

Электроэнцефалографическое биоуправление при синдроме дефицита внимания с гиперактивностью (add/hd синдром — предвестник аддиктивных расстройств)

ШТАРК М.Б.

академик РАН, д.б.н., профессор, заместитель директора по научной работе

ДЖАФАРОВА О.А.

НИИ молекулярной биологии и биофизики СО РАН, Новосибирск

СКОК А.Б.

к.физ.-мат.н., зав. лабораторией компьютерных систем биоуправления

НИИ молекулярной биологии и биофизики СО РАН, Новосибирск

ХАЙМОВИЧ Е.В.

к.м.н., с.н.с. лаборатории компьютерных систем биоуправления

НИИ молекулярной биологии и биофизики СО РАН, Новосибирск

ШУБИНА О.С.

н.с. лаборатории компьютерных систем биоуправления

НИИ молекулярной биологии и биофизики СО РАН, Новосибирск

к.м.н., с.н.с. лаборатории компьютерных систем биоуправления

НИИ молекулярной биологии и биофизики СО РАН, Новосибирск

Статья посвящена новой технологии коррекции синдрома дефицита внимания (СДВ) с гиперактивностью у детей и подростков. Сущность технологии состоит в помещении пациента в виртуальную среду, где он обучается воздействовать на мозговые структуры корково-стриарного круга, ответственные за возникновение и поддержание основного синдрома. Авторы описывают разработанную ими технологию нейробиоуправления — бета-стимулирующий тренинг, обеспечивающую при различных вариантах ADD/HD синдрома высокую терапевтическую эффективность: продолжительную ремиссию у 81—83% пациентов.

Введение

Синдром дефицита внимания является распространенным расстройством, которое по данным различных источников встречается у 8—10% детей и подростков [1, 2]. Клиническая значимость этого расстройства обусловлена не только и не столько академическими проблемами, которые возникают у всех детей, страдающих СДВ. Как правило, синдром дефицита внимания сочетается с другими расстройствами поведения, которые при отсутствии адекватной коррекции приводят к формированию у подростков различных аддиктивных расстройств, в первую очередь, алкогольной и наркотической зависимости. Значимость синдрома дефицита внимания обусловлена также тем, что пациенты, страдающие этим расстройством, чаще обращаются за амбулаторной помощью и госпитализируются в медицинские учреждения. Так, анализ заболеваемости 4119 детей, родившихся в 1976—1982 гг. (частота встречаемости синдрома дефицита внимания для этой выборки составила 7,5%), наблюдение за которыми проводилось по 1995 год включительно, продемонстрировало, что пациенты, страдавшие синдромом дефицита внимания, значительно чаще госпитализировались по поводу различных заболеваний, в первую очередь, по поводу травм и бронхиальной астмы. Расходы на оказание помощи этому контингенту почти в два раза превышают таковые при оказании медицинской помощи детям, не страдающим СДВ [3].

Существует большое количество исследований, посвященных нейрофизиологическим аспектам СДВ [4—10], авторы которых подтвердили, что его причиной являются определенные циркуляторные и метаболические изменения в передних отделах головного мозга, которые на электроэнцефалограмме проявляются избыточной активностью в тета- и/или сниженной активностью в бета-диапа-

зонах. Lubar (1995) и Lubar, Swartwood и Timmerman (1996) [10, 11] продемонстрировали, что наиболее информативными отведениями в плане диагностики (а, следовательно, и коррекции) СДВ являются Cz, F3 и F4, то есть те, которые отражают биоэлектрическую активность передних отделов головного мозга. Возможности клинического применения электроэнцефалографического биоуправления для эффективной коррекции СДВ была впервые продемонстрирована профессором J. Lubar [13].

Анализ работ, посвященных синдрому дефицита внимания и опубликованных в 1999—2001 гг. (в нашем распоряжении было более 800 источников на русском и английском языках), показал, что 99,9% исследований в этой области посвящены:

- 1) нейрофизиологическим механизмам расстройства;
- 2) его анатомическим аспектам;
- 3) генетическим проблемам и коморбидной патологии;
- 4) оценке эффективности медикаментозной коррекции.

Материалы и методы

Все пациенты были разделены на 3 группы.

1. Пациенты с синдромом дефицита внимания и гиперактивности. Сбор анамнеза и динамическое наблюдение за пациентами, которые осуществлялись психотерапевтом, позволили на основании диагностических критериев (DSM-IV) [1] выявить у 21 пациента синдром дефицита внимания и гиперактивности (без выраженной органической патологии головного мозга и расстройства поведения в виде вызывающей оппозиции). Средний возраст этой группы составил 7,3 ± 1,4 года (из них 3 девочки и 18 мальчиков).

2. Пациенты с синдромом дефицита внимания и расстройством поведения в виде вызывающей оппозиции

без выраженной органической патологии головного мозга. Использование тех же критериев позволило диагностировать у 12 человек (все мальчики) сочетание СДВ и гиперактивности и расстройства поведения в виде вызывающей оппозиции. Средний возраст этой группы составил 12,7 ± 0,6 года.

3. Пациенты с выраженной органической патологией головного мозга. У 28 пациентов на основании электроэнцефалографического обследования и данных магнитно-резонансной томографии были диагностированы выраженные органические нарушения головного мозга, причиной которых, как правило, была перинатальная патология. Все эти пациенты состояли на диспансерном учете у невропатолога, их средний возраст составил 10 ± 2,3 года.

3.1. Для 11 пациентов (9 мальчиков и 2 девочки) из этой группы использование диагностических тестов позволило зарегистрировать выраженные расстройства внимания, а анализ клинической картины при помощи классификации DSM-IV позволил исключить такие поведенческие расстройства, как вызывающая оппозиция.

3.2. У остальных 17 пациентов (16 мальчиков и одна девочка) было определено сочетание выраженной органической патологии головного мозга, СДВ и расстройства поведения в виде вызывающей оппозиции.

У 38 пациентов перед началом лечения и после выполнения картирование биоэлектрической активности головного мозга; все они тестированы при помощи таблиц Шульте и специально адаптированных для пациентов с расстройствами внимания черно-красных таблиц (рис. 1, 2).

Нам пришлось отказаться от использования стандартной черно-красной таблицы вследствие того, что для наших пациентов работа с ними оказалась слишком трудным заданием. Так был получен простой метод исследования динамики таких функций внимания, как концентрация и его переключаемость. Обследование проводилось перед началом лечения и через каждые 14 дней в процессе коррекционного курса.

8	5	8	6
4	1	2	6
3	7	7	3
2	4	5	1

Рис. 1. Черно-красная таблица для исследования внимания у пациентов с ADD-синдромом в возрасте 6–9 лет.

4	8	9	6	3
11	1	12	2	11
5	9	10	8	3
1	7	6	5	13
2	12	10	4	7

Рис. 2. Черно-красная таблица для исследования пациентов с синдромом дефицита внимания в возрасте 10–16 лет.

При использовании метода количественного анализа ЭЭГ был выявлен характерный паттерн изменений ЭЭГ у детей с СДВ с/без гиперактивности, который проявляется избыточной биоэлектрической активностью в тета-и/или сниженным электрогенезом в бета-диапазонах, в отличие от обследованных детей без этого нарушения (рис. 3, 4).

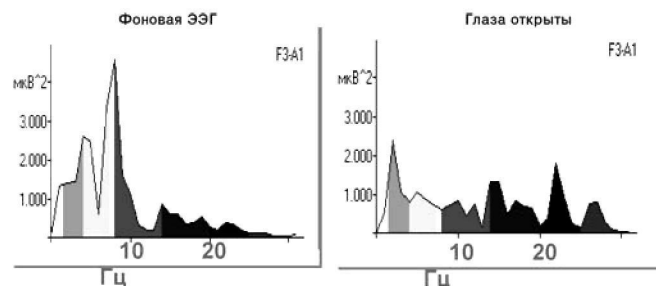


Рис. 3. Спектр мощности ритмов ЭЭГ ребенка шести лет в норме.

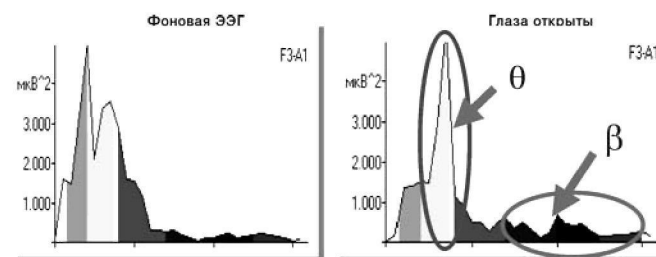


Рис. 4. Спектр мощности ритмов ЭЭГ ребенка шести лет с синдромом дефицита внимания с гиперактивностью.

Для проведения электроэнцефалографического тренинга использовался программно-аппаратный комплекс «БОСЛАБ», разработанный в Институте молекулярной биологии и биофизики СО РАНХ [15].

Организация тренинга

Структура коррекционного сеанса. Для проведения электроэнцефалографического тренинга учитывались методические рекомендации Дж. Любара, изложенные в статье, опубликованной в коллективной монографии «Биоуправление-3» [13]. В качестве управляющего сигнала использовалась мощность ритма ЭЭГ, по которому проводился тренинг. У пациентов без выраженной органической патологии головного мозга коррекционный сеанс состоял из 10-минутной сессии бета-стимулирующего тренинга с графическим представлением сигналов (рис. 5), 14-минутной сессии игрового бета-стимулирующего тренинга, а также нескольких игровых релаксирующих сеансов (игры «ВИРА», «Гребной канал», «Магические кубики», «Ралли», «Цветы») [14]. У восьми пациентов, в клинической картине которых доминировал синдром гиперактивности, в начале курса вместо сеансов бета-стимулирующего биоуправления выполнялись сеансы игрового тренинга по сенсомоторному ритму, а также миографический тренинг, направленный на релаксацию. После возникновения у этих пациентов навыков релаксации вместо тренинга по SMR-ритму или миографического тренинга выполнялись сессии бета-стимулирующего биоуправления с графическим представлением сигналов. У пациентов с выраженной органической патологией го-



Рис. 5. Игровой сюжет «Цветы». Бутоны расцветают исключительно при увеличении мощности бета-ритма в ЭЭГ.

лового мозга в качестве дополнительного компонента применялись сессии тета-ингибирующего или альфа-ингибирующего биоуправления. Выбор вида ингибирующего тренинга был обусловлен наличием патологически высокой альфа- и/или тета-активности головного мозга.

Монтаж электродов. Для проведения бета-стимулирующего тренинга применялся биполярный монтаж электродов в точках Fz и Cz, перед наложением которых кожа обрабатывалась 70% спиртом. Электроэнцефалографические электроды крепились при помощи электропроводной пасты Ten20. В каждом случае на лоб пациента ниже границы роста волос накладывались миографические электроды, с использованием электромиографической пасты, которые фиксировались эластичной повязкой. Во время бета-стимулирующего тренинга пациент сидел с открытыми глазами.

При проведении SMR-стимулирующего тренинга использовался также биполярный монтаж электродов в проекции моторной извилины доминирующего полушария. При проведении сессий альфа-ингибирующего и тета-ингибирующего тренинга пациент 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 бета-стимулирующего тренинга использовался аудиовизуальный канал обратной связи (звуковой сигнал и экранное представление ЭЭГ,

по которой проводился тренинг). Проведение альфа- и тета-ингибирующего тренинга осуществлялось с помощью звукового сигнала.

Структура курса тренинга. Первые коррекционные сеансы состояли преимущественно из игровых релаксирующих сессий. Это было вызвано необходимостью установления контакта с пациентом, вселения в него уверенности, что он может выигрывать, изменяя свое состояние в оптимальном направлении. По мере того, как пациент адаптировался к обстановке и приобретал навыки релаксации, коррекционный сеанс строился таким образом, как это было описано выше. Обычно это происходило не позднее пятого сеанса процедур. Начиная с 10–15 сеанса параллельно с сессией бета-стимулирующего тренинга, как правило, применялась дополнительная нагрузка (чаще всего, устный счет, прослушивание текстов и т.д.).

Во всех случаях сеансы проводились три раза в неделю, длительность каждого не превышала 60 мин. Время проведения сеанса определялось школьным расписанием пациента.

При заключении договора с родителями в качестве обязательного условия определялась длительность курса не менее 20 сеансов. При наличии у пациентов расстройства поведения в виде вызывающей оппозиции (29 чел.) коррекционный курс должен включать в себя семейную психотерапию. Однако семейная психотерапия не проводилась в 16 случаях вследствие отказа родителей пациентов. Из 61 пациента 14 человек (3 — из первой группы, 3 — из второй и 8 — из третьей) прервали курс тренинга до 20 сеанса. Главной причиной прекращения курса тренинга являлась неудовлетворенность родителей длительностью лечения. Таким образом, в настоящий анализ включено 47 пациентов (18 случаев СДВ без расстройства поведения в виде вызывающей оппозиции, 9 случаев СДВ, сочетавшихся с расстройством поведения в виде вызывающей оппозиции, и 20 пациентов, страдавших сочетанием СДВ и выраженной органической патологией головного мозга).

Клинические и академические результаты тренинга

Как и предполагалось, наилучшие результаты были достигнуты при работе с пациентами из первой группы. В соответствии с диагностическими критериями DSM-IV, в результате коррекционного курса у 11 пациентов была зарегистрирована ремиссия СДВ, у 4 — частичная ремиссия, у 3-х пациентов не было зарегистрировано улучшения состояния. Клинические результаты тренинга представлены в табл. 1.

Таблица 1

Клинические результаты коррекционного курса у пациентов разных групп

Группы	Количество пациентов, выполнивших программу коррекции	Проведено сеансов	Среднее количество сеансов на пациента	Число случаев ремиссии СДВ	Число случаев ремиссии вызывающей оппозиции
1	18	808	44,3	15 (81,8%)	—
2	9	389	43,8	8 (83,3%)	6 (66,7%)
3.1	9	1202	60,1	12 (63,0%)	10 (75,0%)
3.2	11				

Улучшение состояние пациентов проявлялось в появлении способности длительно концентрировать внимание на решении академических задач, улучшении способности планировать свою деятельность, большей адекватности в выражении собственного недовольства, снижении гиперактивности и ряде других признаков. У 12 пациентов значительно улучшилась успеваемость.

Во второй группе ремиссия СДВ и гиперактивности была достигнута у трех пациентов, частичная ремиссия — у пяти, 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 трех пациентов этой группы после коррекционного курса сохранялись признаки расстройства поведения в виде вызывающей оппозиции. Семейная психотерапия в этих случаях не проводилась. У пяти пациентов этой группы отмечалась положительная динамика успеваемости. В четырех случаях потребовалось привлечение репетиторов для устранения академической запущенности (знание таблицы умножения и т.д.).

Таким образом, клиническая эффективность метода для коррекции синдрома дефицита внимания и гиперактивности без выраженной органической патологии головного мозга составила 82%.

Наиболее тяжелой в плане коррекции оказалась третья группа пациентов. Положительный клинический эффект (ремиссия синдрома дефицита внимания и гиперактивности) был достигнут у 12 пациентов (из них 6 без расстройств поведения). Среди пациентов с расстройством поведения в виде вызывающей оппозиции положительный клинический эффект был достигнут у 10 из них. Клиническая эффективность метода для этой группы составила таким образом 64%.

Ремиссия синдрома дефицита внимания (пациенты первой и второй групп) получена в 83% случаев. У пациентов с расстройством поведения в виде вызывающей оппозиции (вторая и третья группы) ремиссия достигалась в среднем в 71% случаев.

Электроэнцефалографические результаты тренинга

У 18 пациентов первой группы (синдром дефицита внимания и гиперактивности без сопутствующей патологии ЦНС и выраженных поведенческих расстройств) было выполнено 808 сеансов биоуправления. Среднее число сеансов на одного пациента — 44,3.

У девяти пациентов второй группы (СДВ с гиперактивностью в сочетании с расстройством поведения в виде вызывающей оппозиции) было выполнено 389 сеансов тренинга, среднее количество на одного пациента — 43,8.

У 20 больных третьей группы (сочетание СДВ и органической патологии головного мозга с/без сопутствующих расстройств поведения) выполнено 1202 сеанса. Среднее количество сеансов на одного пациента составило 60,1. Четверо пациентов этой группы находились на лечении в течение 8 мес.

Анализ данных, полученных при помощи программно-аппаратного комплекса БОСЛАБ, позволяет сделать вывод о том, что коррекционный курс биоуправления, основанный на механизме адаптивной обратной связи, позволяет оптимизировать соотношение основных ритмов ЭЭГ в направлении снижения фронтальной медленноволновой активности (см. табл.2, рис. 6, 7).

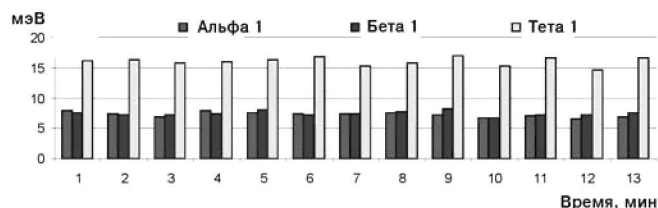


Рис. 6. Начальный сеанс, пациент с СДВ с гиперактивностью

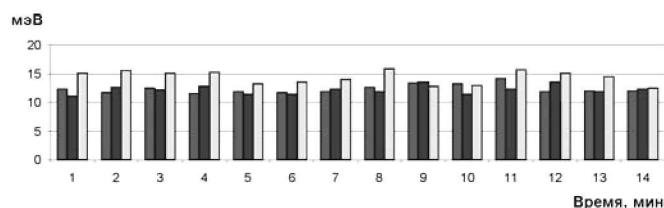


Рис. 7. 25-й сеанс, пациент тот же

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

В группе с клинически неудачным тренингом (7 человек) в результате проведенного коррекционного курса на-

Таблица 2

Изменения биоэлектрической активности в результате курса бета-стимулирующего тренинга

Показатель	Группа СДВ* (n = 17)		Группа ОРГ** (n = 11)	
	До курса (М ± m)	После курса (М ± m)	До курса (М ± m)	После курса (М ± m)
(у.е.)	12,1 ± 0,4	9,5 ± 0,3 ($P < 0,001$)	15,7 ± 1,3	11,0 ± 1,6 ($P < 0,001$)
(у.е.)	4,7 ± 0,8	5,9 ± 1,2	6,1 ± 2,1	5,8 ± 1,8

Примечание. * В группу СДВ вошли пациенты групп 1 и 2, прошедшие коррекционный курс (n = 17 чел.).
 ** В группу ОРГ включены пациенты группы 3, также прошедшие коррекционный курс (n = 11 чел.).

блюдалась статистически недостоверная тенденция к снижению мощности в тета-диапазоне электроэнцефалограммы.

Динамика результатов измерения внимания

Как было указано выше, измерение внимания пациентов проводилось при помощи проб Шульте и модифицированных черно-красных таблиц.

При проведении пробы Шульте (5 таблиц) регистрировалось время, затраченное на работу с каждой из таблиц. На основании полученных данных рассчитывались следующие показатели, описанные ниже. *Эффективность работы* (ЭР) определялась как среднее время, затраченное на работу с одной таблицей ($ЭР = (t_1 + t_2 + t_3 + t_4 + t_5) / 5$). *Степень вработываемости* рассчитывалась как отношение времени, затраченного на работу с первой таблицей, к эффективности работы ($Вр = t_1 / ЭР$). *Степень истощения* внимания идентифицировалась как отношение времени, затраченного на работу с четвертой таблицей, к эффективности работы ($Ист = t_4 / ЭР$). Результаты измерения внимания при помощи модифицированных черно-красных таблиц оценивались следующим образом: вычислялось отношение арифметической суммы времени в секундах, затраченного на работу с черным ($t^ч$), а затем — с красным ($t^к$) рядами, ко времени, ушедшему на работу с двумя рядами (t) (черный ряд — прямой отсчет, красный ряд — обратный отсчет, $ЧК_{отн} = (t^ч + t^к) / t$).

Проведенный корреляционный анализ подтвердил тезис о том, что большим значениям тета-бета-соотношения и низкой эффективности концентрации внимания по данным пробы Шульте перед началом лечения соответствовали низкие уровни мощности в бета-диапазоне исходной ЭЭГ. Наиболее отчетливо эта закономерность проявлялась в группе успешного тренинга. Эту группу составили 35 пациентов, из них 23 — из группы СДВ и 12 — из группы ОРГ; картирование было проведено 35 пациентам. В неуспешной группе лишь у трех человек имелись данные исследования ЭЭГ, поэтому эта группа не была включена в анализ.

Обнаружена сильная положительная корреляционная связь между тета-бета-соотношением по данным картирования и временем, затрачиваемым в среднем на одну таблицу Шульте (табл.3).

Статистический анализ не обнаружил достоверных отличий между группами с клинически успешным и неуспешным тренингом по показателям таблиц Шульте и черно-красных таблиц.

В группе эффективного биоуправления анализ динамики результатов выполнения пробы Шульте при помощи одностороннего парного критерия Стьюдента демонстрирует достоверное снижение степени истощения внимания после проведенного курса тренинга (рис. 8). Также в результате эффективных процедур происходит достоверное снижение среднего времени, затраченного на одну таблицу (рис. 9).

Интересно, что в успешной группе практически не различаются коэффициенты, отражающие степень вработываемости до и после курса тренинга, одной из причин чего может быть относительный характер этого показателя, учитывающего и среднее время, затраченное на работу с одной таблицей, а последний показатель в группе эффективного тренинга, как было указано выше, значительно снизился. Улучшение результатов выполнения проб с черно-красными таблицами в этой группе наблюдалось в каждом случае, однако было статистически недостоверным.

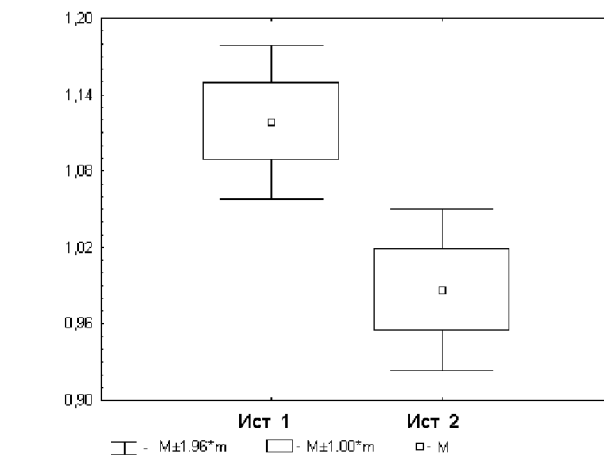


Рис. 8. 95%-доверительные интервалы степени истощения внимания в группе эффективного тренинга. Ист_1 — коэффициент истощения перед началом коррекционного курса, Ист_2 — коэффициент истощения после окончания лечения.

В группе пациентов с клинически неуспешным тренингом определялась незначительная тенденция к снижению

Таблица 3

Коэффициенты корреляции между эффективностью работы (ЭР) до тренинга (по таблице Шульте) и тета-бета соотношением по данным исследования ЭЭГ

Признак \ Группа	ЭР до курса		
	Успешная группа (n = 10)	Группа СДВ (n = 8)	Группа ОРГ (n = 5)
F4-T/B	0,89 P < 0,001	0,05	0,96 P < 0,01
F3-T/B	0,72 P < 0,05	0,74 P < 0,05	0,86 P < 0,061
C4-T/B	0,66 P < 0,05	0,82 P < 0,005	0,93 P < 0,05
C3-T/B	0,73 P < 0,05	0,86 P < 0,01	0,89 P < 0,05

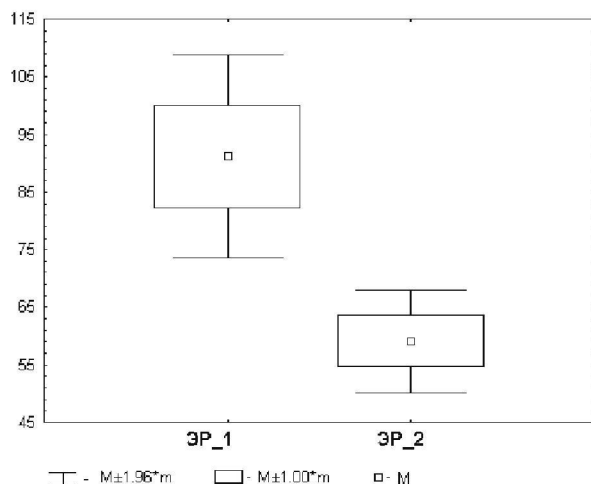


Рис. 9. 95%-доверительные интервалы среднего времени, затрачиваемого на работу с одной таблицей Шульте, в группе с хорошим клиническим эффектом. ЭР_1 — эффективность перед началом коррекционного курса, ЭР_2 — эффективность после окончания лечения

времени, затрачиваемого на одну таблицу (ЭР). Результаты выполнения пробы с черно-красными таблицами в этой группе практически не менялись. Эта закономерность наблюдалась и у пациентов, которые в результате коррекционного курса достигли изменения тета-бета соотношения. Такая диссоциация динамики ЭЭГ-показателей и результатов измерения внимания (так же, как и эволюции клинической симптоматики) объясняется, скорее всего, психологическими и клиническими особенностями пациентов.

Был проведен многомерный статистический анализ динамики мощности в основных диапазонах ЭЭГ во время тренинга, результатов, полученных при картировании биоэлектрической активности мозга и параметров внимания до и после биоуправления. Для анализа группа исследования была разделена двумя способами: по наличию/отсутствию патологии ЦНС (группа ОРГ и группа СДВ), по клиническому эффекту тренинга (рис. 10, 11).

Группа пациентов с клинически неудачным тренингом в силу своего малого объема (7 человек) в анализ включена не была. В каждой группе был проведен анализ корреляционной матрицы методом главных компонент.

По матрице факторных нагрузок признаков первый фактор был определен как *фактор клинической эффективности*, который во всех трех группах в первую очередь определялся уровнем отношения мощности в тета-диапазоне к мощности в бета-диапазоне по всем отведениям (данные картирования), степенью снижения мощности в

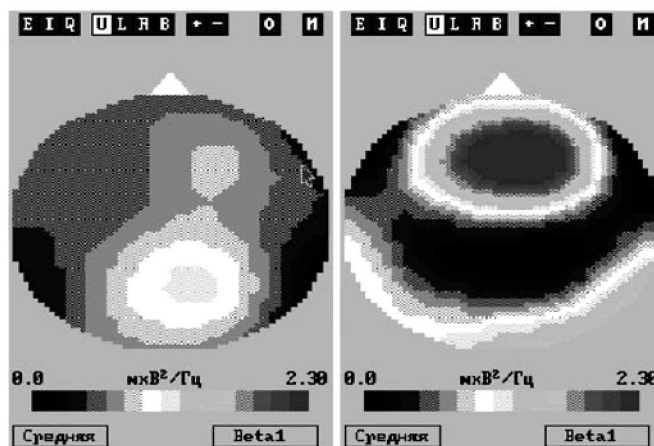


Рис. 10. Динамика активности в бета-диапазоне у пациента с СДВ без гиперактивности (до начала — слева, по окончании курса — справа)

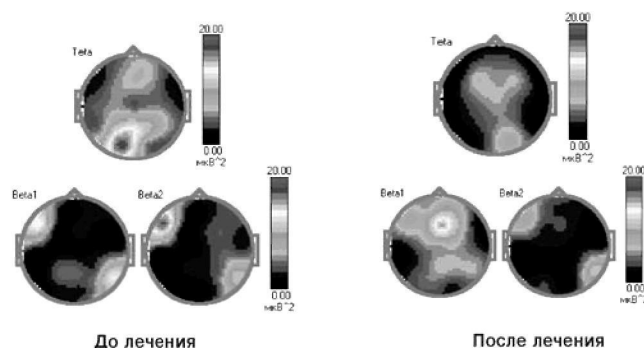


Рис. 11. Динамика активности в бета-диапазоне у пациента с СДВ с гиперактивностью (11 лет)

тета-диапазоне после проведенного курса по данным БОСЛАБ (до-после), а также средним временем, затрачиваемым на работу с одной таблицей Шульте (эффективность работы), табл. 4.

Клинический пример №1. Пациент П., 11 лет. Ученик пятого (вспомогательного) класса средней школы. Со слов родителей, невнимательно ведет себя на уроках, «ничего не соображает», «нарочно доводит учителей», «наверное, он дебил, хотя тесты не показывают», «не может сидеть спокойно ни минуты». Пациент очень много времени тратит на подготовку домашних заданий (4—5 ч) вместе с мамой, «ведет себя так, как будто специально старается вывести окружающих из себя»; в последнее время дома стали пропадать небольшие суммы денег

	До лечения	После лечения	Через 6 мес. после лечения
Среднее время выполнения пробы Шульте (с)	105	71	78
Скорость чтения (слов в минуту)	35	65	80

	До лечения	После лечения	Через 6 мес. после лечения
Среднее время выполнения пробы Шульте (с)	59	37	40
Скорость чтения (слов в минуту)	95	112	125

Структура первого фактора в группах исследования

Группа	Общая группа	Успешная группа	Группа СДВ	Группа ОРГ
Признаки, определяющие структуру фактора 1 (признаки, факторные нагрузки которых > 0,70). 1	ЭР-1 ЭР-2	ЭР-1 ЭР-2 ЧКотн-2	ЭР-1 ЭР-2	ЭР-1 ЭР-2
	C4-T/B O2-T/B F3-T/B C3-T/B	F4-T/B C4-T/B O2-T/B F3-T/B C3-T/B	C4-T/B O2-T/B F3-T/B C3-T/B O1-T/B	F4-T/B C4-T/B O2-T/B F3-T/B C3-T/B O1-T/B
	до ⁺ после	до ⁺ после	до ⁺ после	до ⁺ после
	C4-BETA O2-BETA	F4-BETA C4-BETA O2-BETA F3-BETA C3-BETA O1-BETA	F4-BETA	F4-BETA C4-BETA O2-BETA F3-BETA C3-BETA O1-BETA
Доля общей дисперсии (%)	25,11803	35,12012	32,42192	37,9105

(10–20 рублей), не любит читать, плохо запоминает прочитанное, не знает таблицу умножения. Единственный любимый предмет в школе — информатика (!), потому что «там не ругаются», при каждом возможном случае пропускает занятия в школе.

На первом приеме: сидит с недовольным выражением лица, постоянно вертится, зевает, рвет бумагу и кидается бумажными шариками. Говорит, что в школе «неинтересно», «хочется спать», «болит голова». Результаты пробы Шульте на первом сеансе тренинга свидетельствуют о выраженном нарушении способности к концентрации внимания: возрастает время, затраченное на работу с 3, 4 и 5 таблицами, причем на последнюю таблицу уходит больше трех минут. Скорость чтения — 25–30 слов в мин.

Результаты бета стимулирующего тренинга. Курс лечения составил более семидесяти сеансов бета-стимулирующего тренинга. На рис. 12 представлены тренды активности в бета- и альфа-диапазонах ЭЭГ, зарегистрированные на протяжении курса бета-стимулирующего тренинга. Видно, что активность в бета-диапазоне начинала возрастать с пятого сеанса тренинга, достигая своего максимума к 20 сеансу. Увеличение активности в бета-диапазоне сопровождалось улучшением результатов выполнения пробы Шульте. Оценка способности к концентрации внимания (по результатам пробы Шульте) проводилась перед 1, 5, 23, 40 и 55 сеансами.

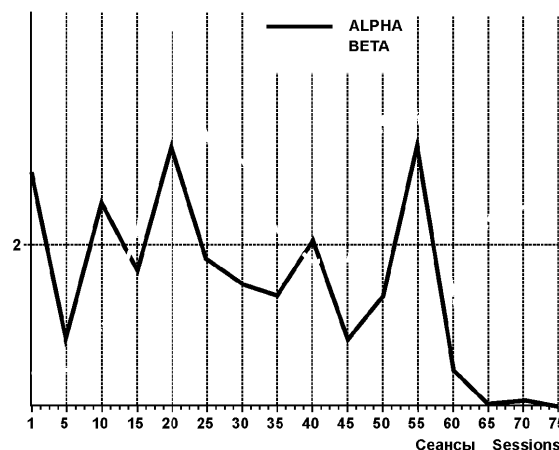


Рис. 12. Тренды биоэлектрической активности в альфа- и бета-диапазонах, зарегистрированные на протяжении курса тренинга у пациента с синдромом дефицита внимания и гиперактивностью.

На рис. 13 видно, что среднее время выполнения пробы Шульте на сеансах 23, 40, 55 значительно снижается по сравнению с результатом его выполнения на старте ($P < 0,01$).

Первые 20 сеансов тренинга проводились с частотой 3 раза, затем — 2 раза в неделю. Начиная с 25 до 45 сеансов, происходит постепенное снижение активности в бета-диапазоне, зарегистрированное в процессе биоуправления. С 45-го по 55-й сеанс занятия проводились не ме-

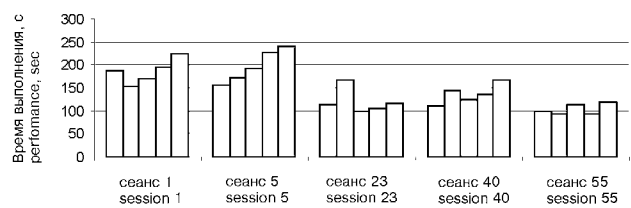


Рис. 13. Динамика результатов выполнения пробы Шульте у пациента с СДВ и гиперактивности

нее 3 раз в неделю, что сопровождалось повторным ростом активности в бета-диапазоне. Динамика результатов выполнения пробы Шульте в курсе была положительной, однако недостоверной. Среднее время выполнения пробы Шульте зависело от уровня бета-активности, достигнутого во время сеанса тренинга ($r = -0,97$; $n = 5$; $P < 0,01$). Зависимость между результатами пробы Шульте и тета-бета соотношением не достигает уровня достоверности ($r = 0,79$; $n = 5$; $P = 0,111$).

Клинические результаты тренинга. Уже после первых сеансов тренинга, по словам матери пациента, его поведение стало более позитивным, он стал быстрее готовить домашние задания, меньше конфликтовать с окружающими. Результаты тестирования пациента и тренды его биоэлектрической активности в начальном периоде лечения заставляют нас предположить, что эти эффекты не были связаны непосредственно с тренингом, а являлись следствием коррекции протестного поведения, присущего нашему пациенту. В середине курса (25—30 сеансы) пациент вследствие улучшения академической успеваемости был переведен в обычный класс средней школы (в середине учебного года!). В конце курса тренинга скорость чтения составляла 55–60 слов в минуту. Через 6 мес. после окончания курса успеваемость пациента оставалась хорошей, поведение стало более конструктивным.

Клинический пример №2. Пациентка Л., 12 лет, ученица 5 класса средней школы. Со слов родителей, ребенок медленно читает, плохо запоминает прочитанное, не любит читать книги, на приготовление уроков (с помощью мамы) обычно уходит 4–5 ч. Наиболее трудные предметы — математика, русский язык, литература, история. Любимые уроки физкультура, пение и танцы. На первом приеме молча сидит в кресле, улыбается, охотно соглашается со всем, что говорит мама и врач. Скорость чтения 35 слов в минуту. Время, затраченное на работу с таблицами Шульте на первом приеме (75, 87, 94, 89, 91 сек), свидетельствует об истощении исходно низкой способности к концентрации внимания.

Результаты бета-стимулирующего тренинга. Всего было проведено 30 сеансов. Курс тренинга был организован так же, как и в первом случае. Лечебный сеанс включал в себя компьютерные релаксирующие игры, а также от двух до пяти сессий бета-стимулирующего тренинга. Проведение 18—20 сеансов тренинга совпало с началом школьных экзаменов. Вследствие переутомления при тестировании во время 20-го сеанса зарегистрировано ухудшение результатов пробы Шульте. Сеансы биоуправления в этот период проводились один раз в неделю. Как будет продемонстрировано ниже, это сопровождалось снижением биоэлектрической активности в бета-диапазоне. Завершение экзаменов и возврат к проведению тренинга два раза в неделю привел к улучшению результатов пробы Шульте. Динамика метода Шульте приведена на рис. 14. Видно, что результаты выполнения пробы не являются стабильными. Среднее время выполнения на сеансах 9,

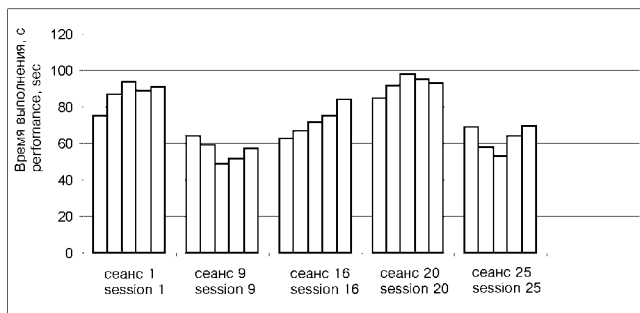


Рис. 14. Динамика выполнения пробы Шульте у пациентки с изолированной формой СДВ

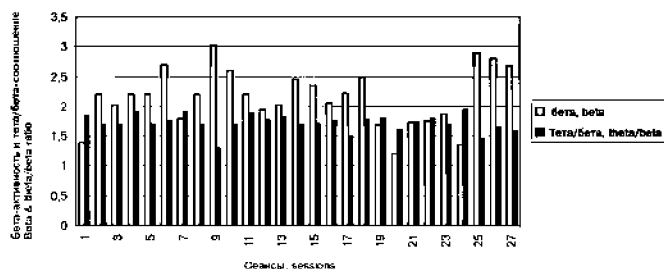


Рис. 15. Динамика активности в бета-диапазоне и тета-бета соотношения, зарегистрированные на протяжении курса тренинга у пациентки с изолированной формой СДВ

16, 25 значительно отличается (снижается) от результата выполнения на первом сеансе ($P < 0,01$). Пробы Шульте на 20 сеансе не отличаются от первого тестирования.

Значения активности в бета-диапазоне ЭЭГ и тета-бета соотношений (усредненные по сеансам) представлены на рис. 15. Видно, что прирост активности в бета-диапазоне также не является стабильным. Анализ динамики заставляет предположить, что на уровень биоэлектрической активности в бета-диапазоне отрицательно влияют усталость, респираторные вирусные заболевания, занятия во второй половине дня, плохое настроение ребенка, связанное с конфликтными ситуациями и, как было сказано выше, неадекватно редкий режим тренинга. Снижение активности в бета-диапазоне, так же как и в первом случае, сопровождается ухудшением результатов тестирования по методу Шульте и наоборот ($r = -0,987$; $n = 5$; $P < 0,01$).

Несмотря на то, что в процессе тренинга не удалось достичь стабильного прироста активности в бета-диапазоне, очевидно, что бета-стимулирующий тренинг приводит к возникновению навыка удержания концентрации внимания на определенном, максимально возможном в данном конкретном случае, уровне. Этот факт наглядно иллюстрируется динамикой активности в бета-диапазоне и тета-бета соотношений, зарегистрированных во время 1, 3, 4 и 25 сеансов тренинга (рис. 16).

Со стартового сеанса исходно низкая активность в бета-диапазоне практически не изменялась на протяжении всего сеанса, состоявшего из 4-х сессий тренинга. Низкая бета-активность регистрировалась на фоне стабильно высокого тета-бета соотношения ($i/v > 1,5$), что может косвенно свидетельствовать о низком уровне функционирования ЦНС.

Активность в бета-диапазоне, зарегистрированная во время первой сессии четвертого сеанса, возросла на 75 % по сравнению с первой сессией первого сеанса. В ходе последующих сессий происходило снижение уровня бета-активности на фоне повышения уровня тета-бета-соотношения, что может свидетельствовать о нарастании

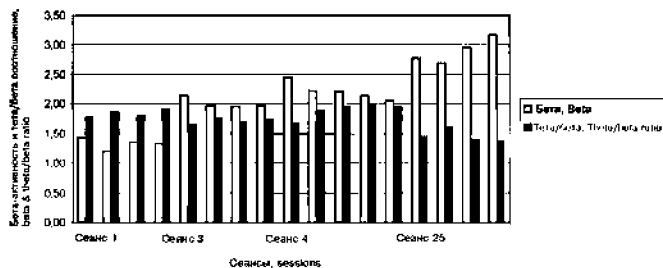


Рис. 16. Динамика активности в бета-диапазоне и тета-бета соотношения, зарегистрированные во время 1, 3, 4 и 25 сеансов тренинга у пациентки с изолированным синдромом дефицита внимания

утомления, снижении способности концентрации внимания, основой для которых могут быть нарушения метаболизма в передних отделах головного мозга, описанные Дж.Любаром [12].

При проведении 25-ого сеанса тренинга активность в бета-диапазоне последовательно возрастала при проведении последующих сессий, тета-бета соотношение при этом оставалось неизменным.

Клинические результаты тренинга. В результате курса лечения улучшилась академическая успеваемость, появилось позитивное отношение к занятиям в школе; со слов матери, сократилось время, затрачиваемое на приготовление уроков, появился интерес к чтению. Скорость чтения в конце курса тренинга 45-50 слов в минуту. Мать пациентки настроена на продолжение курса лечения.

Заключение

Полученные данные подтверждают взаимосвязь между нарушением внимания и преобладанием фронтальной медленноволновой активности. Применение метода ЭЭГ бета-стимулирующего тренинга на базе программно-аппаратного комплекса БОСЛАБ позволяет в большинстве случаев за счет снижения медленноволновой активности добиться ремиссии СДВ. Исключение составляют наиболее тяжелые феномены, когда выраженная органическая патология головного мозга сочетается с наличием в клинической картине расстройств поведения в виде вызывающей оппозиции.

Как правило, минимальным значениям тета-бета соотношения соответствуют наилучшие результаты выполнения пробы Шульте. Успешный бета-стимулирующий тренинг приводит к коррекции СДВ, что, в свою очередь, позитивно сказывается на академической успеваемости и поведении пациентов.

Уровень внимания (и бета-активность) зависят от множества факторов (утомление, респираторные вирусные заболевания и т.д.). Отсутствие стабильной динамики увеличения активности в бета-диапазоне не является признаком неуспешности курса тренинга. Принципиальным является возникающая в результате тренинга способность удерживать внимание на определенном уровне в течение длительного времени. Возникновение такого навыка является одним из критериев успешности курса тренинга.

Оптимальным режимом бета-биоуправления является работа с ребенком не менее 2—3 раз в неделю. Проведение лечебных сеансов 1 раз в неделю (особенно на фоне переутомления) быстро приводит к угасанию выработанного навыка удержания внимания на максимально возможном уровне.

Список литературы

1. Каплан Г., Сэддок Б. Клиническая психиатрия. — М., 1998. — С. 334—336.
2. Сорокин А.Б., Григорьева Н.В., Заваденко Н.Н., Горбачевская Н.Л. Нейрофизиологическое исследование синдрома дефицита внимания методами количественного ЭЭГ-анализа// Сибирский вестник психиатрии и наркологии. — 2003. — №1 (27). — С. 47—49.
3. Leibson C.L., Katusic S.K., Barbaresi W.J., Ransom J., O'Brien P.C. Use and costs of medical care for children and adolescents with and without attention-deficit/hyperactivity disorder// JAMA. — 2001. Vol. 285 (1). — P. 60—68.
4. Zametkin A.J., Nordahl T.E., Gross M., King A.C., Semple W.E., Rumsey J., Hamburger S., Cohen R.M. Cerebral glucose metabolism in adults with hyperactivity of childhood onset// New England Journal of Medicine. — 1990. — Vol. 323. — P. 1361—1366.
5. Zametkin A. I., Rapoport J. L. Noradrenergic hypothesis of attention deficit disorder with hyperactivity: A critical review. In H. Melsler (Ed.) Psychopharmacology: The third generation of progress. — New York: Rave. — 1987. — P. 837—842.
6. Ame D.G., Paldi J.H., Thisted R.A. Evaluating ADHD with brain SPECT imaging// Journal of the American Academy of Child and Adolescent Psychiatry. — 1993. — Vol. 32. — P. 1081—1096.
7. Chabot R.A., Merkin H., Wood L.M., Davenport T.L., Serfontei G. Sensitivity and specificity of QEEG in children with attention deficit or specific developmental learning disorders// Clinical Electroencephalography. — 1996. — Vol. 27. — P. 26—34.
8. Chabot R.A., Serfontei G. Quantitative electroencephalographic profiles of children with attention deficit disorder// Biological Psychiatry. — 1996. — Vol. 40. — P. 951—963.
9. Mann C., Lubar J., Zimmerman A., Miller C., Muenchen R. Quantitative analysis of EEG in boys with attention-deficit-hyperactivity disorder: Controlled study with clinical implications// Pediatric Neurology. — 1992. — Vol. 8. — P. 30—36.
10. Monastra J., Lubar J.F., Linden M., Van Deusen P., Green G., Wing W., Phillips A., Fenger T. Assessing ADHD via quantitative electroencephalography: An initial validation study// Neuropsychology. — 1999. — Vol. 13. — P. 424—453.
11. Lubar J.P. Neurofeedback for the management of attention deficit hyperactivity disorder. In M. S. Schwartz (Ed.). Biofeedback: A practitioner's guide. — New York: Guilford Press. — 1995. — P. 493—522.
12. Lubar J. P., Swartwood M. O., Swartwood J., Timmerman D. L. Quantitative EEG and auditory event-related potentials in the evaluation of attention-deficit-hyperactivity disorder: Effects of methylphenidate and implications for neurofeedback training (Monograph Series: Advances in Psychoeducational Assessment) // Journal of Psychoeducational Assessment. — 1996. — P. 143—204.
13. Любар Д.Ф. Биоуправление, дефицит внимания и гиперактивность// Биоуправление-3. Теория и практика. — Новосибирск. — 1998. — С. 142—162.
14. Великохатный Р.И., Джафарова О.А., Донская О.Г., Зубков А.А., Иутин В.С., Лазарева О.Ю. и др. Игровое биоуправление (история и современное состояние)// Бюлл. СО РАМН. — Новосибирск. — 1999. — № 1. — С. 23—29.
15. Джафарова О.А., Донская О.Г., Соколов А.В. и др. Программно-аппаратный комплекс «БОСЛАБ». Траектория развития. В кн.: «Биоуправление-4: теория и практика» (ред. М.Б.Штарк, Россия; М.Шварц, США). — Новосибирск. — 2002. — С. 279—287.