

МУЛЛЕР ТАТЬЯНА АНДРЕЕВНА

**ОСОБЕННОСТИ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ И УРОВНЕЙ
АКТИВАЦИИ КОРЫ ГОЛОВНОГО МОЗГА МЛАДШИХ
ШКОЛЬНИКОВ С ДЕФИЦИТОМ ВНИМАНИЯ И КОРРЕКЦИОННЫЕ
ЭФФЕКТЫ ГИПОКСИЧЕСКИ-ГИПЕРКАПНИЧЕСКИХ
ДЫХАТЕЛЬНЫХ ТРЕНИРОВОК**

Направление подготовки 06.06.01. Биологические науки
направленность (профиль) образовательной программы
Физиология

НАУЧНЫЙ ДОКЛАД

Об основных результатах подготовленной научно-квалификационной работы

Красноярск 2018

Работа выполнена на кафедре специальной психологии федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Красноярского государственного педагогического университета им. В.П. Астафьева»

Научный руководитель:

доктор медицинских наук, профессор

Шилов Сергей Николаевич

Рецензенты:

доктор биологических наук, профессор

Сергеева Екатерина Юрьевна

кандидат биологических наук, доцент

Елсукова Елена Ивановна

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Задачи сохранения психического и физического здоровья подрастающего поколения сегодня стоят перед государством в числе приоритетных, от решения, которых зависит жизнеспособность наций.

На современном этапе развития физиологии наиболее актуальной выступает проблема изучения мозговых механизмов, обеспечивающих компенсаторно-приспособительные возможности организма. Наряду с поисками методов объективной диагностики, не менее актуальной является проблема выявления способов и повышения эффективности коррекции функционального состояния головного мозга (G.Scerif, 2015; M.Klein, 2017).

В процессе развития организм человека как целостная динамическая система непрерывно приспосабливается к новым условиям окружающей среды путем изменения уровня функционирования отдельных систем и соответствующего напряжения регуляторных механизмов.

В последние годы отмечается ряд существенных изменений относительно той категории детей, которых принято объединять понятием «дети с проблемами в развитии»: помимо увеличения числа детей, имеющих те или иные нарушения в развитии, стало очевидным, что многие из них имеют системный характер, отражаясь на физическом, психическом и социальном статусе ребенка.

К числу подобных нарушений, имеющих системный характер, можно отнести одну из самых распространенных дисфункций детского возраста – это дефицит внимания. Его встречаемость составляет 5—30% детей в популяции (Ю.Д. Кропотов, 2010; Ю.А.Фесенко, 2015; Н.Н. Заваденко, 2017; J.T. Nigg, 2002; J.Biederman, 2005; С.Тye, 2014; Т.Shitht, 2016). Примерно в половине случаев симптомы заболевания отмечаются у взрослых (Л.С.Чутко, 2017; J.Biederman , 2011; R.M. Anderson, 2013; N.Colaneri, 2017; M.Klein,

2017).

Основные признаки дефицита внимания включают в себя невнимательность, пониженную работоспособность, замедленный темп мышления, сниженную память, церебральные нарушения, эмоционально-волевую недостаточность или незрелость высших психических функций. Обычно это нарушения сочетаются с поведенческими и тревожными расстройствами, задержками в формировании языка и речи, а также школьных навыков (Л.С.Чутко, 2011; R.A.Barkley, 2006; P.Corcum, 2010; D.Daley, 2016).

Дефицит внимания является мультифакториальным расстройством, в генезе которого участвует комплекс генетических, биологических и средовых факторов, способных приводить к нарушению деятельности головного мозга в перинатальном периоде (О.Р.Ноговицина, 2012; T.Archer, 2011; F.Craig, 2015; E.Murray, 2016; C.Ye, 2016). В основе нарушений внимания детей лежат биохимические (Н.Н. Заваденко, 2014; K.Seymour, 2016; M.Silvetti, 2013; S.Ziegnler, 2016) и анатомические нарушения (K.Swift, 2014; E.Willcutt, 2014) кортикальных и субкортикальных отделов, в частности затрагивающих лобные отделы коры и базальные ганглии (F.X. Castellanos, 2012; L.Liu, 2015; M.Snyder, 2015; V.Vilgis, 2016).

Считается, что основа этих нарушений может быть обусловлена взаимомодулирующими влияниями коры и подкорковых структур головного мозга, а от активности последних зависит обмен питательными веществами, энергетическим субстратом и продуктами метаболизма между клетками головного мозга и сосудистым руслом (В.Ф.Фокин, Н.В.Пономарева, 2003). Из этого следует, что эффективность работы мозговых структур, определяющих оптимальное функциональное состояние головного мозга может быть обусловлена нейрометаболическими процессами (В.Ф.Фокин, Н.В. Пономарева, 2007; И.В.Филиппов, 2007; В.М.Кирсанов, 2011; S.Murik, 2012; J.McGough, 2013; В.МасМанус, 2017). В то же время, церебральный энергетический метаболизм тесно связан с

активационными механизмами: активностью подкорковых структур и ретикулярной формации, обеспечивающих оптимальный тонус коры головного мозга для формирования оптимального функционального состояния (ФС) мозговой деятельности (М.М.Безруких и соавт., 2009).

Однако мы не встретили исследований, посвященных изучению влияния уровня активации на энергетический метаболизм головного мозга у детей с дефицитом внимания.

Несмотря на успехи, достигнутые при коррекции дефицита внимания, важной продолжает оставаться проблема эффективности комплексной коррекции данного расстройства. В этой связи актуален поиск новых немедикаментозных методов для включения в терапевтические и коррекционные комплексы.

Одним из перспективных методов в этой сфере представляются гипоксически-гиперкапнические тренировки. Возможность использовать гипоксически-гиперкапнические тренировки при коррекции дефицита внимания у детей показана лишь в единичных работах (В.Ф.Чудимов, В.П.Куликов В.П., 2011). Коррекционные эффекты при дыхании газовой смесью с дефицитом кислорода и избытком углекислого газа влияют на интенсивность синтеза митохондрий белка, улучшение синаптогенеза и микроциркуляции

Цель исследования: исследование особенностей энергетического состояния и уровней активации коры головного мозга у младших школьников с дефицитом внимания и, коррекционные эффекты при гипоксически-гиперкапнических дыхательных тренировках.

Для реализации цели исследования поставлены следующие задачи:

1. Исследовать особенности нейроэнергетического метаболизма коры головного мозга младших школьников с дефицитом внимания;
2. Исследовать особенности уровней активации коры головного мозга у детей с дефицитом внимания;

3. Установить и апробировать эффективный режим гипоксически-гиперкапнических тренировок, выявить изменения уровней активации лобной коры и нейроэнергообмена головного мозга у детей с дефицитом внимания после проведенных коррекционных гипоксически-гиперкапнических дыхательных тренировках.

Основные положения, выносимые на защиту

1. Дети младшего школьного возраста с дефицитом внимания имеют отличие в интенсивности энергетического метаболизма коры головного мозга от детей с нормой развития.

2. Дети младшего школьного возраста с дефицитом внимания имеют отличия в уровнях активации лобной коры головного мозга от детей с нормой развития.

3. Гипоксически-гиперкапнические нагрузки нормализуют интенсивность энергетического метаболизма и уровень активации коры головного мозга у детей с дефицитом внимания.

Научная новизна исследования.

Впервые проведено исследование энергетического метаболизма во взаимосвязи с уровнем активации коры головного мозга у младших школьников с дефицитом внимания. Установлено, что у детей с данным расстройством при высоком активационном влиянии показатели уровня метаболизма коры головного мозга имели высокие значения, при слабом активационном влиянии показатели нейроэнергообмена снижались.

Установлен и апробирован эффективный режим гипоксически-гиперкапнических тренировок для детей с дефицитом внимания, направленный на оптимизацию функционального состояния головного мозга.

Впервые выявлены изменения уровней активации лобной коры и нейроэнергообмена головного мозга у детей с дефицитом внимания в ответ на гипоксически-гиперкапнические дыхательные нагрузки. Установлено, что

нейроэнергообмен у детей с данным расстройством под влиянием гипоксически-гиперкапнических нагрузок изменился до оптимального уровня сразу после курса дыхательных тренировок. Нормализация уровня активации головного мозга наблюдалась в течение месяца после окончания курса ГГТ.

Теоретическая и практическая значимость.

Результаты исследования расширяют представления об особенностях функционирования головного мозга детей младшего школьного возраста с дефицитом внимания. Они могут быть использованы при подготовке детей к обучению в школе и прогнозирования возможных школьных трудностей.

Важным в теоретическом отношении является установление взаимосвязи между интенсивностью нейроэнергометаболизма мозга и уровнем активации, что позволяет предположить состояние резервных возможностей функционального состояния головного мозга у детей с данным расстройством.

Полученные данные исследования нейроэнергометаболизма и уровня активации головного мозга младших школьников с дефицитом внимания могут быть использованы в комплексной диагностике данного расстройства, при разработке и реализации индивидуальных коррекционно-развивающих мероприятий.

Диссертационное исследование выполнено в соответствии с планом НИР в рамках приоритетного направления научных исследований КГПУ им.В.П.Астафьева.

Результаты исследования внедрены в работу малого инновационного предприятия КГПУ им. В.П.Астафьева и в учебный процесс на кафедре Специальной психологии КГПУ им.В.П.Астафьева (г.Красноярск) при изучении бакалаврами и магистрами дисциплин «Нейрофизиология», «Психофизиология», «Специальная психология».

Основные результаты работы докладывались и обсуждались на заседании кафедры Специальной психологии КГПУ им.В.П.Астафьева. Материалы

диссертационного исследования использовались в учебном процессе кафедры Специальной психологии Института социально-гуманитарных технологий при подготовке выпускных квалификационных работ и магистерских диссертаций по направлению «Психолого-педагогическое образование».

Материалы диссертации изложены на международной научно-практической конференции «Педагогика, психология и образование: от теории к практике», Ростов-на-Дону (2014г.), на II Европейской конференции по биологии и медицине, Vienna (2014г), на III Международном научно-практическом форуме «Человек, семья и общество: история и перспективы развития», Красноярск (2014 г.), на XVI Международном научно-практическом форуме « Молодежь и наука XXI века», Красноярск (2015 г.), на VIII Международном научно-практическом форуме «Теория и практика сопровождения особого детства», Красноярск (2017 г.), на XIX Региональной научно-практической конференции «Психология особых состояний : от теории к практике», Красноярск (2017 г.).

По материалам диссертации опубликовано 8 работ, из них 3 в изданиях, входящих в перечень, рекомендуемый для публикации ВАК.

Структура и объем работы. Диссертация состоит из введения, четырех глав, обсуждения, выводов, практических рекомендаций, списка сокращений, списка использованной литературы (255 источников, из них 121 иностранных), текст диссертации изложен на 104 страницах, иллюстрирован 18 рисунками, 10 таблицами

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Материалы и методы исследования. В исследовании приняли участие 190 детей в возрасте от 7 до 10 лет г. Красноярска. Из данной группы на основании DSM-IV нами была выделена группа детей с дефицитом внимания (N=150) и группа детей с нормой развития (N=40).

Уровень энергетического нейрометаболизма коры головного мозга исследовался при помощи аппаратно-программного диагностического комплекса «Нейроэнергометр-05», который регистрирует медленноволновую активность клеток коры головного мозга - уровень устойчивых постоянных потенциалов мозга (В.Ф.Фокин, Н.В.Пономарева, 1999; А.В.Грибанов, 2012). Данный метод предоставляет возможность проведения оценки энергетических затрат как отдельных областей головного мозга, так и общего суммарного показателя для мозга в целом.

Регистрация сверхмедленных биопотенциалов головного мозга проводилась методом омегаметрии, при помощи аппаратно-программного комплекса «Омега-тестер» (разработчики О.А.Тронин, В.Б.Новиков, Г.М.Алдонин, В.Н.Кожевников). По результатам определялось три уровня активности по правому и левому полушариям: I уровень активности – величина омега-потенциала (ОП) от 0 до 20 мВ, II уровень активности - величина ОП от 20 до 40 мВ, III уровень величина ОП от 40 до 60 мВ. IV уровень выделялся при ассиметричной активации полушарий (Н.А.Аладжалова, 1979; В.Н.Кожевников, 2005; В.А.Илюхина, 2013).

Гипоксически-гиперкапнические тренировки были реализованы с помощью дыхательного аппарата «Карбоник», (В.П.Куликов и соавт., 2012) (рис.1)



Рис.1. Дыхательный тренажер «Карбоник»

Тренажер предназначен для повышения углекислого газа и создания дефицита кислорода в альвеолярном воздухе и крови человека (гиперкапническая гипоксия). Продолжительность курса гипоксически-гиперкапнических тренировок составляет 28 дней, так как при таком количестве тренировок эффект сохраняется дольше всего, а увеличение количества тренировок не приводит к существенному нарастанию положительного эффекта.

Статистический анализ результатов. Между параметрами вычислялись коэффициенты ранговой корреляции (ранговые корреляции по Спирмену). Сопоставление данных омегаметрии, УПП и клинических данных проводилось на основе корреляционного анализа и метода описательной статистики (сравнение двух средних, сравнение двух процентных долей, итоговые таблицы средних), для сравнения величины выборочных дисперсий двух независимых выборок использовался критерий Фишера; для параметрических выборок использовался метод коэффициента Стьюдента. Для статистических методов обработки использовался пакет «Statistica» 6.0 версии.

ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

На первом этапе исследования было проведено изучение жалоб и анамнеза у 190 детей в возрасте от 7 до 10 лет г.Красноярска. Из данной группы на основании DSM-IV нами была выделена группа детей с дефицитом внимания (N=150) и с нормой развития (N=40).

Дети с дефицитом внимания неспособны сосредоточивать внимание на деталях, могут допускать большое количество ошибок из-за невнимательности, проявляют небрежность в школьных заданиях и других видах деятельности, не способны придерживаться инструкции и не до конца выполняют задания, забывчивы в повседневной деятельности, часто отвлекаются на посторонние стимулы.

Анализ интенсивности энергетического метаболизма у детей с нормой развития показал нормальные распределения УПП по всем отведениям, когда максимальные значения уровня потенциалов регистрируются в Cz и плавно снижаются к периферии (В.Ф.Фокин, 2001; А.Н.Подоплекин, 2014; В.М.Панков, 2015). Такое распределение УПП характерно для адекватной активности головного мозга (рис.2).

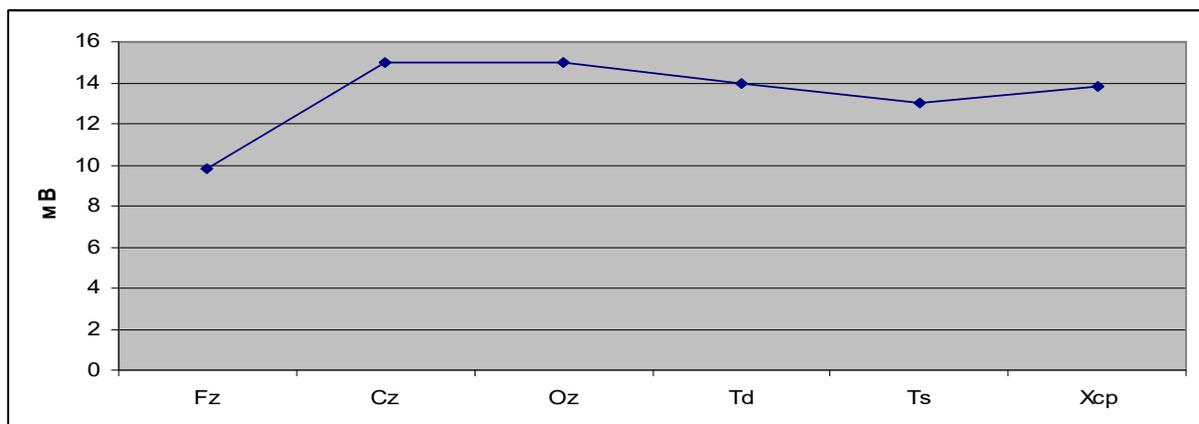


Рис.2. Распределение УПП у детей с нормой развития

У детей с нормой развития при корреляционном анализе было обнаружено большинство коэффициентов корреляции высокой степени значимости ($r > 0,7$) между основными отведениями (таблица 1).

Таблица 1

Матрица значимых коэффициентов корреляции между показателями УПП мозга у детей с нормой развития

	Fz	Cz	Oz	Td
Cz	795			
Oz	737	697		
Td	539	820	747	
Ts	667	787	813	851

Примечание: Коэффициент корреляции Спирмена, критическое значение $r=0,330$. Целые значения чисел и запятые опущены.

У детей контрольной группы с высокой продуктивностью внимания развита структурно-функциональная организация головного мозга, по данным корреляционного анализа.

Анализ интенсивности энергетического метаболизма у детей с дефицитом внимания показал достоверно высокие значения УПП в лобной области, правой и левой височной областях (рис.3).

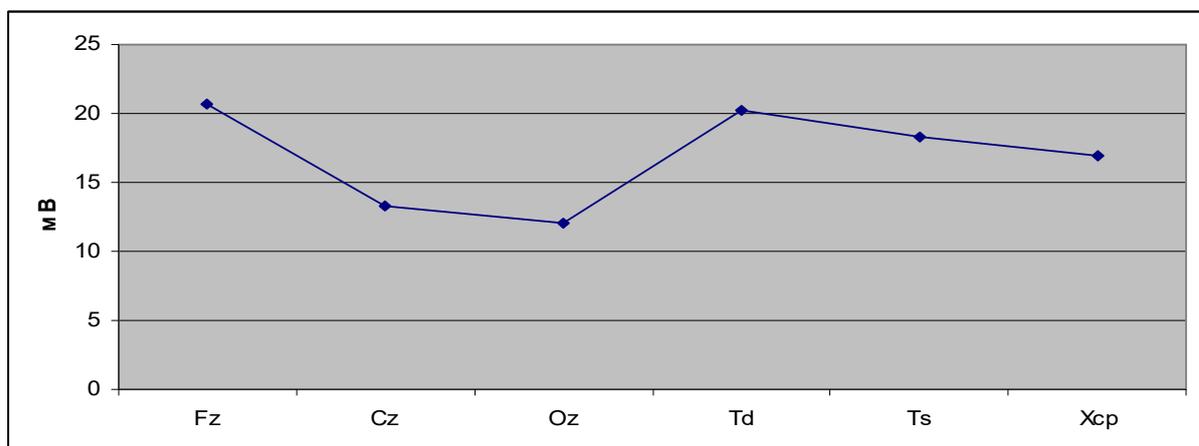


Рис.3. Распределение УПП у детей с дефицитом внимания

У детей с дефицитом внимания суммарный УПП был в среднем на 20% выше, чем у детей контрольной группы и составила 14,85 mV (табл.2).

Таблица 2

Средние значения УПП у детей с дефицитом внимания по сравнению с группой контроля

показатели	Контрольная группа , n=40 (M+m)	Экспериментальная группа, n=150 (M+m)
Fz	9,8±1,21	20,7±1,88*
Cz	15,0±1,69	13,25±0,5
Oz	15,01±1,63	12,5±0,97
Td	14,2±2,64	20,2±1,25*
Ts	13,1±1,29	18,3±1,04*
Sum	70,1±2,28	84,95±2,5*
Хср	14,02±0,91	16,9±1,77*

*Примечание: здесь и далее Fz-лобное отведение, Cz-центральное, Oz-затылочное, Td-правое височное, Ts-левое височное отведение, Хср - ср. уровень нейрометаболизма по всем отведениям. Здесь и далее достоверность различий по критерию по критерию Стьюдента * $p < 0,05$

В среднем показатели УПП в группе детей с дефицитом внимания были повышены на 3,6 мВ, хотя и неравномерно в разных точках регистрации. Так, наибольшее достоверное повышение значений постоянного потенциала головного мозга у детей было зарегистрировано в лобном отделе на 52,6% по отношению к их сверстникам без патологии, в правой височной области был достоверно повышен УПП на 29,7%, в левой височной области значения УПП были повышены на 12,02%.

Корреляционный анализ выявил следующие особенности нейроэнергетического метаболизма коры головного мозга у детей с синдромом дефицита внимания. Отсутствуют связи лобного отдела с центральным и левым височным отделом (таблица 3).

Таблица 3

Матрица значимых коэффициентов корреляции между показателями УПП мозга у детей с дефицитом внимания

	Fz	Cz	Oz	Td
Cz				
Oz	554	628		
Td	440	603	762	
Ts		528	618	569

Примечание: Коэффициент корреляции Спирмена, критическое значение $r=0,330$. Целые значения чисел и запятые опущены.

Исследование особенностей энергетического метаболизма коры головного мозга у младших школьников с дефицитом внимания выявило увеличение показателей в лобной, правой и левой височных областях, по сравнению с детьми с нормой развития. В целом локальное увеличение интенсивности энергетического метаболизма коры головного мозга может быть с включением механизмов анаэробного окисления в тканях мозга и возрастанием количества продуктов окисления, как результат функционального напряжения головного мозга, связанного с перевозбуждением коры (М.Н.Панков, 2015).

Корреляционный анализ уровня постоянных потенциалов выявил уменьшение в сравнении со сверстниками контрольной группы в 1,5 раза количества значимых корреляций между показателями, отражающими потенциалы в разных отделах головного мозга, отсутствие корреляционных связей лобных отделов с центральными и лево-височными отделами. Полученные данные также свидетельствуют о более жесткой и менее пластичной структуре взаимосвязей отделов головного мозга у детей с дефицитом внимания. Таким образом, результаты проведенного корреляционного анализа позволяют говорить об относительно структурно-функциональной незрелости головного мозга младших школьников с дефицитом внимания по отношению к детям с нормой развития (Д.Н.Подоплекин, 2003; G.W.Hynd, 1993; L.Wang, 2009; F.X.Castellanos, 2012)

По результатам омегаметрии было выделено 4 группы младших школьников без признаков дефицита внимания (рис.4)

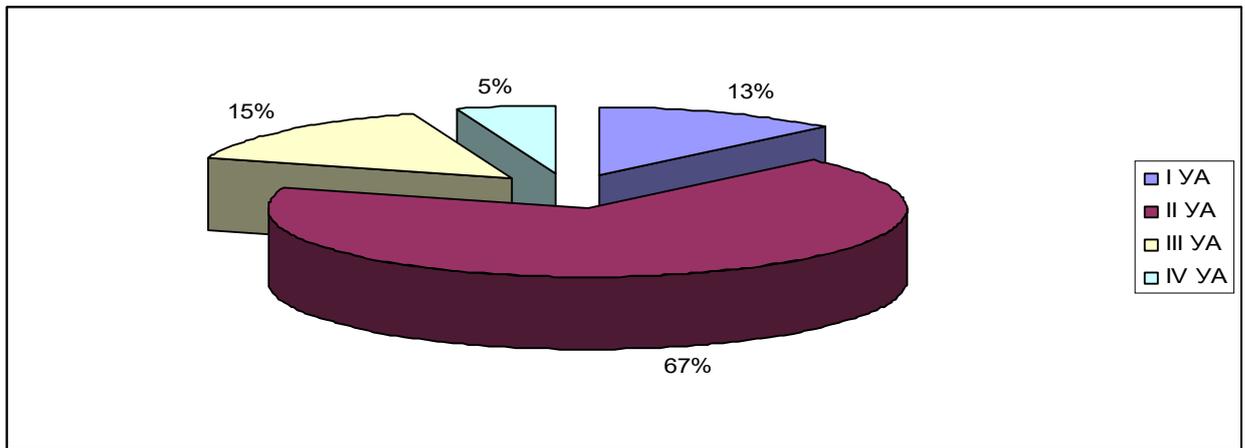


Рис. 4. Представленность уровней активации у детей с нормой развития

К первой группе с низкой активацией были отнесено 5 детей, что составило 13%. Ко второй группе с оптимальным уровнем активационных влияний отнеслись 27 детей (67%). К третьей группе с высоким уровнем активации- 6 детей (15%). К четвертой группе с ассиметричным уровнем активации отнеслись 2 детей (5%).

Наибольшее преобладающее процентное распределение в исследуемой группе относится ко II (нормальному) уровню активации.

В экспериментальной группе было выделено также 4 группы детей, но в процентном отношении существенно отличающие от нормы (рис.5)

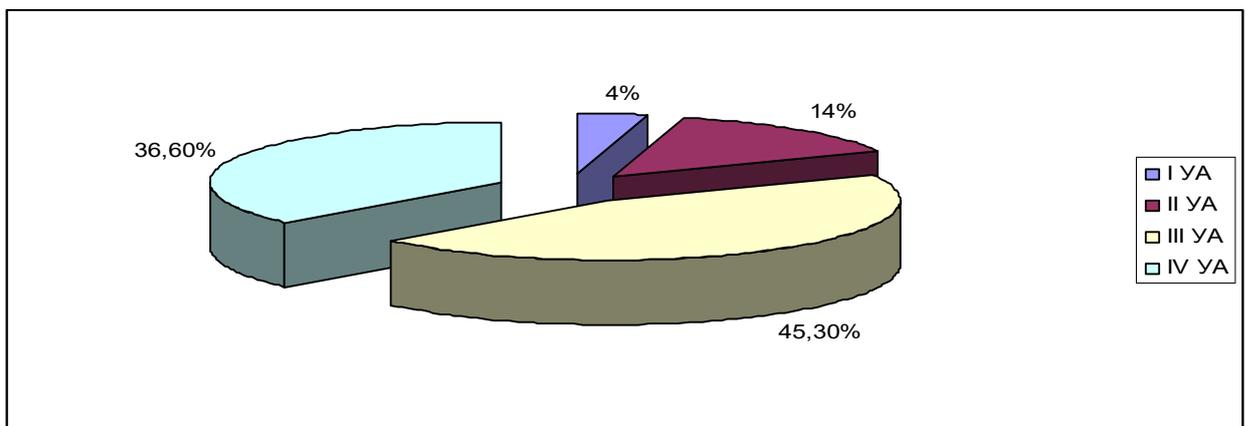


Рис. 5. Представленность уровней активации у детей с дефицитом внимания

К первой группе с пониженной активацией было отнесено 6 детей, что составило 4%. Ко второй группе с оптимальным уровнем активационных влияний было отнесен 21 ребенок (14%). К третьей группе с высоким

уровнем активации было 68 (45,3%). К четвертой группе с ассиметричным уровнем активации были отнесены 55 детей (36,6%).

Наибольшее преобладающее процентное распределение в исследуемой группе относится к III и IV уровню активации. Наименьшее к I и II уровню активации.

При сравнении параметров устойчивого потенциала у детей с дефицитом внимания и у здоровых детей выявлены достоверные различия по распределению уровней активации (табл.4)

Таблица 4

Уровень активации при норме и с дефицитом внимания

УА	Экспериментальная группа (n=150)	Контрольная группа (n=40)	ДР
I уровень	6	5	$\varphi^*_{эмп} = 1,629$ (НД)
II уровень	21	27	$\varphi^*_{эмп} = 4,572$
III уровень	68	6	$\varphi^*_{эмп} = 2,755$
IV уровень	55	2	$\varphi^*_{эмп} = 3,814$

Примечание: ДР-достоверность различий по критерию Фишера при ($\varphi^*_{эмп} > 2,31$). НД - нет достоверных различий.

Установлено следующее распределение по уровням активации лобной коры головного мозга. К I уровню в контрольной группе относят 12,5% обследованных детей, ко II уровню 67,5%, к III 15%, к IV уровню 5%. Выделено достоверно большее количество младших школьников с III уровнем активации при дефиците внимания, тогда как процент детей со II, оптимальным уровнем активации в группе детей с дефицитом внимания достоверно ниже, чем в группе здоровых детей.

У детей с дефицитом внимания достоверно чаще представлен III и IV уровень, а у здоровых детей- II уровень активации (рис.6)

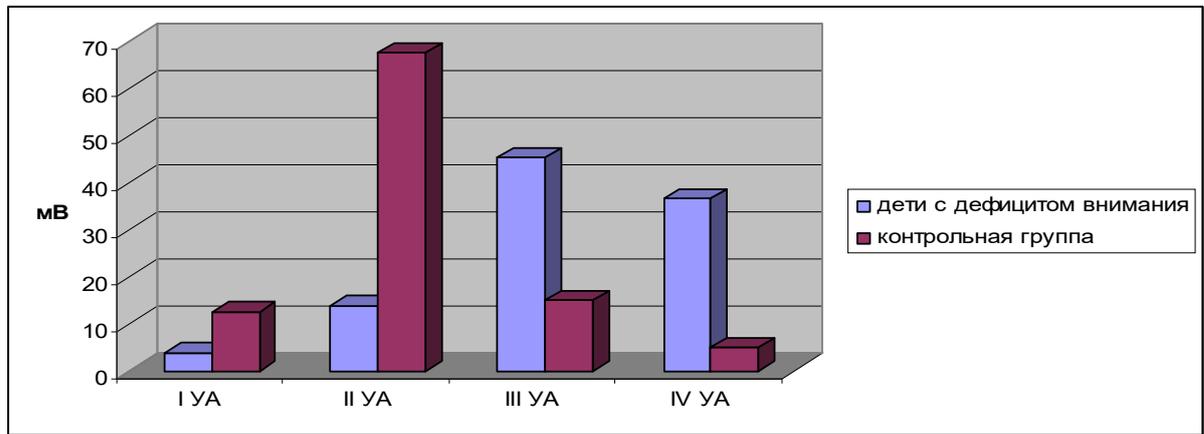


Рис.6. Процентное распределение по уровню устойчивого потенциала у младших школьников с дефицитом внимания и в контрольной группе.

Полученные данные свидетельствуют о том, что младшие школьники с дефицитом внимания отличаются от группы здоровых детей по характеристикам активационных влияний, что не обеспечивает адекватный уровень тонуса корковых нервных центров и отражается в формировании произвольного внимания и поведения в целом.

С целью выявления участия активационных механизмов в регуляции уровня энергетического метаболизма был проведен корреляционный анализ полученных данных

III уровень активационных влияний на кору головного мозга способствовал повышению энергетического метаболизма клеток головного мозга во всех областях головного мозга, но достоверное влияние наблюдалось в лобной области (Fz) (рис.7).

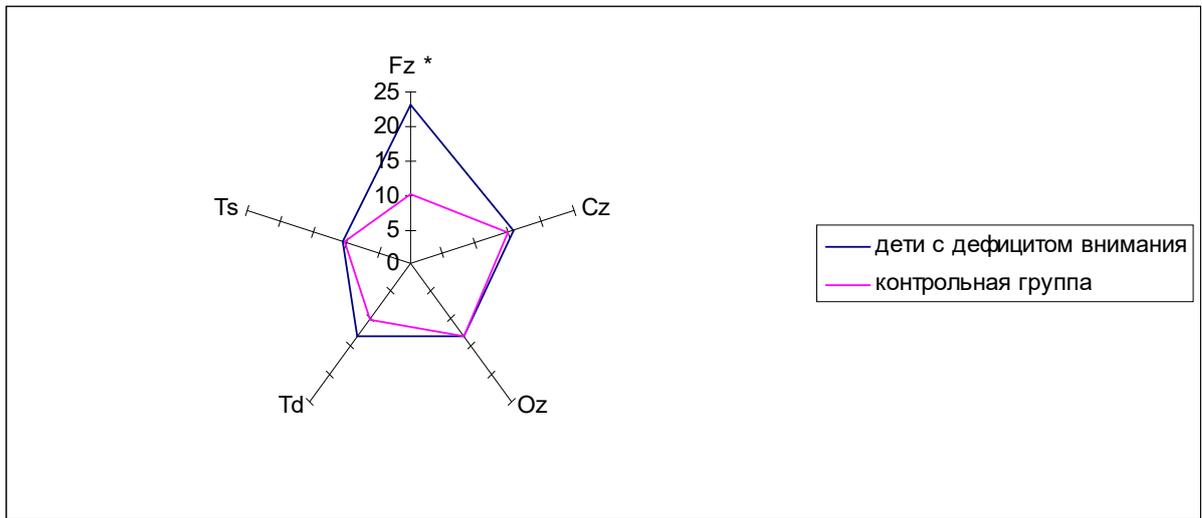
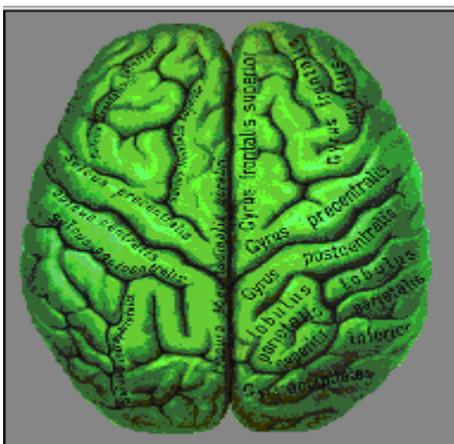
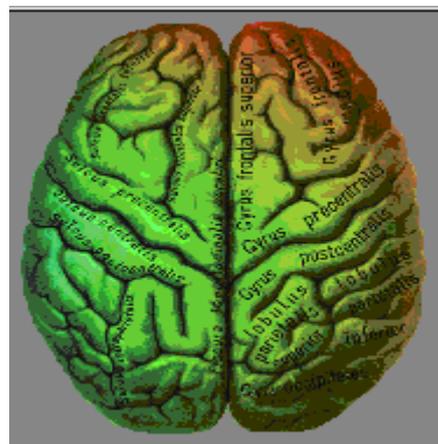


Рис.7. УПП коры головного мозга у детей с дефицитом внимания в сравнении со здоровыми детьми с III уровнем активации

III уровень активационных влияний характеризуется напряжением и неадекватной поведенческой реакцией (Т.Н.Койнонова, 2007; L.Marshall, 1998), что в совокупности с нарушением энергообмена в лобной области о функциональном напряжении головного мозга, связанного с перевозбуждением коры (В.Ф.Фокин, 2011; М.Н.Панков, 2015; S.Murik, 2012). Следовательно, можно предположить, что механизмы формирования поведенческих реакций и произвольного внимания будут отличаться от детей других групп (рис.8)



Дети без признаков
дефицита внимания



Дети с признаками
дефицита внимания

Рис.8. Интегральная картина УПП коры головного мозга с III уровнем активации

При IV уровне активации у детей с дефицитом внимания был достоверно повышен метаболизм коры головного мозга в отведения Fz, Oz, Ts (рис.9)

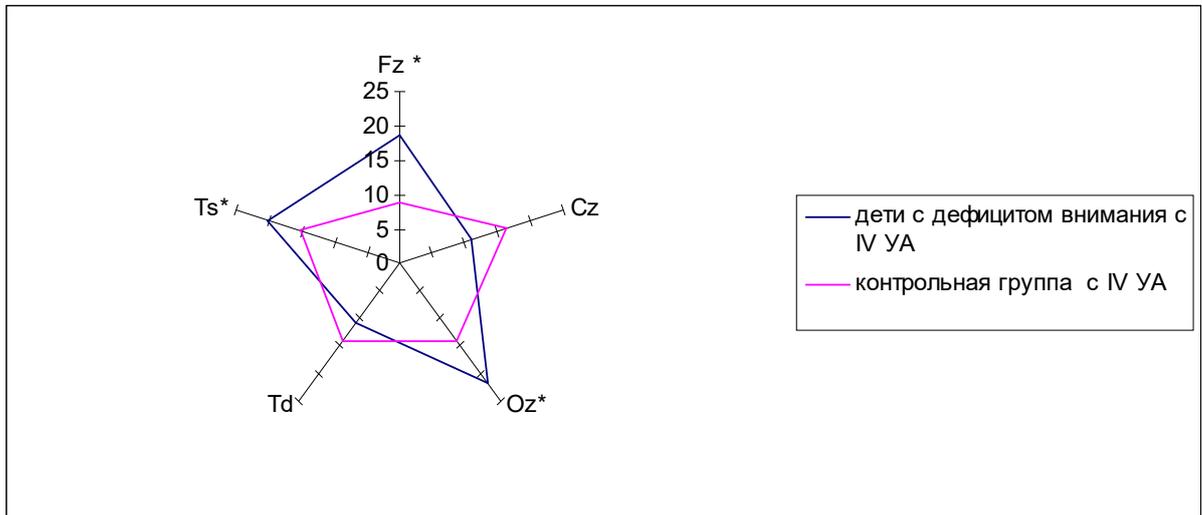
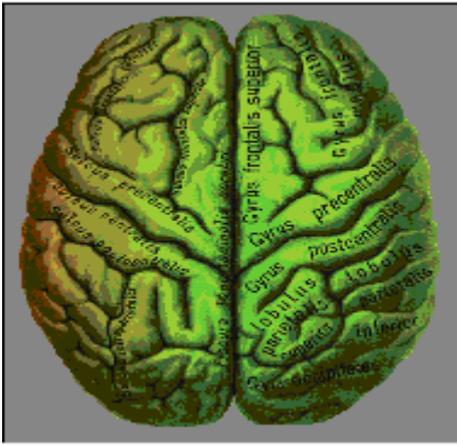


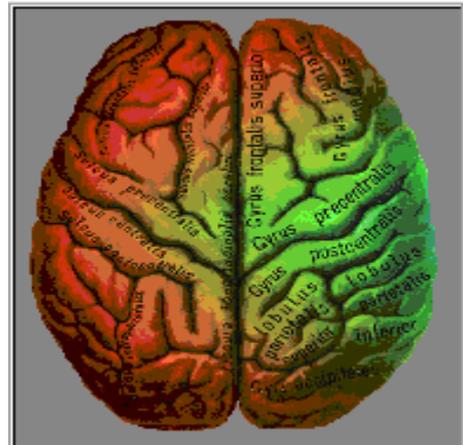
Рис.9. УПП коры головного мозга у детей с дефицитом внимания в сравнении со здоровыми детьми с IV уровнем активации

Примечание. Достоверность различий по критерию по критерию Стьюдента $*p < 0,05$

При анализе влияния IV уровня активации выявлено нарушение несбалансированное отношение корко-подкорковых структур, которое проявляется в изменении УПП в лобной, затылочной и левой височной областях коры больших полушарий. Неустойчивость психических процессов при ассиметричном уровне активации и локальное повышение энергетического метаболизма, в первую очередь в лобных отделах, может говорить, о незрелости мозговой регуляции (рис.10)



Дети без признаков
дефицита внимания



Дети с признаками
дефицита внимания

Рис.10. Интегральная картина УПП коры головного мозга с IV уровнем активации

После курса гипоксически-гиперкапнических тренировок замечено, у детей улучшение произвольного внимания, работоспособности, памяти и поведения в целом.

Также произошли изменение уровня постоянных потенциалов по всем областям у детей с признаками дефицита внимания (рис.11)

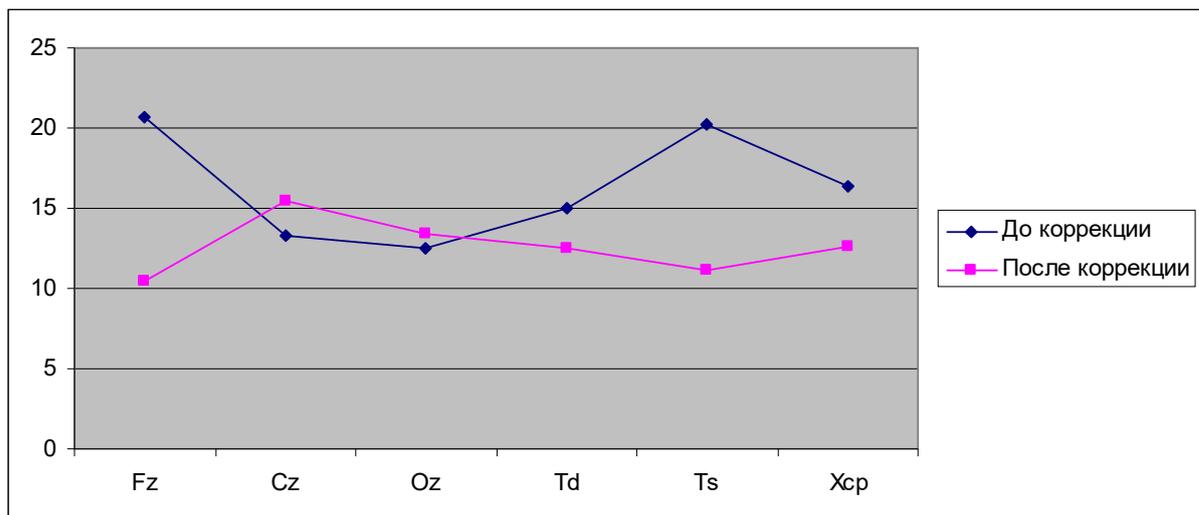


Рис.11. Распределение УПП у детей с дефицитом внимания До и После гипоксически-гиперкапнических тренировок

У детей с дефицитом внимания после курса ГГТ по результатам нэйроэнергокартирования сформировался принцип «куполообразности» при

распределении УПП, что говорит о нормальной метаболической активности коры головного мозга.

Из таблицы 5 видно, что наиболее значимое изменение уровня постоянных потенциалов наблюдалось в лобной, центральной, и правой височной области ($p < 0,05$).

Таблица 5

Среднее распределение измеренного УПП у детей с дефицитом внимания после гипоксически-гиперкапнических тренировок

показатели	Дети с дефицитом внимания (M+m)	Дети с дефицитом внимания после ГГТ(M+m)
Fz	20,7±1,88	10,5±1,08*
Cz	13,25±0,5	15,5±0,9*
Oz	12,5±0,97	13,4±0,87
Td	14,95±1,25	12,5±0,09*
Ts	20,2±1,31	11,8±0,11*
Sum	81,6±2,5	62,9±2,3*
Xcp	16,32±1,77	12,6±1,61*

* Достоверность различий по критерию по критерию Стьюдента * $p < 0,05$

В среднем показатели УПП были изменены на 4,84 мВ, хотя и неравномерно в разных точках регистрации. Так, наибольшее достоверное понижение значений постоянного потенциала головного мозга после применения дыхательных тренировок было зарегистрировано в лобном отделе на 49,3%, в левой височной области на 41,5% и в правом височном отделе коры головного мозга на 16,3%. Повышение значений постоянного потенциала в центральном отделе на 15,5%.

При сравнении параметров устойчивого потенциала у детей дефицитом внимания после применения гипоксически-гиперкапнических тренировок выявлены достоверные различия по распределению четвертого уровня активации (табл.6).

Таблица 6

Уровень активации у детей с признаками дефицита внимания после курса ГТТ

УА	До коррекции (n=150)	После ГТТ (n=150)	ДР
I уровень	6	4	φ * $\varepsilon_{мп}$ =0,599 (НД)
II уровень	21	33	φ * $\varepsilon_{мп}$ =1,495 (НД)
III уровень	68	49	φ * $\varepsilon_{мп}$ =1,499 (НД)
IV уровень	55	19	φ * $\varepsilon_{мп}$ =3,908

Примечание: ДР-достоверность различий по критерию Фишера при (φ * $\varepsilon_{мп}$ >2,31). НД - нет достоверных различий.

После применения гипоксически-гиперкапнических тренировок установлено следующее распределение по уровням активации лобной коры головного мозга у детей с признаками дефицита внимания. К I уровню относят 2,6,% это на 1,4% меньше, чем до коррекции. Ко II уровню 22%, это на 8% больше до ГТТ. К III уровню активации относят 32,9% это на 12,4% ниже, чем до коррекции. К IV уровню активации относятся 12,6%, это на 24 % меньше от исходных значений. Выделено достоверно большее количество младших школьников со III уровнем активации после курса дыхательных тренировок (рис.12)

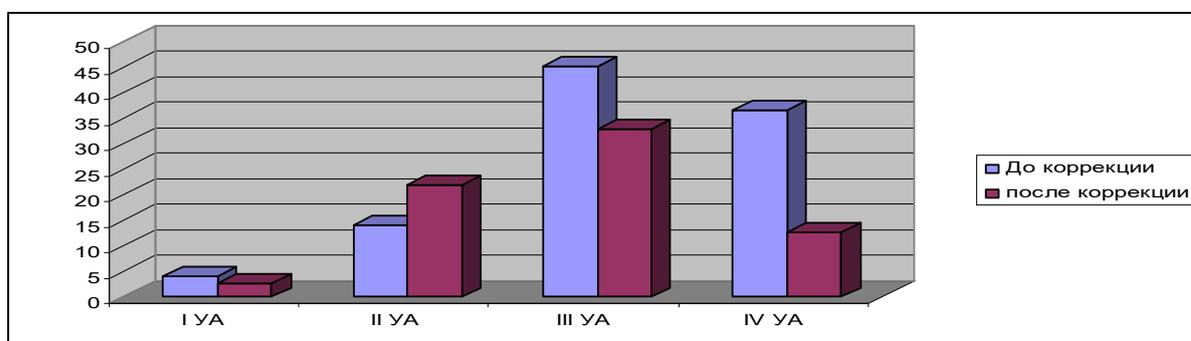


Рис.12. Процентное распределение по уровню устойчивого потенциала у младших школьников с дефицитом внимания до и после ГТТ.

Спустя один месяц после курса гипоксически-гиперкапнических тренировок у детей в данной группе отмечалось сохранение достигнутого эффекта по уровню постоянного потенциала коры головного мозга (рис.13).

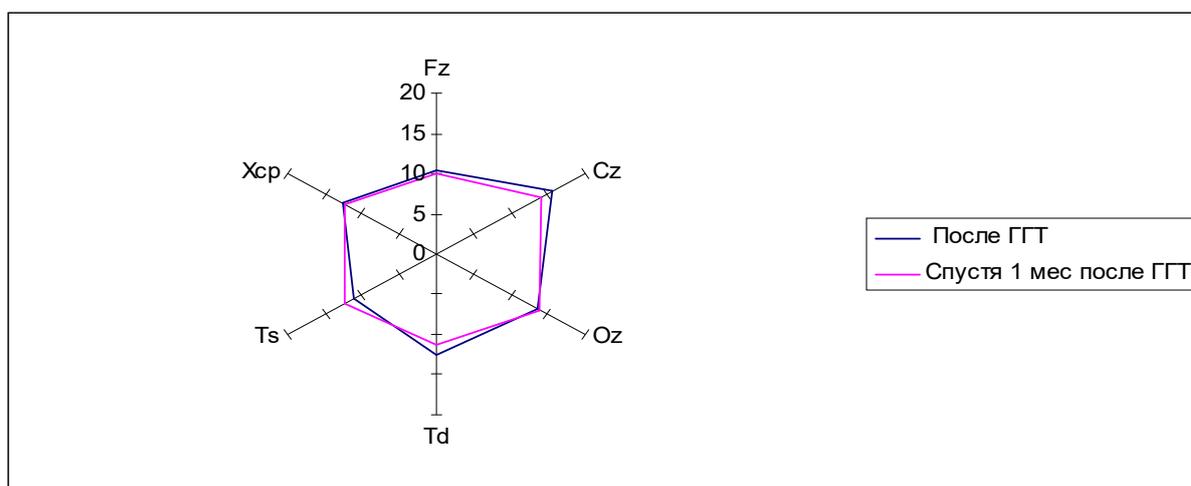


Рис.13. Распределение монополярных значений УПП у детей с дефицитом внимания спустя месяц после ГГТ.

Спустя один месяц после курса гипоксически-гиперкапнических тренировок у детей в данной группе по уровню активации лобной коры головного мозга произошли значимые изменения (табл.7)

Таблица 7

Уровень активации спустя месяц после курса ГГТ

УА	До коррекции (n=150)	После ГГТ (n=150)	ДР
I уровень	6	2	$\varphi^{*эмп}=1,430$ (НД)
II уровень	21	110	$\varphi^{*эмп}=7,099$
III уровень	68	28	$\varphi^{*эмп}=3,663$
IV уровень	55	10	$\varphi^{*эмп}=5,508$

Примечание: ДР-достоверность различий по критерию Фишера при ($\varphi^{*эмп} > 2,31$). НД - нет достоверных различий.

Число детей относящихся к третьему и четвертому уровню активации уменьшилось на 26,7% и 30%. Число детей относящихся ко второму уровню активации стало больше на 59% (рис.14).

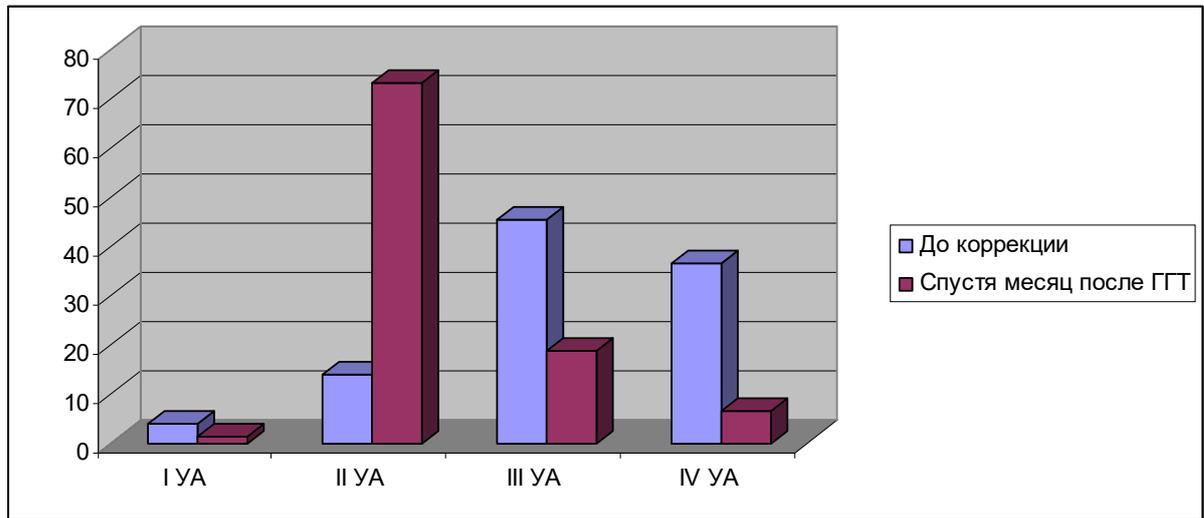


Рис.14. Процентное распределение по уровню устойчивого потенциала у младших школьников с дефицитом внимания до и спустя месяц после ГГТ.

В течение месяца после окончания курса гипоксически-гиперкапнических тренировок в функциональной системе головного мозга у детей с дефицитом внимания наблюдалась нормализация интенсивности нейроэнергометаболизма и уровня активации коры головного мозга, по сравнению со значениями сразу после курса дыхательных тренировок. .

ВЫВОДЫ

1. Полученные данные свидетельствуют о том, что младшие школьники с дефицитом внимания отличаются от группы здоровых детей по характеристикам активационных влияний, у них преобладает высокий и

ассиметричный уровень активации: в 45,3% и в 36,6% случаев соответственно.

2. Полученные данные свидетельствуют о том, что младшие школьники с дефицитом внимания отличаются от группы здоровых детей по интенсивности энергетического метаболизма коры головного мозга. Выявлены увеличения нейроэнергообмена в лобном отделе на 52,6%, в правом височном на 29,7%, в левом височном отделе на 12,9%.

3. Курс гипоксически-гиперкапнических тренировок, в коррекционном комплексе, у детей с дефицитом внимания приводит к значимым и положительным изменениям механизмов активации и нейрометаболизма. II УА увеличился на 59% , III уменьшился на 26,7%, IV уменьшился на 30%. Уровень энергетического метаболизма уменьшился в лобном отделе на 49,3%, в левом височном на 41,5%, в правом височном отделе на 16,3%

СПИСОК НАУЧНЫХ РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

1. Муллер Т.А., Муллер П.А. Применение гипоксически-гиперкапнических тренировок для коррекции синдрома дефицита внимания и гиперактивности у детей // Современные направления развития медицины 2014: сборник статей Международной научно-практической конференции. Брянск. 2014. С.108-111.
2. *Muller T.A., Muller P.A. The attention deficit syndrome and hyperactivity of children: unmedical correction method // The Second European Conference on Biology and Medical Sciences. Vienna. 2014. P.179-182.*
3. Муллер Т.А., Шилов С.Н. Особенности уровня активации лобной коры и нейрометаболизма головного мозга у детей 7-10 лет с СДВГ // Вестник Новосибирского государственного педагогического университета. 2017. Т7. №5. С.193-202.
4. *Муллер Т.А., Шилов С.Н., Пуликов А.С. Влияние гипоксически-гиперкапнических тренировок на уровни активации лобной коры головного мозга у детей с синдромом дефицита внимания с гиперактивностью // Фундаментальные исследования. 2015. №1(9). С.1864-1868.*
5. Муллер Т.А., Лисова Н.А., Шилов С.Н. Особенности активации лобной коры головного мозга у детей 7-10 лет с синдромом дефицита внимания с гиперактивностью // Здоровье и образование в XXI веке. 2017. Т.19. №4. С.116-119.
6. *Муллер Т.А. Влияние гипоксически-гиперкапнических тренировок на нейрометаболизм головного мозга у детей 7-10 лет с СДВГ // Теория и практика сопровождения особого детства: материалы научно-практической конференции студентов, магистрантов и аспирантов. Красноярск. 2017. С.17-19*
7. Муллер Т.А. Особенности активационных влияний на кору головного мозга младших школьников с синдромом дефицита внимания // Психология особых состояний: от теории к практике: материалы региональной межвузовской научно-практической конференции студентов, магистрантов и аспирантов. Красноярск. 2018. С.96-99

СПИСОК ПРИНЯТЫХ СОКРАЩЕНИЙ

ФС – функциональное состояние

ГГТ – гипоксически-гиперкапнические тренировки

НС – нервная система

ЦНС – центральная нервная система

ЭЭГ – электроэнцефалография

УА – уровень активации

ПП – постоянный потенциал

ГЭБ – гемэнцефалический барьер

УПП – уровень постоянных потенциалов

ВНС – вегетативная нервная система