7,09±1,34	5,63±0,73	5,93±0,94	–	+
Успеваемость	4,37±0,08	4,38±0,09	4,30±0,09	+	–
Мальчики (n=24)					
Тулуз-Пьерон	97,46±0,44	96,83±0,47	96,25±0,55	–	–
Память	8,29±0,47	8,79±0,38	8,25±0,37	+	–
Внимание	203,69±12,03	248,70±11,61	322,38±11,68	+	+*
Мышление	8,33±0,95	12,92±1,39	11,33±1,26	+	–
Мотивация	21,17±1,22	17,67±1,38	20,21±1,40	–	+
Дезадаптация	17,84±2,22	13,14±2,06	15,08±2,75	–	+
Успеваемость	4,05±0,11	3,94±0,13	3,93±0,11	–	–

При этом, начиная со второго класса группы «отличников» и «отстающих» существенно различаются по среднегрупповым уровням вербально-логического мышления (соответственно, во втором классе – 24,33±1,88 и 17,00±0,67 при P=0,001; в третьем классе – 29,5±2,45 и 18,9±7,12 при P=0,021). Результаты анализа групповых особенностей «отличников» и «отстающих», дали основание для вывода о том, что в первом классе наиболее существенным фактором, определяющим уровень успеваемости, как одного из признака успешности адаптации к школе, является сформированность произвольного внимания учащихся (соответственно, в группах «отличники» и «отстающие» – 251,16±19,28 и 195,12±18,11; уровень достоверности различий по t-критерию Стьюдента для независимых выборок при P=0,04). Подчеркивая интегральный характер уровня адаптации ребенка к школьным условиям, была высказано допущение о возможности взаимосвязи этого качества (Группа адаптации) с особенностями морфофункционального развития детей в динамике первых трех лет обучения (Таблица 5). Как видно из таблицы, достоверную зависимость от фактора «Класс» (возраст ребенка) имеют следующие параметры: средний балл успеваемости, уровень внимания, мотивации, рост, масса тела, размах рук, жизненная емкость легких. Выявляется достоверно высокий уровень взаимосвязи с фактором «Адаптация» параметров: успеваемость, уровень сформированности внимания, мышле-

ния, показатель аутогенная норма по тесту Люшера, комплексный показатель «минимальных мозговых дисфункций» – коэффициент точности теста Тулуз-Пьерона.

Таблица 4

Представленность детей с выраженными признаками дезадаптации в исследуемых группах

Годы	Численность детей (классы)			% детей с признаками дезадаптации по классам		
	1	2	3	1	2	3
1996 - 1998	1	2	3	1	2	3
Мальчики	25	25	24	24,00	20,00	12,50
Девочки	19	19	16	26,32	21,05	12,50
1999 - 2001						
Мальчики	26	21	19	30,77	23,81	21,05
Девочки	22	28	22	31,82	17,86	9,09

Таблица 5

Результат дисперсионного анализа матрицы параметров психического и физического развития детей 1 - 3 классов (n=64)

Переменные	Факторы	
	Класс	Группа адаптации
Успеваемость	*	***
Внимание	***	*
Память		
Мышление		**
Тулуз-Пьерон		**
Аут.норма		*
Мотивация	*	
Рост	***	
Масса тела	***	
Размах рук	***	
ЖЕЛ	***	

* $P \leq 0,05$; ** $P \leq 0,01$; *** $P \leq 0,001$

Группа дезаптированных детей характеризуется невысоким и более выражено снижающимся в процессе учебы уровнем мотивации к обучению в школе. Для этих детей характерна высокая и повышающаяся психоэмоциональная напряженность, в ряде случаев достигающая уровня стресса (аутогенная норма по тесту Люшера). 12 первоклассников в первом цикле исследований (27,3%) и 16 детей из повторного цикла исследований (33,3%) характеризовались высокими значениями показателя (более 12 баллов), что позволяет говорить о переживаемой ими ситуации психоэмоционального напряжения, с характерными (отмечаемыми в беседах с детьми и с их родителями) конфликтностью, пессимистичностью, нестабильностью поведенческих реакций и т.д. Все дети из группы дезаптированных характеризовались ярко выраженными признаками переживаемого конфликта.

Как правило, при очень высоких показателях напряжения (>20), имеют место низкие значения «вегетативного коэффициента» ($<0,9$), отражающие выраженное снижение резервов, потребность в отдыхе, неготовность к действию, трудности мобилизации. При тестировании с помощью опросника Филлипса для большинства из детей с признаками дезадаптации отмечались признаки повышенной и высокой тревожности по шкалам: Общая тревожность в школе, Переживание социального стресса, Фрустрация потребности в достижении успеха, Страх самовыражения, Низкая физиологическая сопротивляемость

стрессу. По тесту Спилбергера-Ханина средний балл личностной тревожности по группе дезадаптированных детей: $45,87 \pm 13,45$; $46,14 \pm 9,15$. Для адаптированных детей тревожность, как правило, не превышала предела умеренной тревожности и составляла в среднем, соответственно $27,14 \pm 6,88$; $28,94 \pm 11,44$, что значимо отличалось от показателей предыдущей группы (t-критерий Стьюдента =11,12; $P=0,037$; t-критерий Стьюдента =10,85; $P=0,048$). Полученные данные находят подтверждение в литературе, в частности в исследованиях Е.В.Вербицкого (2003), О.В.Лапшиной (2008), показавших, что эмоциональная напряженность и тревожность могут выступать в качестве характеристик напряженной социальной адаптации, а с другой стороны – весьма типичны для текущего реагирования у гиперактивных детей. Следует отметить, что соотношение исследуемых параметров морфофункционального развития детей достаточно устойчиво в динамике наблюдений – и к третьему, и к четвертому классам ряд детей характеризуется признаками дезадаптации.

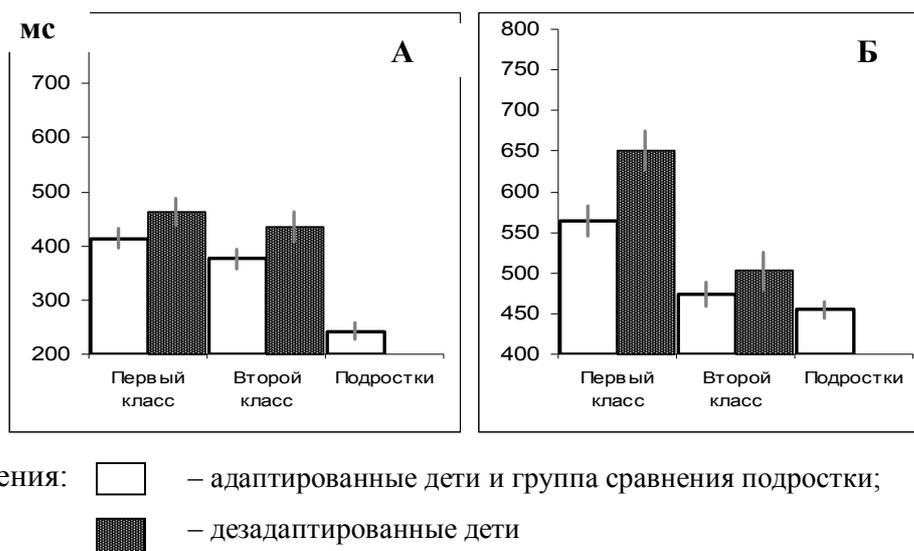


Рисунок 1. Результаты сравнения времени реализации простой (А) и сложной (Б) зрительно-моторной реакции в группах

Принципиальным компонентом обследования детей стало использование теста Тулуз-Пьерона, направленного на изучение свойств внимания (концентрация, устойчивость, переключаемость) в задаче психомоторного типа (корректирующая проба), вторично – на оценку точности и надежности переработки информации; на оценку волевой регуляции, характеристик работоспособности и ее устойчивость во времени. Результирующий показатель – коэффициент точности, является надежным и быстрым способом выделения психологических признаков минимальных мозговых дисфункций. Использование этого показателя позволило расширить картину факторов, определяющих дезадаптивное поведение учащихся, выделить доминирующий, стилевой характер работоспособности при выполнении модельной нагрузки. Процессы функционального созревания ЦНС проявляются не только в свойствах внимания, но и в эффекторной сфере ребенка, в частности в характеристиках тонко координированных действий – во времени простой и сложной зрительно-моторной реакции.

Проведено сравнение трех групп детей (рис.1): основная экспериментальная группа – «Младшие», учащиеся первых ($7,01 \pm 0,11$ лет) и «Средние», учащиеся вторых ($8,21 \pm 0,07$ лет) классов, адаптированные и с выраженными признаками дезадаптации, и контрольная группа – подростки ($13,23 \pm 0,24$ лет). Как можно видеть на рисунке, достоверно просматривается зависимость рассматриваемого показателя от функции возраста. Подростки во всех сочетаниях быстрее и точнее – время реализации, и простой, и сложной зрительно-моторных реакций у них короче. Отличия проявляются в парах сравнения «адаптирован-

ные» – «дезадаптированные» в первом классе – на уровне тенденции, во втором – достоверные, при сравнении групп первоклассников по параметру «время сложной зрительно-моторной реакции».

Анализ полученных результатов исследований позволяет резюмировать – успешность адаптации ребенка к условиям начальной школы не имеет жесткой зависимости от уровня физического развития, однако зависит от присутствия факторов риска нарушения высшей нервной деятельности, от уровня сформированности произвольного внимания, тонкой сенсомоторной координации, от наличия нарушенных форм поведения (гиперактивность, импульсивность, непоседливость). Выявляемые неоптимальные формы поведения, как правило, являются устойчивыми на исследуемом временном интервале, что может свидетельствовать о наличии пограничных форм нарушения развития центральной нервной системы детей в виде синдрома минимальных мозговых дисфункций. Полученные факты позволяют отметить – при адекватном развитии ребенка имеет место закономерная динамика времяспецифических свойств от произвольного внимания к мыслительным свойствам, определяющим креативные возможности формирующейся личности.

Нейрофизиологические механизмы развития детей в динамике начальной школы

➤ *Возрастные маркеры изменений спонтанной биоэлектрической активности ЭЭГ в группе детей с оптимальным уровнем адаптации*

С целью описания общих признаков развития центральной нервной системы рассматриваемых групп детей, использовались обобщенные описания параметров суммарной биоэлектрической активности мозга (всего численность детей – 220 человек). За основу анализа принималось максимально спокойное, релаксированное состояние бодрствования детей с закрытыми глазами. В таблице 6 представлены результаты дисперсионного анализа всей совокупности наблюдений параметров ЭЭГ группы детей 6 - 11 лет: мощности ритмических диапазонов (дельта, тета, альфа, бета-1 и бета-2) восьми симметричных точек лобной, центральной, теменной и затылочной областей коры. Как видно из данных таблицы, средние значения мощности классических диапазонов ЭЭГ зависят от фактора «Возраст» и почти все зависят от фактора «Состояние» («Сост» – состояние спокойного бодрствования с открытыми и закрытыми глазами), выраженность дельта-, тета- и альфа-диапазонов зависит и от исследуемой области головного мозга («Лок» – «локализация», область регистрации электрограмм).

Таблица 6

Влияние независимых факторов: возраста, состояния и региональных особенностей мозга и их сочетаний на мощность ритмических диапазонов ЭЭГ группы детей младшего школьного возраста (MANOVA)

Ритмический диапазон ЭЭГ	Факторы			Сочетание факторов			
	Возраст	Сост	Лок				
	1	2	3	12	13	23	123
Дельта	***	***	***	*			
Тета	***	***	***	***		***	
Альфа	***	***	***	***		***	
Бета-1	***	***					
Бета-2	***			***			

* $P \leq 0,05$; ** $P \leq 0,01$; *** $P \leq 0,001$

Анализ среднегрупповых («младшие» и «старшие») параметров ЭЭГ, полученных в динамике взросления, возрастные изменения в суммарной мощности ритмических диапазонов наиболее ярко проявляются в затылочных областях – мощность тета-диапазона снижается и растет мощность альфа-ритма. При этом отмечается связанная динамика пе-

реструк во всех исследованных регионах неокортекса, отражающая системный характер преобразований мозговой активности в процессе взросления организма. Полученные факты соответствуют имеющимся в литературе сведениям о логике возрастных преобразований в неокортексе мозга человека, начинающихся с задних проекционных областей и распространяющихся к ростральному, эволюционно более молодому полюсу (Gasser et al., 1988 a, b; Harmony et al., 1995).

Основные черты возрастных изменений феноменов пространственной синхронизации биопотенциалов иллюстрируются на рисунке 2, – характер дистантной связанности ритмических процессов в центральной нервной системе с возрастом существенно изменяется (колебания становятся более регулярными). Альфа-ритм приобретает черты генерализованности с преобладанием в затылочных отведениях, при этом растет его пространственная связанность – средняя когерентность по набору отведений имеет тенденцию к росту. Наиболее выражено изменяется градиент когерентности частот альфа-диапазона пространственно разнесенных и рядом расположенных пар областей мозга (Б.1 и Б.2) – синфазность близких регионов неокортекса растет, а удаленных снижается, что достаточно известно в литературе (Шеповальников и др., 1979).

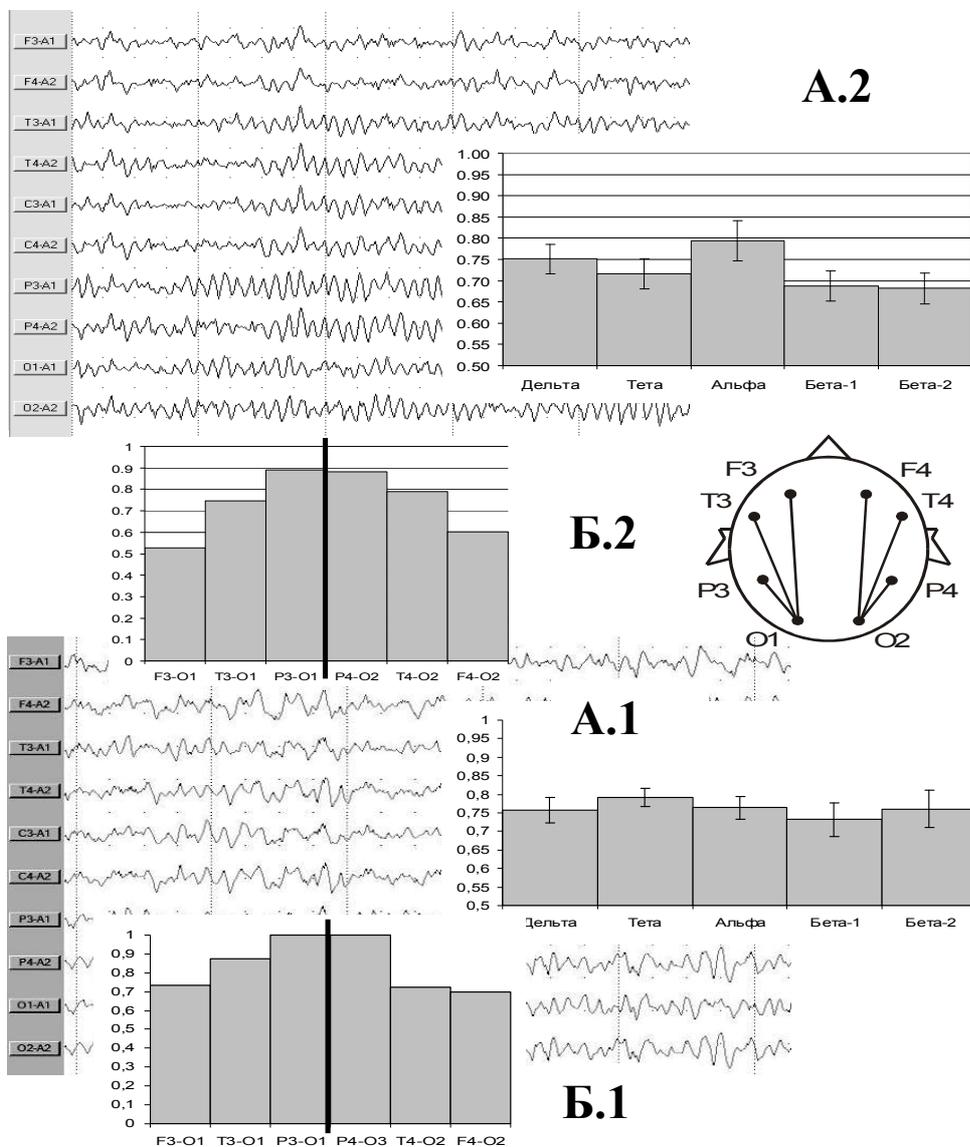


Рисунок 2. Пример нормальной возрастной динамики электроэнцефалограммы, средних уровней когерентности по ритмам (А) и характеристик градиента когерентности в альфа-диапазоне (Б). Обследуемый А.Ш. в 6 (А.1, Б.1) и 11 (А.2, Б.2) лет. Состояние – спокойное бодрствование с закрытыми глазами.

Полученные в работе факты, иллюстрирующие общие закономерности и индивидуальные особенности развития и функционального созревания центральной нервной системы детей младшего школьного возраста, оригинальны в отношении исследуемой группы детей и соответствуют имеющимся в литературе сведениям о закономерностях возрастных преобразований в неокортексе больших полушарий мозга человека.

➤ *Мониторинг реактивных свойств центральной нервной системы*

С целью описания возрастных феноменов реактивности параметров суммарной биоэлектрической активности мозга детей использовались различные функциональные нагрузки. Процесс созревания ЭЭГ проявляется, в частности, в росте различий между состояниями спокойного бодрствования с закрытыми глазами и с открытыми глазами – имеет место рост функциональной реактивности частот альфа-диапазона. Процесс активации ЭЭГ при открывании глаз четко проявляется в затылочной области (представительство зрительного анализатора), но в процессе взросления начинает охватывать ростральнее расположенные отделы неокортекса. Наиболее ярко эти процессы проявляются при сопоставлении общих тенденций с возрастными изменениями ребенка из группы с признаками дезадаптации (рис.3).

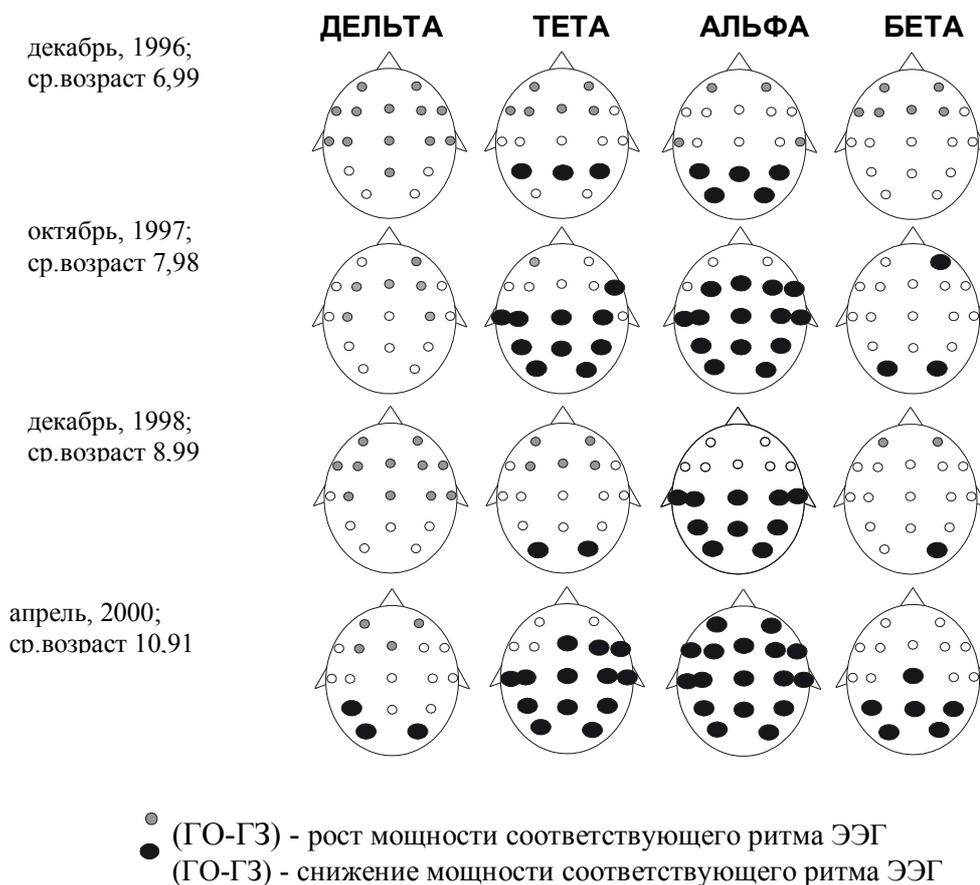
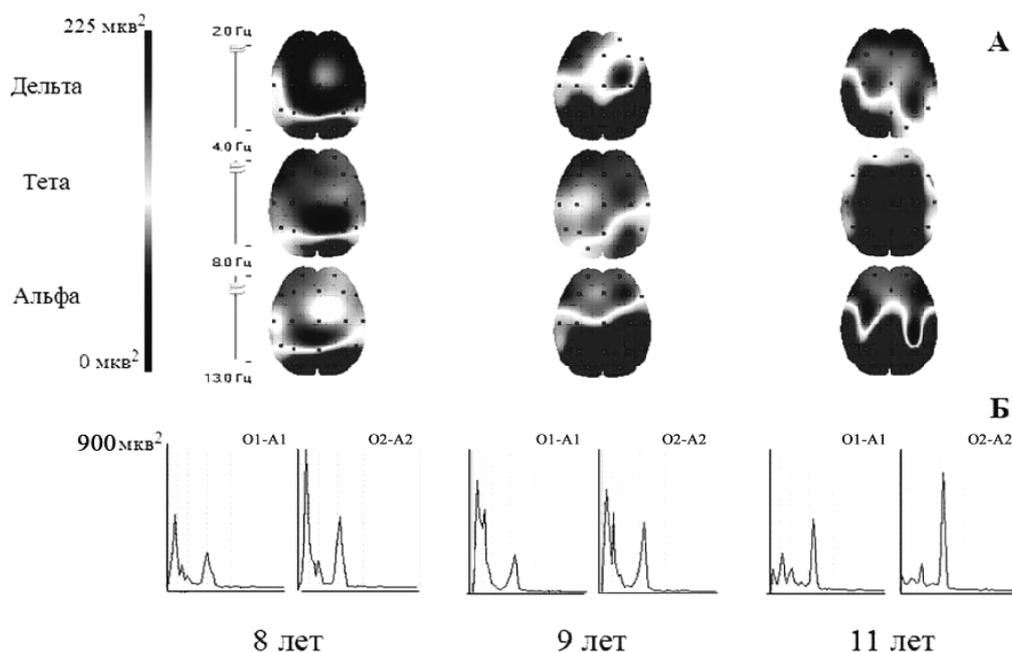


Рисунок 3. Изменения мощности ритмов ЭЭГ по всей группе детей в паре состояния «ГЛАЗА ОТКРЫТЫ» – «ГЛАЗА ЗАКРЫТЫ» в динамике наблюдений 1996 - 2000 г.г. (достоверные изменения, $P < 0,05$)

Приведенные данные позволяют видеть динамику формирования развернутой реакции активации при открывании глаз. Если в младшем возрасте реакция на увеличение сенсорного потока проявляется лишь в снижении мощности тета- и альфа-диапазонов за-

тылочных областей и ростом мощности медленных частот в ростральных отделах мозга, то к 10 - 12 годам реакция активации начинает проявляться более широко, во всех частотных диапазонах, а реакция депрессии альфа-ритма охватывает все исследованные области неокортекса. Развивая классические представления Н.Т.Чанг (1950), Р.Андерсен, S.A.Andersson (1968), Ф.Н.Серкова, В.Н. Казакова (1980), Е.В.Вербицкого (2005) можно предположить, что полученные факты в первую очередь демонстрируют процесс функционального созревания таламических генераторов и их обеспечение резонансных явлений в таламокортикальных модулях.

Но, тем не менее, остается не вполне ясным вопрос о возрастной динамике резонансных возможностей этих генераторов в реализации более тонких функциональных реакций мозга – в реакциях на ритмическую фотостимуляцию. Проведенные исследования показали, что использование фотостимуляции дает широкую палитру качественно и количественно различных перестроек индивидуальных электрограмм. К 11 - 12 годам выделяется основная тенденция – реакция навязывания частоты световых мельканий (9 Гц) становится более выраженной, более точно частота стимуляции проявляется в резонансе частот ЭЭГ, эффекты резонанса проявляются достаточно симметрично в затылочной, теменной, задней височной и центральной областях неокортекса (рис. 4).



Обозначения: А-картограммы для частотных диапазонов: дельта-2, тета и альфа; Б – графики спектров мощности для симметричных затылочных областей (O1, O2). Доминирующая частота ЭЭГ в возрасте 8 лет – 8,3 Гц, в возрасте 9 и 11 лет – 8,8 Гц.

Рисунок 4. Возрастные изменения ЭЭГ-реактивности на примере реорганизации спектров мощности ЭЭГ ребенка С.Р. в ответ на ритмическую фотостимуляцию – 9 Гц. Состояние – спокойное бодрствование с открытыми глазами

Обобщенный статистический анализ позволяет исследовать зависимость степени перестройки мощности частот ЭЭГ, соответствующей частоте стимуляции (9 Гц) от факторов: «возраст» и «альфа-ритм» (средняя мощность альфа-ритма затылка в фоновом состоянии). Соответственно, опираясь на расчеты Лямбда-критерия Уилкса, фактор «возраст» значим при $P=0,031$, фактор «альфа-ритм» – при $P=0,014$, совместное действие обоих факторов значимо при $P=0,020$. Следует отметить, что достоверная зависимость эффекта навязывания ритма фотостимуляции от определенных выше факторов характерна только для симметричных отделов затылочной области мозга.

Таблица 7

Отражение становления свойств высшей нервной деятельности в показателях ВП детей. Результаты мультивариантного анализа амплитудных и временных параметров компонентов (P1, N1, P2, N2, P3, N3, P4) зрительного ВП

Факторы	Критерий Фишера	Число (n)	Уровень значимости (P)
Латентный период			
Зрелость ЭЭГ	3,728	54	0,002
Локализация	0,410	44	1,090
Зрелость ЭЭГ+Локализация	0,462	98	1,100
Амплитуда			
Локализация	3,660	44	0,001
Зрелость ЭЭГ+Локализация	0,844	98	1,112

Обозначения: «Зрелость ЭЭГ» – группы выраженности альфа-ритма: «АльфаМин»; «АльфаСред»; «АльфаМакс»; «Локализация» – регионы регистрации ЭЭГ, в данном случае, P3, P4, O1, O2.

Таким образом, в проведенных исследованиях было выявлено, что в норме в динамике развития детей младшего школьного возраста отмечается достоверное увеличение мощности частот альфа-диапазона. Альфа-ритм приобретает свойства функционального ядра, «вытесняя» тета-ритм, как в организации базового рисунка ЭЭГ, так и при реализации реакции мозга на сенсорную стимуляцию при функциональных нагрузках с открыванием глаз и с ритмической фотостимуляцией. Процесс изменения общего рисунка ЭЭГ начинается с затылочных областей и, распространяясь вперед, охватывает всю поверхность неокортекса.

Исследование биоэлектрических феноменов развития центральной нервной системы детей младшего школьного возраста было реализовано не только в рамках модели суммарной активности, но и при моделировании с событием связанной активности – выделяемых в результате суммации электрограмм вызванных потенциалов. Первичный анализ паттернов зрительных вызванных потенциалов всей совокупности исследованных детей дал основание для выделения семи компонентов: P1, N1, P2, N2, P3, N3, P4(300) (Гнездицкий, 1997; Иваницкий, Стрелец, Корсаков, 1984; Фарбер, Дубровинская, 2000). В таблице 7 представлены результаты обобщенного – мультивариантного анализа параметров компонентов ВП по всей группе обследованных детей. Рассматривая вызванный ответ, его конфигурацию, в качестве целостного, системного ответа некоторого региона неокортекса (затылочной области) в ответ на стимул определенной модальности и интенсивности (вспышка света) мы допускаем проведение анализа статистической связи совокупности компонентов ВП от действия независимых факторов и их сочетаний: Альфа, Локализация. Выявленные общие закономерности зависимости параметров ВП от этих факторов и их сочетаний позволяют обсудить частные гипотезы о значимости факторов в отношении отдельных компонентов. При сопоставлении среднegrupповых характеристик выявляется, что для индивидов с большей сформированностью основного ритма («АльфаМакс»), т.е. с более зрелой центральной нервной системой, характерна определенная «затяннутость» зрительного вызванного ответа, особенно в компонентах, с модальной латентностью более 70 мс. У этих детей латентные периоды всех компонентов длиннее, больше сформирован комплекс P2-N2-P3, а амплитуда P4 (с латентным периодом до 320 мс), особенно в задачах, требующих концентрации внимания и принятия решения об интенсивности стимула, существенно выше. Для них характерна меньшая межиндивидуальная дисперсия параметров ВП и в целом лучшая сформированность зрительного ВП.

Электроэнцефалографические корреляты дезадаптивного поведения учащихся в бодрствовании

Как было нами показано выше, этапность созревания параметров ЭЭГ описывается у большинства из обследованных детей достаточно четко. Однако при анализе индивидуальных особенностей биоэлектрической активности мозга выявляются феномены, не соответствующие общей схеме, «логике» созревания центральной нервной системы. В ряде случаев в динамике 1 - 3 классов характерно отсутствие феноменов созревания биоэлектрических параметров, и, кроме того, отмечается ухудшение состояния детей, проявляемое как в особенностях внешнего поведения, успеваемости, так и в объективных параметрах психических свойств (сниженное внимание, память, высокий уровень эмоциональной лабильности, низкая мотивация к учебе). Все выявленные случаи были классифицированы с использованием разработанной шкалы адекватности развития детей младшего школьного возраста и алгоритма диагностики уровня выраженности дезадаптации (табл.8).

Проведенный двухфакторный анализ показал зависимость параметра «среднегрупповое распределение относительной мощности альфа-ритма (коэффициент созревания ЭЭГ) по зонам неокортекса» от действия факторов: группа ММД (коэффициент Фишера 7,24; $P=0,009$) и локализация (коэффициент Фишера 7,24; $P=0,009$). Относительная выраженность альфа-ритма в группе детей с признаками ММД ($n=27$) ниже во всех исследованных регионах мозга, при этом в меньшей степени проявляется региональная специфика.

Кроме того, для детей ММД весьма характерны различные формы пароксизмальных проявлений ЭЭГ, что достаточно описано в литературе (Зенков, Ронкин, 1991; Заваденко и др., 2000; Alehan, Morton, Pellock, 2001). Несмотря на то, что вероятность атипичной гиперсинхронной (пароксизмальной) активности максимальна в постнатальный период, критический характер развития ЦНС в младшем школьном возрасте определяет роль эпилептизации в формировании симптоматики нарушений развития. При обследовании первоклассников в 97,6% случаев было отмечено, что кратковременное (около 40 секунд) форсированное дыхание (гипервентиляция) вызывает выраженную гиперсинхронизацию ЭЭГ, а порой и активность типа пик-волна, которая часто сопровождалась первичными соматическими «эквивалентами» судорожных состояний (подергивания век, пальцев рук). Выявляется взаимосвязь дизритмичного характера ЭЭГ, отсутствия закономерного регионарного распределения выраженности колебаний альфа-диапазона в фоне с высокой вероятностью пароксизмального ответа при гипервентиляции.

Анализ перестроек дистантной синхронизации биопотенциалов близких и удаленных пунктов неокортекса (соответственно, темя-затылок, лоб-затылок) позволяет отметить, что у детей из основной группы на фоне фотостимуляции на интервале возрастов 7 - 9 лет отмечается рост когерентности, выравнивание градиента, причем, отмечается более существенный рост когерентности между удаленными областями, включая и затылочную область, в максимальной степени реагирующую на зрительную стимуляцию.

У детей из группы ММД при сравнении с ЭЭГ сверстников из контрольной группы характерный градиент на фоне спокойного бодрствования проявляется менее рельефно, имеют место внутрислобковые искажения, выравнивание градиента когерентности проявляется менее отчетливо. В исследованиях Р.И.Мачинской с соавторами (1997) отмечается характерная для детей с трудностями в обучении и с гиперактивностью в поведении недостаточность неспецифических активирующих влияний структур продолговатого и среднего мозга на неокортекс. В отличие от этих данных, в наших исследованиях, при неспецифических функциональных нагрузках подобные дифференциальные факты не выявляются.

Таблица 8

Критерии выявления детей с дезадаптацией к школе – оценка уровня выраженности минимальных мозговых дисфункций (*первый, скрининговый этап; возраст 6 - 7 лет, первый класс начальной школы*)

Группы риска формирования дезадаптации	Жалобы родителей, низкий уровень здоровья по результатам анкетирования.	Опросник «школьная дезадаптация» (Ковалева, 1996)	Тест Тулуз-Пьерона (коэф. Точности)	Опросник родителей для выявления диагностических критериев синдрома нарушения внимания с гиперактивностью
0 – адаптивные индивиды, высокий уровень адаптации к условиям образовательного учреждения	Отсутствие жалоб и выделяемых проблем развития	< 14	> 0,95	Отсутствие симптомов
1 -отдельные признаки низкой эффективности адаптации	Отдельные жалобы, отдельные факты нарушений развития и поведения	15 - 30	0,95 - 0,80	Отдельные симптомы
2 – низкая адаптивность, высокая вероятность формирования дезадаптивных состояний	Выраженные факты нарушений поведения, больше половины утверждений из анкеты факторов риска	> 30	< 0,80	Наличие симптомов дефицита внимания и гиперактивности

* *Принятие решения о наличии нарушения развития делается при наличии как минимум 3-х диагностических признаков*

Для детей из группы ММД в принципе характерна выраженная реакция активации ЭЭГ (достоверные различия с группой «норма» отсутствуют), а на уровне поведения – активированность (Русалов, 1979). Важнейшим направлением исследования стало использование специфической интеллектуальной нагрузки, сопоставление результатов анализа ЭЭГ-перестроек в группах детей «норма» и ММД. В группе «норма» в отличие от группы ММД отмечается выраженная межполушарная асимметрия активационных процессов – можно утверждать о существенном преобладании при реализации теста на абстрактно-логическое мышление активации левого полушария, особенно отчетливо в центральной области (коэффициент асимметрии составляет $-12,48 \pm 0,43\%$) (рис.5).

С целью оценки адекватности созревания информационно-когнитивных процессов исследовались зрительные вызванные потенциалы (ВП). Результаты обобщенного факторного анализа (табл. 9) свидетельствуют о том, что устойчивость компонентов ВП (амплитудные и латентные параметры) достоверно зависят от действия фактора ММД и сочетания этого фактора с уровнем сформированности альфа-ритма спонтанной биоэлектрической активности в состоянии покоя с закрытыми глазами. Полученные данные позволяют констатировать статистическую зависимость от фактора ММД среднелатентной группы компонентов P2-N2-P3.

Для детей группы Норма характерна большая сформированность (длительность) данных компонентов, очевидно, для детей из группы ММД характерна в целом незрелость системы реализации ответа, и за счет большей вариабельности единичных ответов в аналогичной экспериментальной модели конфигурация вызванного ответа проявляется как «незрелая». На наш взгляд важными являются факты различий амплитуд положительных компонентов P2 и P3. Благодаря работам R.Näätänen с соавторами (2000) и Y.-J.Luo, Y.J.Weі (1999) в литературе развернулась дискуссия, направленная на выяснение связи компонентов «140 - 160 мс» зрительного ВП с процессами селективного внимания.

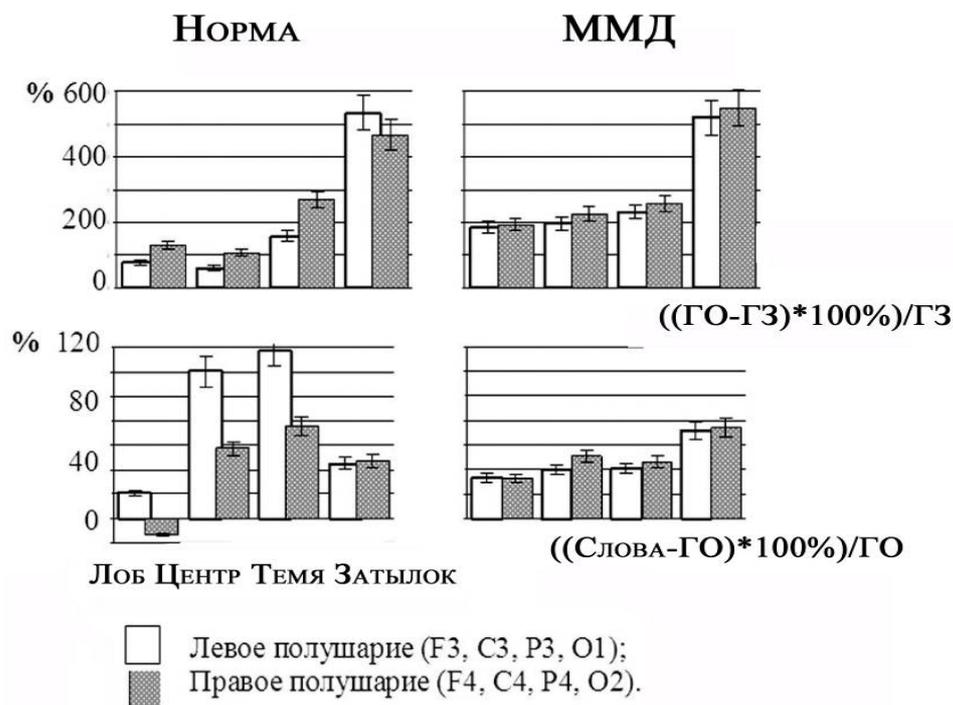


Рисунок 5. Среднегрупповые особенности динамики коэффициента активации ЭЭГ (бета2/альфа) при реализации теста на вербально-логическое мышление «Слова». Дети старшей возрастной группы, «Норма» – 18 человек, «ММД» – 12 человек

Следует предположить, что использованная исследовательская модель позволяет отметить – для детей без признаков нарушения развития адекватным является реагирование нервной системы на каждый новый и интенсивный стимул, что и проявляется в большей амплитуде раннего компонента P2 (экзогенный компонент вызванного ответа). Для представителей группы ММД даже такая простая задача по восприятию светового пятна связана с интенсификацией процессов непроизвольного внимания, что и проявляется в выраженности более позднего компонента P3 (эндогенный компонент ответа). Необходимо отметить, что у некоторых детей группа компонентов P2-N2-P3 приобретает монофазную форму со смещением экстремума в зависимости от модели реагирования в более «раннюю» или «позднюю» сторону.

Задачи по привлечению внимания к дифференцировке параметров зрительных стимулов (фактор Модель) сопровождалась для детей из группы Норма еще большим ростом амплитуды компонента P2 (в 65,7% случаев отмечается его увеличение более чем на 10%) в затылочной области и формированием в лобной и центральной областях компонента P4 (P300) – позже, чем в теменной и затылочной областях, как правило, существенно с большей амплитудой. Для представителей группы ММД более сложная экспериментальная модель характеризовалась ростом амплитуды P3 (59,3% случаев) и замедлением P2. В целом можно констатировать, что выявленные электрографические феномены свидетельствуют о повышенном внимании и неадекватном напряжении детей при решении задач.

Таблица 9

Соответствие показателей объективного физиологического контроля детей уровню проявления ММД. Результаты мультивариантного анализа амплитудных и временных параметров (P1, N1, P2, N2, P3, N3, P4) компонентов зрительного ВП

Факторы	Критерий Фишера	Число (n)	Уровень значимости (P)
Латентный период			
ММД	4,57	29	0,000
ММД+Зрелость ЭЭГ	2,75	30	0,001
ММД +Локализация	1,57	42	0,997
ММД + Зрелость ЭЭГ +Локализация	0,72	84	1,000
Амплитуда			
ММД	2,73	29	0,001
ММД+Зрелость ЭЭГ	4,91	30	0,000
ММД +Локализация	0,72	42	0,926
ММД + Зрелость ЭЭГ + Локализация	0,92	84	0,971

Обозначения: «ММД» – группы здоровья: 0 – норма, 1 – единичные признаки нарушения развития, 2 – выраженные нарушения развития; «Зрелость ЭЭГ» – группы доминирования альфа-ритма: «АльфаМин»; «АльфаСред»; «АльфаМакс»; «Локализация» – регионы регистрации ЭЭГ, в данном случае, P3, P4, O1, O2.

Динамика возрастных феноменов ночного сна. Изучение физиологии ночного сна детей в контексте дезадаптивного поведения.

Общая картина изменения электрографических параметров ночного сна детей соответствуют ранее описанным закономерностям созревания ЭЭГ. В первую очередь, имеет место относительное снижение доли медленноволновых составляющих – мощность частот дельта-тета-диапазонов снижается на фоне роста мощности частот альфа-ритма. Был осуществлен двухфакторный анализ показателя: (Суммарная мощность частота дельта-тета диапазонов) / (Мощность частот альфа-ритма), – по теменно-затылочному региону неокортекса (P-O). Была выявлена высоко достоверная зависимость исследуемой переменной от фактора «возраст» (младшие – старшие) и «состояние» (спокойное бодрствование с закрытыми глазами – медленноволновый сон (St3-4)). Фактор «возраст» – $F=87,34$; $P<0,001$. Сочетание факторов «возраст» и «состояние» – $F=21,88$; $P<0,001$. *На временном диапазоне 6 - 11 лет имеет место достоверное снижение мощности низко-частотных составляющих спектра ЭЭГ, как в состоянии бодрствования, так и на фоне глубокого медленноволнового сна.* При этом динамические характеристики ЭЭГ, отражающие процесс развития сна (электрогенез ЭЭГ сна), характеризуются высокой индивидуальной устойчивостью и с возрастом изменяются мало.

Практически для всех детей, характеризующихся в соответствии с предложенными ранее методами классификации признаками ММД, по мнению родителей, были характерны: длительный период засыпания, внезапные пробуждения, беспокойный сон с частыми проявлениями двигательной активности, утренний подъем сопровождается капризами, отрицательным эмоциональным фоном, низким физическим тонусом. Для всех обследованных детей с выраженными признаками ММД полисомнография сна напоминает скорее «частокол», чем плавное углубление сна с переключением фаз. У детей с признаками дезадаптации велика доля глубокого медленноволнового сна, наиболее ярко – при сопоставлении с количеством парадоксального. Особенно это касается второго цикла сна. По сравнению со сверстниками у этих детей существенно меньше представленность «сонных веретен», что очевидно связано с низкой долей альфа-ритма в структуре ЭЭГ бодрствования.

ния. Много переключений между стадиями сна, в частности, часто медленноволновая фаза представлена набором коротких сегментов. У 79% детей этой группы большая часть ортодоксального сна проявляется в виде фрагментов неглубокого медленного сна и даже эпизодами бодрствования среди сна. Для детей из группы ММД характерно большое количество движений во время сна. Выявляется достоверная зависимость параметра – «бодрствование среди сна», от факторов возраст (младшие – старшие; для группы «Норма» U-критерий Манна-Уитни – 1,00; $P=0,0007$) и уровень дезадаптации (норма – ММД; для группы «Младшие» U-критерий Манна-Уитни – 5,00; $P=0,003$; для группы «Старшие» U-критерий Манна-Уитни – 11,5; $P=0,012$). Судя по всему, основной причиной описанной выше «дробности» являются частые активации. Главным образом речь идет об активациях кортикальной природы, проявляющихся в параметрах электрографической картины сна, в существенном увеличении амплитуды электромиограммы. Такие активации не всегда приурочены к моментам возникновения или завершения парадоксального сна, как это часто наблюдается у детей без нарушений адаптации. Показана зависимость параметра «количество эпизодов активации во сне» от фактора «дезадаптация». У детей без признаков дезадаптации феномены активации электроэнцефалограммы встречаются достоверно реже (критерий Фишера 37,09; $P=0,0001$).

У большей части дезадаптированных детей было зарегистрировано значительное количество движений во время сна, относящихся к категории парасомний: движений тела, ног, рук, бруксизм и т.д. В ночном сне интересующей нас группы детей часто встречаются парасомнические расстройства, связанные с нарушениями дыхания во сне, которые развиваются по типу апноэ/гипопноэ сна обструктивного характера. Нарушения дыхания по типу апноэ сна сопровождается существенными перестройками в деятельности сердечно-сосудистой системы. Опираясь на значительный объем литературы (Покровская, Нарицына, 1978; Егорова, Чурина, Денисова и др., 1993; Яцык и др., 1998 и др.), раскрывающей роль перинатальной гипоксии в снижении темпов развития центральной нервной системы, в этиологии пароксизмальных состояний, можно утверждать, что нарушение равномерного и глубокого дыхания во сне оказывает крайне негативное влияние на общее развитие детей и на функциональное созревание центральной нервной системы. В силу того, что в целом у детей с признаками дезадаптации к школе сон более поверхностный, чем у сверстников, доля глубоких стадий сна, включая и парадоксальную стадию у них низкая. Эффективность сна, оцениваемая по отношению времени нахождения в постели к электрографической продолжительности сна у детей из группы ММД, как правило, ниже, чем у сверстников, несмотря на то, что в постели они находятся большее время, у этих детей достоверно более длителен процесс засыпания, затруднено просыпание. Хотя в отдельных случаях, при выраженной слабости нервной системы (тесты Айзенка и Тулуз-Пьерона), гиперактивные дети «проваливаются в сон» очень быстро, без переходной дремотной стадии, демонстрируя на полисомнограмме признаки второй или, даже третьей стадии сна.

Таким образом, обсуждая феномены нарушений сна с точки зрения общих гомеостатических механизмов, обеспечивающих устойчивость соотношений различных компонентов цикла сон - бодрствование, следует отметить важность учета качества бодрствования детей. Использование опросника «Дневная сонливость», заполняемого родителями детей, позволяет отметить, что во всех случаях низкой эффективности сна наблюдается высокое давление сна в течение последующего дневного бодрствования. В соответствии с этим становится очевидным, что у детей с признаками ММД несформированность основного ритма ЭЭГ бодрствования взрослого человека – альфа-ритма, с высокой вероятностью связывается с незрелостью электрографических и поведенческих феноменов ночного сна, с деформацией *циркадианного гомеостаза*. Вероятно, несформированность фронтального неокортекса проявляется не только на уровне таламокортикальной системы и, как следствие, в несформированности альфа-ритма бодрствования, но и на уровне системы неокортекс – передний гипоталамус, играющей важную роль в процессах начала сна и

в общей регуляции взаимопереходов сон - бодрствование (Nofzinger, 1999; Muzur, 2002; Сунцова, 2000).

Контроль адаптационно-компенсаторных механизмов центральной нервной системы детей с целью оптимизации их развития в условиях образовательного учреждения

Развивается психофизиологическая парадигма здоровья в приложении к детям младшего школьного возраста, в соответствии с которой под здоровьем понимается способность взаимодействующих систем организма обеспечивать реализацию безусловно-рефлекторных, инстинктивных программ, фенотипического поведения и умственной деятельности, направленных на социальную и культурную сферы жизни (Кураев, Сергеев, Шленов, 1996). Здоровье обеспечивает адаптацию организма к изменяющимся условиям внутренней и внешней среды, обеспечивает сохранение и расширение этих способностей в течение всей жизни человека. Анализ литературы и результаты собственных исследований позволили нам сформулировать следующие положения, лежащие в основе психофизиологической концепции здоровья человека: комплексность или системность; функциональность; многоуровневость; индивидуальность. В основе представлений и практического использования обсуждаемой категории в решении задач формирования, развития и сохранения здоровья детей лежат представления об «оптимальном состоянии» и «индивидуальной норме». Понятие «оптимум» входит в качестве ведущего признака возрастной нормы функционирования (Фарбер, Безруких, 2001). Возрастную норму следует рассматривать в качестве оптимума функционирования живой системы, обеспечивающего реализацию *времяспецифичных* функций, адаптивное реагирование на факторы внешней среды. *Отсюда – состояние нормы есть оптимальное состояние индивида с достаточными функциональными возможностями адаптации к реальным условиям жизнедеятельности.*

Практическая работа по формированию индивидуальных нормативов, прогноза их возрастных изменений и возможных деформаций невозможна без разработки и использования *«индивидуального психофизиологического портрета»*, под которым понимается совокупность сведений об индивидуальных особенностях функционирования организма человека и его личности в отношении их структурных особенностей, и в динамике адаптации к факторам внешней среды, развития и старения (Войнов, Трушкин, 2000).

Развиваемое в работе направление исследований особенностей развития детей, использование физиологических методов исследования высшей нервной деятельности детей позволяет описывать темпы и качество их развития в диапазоне начальной школы, выделять пограничные нарушения, актуализирующиеся при напряжении адаптации к школьным условиям, и проявляющиеся в устойчивом комплексе электрофизиологических, поведенческих и психических феноменов бодрствования и сна, причины которых с высокой вероятностью определяются незрелостью функциональных возможностей центральной нервной системы (табл.9). Используемая методология позволяет организовать на базе начальной школы скрининговые обследования с формированием паспорта здоровья школьника (Войнов, Трушкин, 2000; Войнов, 2004), которые, с одной стороны, обеспечивают выделение детей в группу риска затруднения адаптации к условиям школы, с другой стороны, с высокой вероятностью дают возможность вычленивать ведущие причины дезадаптации, в первую очередь, синдром дефицита внимания и гиперактивности, глубокие нарушения ночного сна, умственную отсталость и т.д. Проведенные исследования, накопленный опыт видения проблем развития детей позволяют подойти к гипотезе: нарушения развития центральной нервной системы, объединяемые понятием «минимальные мозговые дисфункции» (ММД), благодаря ее высокой пластичности и широким компенсаторным возможностям, проявляются в конечном числе форм: в расторможенном, гиперактивном поведении, в низком качестве произвольной саморегуляции.

Таблица 9

Критерии выявления детей с дезадаптацией к школе – оценка уровня выраженности минимальных мозговых дисфункций (*углубленный этап, фрагмент алгоритма – критериальные признаки нарушения развития по типу ММД*)

Параметры спонтанной ЭЭГ	Реактивные особенности ЭЭГ. Суммарная ЭЭГ	Реактивные особенности ЭЭГ. Вызванные потенциалы в модели зрительной нагрузки	Поведенческие особенности ночного сна	Особенности полиграфического анализа ночного сна
Дизритмия. Высокая вероятность пароксизмальных феноменов. Несформированность затылочно-теменного альфаритма, доминирование тета-активности в лобно-центральных областях мозга	Эффекты навязывания ритма не проявляются, могут быть выражена слабо, только на отдельных частотах, преимущественно – ниже 8 Гц	В зоне максимальной представленности ВП – короткий по сравнению с группой Норма комплекс Р2-Н2-Р3; при реализации задачи выбора – более высокоамплитудный компонент Р3 (207,3±5,44 мс)	Существенно большее по сравнению со сверстниками количество просыпаний, в некоторых случаях – сноговорение, снохождение. Большое количество движений во время сна, относящихся к категории парасомний: движений тела, ног, рук, бруксизм и т.д. Возможны интенсивная потливость, энурез. Низкая эффективность при высоком давлении сна в бодрствовании.	Циклы сна укороченные, фаза дремоты выражена слабо, сонных веретен практически нет, доля парадоксального сна существенно меньше, чем в ЭЭГ сверстников, особенно, в последних предутренних циклах; глубокого медленноволнового сна - больше. Большое суммарное время электрографических активаций, кортикальной и генерализованной природы. Для ЭЭГ характерна в среднем более низкочастотная ритмическая активность, чем у сверстников. Достоверно большая продолжительность случаев бодрствования среди сна. Частые случаи парасомний по типу апноэ/гипопноэ.

В ходе подготовки работы были предложены и апробированы методы функциональной диагностики школьников, объединенные в единый алгоритм для выявления признаков нарушений психофизиологического развития – выделения уровня выраженности минимальных мозговых дисфункций, в частях: параметры поведения детей, параметры спонтанной ЭЭГ, параметры реактивных свойств центральной нервной системы, параметры зрительных вызванных потенциалов, параметры полисомнограммы ночного сна. Алгоритм для уточнения групп детей по степени выраженности нарушений психофизиологического развития – уровню выраженности минимальных мозговых дисфункций реализуется на первом, скрининговом этапе (возраст 6 - 7 лет, первый класс начальной школы) и продолжается в ходе мониторинга развития детей с использованием методов углубленной диагностики и с привлечением необходимых специалистов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Одним из центральных успехов возрастной физиологии можно признать понимание процесса роста и развития ребенка как сложного сочетания объективных механизмов онтогенеза с конкретной обстановкой, в которой живет ребенок, с характером действующих на него факторов и, в конце концов, с собственными интересами и устремлениями зарождающейся личности. Сопоставление сведений литературы и результатов собственных лонгитюдных исследований дает основание для обобщающей характеристики процессов роста и развития детей на возрастном интервале «младший школьный возраст». Полученные в ходе выполнения работы данные легли в основу концептуальных представлений об адекватном формировании центральных мозговых регуляций бодрствования и сна, как основы успешной адаптации ребенка к образовательной среде.

В работе показано, что и физическое развитие, и прогресс психической сферы зависят от образа жизни и деятельности самого школьника, от увеличения интенсивности и расширения спектра нагрузок. Адаптационная пластичность, расширение нормы реагирования – ключевые моменты интенсификации анаболических процессов (увеличение массы и линейных размеров тела) и совершенствования дифференцировок на уровне процессов высшей нервной деятельности. К девяти-десяти летнему возрасту формируются основные структуры сенсорной, регуляторной и аналитико-синтетической систем мозга. Неокортекс, его фронтальные отделы все в большей степени начинают доминировать в системе регуляция тонуса коры, в организации цикла сон – бодрствование, в задачах оценки значимости сигналов, принятия решения в ситуациях неопределенности и т.д. Функциональное созревание центральной нервной системы раскрывается в совершенствовании взаимосвязей подкорки и коры, основную роль в этих процессах играют: ретикулярная формация среднего мозга, неспецифический таламус, гипоталамус и фронтальный неокортекс. Эти взаимосвязи, закономерная организация фазовых отношений, устойчивость ревербераций возбуждения, в первую очередь в системе таламо-кортикальных модулей, находят свое отражение в становлении спонтанных и реактивных феноменов суммарной биоэлектрической активности мозга (ЭЭГ).

Результаты, полученные в процессе двух серий лонгитюдных исследований (1 - 4 классы общеобразовательной школы), позволяют прийти к выводу, что к 6 -7 годам, большинство детей, как правило, готовы и хотят учиться. Однако, можно утверждать, что современная общеобразовательная школа, предъявляя ребенку конкретные требования, физического, психологического, социального характера, заставляет его формировать специальные адаптационные реакции. Ребенок вынужден приспосабливаться к целому комплексу одновременно действующих факторов, некоторые из которых для него новы, а другие – выходят за границы привычных интенсивностей. Было выявлено, что в каждой из исследованных групп учащихся выделяется группа детей (от 11 до 30%) с признаками устойчивой дезадаптации, что выражается: в низкой успеваемости, в протестном поведении, в эмоциональной гиперактивности, двигательной расторможенности, в низкой психической и физической работоспособности, в нестабильности настроения, конфликтности, в высоком уровне личностной и ситуативной тревожности и т.д.

При тестировании детей дифференцируются параметры психического развития, несоответствующие возрастным нормативам и признаки реакции детей на ситуацию дискомфорта. Дети демонстрируют свою неспособность адекватно выполнять задачи, предъявляемые школой. Показано, что группа дезадаптированных детей характеризуется достаточным уровнем соматического развития, лишь в некоторых случаях, на этапе острой адаптации в начале первого класса, могут иметь место случаи замедления темпов увеличения или даже снижения весовых характеристик. В этом случае отмечаются уже не причины дезадаптации, а ее последствия – системе не хватает ресурсов, есть признаки стресса, в том числе проявляющегося в феноменах истощения жировой ткани. Следует отметить, что практически во всех случаях выраженной дезадаптации для детей нехарактерен сниженный уровень умственных способностей. Чаще встречается ситуация, когда

мышление ребенка сформировано в достаточной степени, он может решать вербально-логические задачи, но устойчивость психической работоспособности крайне низкая. Ребенок характеризуется слабыми результатами при выполнении корректурной пробы, низким качеством зрительно-моторной координации, выявляются признаки несоответствия параметров суммарной биоэлектрической активности мозга общим закономерностям созревания центральной нервной системы на данном возрастном этапе. Обращает на себя внимание то, что рассматриваемые нарушения могут быть следствием не столько отставания темпов индивидуального развития ребенка, сколько нарушений процессов формирования центральной нервной системы. Очевидно, что риск формирования аномалий развития определяется сенситивными и критическими периодами развития ребенка, которые совпадают со временем поступления в школу. Именно на уровне центральной нервной системы, и, особенно, на уровне наиболее поздно созревающих структур переднего мозга, проявляется диалектическое единство процессов роста, дифференцировки нервных образований, определяющие произвольную и непроизвольную активность ребенка, реактивность на соматическом, поведенческом, психическом уровнях.

Можно утверждать, что для рассматриваемой группы детей характерны признаки незрелости ночного сна, низкое качество сна. При этом следует подчеркнуть сложный гомеостатический характер взаимовлияний сна и бодрствования. По результатам проведения полисомнографических обследований детей и по итогам бесед с родителями было отмечено, что существенное ухудшение качества сна отмечается, как правило, после напряженных ситуаций, переживаемых ребенком в бодрствовании. Кризисные ситуации в школе и в семье могут существенно влиять на процесс выхода ребенка из сна – ребенок не хочет просыпаться. Эффективность сна оказывается в сложившейся ситуации недостаточной, снижается эффективности репаративных процессов, восстановление энергетического и пластического метаболизма, что, в свою очередь, способствует дальнейшему отставанию в созревании функций центральной нервной системы. «Плохой сон» отрицательно влияет на адаптационные возможности детей в бодрствовании. Эта ситуация определяется как эндогенными причинами – незрелостью структуры сна, неадекватностью электрогенеза ЭЭГ сна, так и причинами внешними, в том числе, переживаемым кризисом в условиях неудовлетворительной адаптации.

Таким образом, углубленная диагностика, мониторинг индивидуальных особенностей развития центральной нервной системы ребенка, оценка темпов и качества созревания реактивных особенностей его мозга в сочетании с широким набором тестов поведения и психологического развития дают основание для вывода о наличии у детей из группы дезадаптированных – минимальных мозговых дисфункций (ММД). Выявляется ведущий фактор *устойчивой на протяжении всего периода наблюдений дезадаптации ребенка к тестирующим условиям*, в данном случае, к условиям начальной школы – неадекватное развитие центральной нервной системы, в первую очередь, функциональная незрелость неокортикальной регуляторной системы – ее фронтальных отделов. Имеющиеся нейро- и психофизиологические факты не противоречат известным нейрохимическим моделям формирования механизмов организации и подкрепления, реализующихся с участием дофаминэргических образований, систем лимбического мозга и фронтальной коры. Результаты полиграфических исследований ночного сна детей позволяют отметить, что для детей рассматриваемой группы характерна несформированность гипоталамо-гипофизарного контура регуляции при вероятной депрессии орексиновой и мелатониновой систем.

ВЫВОДЫ

1. Проведено лонгитюдное исследование детей в динамике обучения в 1 - 4 классах общеобразовательной школы (6 - 11 лет). В дополнении к известным морфофункциональным особенностям детей младшего школьного возраста установлено, что антропометрические параметры роста характеризуются большей линейностью увеличения, по сравнению с физиометрическими характеристиками (экскурсия грудной клетки, частота

сердечных сокращений, сила сгибателей кистей рук, жизненная емкость легких), зависящими от индивидуальных свойств и от образа жизни, в частности, от объема двигательной активности.

2. Среди обследованных учащихся начальной школы выявляется 11 - 30% с устойчивыми признаками *дезадаптации*, что выражается: в низкой успеваемости, в протестном поведении, в гиперактивности, двигательной расторможенности, в низкой психической и физической работоспособности. Дети доступными им средствами демонстрируют свою неспособность адекватно выполнять задачи, предъявляемые школой, при этом для них характерны признаки переживаемого конфликта: повышенный уровень тревожности, психоэмоциональной напряженности, пессимистичность, нестабильность поведенческих реакций. Дети из этой группы, как правило, не характеризуются признаками отставания соматического развития и сниженным уровнем умственных способностей.

3. Практически во всех случаях *дезадаптации* учащихся к условиям начальной школы, выявляются *признаки несформированности свойств высшей нервной деятельности*: преобладание активационных процессов над тормозными, низкое качество зрительно-моторной координации, слабость свойств произвольного внимания. Анализ особенностей спонтанной и вызванной биоэлектрической активности мозга у этих детей выявляет функциональную *незрелость центральной нервной системы*, что дает основание говорить о нарушении формирования высших уровней регуляторной системы мозга. При сопоставлении индивидуальных параметров взросления *дезадаптированных* детей со среднегрупповыми оценками выявляется: несформированность альфа-ритма ЭЭГ, как ядра функциональных перестроек биоэлектрической активности; невыраженность лобно-затылочного градиента скоррелированности биопотенциалов; отсутствие функциональной межполушарной асимметрии при реализации мыслительных задач, несформированность конфигурации вызванных потенциалов. При реализации функциональных нагрузок в параметрах и суммарной, и вызванной активности отмечаются признаки слабодифференцированной гиперреактивности. Совокупность полученных фактов позволяет утверждать – причина наблюдаемых негативных феноменов кроется в *недостаточном уровне функциональной зрелости фронтального неокортекса, в несформированности подкорково-кортикальных отношений*.

4. Сформулированы представления о нейрофизиологических механизмах *циркадианного гомеостаза*, становление которых реализуется в процессе созревания свойств центральной нервной системы и высшей нервной деятельности ребенка. Для детей с признаками *дезадаптации* к условиям школы характерны феномены незрелости ночного сна, проявляющиеся в нарушениях его структуры, в повышении вероятности эпизодов бодрствования среди сна и спонтанных ЭЭГ-активаций; в слабой представленности веретенообразной активности на ранних стадиях засыпания, относительно сниженной доли парадоксального сна, в значительном числе феноменов парасомнии (расстройства дыхания, синдром беспокойных ног, бруксизм), – все это определяет низкую эффективность сна и деформации последующего бодрствования. *Полученные факты позволяют уточнить значимость созревания регуляторных механизмов, реализующихся, в первую очередь, в рамках таламо-кортикальной неспецифической системы, ответственной за генез веретенообразной активности при засыпании и за формирование тормозных процессов в бодрствовании*. Отмечается влияние бодрствования в условиях стрессоподобных признаков *дезадаптации* на качество последующего сна.

5. Показано, что низкая адаптивность детей к условиям образовательной среды, неспособность решать задачи, сложность которых не противоречит текущему периоду развития, определяются устойчивым комплексом нарушений в форме *минимальных мозговых дисфункций*. В основе ММД лежит дизонтогенез центральной нервной системы, проявляющийся в отставании развития или тонких нарушениях формирования мозга, в первую очередь, фронтальных отделов неокортекса, имеющих отношение к координации механизмов контроля и торможения. *Сформулированы критерии* выделения группы риска –

выраженности минимальных мозговых дисфункций, и, как следствие, дезадаптации детей к условиям школы.

6. Отмечена закономерность развития свойств высшей нервной деятельности, позволяющих ребенку реализовывать *времяспецифичные функции, лежащих в основе полноценной адаптации к заданным условиям функционирования*: в первом классе – произвольное внимание, во втором – активные свойства памяти, и только, в третьем-четвертом – мышление.

7. Расширены представления о *здоровье как интегральной способности человека оптимально функционировать в условиях, адекватных уровню его онтогенеза*. Обобщение результатов апробации комплекса диагностических методов позволило сформировать *технология многокомпонентного мониторинга развития ребенка* в конкретных условиях жизнедеятельности. Сочетание качественных и количественных параметров поведения ребенка, соматического и нейрофизиологического развития, параметров суммарной биоэлектрической активности мозга на фоне спокойного бодрствования, ночного сна и при выполнении функциональных нагрузок – *позволяет делать выводы о факторе риска нарушения развития ребенка – уровне выраженности минимальных мозговых дисфункций*.

Список основных работ, опубликованных по теме диссертации

Статьи в журналах, рекомендованных ВАК РФ:

1. Кирой В.Н., **Войнов В.Б.**, Васильева В.В. Электроэнцефалографические корреляты интеллектуальных способностей подростков // Журнал высшей нервной деятельности. 1995. Т.45. №4. С.669–675. (0,3 п.л.)
2. Кирой В.Н., Кошлыкова Н.А., **Войнов В.Б.** Взаимосвязь показателей локальной и дистантной синхронизации потенциалов мозга в состоянии спокойного бодрствования // Физиология человека, 1996. Т.22. №3 С.18–21. (0,3 п.л.)
3. Сысоева А.Ф., **Войнов В.Б.**, Варвулева И.Ю. Психоневрологическое тестирование в задачах оценки социальной адаптации ребенка // Валеология, 1998. №2. С.7–11. (0,4 п.л.)
4. **Войнов В.Б.**, Сысоева А.Ф., Варвулева И.Ю. К вопросу валеологической оценки адаптации детей к начальной школе // Валеология, 2000. №1. С.52–61. (0,8 п.л.)
5. **Войнов В.Б.**, Трушкин А.Г. Подходы к формированию паспорта здоровья школьников как основы организации оздоровительной работы в образовательных учреждениях// Валеология, 2000. №2. С.44–47 (0,4 п.л.)
6. **Войнов В.Б.**, Лысенко С.С., Кутасов С.Е. Результаты валеологического контроля занятий оздоровительной гимнастикой и спортом в начальной школе // Валеология, 2000. №2. С.62–63. (0,1 п.л.)
7. **Войнов В.Б.** Комплексная оценка уровня развития и состояния здоровья группы детей 1-2 классов общеобразовательной школы // Валеология, 2001, №2. С.40–46. (0,6 п.л.)
8. **Войнов В.Б.**, Хусаинова И.С., Леднова М.И., Кундупьян О.Л., Канищева И.В. Поиск и исследование механизмов формирования, развития и сохранения функций систем организма человека на разных этапах онтогенеза //Валеология. 2002, №4. С.41–48. (0,7 п.л.)
9. **Войнов В.Б.** Представления о зрелости ребенка в аспекте оценки уровня его здоровья // Известия высших учебных заведений. Северо-Кавказский регион. Естественные науки. 2003. №3(123). С.104–107. (0,3 п.л.)
10. **Войнов В.Б.** Информативные показатели готовности детей к школьному обучению // Наука и образование, 2003. №1. С.208–214. (0,6 п.л.)
11. Менджеричкий А.М., **Войнов В.Б.**, Гутерман Л.А., Трофимова Е.В. Комплексная психофизиологическая программа в работе со слабослышащими детьми // Российский физиологический журнал им. И.М.Сеченова, 2004. Т.90. №8. С. 358. (0,05 п.л.)
12. **Войнов В.Б.**, Кундупьян О.Л. Влияние аромораздражений на процессы распознавания в моделях операторской деятельности // Российский физиологический журнал им.

И.М.Сеченова, 2004. Т.90. №8. С. 320. (0,05 п.л.)

13. Гутерман Л.А., Трофимова Е.В. **Войнов В.Б.**, Елфимова Т.Н., Менджерицкий А.М. Созревание высших психических функций у детей со сниженной остротой зрения и слуха // Российский физиологический журнал им. И.М.Сеченова, 2004. Т.90. №8. С. 361. (0,05 п.л.)

14. Кураев Г.А., **Войнов В.Б.** Психофизиологические представления о формировании, развитии и сохранении здоровья человека // Вестник новых медицинских технологий, 2004. Т.ХI. № 1–2. С. 5–6. (0,1 п.л.)

15. **Войнов В.Б.** Резонансные свойства центральной нервной системы детей в динамике 6 - 11 лет // Бюллетень экспериментальной биологии и медицины, 2005. №10. С.377–380. (0,3 п.л.)

16. **Войнов В.Б.** К психофизиологии школьной дезадаптации. Минимальные мозговые дисфункции // Доклады Академии наук, 2008. Том. 419, № 3, С. 414–416. (0,1 п.л.)

17. **Войнов В.Б.** Психофизиологические аспекты здоровья человека // Валеология, 2009. №2. С.73–82. (0,75 п.л.)

Научные монографии:

1. **Войнов В.Б.** Психофизиологические методы оценки здоровья детей младшего школьного возраста. Ростов - на/Д.: ООО «ЦВВР», 2004, 262 с. ISBN 5-94153-094-3.(13,1 п.л.)

2. Помухин Д.В., Вербицкий Е.В., **Войнов В.Б.** Обструктивное апноэ сна: диагностика и лечение с учетом личностной тревожности // Монография «Сон и тревожность». Под ред. Е.В.Вербицкого, Рец.: проф. Я.И.Сумский, А.Ю.Егоров, Ростов-на-Дону: ЮНЦ РАН. 2008. ISBN 5-912781-010-9. С.257–265. (0,67 п.л.)

3. **Войнов В.Б.**, Вербицкий Е.В. Полисомнографическое обследование повышает индивидуальность оценивания психофизиологического развития детей младшего школьного возраста // Монография «Сон и тревожность». Под ред. Е.В.Вербицкого, Рец.: проф. Я.И.Сумский А.Ю.Егоров, Ростов-на-Дону: ЮНЦ РАН. 2008. ISBN 5-912781-010-9. С.248–257. (0,75 п.л.)

Учебные и учебно-методические пособия:

1. Кураев Г.А., **Войнов В.Б.**, Трофимчук А.М. Антропометрия в валеологии /Методическая разработка/. Ростов-на-Дону, 1997. 18 с. (0,9 п.л.)

2. **Войнов В.Б.**, Воронова Н.В., Золотухин В.В. Исследование особенностей взаимодействия сердечно - сосудистой и дыхательной систем при функциональном тестировании. /Учебно-методическое пособие/. Ростов - на/Д.: ООО «ЦВВР». 1998. 84 с. (4,2 п.л.)

3. **Войнов В.Б.**, Бугаев Л.А., Кульба С.Н., Трушкин А.Г., Хренкова В.В., Золотухин В.В. Практикум по валеологии /Учебно-методическое пособие/. Ростов на/Д.: РГУ, 1999. 194 с. (9,7 п.л.)

4. Кураев Г.А., **Войнов В.Б.** Валеология. Словарь терминов. Учебное пособие. / Учебно–методическое пособие/ Ростов на/Д.: ООО «ЦВВР», 2000. 176 с. (8,8 п.л.)

5. Белоконь А.В., Кураев Г.А., **Войнов В.Б.** Концептуальные методологические основы функционирования и оснащения центра здоровья вуза (типовой проект) / Учебно-методическое пособие/. Ростов на/Д.: ООО«ЦВВР», 2001. 36 с. (1,8 п.л.)

6. **Войнов В.Б.**, Воронова Н.В., Золотухин В.В. Методы оценки состояния систем кислородобеспечения организма человека / Учебно-методическое пособие/ Ростов на/Д.: ООО «ЦВВР», 2001. 108 с. (5,4 п.л.)

7. **Войнов В.Б.**, Кульба С.Н., Трушкин А.Г., Хренкова В.В., Золотухин В.В. Практикум по валеологии для высших учебных заведений /Учебно-методическое пособие/ Ростов на/Д.: ООО «ЦВВР», 2001. 252 с. (12,6 п.л.)

8. **Войнов В.Б.**, Зенкова Т.Г., Кундупьян О.Л., Пономаренко Е.С. Концепция профильного класса. Специализация «биология - медицина» 10–11 классы. /Методическое пособие/ Ростов на/Д.: ООО «ЦВВР», 2004. 52 с. (2,6 п.л.)

Изобретения

1. **Войнов В.Б.**, Неговора А.Н., Неговора С.П. Компьютерное тестирование параметров психического здоровья человека. // Свидетельство об официальной регистрации программы для ЭВМ №2000611052. 19.10.2000
2. Кураев Г.А., **Войнов В.Б.**, Золотухин В.В., Солотенко Ю.М. Устройство для измерения психофизиологических параметров человека. // Патент на полезную модель. №31718. Приоритет 19.02.03