

ИГРОВОЕ БИОУПРАВЛЕНИЕ ПРИ СИНДРОМЕ ДЕФИЦИТА ВНИМАНИЯ С ГИПЕРАКТИВНОСТЬЮ

Столлер И.А.¹, Веревкин Е.Г.², Сухоленцева М.В.³

¹ Психолого-физиологический центр СДВГ на базе гимназии № 16, г. Новосибирск

² НИИ молекулярной биологии и биофизики СО РАМН, г. Новосибирск

³ Новосибирский государственный медицинский университет, г. Новосибирск

РЕЗЮМЕ

Продолжено исследование учащихся с синдромом дефицита внимания с гиперактивностью (СДВГ) при использовании бетастимулирующего игрового нейробиоуправления. Проанализирована динамика сегментных характеристик альфа-ритма и θ/β -коэффициента для разных групп успешности тренинга. Дана оценка эффективности тренинга с точки зрения количества признаков СДВГ (на начало и конец тренинга).

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: дети, синдром дефицита внимания с гиперактивностью, тета-бета-коэффициент, бетастимулирующее биоуправление, альфа-сегментный анализ, игровое биоуправление.

Введение

Игровые формы ЭЭГ-биоуправления представляют собой особый вариант медиатренинга. С одной стороны, это, несомненно, гомологи систем «брейн – компьютер – интерфейс». Ребенку в виртуальной среде предоставляется возможность изменить внешний игровой сюжет в единственно возможном направлении: выиграть соревнование и таким образом сформировать новый ЭЭГ-паттерн. С другой стороны – протестировать свой собственный когнитивный стиль и тем самым определить непосредственные доступные естественные когнитивные средства его совершенствования.

Необходимо напомнить, что принципиально (качественно) отличало игровые ЭЭГ-варианты биоуправления. Прежде всего, отсутствие временной неопределенности, столь свойственной всем иным инструментальным технологиям коррекции. Игра всегда начинается стартом, а завершается победой или поражением. Далее, игра, если она синтезирована современными мультимедиа средствами, весьма привлекательное и, если хотите, красивое с точки зрения компьютерной эстетики занятие. Игра мотивирует ребенка на самоусовершенствование on-line, ибо каждая следующая игровая попытка, на чем бы (на каком

физиологическом параметре) она ни строилась, с точки зрения управления и управляемой характеристики есть не что иное, как игра с самим собой через предшествующий результат.

Синдром дефицита внимания с гиперактивностью (СДВГ) – широко распространенное расстройство психической сферы ребенка, сохраняющееся во взрослом состоянии и касающееся 3–20% детей и подростков. По собственным сведениям, базирующимся на многолетнем анализе СДВГ и его распространенности, заболевание в Сибирском федеральном округе охватывает порядка 80 тыс. ребят в возрасте от 8 до 14–15 лет.

Существуют симптомы – маркеры СДВГ, оценивающие степень и глубину расстройства, они все сконцентрированы в табл. 2, динамика которых и служит критерием эффективной нейротерапии, применяемой в школе. Именно на них и в первую очередь на так называемом индексе невнимательности (θ/β) был построен курс нейробиоуправления.

Ранее [1] был проанализирован весь ЭЭГ-диапазон и проявлен специальный интерес к некоторым ЭЭГ-эндофенотипам, т.е. электрографическим маркерам

в сочетании с особенностями поведения и эффективностью центральных механизмов саморегуляции. Главное внимание было обращено на α -диапазон и показано (основываясь на параметрах α -сегментного

✉ Веревкин Евгений Георгиевич, тел. 8 (383) 335-97-56; e-mail: ewer@ngs.ru

анализа [2]), что наиболее чувствительными к ЭЭГ-биоуправлению оказались амплитуда и внутри-альфа-сегментарные связи, являющиеся основными консолидирующими характеристиками электрогенеза, наиболее близкими к поведенческому репертуару.

В данной работе, проведенной в гимназии № 16 г. Новосибирска, преследовались те же цели, что и ранее: сопоставить эффективность нейротерапии, т.е. игрового нейробиоуправления, сочетанного с мониторингом β_1 -диапазона ЭЭГ-спектра и динамикой поведения детей, длительно наблюдавшихся в психофизиологическом кабинете.

Материал и методы

Участниками являются воспитанники МБОУ «Гимназия № 16 «Французская». Проект ориентирован на детей образовательных учреждений, детских садов и окружающих их взрослых. Каждый ребенок, пришедший в 1-й класс, проходит диагностику на игровых компьютерных тренажерах с адаптивной обратной связью, психологическое обследование с использованием следующих методик: таблицы Шульце (черно-белые), запоминание 10 слов (А.Р. Лурия), ЦПМ Дж. Равена, тест Тулуз Пьерона, диагностика эмоционального состояния по Люшеру (восьмицветный).

Было обследовано 50 детей в возрасте 7–13 лет, из них больше мальчиков. На основании отбора выделяется группа детей со скрытыми признаками дефицита внимания, тревожных, с низкой способностью к саморегуляции. С этими детьми в дальнейшем ведутся тренировки на игровом тренажере «БОС-Пульс». Количество занятий 10–15. Сбор анамнеза и динамическое наблюдение, осуществляемые психотерапевтом, позволили на основании диагностических критериев (DSM-IV) выявить у 32 человек СДВГ (без выраженной органической патологии мозга и расстройств поведения в виде вызывающей оппозиции; средний возраст этой группы ($7,3 \pm 1,4$) года (из них 12 девочек и 20 мальчиков)) и сконцентрировать их в так называемый класс психологической поддержки.

Использование тех же критериев позволило выделить у 12 человек (все мальчики) сочетание СДВГ с расстройствами поведения в виде вызывающей оппозиции. Средний возраст этой группы составил ($12,7 \pm 0,6$) года.

У 8 пациентов на основании электроэнцефалографического обследования и данных магнитно-резонансной томографии были диагностированы выраженные органические изменения головного мозга, причиной которых, как правило, была перинатальная пато-

логия; все они состояли на диспансерном учете у невропатолога, их средний возраст составил ($7 \pm 2,3$) года.

Перед проведением сеансов ЭЭГ-биоуправления проводилась запись стартовой ЭЭГ (система 10×20) с целью контроля патологических изменений и дальнейшего использования для сравнения с финишной ЭЭГ, проводимой после окончания коррекционных сеансов.

Для проведения электроэнцефалографического тренинга использовался программно-аппаратный комплекс «БОСЛАБ», разработанный в НПФ «Компьютерные системы биоуправления» (регистрационный номер ФСР 2011/11236).

Организация тренинга

Структура коррекционного сеанса. Для проведения электроэнцефалографического тренинга учитывались методические рекомендации Дж. Любара, изложенные в статье, опубликованной в коллективной монографии «Биоуправление-3» [3]. В качестве управляющего сигнала использовалась мощность ритма ЭЭГ, по которому проводился тренинг. У пациентов без выраженной органической патологии головного мозга коррекционный сеанс состоял из 4-минутной сессии θ/β -стимулирующего тренинга с графическим представлением сигналов, 20-минутной сессии игрового θ/β -стимулирующего тренинга, а также нескольких игровых релаксирующих сеансов (игры «Вира», «Гребной канал», «Магические кубики», «Ралли») [1].

Монтаж электродов. Для проведения θ/β -стимулирующего тренинга применялся биполярный монтаж электродов в точках Fz и Cz первого канала и Fp2 и O2 – второго. В каждом случае на лоб пациента ниже границы роста волос накладывались миографические электроды. Во время θ/β -стимулирующего тренинга пациент сидел с открытыми глазами. Для контроля в начале и в конце сеанса проводились сессии с закрытыми глазами.

При проведении сессий α - и θ -ингибирующего тренинга ученик работал с закрытыми глазами. В этом случае применялся биполярный монтаж электродов в точках F и O на стороне регистрации патологической активности.

В условиях проведения сессий β -стимулирующего тренинга использовался аудиовизуальный канал обратной связи (звуковой сигнал и экранное представление ЭЭГ, по которой проводился тренинг). Проведение α - и θ -ингибирующего тренинга осуществлялось с помощью звукового подкрепления, свидетельствующего об эффективности тренинга: θ/β -тренинг осуществлялся в режиме игрового сопровождения.

Структура курса тренинга. Первые коррекционные сеансы состояли преимущественно из игровых релаксирующих сессий. Это было вызвано необходимостью установления контакта с пациентом, формирования уверенности, позволяющей выигрывать, изменяя свое состояние в оптимальном направлении. По мере того как пациент адаптировался к обстановке и приобретал навыки релаксации (обычно это происходило не позднее пятого сеанса), коррекционный сеанс строился таким образом, как это было описано выше. Начиная с 1-го сеанса параллельно с сессией θ/β -стимулирующего тренинга, как правило, применялась дополнительная нагрузка (чаще всего устный счет, прослушивание текстов и т.д.).

Во всех случаях сеансы проводились два-три раза в неделю, длительность каждого не превышала 40 мин, время определялось школьным расписанием пациента.

«Клинические» и академические результаты тренинга. Как и предполагалось, наилучшие результаты были достигнуты при работе с пациентами первой группы. В соответствии с диагностическими критериями DSM-IV в результате коррекционного курса у 24 пациентов была зарегистрирована положительная динамика синдрома дефицита внимания, у шести – частичная ремиссия, у двух пациентов не было зарегистрировано улучшения состояния (рис. 1, 2).

Оптимизация состояния проявлялась в появлении способности длительно концентрировать внимание на решении академических задач, улучшении планирования деятельности, большей адекватности в выражении собственного недовольства, снижении гиперактивности и ряде других признаков. У 12 пациентов значительно улучшилась успеваемость.

Во второй группе ремиссия синдрома дефицита внимания и гиперактивности была достигнута у шести учеников, частичная ремиссия – у четырех, отсутствовал эффект лечения у двух больных. Ремиссия расстройства поведения в виде вызывающей оппозиции была достигнута у шести человек (из них трем проводилась семейная и индивидуальная психотерапия). У остальных двух пациентов из этой группы после коррекционного курса сохранялись признаки расстройства поведения в виде вызывающей оппозиции. Семейная психотерапия в этих случаях не проводилась. У четырех пациентов этой группы отмечалась положительная динамика успеваемости.

Таким образом, клиническая эффективность технологии ЭЭГ-коррекции СДВГ (без выраженной органической патологии мозга) составила 77%.

Наиболее тяжелой в плане коррекции оказалась третья группа пациентов. Положительный «клиниче-

ский» эффект (ремиссия СДВГ) был достигнут у шести пациентов (из них два без расстройств поведения).

Ремиссия синдрома дефицита внимания (дети первой и второй групп) получена в 40 случаях. У пациентов с расстройством поведения в виде вызывающей оппозиции (вторая и третья группы) ремиссия достигалась в среднем в 16 случаях.

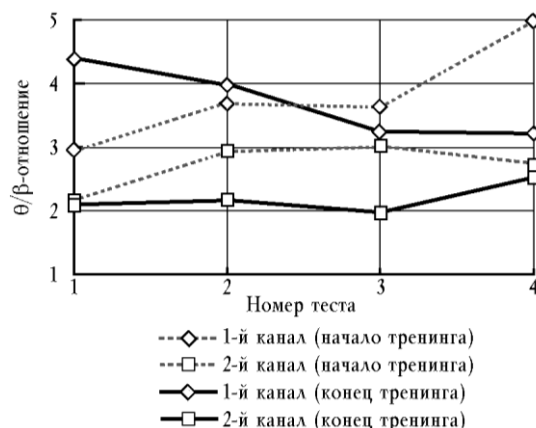


Рис. 1. Отношение θ/β в начале и в конце тренинга (ученика З.Л.): 1-й канал – теменное отведение, 2-й канал – затылочное; номер теста: 1 – глаза закрыты; 2 – глаза открыты; 3 – вычисление порога θ/β 50; 4 – θ/β -отношение – «Шары». Положительная динамика по каждому из отведений

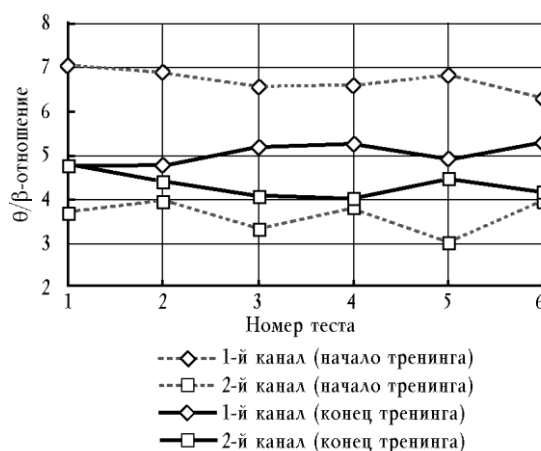


Рис. 2. Отношение θ/β в начале и в конце тренинга (ученика П.А.): 1-й канал – теменное отведение, 2-й канал – затылочное; номер теста: 1 – глаза закрыты; 2 – глаза открыты; 3 – «Счет»; 4 – «10 слов»; 5 – вычисление порога θ/β 50; 6 – θ/β -отношение – «Шары». Положительная динамика по теменному отведению (по которому идет тренинг)

Электроэнцефалографические результаты тренинга. У 32 пациентов первой группы (СДВГ без сопутствующей патологии ЦНС и выраженных поведенческих расстройств) было выполнено 576 сеансов ЭЭГ-биоуправления. Среднее число сеансов на одного пациента – 18.

У 12 пациентов второй группы (СДВГ в сочетании с расстройством поведения в виде вызывающей оппо-

зиции) было выполнено 216 сеансов тренинга, среднее количество на одного пациента – 18.

У восьми детей третьей группы – сочетание СДВГ и органической патологии головного мозга без сопутствующих расстройств поведения или с наличием таковых – выполнено 152 сеанса. Среднее количество сеансов на одного пациента составило 19. Четверо пациентов этой группы находились на лечении повторно.

Анализ данных, полученных при помощи программно-аппаратного комплекса «Бослаб», позволяет сделать вывод о том, что коррекционный курс ЭЭГ-биоуправления, основанный на механизме адаптивной обратной связи, позволяет оптимизировать соотношение основных ритмов электроэнцефалограммы в направлении снижения фронтальной медленно-волновой θ -активности.

В группе детей без выраженной органической патологии ЦНС в результате курса тренинга зарегистрировано достоверное снижение мощности в θ -диапазоне ($p < 0,001$), прирост мощности в β -диапазоне был статистически недостоверным. У пациентов с выраженной патологией ЦНС мощность в θ -диапазоне также достоверно снижалась ($p < 0,001$). Динамика β -диапазона в этой группе была полиморфной, что было связано с тем, что у трех школьников до начала лечения по данным картирования отмечалась патологическая β -активность (как признак органической патологии головного мозга).

Динамика результатов «измерения» внимания

Как было указано выше, измерение внимания пациентов проводилось при помощи проб Шульте: корреляционный анализ подтвердил тезис о том, что большим значениям θ/β -соотношения и низкой эффективности концентрации внимания по данным пробы Шульте перед началом лечения соответствовали низкие уровни мощности в β -диапазоне исходной электроэнцефалограммы, наиболее отчетливо в группе успешного тренинга, которую составили 35 пациентов, из них 23 – из группы СДВ и 12 – из группы ОРГ; картирование было проведено 35 пациентам.

Обнаружена сильная положительная корреляционная связь между θ/β -соотношением по данным кар-

тирования и временем, затрачиваемым в среднем на одну таблицу Шульте.

Среди всей группы обследованных удалось выделить 50 человек, у которых был проведен весь комплекс запланированных исследований, включающий наряду с анкетированием и психологической диагностикой многоканальную обзорную ЭЭГ (как до, так и после проведения сеансов игрового биоуправления с использованием ПАК «Бослаб»). Были проанализированы значения отношения θ/β и четыре α -сегментных характеристик ЭЭГ (амплитуда A , длительность T , амплитудная вариативность CV и крутизна межсегментных переходов S). Качество тренинга наряду с оценками психолога можно было определить по динамике изменений отношения θ/β , т.е. уменьшению конечного значения этого коэффициента, являющегося следствием когнитивного управления ЭЭГ за счет увеличения мощности β -ритма и снижения мощности θ -диапазона, а также изменению количества признаков СДВГ до и после тренинга, по которым сформировано две группы: с лучшими результатами (значительное снижение числа признаков СДВГ – 20 человек) и менее выраженными (уменьшение не более чем на пять признаков СДВГ – 30 человек). Динамика этих характеристик представлена в табл. 1.

Изменения до и после тренинга по каждому признаку СДВГ были оценены по тесту Мак-Неймара и приведены в табл. 2.

Как видно из табл. 2, число признаков СДВГ, кроме последнего, статистически значимо изменилось в процессе тренинга, что связано с динамикой детей с соответствующим маркером СДВГ (до тренинга этот синдром наблюдался, после – отсутствовал).

Различие между группами отмечено в проценте изменения (до и после тренинга) двух сегментных характеристик: крутизне ($p = 0,001$) и вариативности ($p = 0,004$), причем для первой группы отмечено их падение (S от 149,1 до 138,6; CV от 21,3 до 20,6), а для второй – рост (S от 144,3 до 153,8; CV от 20,8 до 21,7). Это свойство разнонаправленного изменения можно в дальнейшем использовать как одно из прогностических свойств качества планируемого медиатренинга.

Таблица 1

Параметр ЭЭГ (игра «Шары»)	Все (50 человек)		Группа 1 (20 человек)		Группа 2 (30 человек)	
	В начале тренинга	В конце тренинга	В начале тренинга	В конце тренинга	В начале тренинга	В конце тренинга
Крутизна межсегментных переходов S	146,2 ± 1,7	147,9 ± 3,1	149,1 ± 3,0	138,6 ± 2,7*	144,3 ± 2,0	153,8 ± 4,5 [#]
Амплитуда сегмента A	16,9 ± 0,9	17,3 ± 0,6	17,6 ± 1,5	17,3 ± 1,1	16,5 ± 1,0	17,2 ± 0,8

Амплитудная вариативность CV	21,0 ± 0,2	21,3 ± 0,3	21,3 ± 0,3	20,6 ± 0,2**	20,8 ± 0,2	21,7 ± 0,4 [#]
Длительность сегмента T	255,8 ± 1,6	257,9 ± 2,0	254,2 ± 3,3	252,7 ± 3,4	256,7 ± 1,7	261,3 ± 2,2
θ/β-отношение (теменное отведение)	5,1 ± 0,3	4,6 ± 0,2	5,0 ± 0,4	4,5 ± 0,3	5,2 ± 0,4	4,7 ± 0,3

Примечание. Парные сравнения (начало – конец тренинга): * – p = 0,001, ** – p = 0,02, [#] – p = 0,05.

Таблица 2

Признак СДВГ	Число детей, имеющих данный признак (остался после тренинга/отсутствует)	p (тест Мак-Неймара)
<i>Невнимательность</i>		
Часто проявляющаяся неспособность внимательно следить за деталями, совершает беспечные ошибки в школьной программе, работе или другом виде деятельности	35 (21/14)	<0,001
Часто не удается поддерживать внимание на занятиях или в игровом режиме	25 (13/12)	<0,001
Часто заметно, что ребенок не слушает, что ему говорят	40 (17/23)	<0,001
Не способен следовать инструкциям или завершать школьную работу, повседневные дела и обязанности на рабочем месте (не из-за оппозиционного поведения или неспособности понять инструкции)	22 (1/21)	<0,001
Часто нарушена организация заданий и деятельности	16 (3/13)	<0,001
Избегает или очень не любит заданий, требующих постоянных умственных усилий	32 (15/17)	<0,001
Теряет вещи, необходимые для выполнения определенных заданий, таких как школьные атрибуты: карандаши, книги, игрушки или инструменты	17 (3/14)	<0,001
Отвлекается на внешние стимулы	47 (36/11)	0,001
Забывчив в повседневной деятельности	35 (22/13)	0,007
<i>Гиперактивность</i>		
Беспокойно двигает руками или ерзает на месте	30 (11/19)	<0,001
Покидает свое место в классной комнате или в другой ситуации, когда требуется сохранять неподвижность	19 (3/16)	<0,001
Часто начинает бегать или куда-то карабкаться, когда это неуместно (в подростковом или зрелом возрасте может присутствовать лишь чувство беспокойства)	13 (2/11)	0,001
Неадекватно шумен в играх или испытывает затруднения при тихом проведении досуга	27 (11/16)	<0,001
Обнаруживается стойкий характер чрезмерной моторной активности, на которую существенно не влияют социальные ситуации и требования	12 (10/2)	0,039
<i>Импульсивность</i>		
Выкрикивает ответы до того, как завершены вопросы	35 (15/20)	<0,001
Не способен ждать в очередях, дожидаться своей очереди в играх или групповых ситуациях	36 (8/28)	<0,001
Прерывает других или вмешивается в игры иных людей	32 (7/25)	<0,001
Слишком много разговаривает без адекватной реакции на социальные ограничения	41 (39/2)	1,000

Примеры

Ученица З.Л., 10 лет 2 мес (3-й класс). Сидеть на месте не может, дисциплину не нарушает, но ничего не успевает делать. Очень медлительна, внимание неустойчиво, рассеянна, теряет вещи, не реагирует, когда к ней обращаются с просьбой, не умеет выстраивать отношения с одноклассниками.

Проведено 13 сеансов β-игрового биоуправления. Динамика положительная по значениям θ/β-коэффициента (см. рис. 1): стала более ответственно относиться к вещам, уроки делает пока в том же темпе, однако пытаются ввести временные ограничения, что получается не всегда. В учебе произошли значительные сдвиги: более активна, увеличилась скорость чтения, взаимоотношения с одноклассниками улучшились.

Данные по психологическому обследованию с использованием методик, указанных в материалах и методах исследования, проведенному до начала и после окончания тренинга, приводятся в табл. 3. Многоканальное картирование спектральной мощности ЭЭГ (до и после тренинга) для диапазонов θ, α и β, а также для отношения спектральных мощностей θ/β приводится на рис. 3, 4 соответственно. Курсовая динамика средних значений отношения θ/β (для игры «Шары») приведена на рис. 5.

Ученица П.А., 8 лет 3 мес (1-й класс). Со слов классного руководителя, ребенок спокойный, но сидеть на месте не может. На уроках дисциплину не нарушает, но ничего не успевает делать. Очень медлительна. Внимание неустойчиво. Со слов мамы: рассеяна, теряет вещи, не обращает внимания, когда к ней обращаются с просьбой. Не умеет выстраивать отношения с

одноклассниками. Проведено 12 сеансов β -игрового биоуправления. Динамика по показателям θ/β -отношения в целом положительная (см. рис. 2). Со слов мамы, стала более ответственно относиться к вещам. Уроки делает пока в том же темпе, пытается ввести временные ограничения. Получается, но не всегда. В учебе значительные сдвиги, стала более ак-

тивна на уроках. Улучшилась скорость чтения. Взаимоотношения в классе стали лучше.

В табл. 4 сведены данные по психологическому обследованию, проведенному до начала и после окончания тренинга. Многоканальное картирование спектральной мощности ЭЭГ (до и после тренинга) для диапазонов θ ,

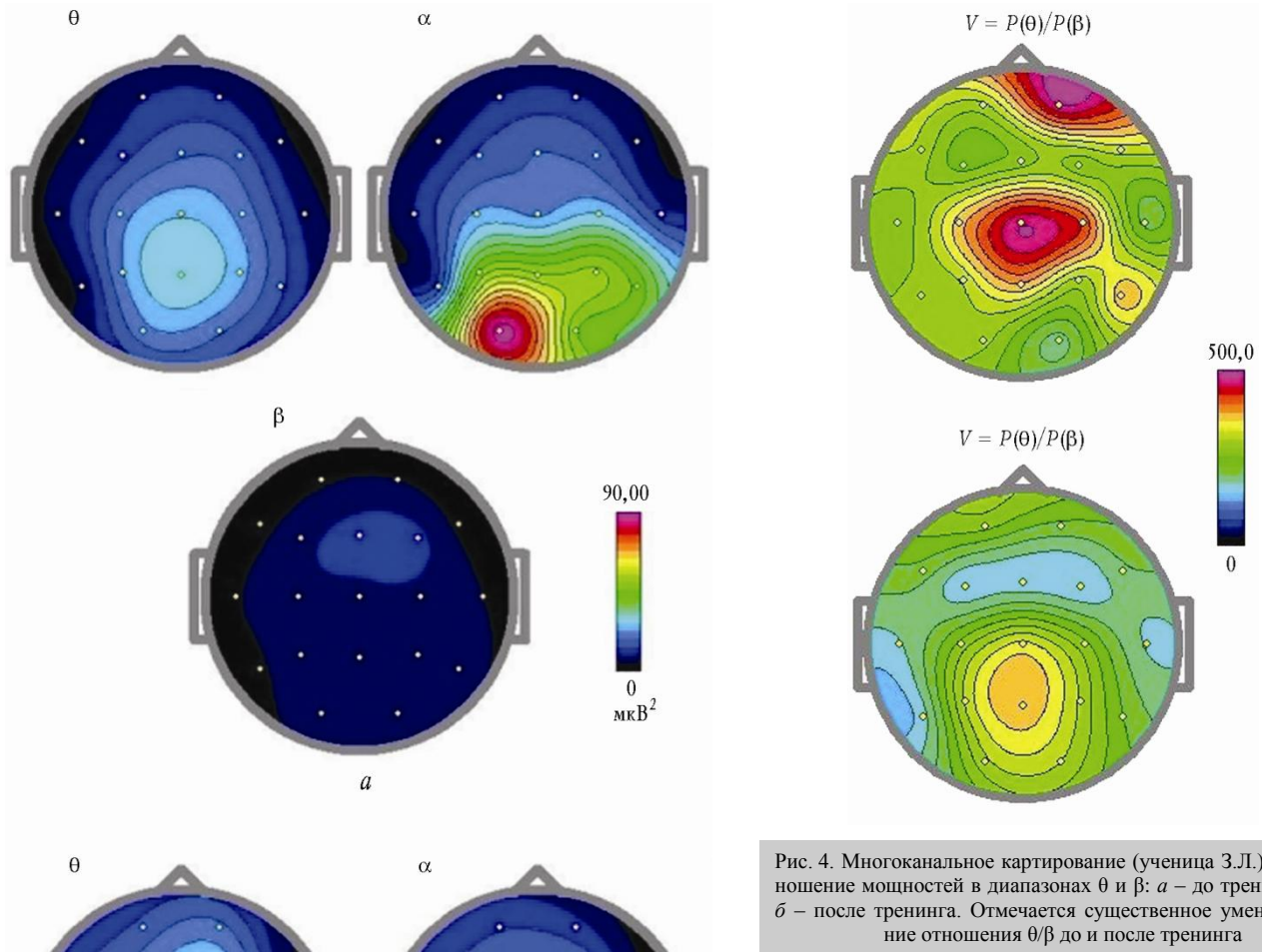


Рис. 4. Многоканальное картирование (ученица 3.Л.). Отношение мощностей в диапазонах θ и β : *a* – до тренинга; *b* – после тренинга. Отмечается существенное уменьшение отношения θ/β до и после тренинга

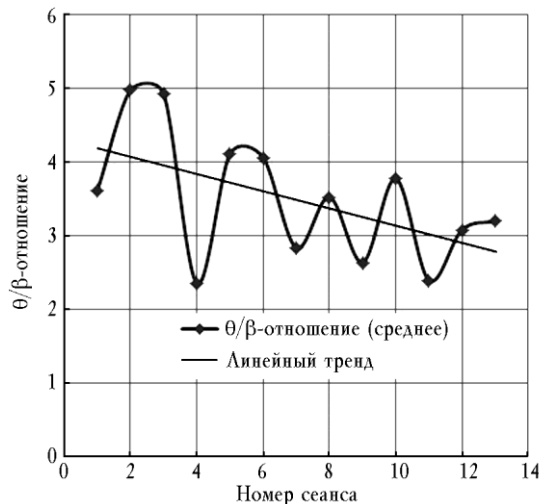


Рис. 3. Многоканальное картирование (ученица З.Л.). Спектральная мощность ЭЭГ в разных (θ , α и β) частотных диапазонах: a – до тренинга; b – после тренинга. Отмечаются незначительные изменения как в θ , так и в β -диапазонах

Рис. 5. Курсовая динамика отношения θ/β по средним значениям за один сеанс (игра «Шары», ученица З.Л.). Заметен существенный убывающий линейный тренд в курсовой динамике показателя

Таблица 3

Период исследования	Таблицы Шульте (внимание)				Люшер*	Равен (интеллект)			«10 слов» (память)		Чтение, количество слов в минуту
	Среднее время, мин:с	Количество ошибок, шт.	Истощаемость $t5-t1$, с	Устойчивость внимания		Балл (max 60 баллов)	ИВ	Уровень	Количество повторений	Количество ошибок	
На начало	1:03 (в пределах возрастной нормы)	0	-28	Признаки колебания средней степени	CO = 10 BK = 1,63	29	12	III(-) (нижняя граница среднего)	11 (ниже средней возрастной нормы)	7	144 (норма)
После окончания	1:02 (в пределах возрастной нормы)	1	+12	Признаки колебания средней степени	CO = 4 BK = 1,67	Не проверялось	-	-	3 (средняя возрастная норма)	1	144 (норма)

* Уровень непродуктивной нервно-психической напряженности соответствовал низким значениям (суммарное отклонение от аутогенной нормы от 4 до 10 баллов); вегетативный коэффициент энергетического баланса на уровне оптимальной работоспособности или избыточного возбуждения (суетливости, лихорадочности). Порядок выбора цветов характеризует эмоциональное состояние стресса, «вызванного эмоциональной неудовлетворенностью; существующими взаимоотношениями, что воспринимает как угнетающую зависимость»; в конечном итоге все это обуславливает повышенную чувствительность, суетливость, нарушает способность к сосредоточению».

Таблица 4

Период исследования	Таблицы Шульте (внимание)				Люшер*	Равен (интеллект)			«10 слов» (память)		Чтение, количество слов в минуту
	Среднее время, мин:с	Количество ошибок, шт.	Истощаемость $t5-t1$, с	Устойчивость внимания		Балл (max 60 баллов)	ИВ	Уровень	Количество повторений	Количество ошибок	
На начало	1:02 (в пределах возрастной нормы)	0	-18	Незначительные колебания, вратывания	CO = 10 BK = 1,50	27	2	III (+) средний	5 Нарушение внимания	1	53 (норма)

	нормы)			ваемость							
После окончания	0:44 (возрастная норма)	0	+6	Незначительные колебания, вратываемость	CO = 10 BK = 1,88	454	2	I (+) (очень высокий, превышает 1-й уровень на 11,6 года))	3 (средняя возрастная норма)	1	54

* Суммарное отклонение от аутогенной нормы – 10 баллов, что соответствует низким значениям непродуктивной нервно-психической напряженности. Вегетативный коэффициент энергетического баланса – избыточное возбуждение (суетливость, лихорадочность).

α и β , а также для отношения спектральных мощностей θ/β приводится на рис. 6, 7 соответственно. Курсовая динамика средних значений отношения θ/β (для игры «Шары») приведена на рис. 8.

Заключение

Проведение в школе нейротерапевтических сессий, сочетающих пред- и постсессионную обзорную электроэнцефалографию с игровым тренингом, основанным на θ -понижающем и β -стимулирующем биоуправлении, полностью оправдало себя. Школа, являющаяся основной средой жизнедеятельности учеников, позволяет наблюдать динамику латентных форм СДВГ и организовывать многолетний нейротерапевтический мониторинг. ЭЭГ-тренинг, основанный на а) продолжительности ремиссии; б) динамике α -сегментных характеристик; в) θ/β -коэффициенте, позволяет добиться высокой эффективности почти в 80% наблюдений.

Преимущества школьного мониторинга очевидны: ребенок постоянно в течение многих лет наблюдается профессиональным психотерапевтом и психофизиологом, что в итоге позволяет составить по завершении курса коррекции некий психофизиологический «портрет» ученика. В дальнейшем этот портрет может (должен) эффективно использоваться в рамках школьных правил.

По-видимому, психофизиологический мониторинг в условиях школы применительно к СДВГ должен быть унифицирован и стать постоянно присутствующим на протяжении всей школьной жизни.

Тонкие технологии ЭЭГ-слежения – α -сегментный анализ и θ/β -мониторинг – свидетельствуют об эффективности нейротерапии, включающей нейробиоуправление и компьютерную количественную электроэнцефалографию.

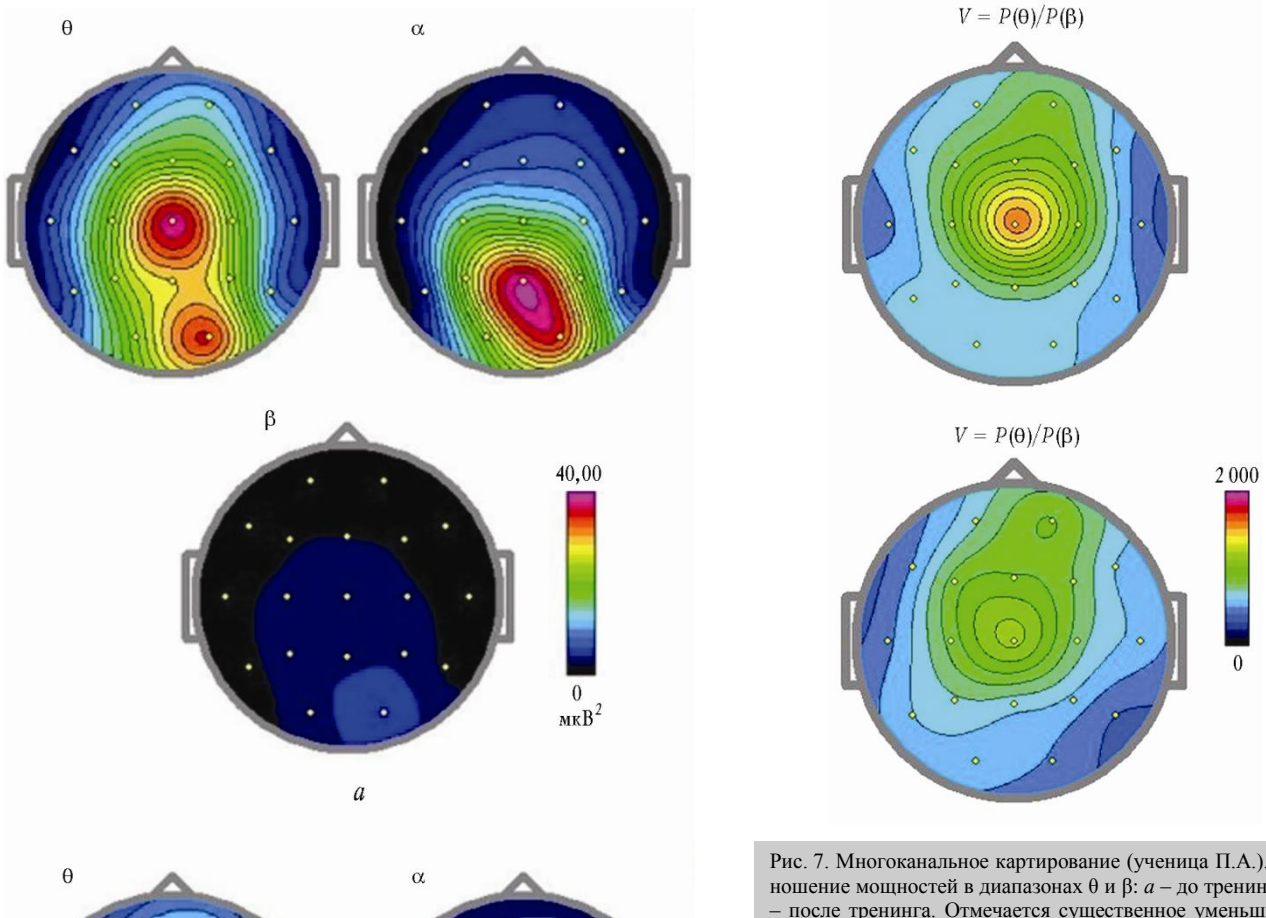


Рис. 7. Многоканальное картирование (ученица П.А.). Отношение мощностей в диапазонах θ и β : а – до тренинга, б – после тренинга. Отмечается существенное уменьшение

отношения θ/β до и после тренинга



Рис. 6. Многоканальное картирование (ученица П.А.). Спектральная мощность ЭЭГ в разных (θ , α и β) частотных диапазонах: *a* – до тренинга; *b* – после тренинга. Отмечается заметное уменьшение спектральной мощности в θ -диапазоне при ее незначительных изменениях в β -диапазоне

Рис. 8. Курсовая динамика отношения θ/β по средним значениям за один сеанс (игра «Шарь», ученица П.А.). Заметен существенный убывающий линейный тренд в курсовой дина-

мике показателя

Литература

1. Джафарова О.А., Донская О.Г., Зубков А.А., Штарк М.Б. Игровое биоуправление как технология профилактики стрессзависимых состояний // *Биоуправление-4: теория и практика* / ред. М. Шварц, М. Штарк. Новосибирск: Ин-т молекулярной биологии и биофизики СО РАН, 2002. С. 86–96.
2. Каплан А.Я., Борисов С.В., Шишкин С.Л., Ермолаев В.А. Анализ сегментной структуры альфа-активности ЭЭГ человека // *Рос. физиолог. журн. им. И.М. Сеченова*.

2002. Т. 88, № 4. С. 432–442.

3. Любар Д. Биоуправление, дефицит внимания и гиперактивность (диагностика, клиника, эффективность лечения) // *Биоуправление-3: теория и практика*. Новосибирск, 1998. С. 143–160.
4. Столлер И.А., Сухолентцева М.В., Ткаченко Н.Н., Веревкин Е.Г., Штарк М.Б., Ярош С.В. Альфа-активность электроэнцефалограммы при нейротерапии синдрома дефицита внимания средствами игрового нейробиоуправления // *Бюл. сиб. медицины*. 2010. Т. 9, № 2. С. 24–34.

Поступила в редакцию 22.11.2012 г.

Утверждена к печати 07.12.2012 г.

Столлер Ирина Александровна – тренер нейробиоуправления психолого-физиологического центра СДВГ на базе гимназии № 16 (г. Новосибирск).

Веревкин Евгений Георгиевич (✉) – канд. биол. наук, руководитель лаборатории математического моделирования биомедицинских систем, НИИ молекулярной биологии и биофизики СО РАН (г. Новосибирск).

Сухолентцева Марьяна Владимировна – врач-психиатр, аспирант кафедры психиатрии, наркологии и психотерапии НГМУ (г. Новосибирск).

✉ Веревкин Евгений Георгиевич, тел. 8 (383) 335-97-56; e-mail: ewer@ngs.ru

GAME BIOFEEDBACK TECHNOLOGY IN ATTENTION DEFICIT/HYPERACTIVITY DISORDER

Stoller I.A.¹, Verevkin Ye.G.², Sukholentseva M.V.²

¹ Psychological-physiological Center of ADHD based on the Gymnasium № 16, Novosibirsk, Russian Federation

² Institute Molecular Biology and Biophysics Siberian Branch of the Russian Academy of Medical Science, Novosibirsk,

Russian Federation

³ Novosibirsk State Medical University, Novosibirsk, Russian Federation

ABSTRACT

We continue the study of students with attention deficit hyperactivity disorder when using beta-stimulating game neurofeedback. The dynamics of segmental characteristics of the alpha rhythm and θ/β ratio for different groups of successful training. Evaluate the effectiveness of training in terms of the number of ADHD symptoms (at the beginning and end of the training).

KEY WORDS: children, ADHD syndrome, theta-beta coefficient, beta-stimulating biofeedback, alpha-segment analysis, game biofeedback.

Bulletin of Siberian Medicine, 2013, vol. 12, no. 2, pp. 166–174

References

1. Jafarova O.A., Donskaya O.G., Zubkov A.A., Shtark M.B. *Biofeedback-4: Theory and practice*. Novosibirsk, 2002. Pp. 86–96 (in Russian).
2. Kaplan A.Ya., Borisov S.V., Shishkin S.L., Yermolayev V.A. *Russian Physiological Journal named after I.M. Sechenov*, 2002, vol. 88, no. 4, pp. 432–442 (in Russian).
3. Lyubar D. Biofeedback, attention deficit and hyperactivity (diagnostics, clinic, treatment efficiency). *Biofeedback-3: theory and practice*. Novosibirsk, 1998. Pp. 143–160 (in Russian).
4. Stoller I.A., Sukholentseva M.V., Tkachenko N.N., Verryovkin Ye.G., Shtark M.B., Yarosh S.V. *Bulletin of Siberian Medicine*, 2010, vol. 9, no. 2, pp. 24–34 (in Russian).

Stoller Irina A., Psychological-physiological Center of ADHD based on the Gymnasium № 16, Novosibirsk, Russian Federation.

Verevkin Yevgeny G. (✉), Laboratory of Mathematical Modeling of Biomedical Systems, Institute of Molecular Biology and Biophysics, Novosibirsk, Russian Federation.

Sukholentseva Mariana V., Department of Psychiatry, Addiction and Psychotherapy NGMU, Novosibirsk, Russian Federation.

✉ **Verevkin Yevgeny G.**, Ph. +7 (383) 335-97-56; e-mail: ewer@ngs.ru

