

УДК – 612.822.3.08; 612.821.2

ПОДХОДЫ К ОРГАНИЗАЦИИ СЕАНСОВ БИОЛОГИЧЕСКОЙ ОБРАТНОЙ СВЯЗИ ПО ЭЭГ В КОРРЕКЦИИ НАРУШЕНИЙ ВНИМАНИЯ

Луцюк Н.В., Павленко В.Б.

В последние годы в лечении нарушений внимания как с гиперактивностью, так и без нее, используется метод биологической обратной связи по электроэнцефалограмме (ЭЭГ-ОС) или нейротерапии, нейроуправления, биоуправления, при котором люди обучаются управлять своей собственной биоэлектрической активностью мозга при помощи сигнала обратной связи [1–9].

Результаты многочисленных исследований свидетельствуют об эффективности данного метода в лечении синдрома дефицита внимания и гиперактивности (СДВГ), специфических проблем обучения [10–15]. Однако метод нейроуправления в коррекции нарушений внимания в данный момент еще не формализован, и остается много открытых вопросов относительно проведения самих сеансов, выбора протоколов биоуправления, формы представления сигнала обратной связи и т.д. [10, 12].

Поэтому целью данной работы является изучение существующих подходов и стратегий в организации сеансов биологической обратной связи, что позволит исследователям выбрать оптимальную стратегию проведения сеансов ЭЭГ-ОС.

Для реализации поставленной цели нами были выделены следующие задачи:

Изучить используемые в настоящее время подходы, протоколы, методы для проведения сеансов ЭЭГ-ОС.

Описать те или иные преимущества в подходах, методах, протоколах, применяемых для коррекции и развития показателей внимания.

ТОПОГРАФИЯ ЭЛЕКТРОДОВ

Расположение электродов является довольно сложным вопросом и зависит от многих факторов: типа тренинга, выбранных ритмов ЭЭГ, предпочтений исследователя и т.д. В результате систематических исследований были получены определенные результаты относительно различного расположения электродов.

Дж. Любар при лечении СДВГ располагает электроды биполярно на половине расстояния между Cz и Fz. Эти локализации являются областями, где регистрируются наиболее высокие уровни соотношения тета/бета ритмов, которые являются главными коррелятами данного нарушения. Если дисфункция наиболее выражена в орбито-фронтальной коре, наилучшей локализацией для записи будут Fp1 и Fp2, однако, движения глаз, мигательные движения сделают затруднительным использование этих электродов для работы [10].

Следует отметить, что одним из вопросов расположения электродов является феномен генерализации. Более чем в десяти клинических случаях, когда тренинг проводился в области центральной коры с расположением электродов на половине расстояния между Cz и Fz и между Cz и Pz, после сеанса отмечались изменения тета/бета соотношения во всех стандартных отведениях. Хотя изменения были максимальными в центральных отделах, они регистрировались даже в затылочных и височных областях. Это подтверждает то, что даже при центральном расположении электродов нейрофидбек охватывает широкие области коры головного мозга. Вопрос об их генерализации при регистрации электроэнцефалограммы не в центральных отведениях остается открытым [10].

Сеансы, направленные на увеличение низкочастотного бета или сенсомоторного ритма (СМР-ритм; 12–15 Гц), обычно проводят в центральной области правого полушария (локус С4). Данное отведение часто используется при лечении пациентов с выраженной гиперактивностью, импульсивностью [16, 17]. Другой наиболее типичный метод – это использование Cz отведения. Тренинги с использованием данного отведения приводят к улучшению концентрации внимания. Обычно тета-ритм подавляется, а СМР-ритм усиливается [12, 16, 18].

Другой общий подход состоит в увеличении бета-1 ритма и подавлении низкочастотной активности. В этом случае электроды размещают над лобной (Fz) или/и сенсомоторной (С3) зоной левого полушария [6, 7, 10].

В настоящее время все больше заметна тенденция в проведении ЭЭГ-ОС сеансов одновременно в правом и левом полушариях, используя при этом различные настройки. Например, увеличение СМР-ритма справа (С4) и увеличение бета-1 ритма слева (С3) при подавлении тета-ритма [11, 13, 19]. Отмер использует монополярное отведение в точках С3, Cz, С4 [20].

ВЫБОР ЧАСТОТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК

Все протоколы нейроуправления основаны на увеличении или подавлении определенных частотных компонентов ЭЭГ. В большинстве случаев для достижения активного состояния, повышения концентрации внимания используется тренинг, направленный на увеличение высокочастотной активности (СМР-ритм, бета-1 ритм) и подавление низкочастотной активности (тета-ритм) [4, 6, 12, 20, 21].

Границы частотных диапазонов тета-ритма, СМР-ритма и бета-ритма по-разному определяются различными исследователями (см. табл. 1).

ВЫБОР ПРОТОКОЛОВ БИОУПРАВЛЕНИЯ

Протоколы биоуправления включают в себя выбор отведений, частотных диапазонов, которые будут усиливаться или подавляться, план для установления и модификации сложности нейроуправления (задание величины порогов для каждого ритма) а также организацию самих сеансов ЭЭГ-ОС. Результаты тренингов будут зависеть от выбора частот, отведений, а также от того, как будут установлены пороги для каждого ритма, объяснена инструкция и представлен сигнал обратной связи.

Таблица 1.

Границы частотных диапазонов ЭЭГ, определяемые различными исследователями

Название ритма	Частотный диапазон ритма	Исследователи
Бета-ритм	16-20 Гц	Любар
	15-18 Гц	Отмер, Пономарев, Гринь-Яценко, Кропотов
	12-20 Гц	Джанзен, Фитцсимонс
Сенсомоторный ритм	12-15 Гц	Любар, Отмер
	12-14 Гц	Стерман
	12-16 Гц	Джанзен, Фитцсимонс
Тета-ритм	4-8 Гц	Любар, Джанзен, Фитцсимонс
	4-7 Гц	Отмер, Пономарев, Гринь-Яценко, Кропотов

За последние 10 лет значительно увеличилась роль сложных протоколов. Наиболее значительным улучшением стала возможность усиливать один ритм, в то время как подавляется другой ритм или удерживается на определенном уровне [4, 7, 10, 12, 20]. Еще одним улучшением стала возможность предъявлять различные виды (аудиальный, визуальный) сигналов обратной связи, используемые в комплексе [11].

Ритмы ЭЭГ. Тренинг, направленный на увеличение высокочастотной активности (СМР-ритм, бета-1 ритм), используется для того, чтобы вызывать состояния, ассоциирующиеся с лучшими механизмами внимания; активность в диапазоне 13-21 Гц связана с внешним фокусом, высокой моторной готовностью. Бета-активность большинство исследователей рассматривает как отражение когнитивных процессов и фокусирования внимания. Функциональное значение бета-ритма в целом связывают с обработкой стимулов во фронтальной зоне коры, однако, изучение природы бета-ритма находится на стадии описания. Увеличение бета-ритма происходит в ситуации, связанной с предъявлением значимого стимула [22, 23].

СМР-тренинг. Тренинги, направленные на увеличение СМР активности применяются как для устранения импульсивности, гиперактивности [17], так и для улучшения показателей внимания в целом [24]. Так, в результате многочисленных исследований было показано, что проведение сеансов биоуправления по СМР-ритму значительно увеличивает показатели внимания у индивидов с СДВГ [14]. В недавних исследованиях изучалось также влияние данного типа тренинга в группе здоровых испытуемых. Эгнер и Грузелье обнаружили, что увеличение СМР-ритма связано с увеличением амплитуды волны Р300, а также с уменьшением реакции на нецелевые стимулы, что служит доказательством влияния данного типа тренинга на показатели внимания [12]. Прямая взаимосвязь между СМР активностью и ее влиянием на обработку информации еще полностью не установлена. Тем не менее, существует предположение, согласно которому моторная активность, ассоциирующаяся с подавлением СМР-активности, может интерферировать с перцептивными и интегративными компонентами обработки информации [24]. Следовательно, обучение

произвольной регуляции СМР-активности позволяет облегчать обработку информации за счет уменьшения этой интерференции, поддерживая при этом наготове функции восприятия, внимания.

Бета-1 тренинг. Использование нейроуправления по бета-1 ритму для коррекции нарушений внимания исходит из клинических исследований [25]. Этот тип тренинга применяется при лечении СДВГ и при специфических проблемах обучения [7, 26]. У детей с СДВГ повышена мощность медленноволновой активности в диапазоне тета-волн, преимущественно в лобных областях [9, 27-30] и уменьшена мощность волн в диапазоне 12-21 Гц [28, 31]. Предполагается, что такие признаки СДВГ как невнимательность, импульсивность и гиперактивность отражают недостаточную активацию лобной коры [28, 32].

В одном из исследований проведение сеансов биоуправления по ЭЭГ со здоровыми испытуемыми позволило выявить отрицательную корреляцию между количеством ошибок, связанных с ответами на нецелевые, иррелевантные стимулы и величиной бета-1 ритма; и позитивную взаимосвязь между величиной амплитуды волны P300 и активностью в бета-1 диапазоне [13]. Также было обнаружено снижение времени реакции после проведения бета-1 тренинга. Такая тенденция к быстрым, но не обязательно точным, правильным ответам, в свою очередь, по-видимому, связана с увеличенной активностью норадренергической системы [33, 34].

Полученные данные позволяют предположить, что увеличение амплитуды P300, связанной с бета-1 тренингом является отражением более высокого уровня активации мозга. Из данных литературы известно, что на величину амплитуды P300 влияют не только когнитивные переменные, но и биологические детерминанты, связанные с уровнем бодрствования. Таким образом, более высокому уровню активации могут соответствовать большие амплитуды волны P300 [35]. Тот факт, что в процессе тренинга не произошло улучшения показателей внимания, указывает на то, что для здоровых испытуемых увеличение уровня кортикального возбуждения может привести к уровню бодрствования, который находится за пределами состояния, оптимального для выполнения задачи.

Интерпретация полученных результатов находится в полном соответствии с общим положением, согласно которому бета-1 тренинг может быть использован для повышения уровня активации лобных зон коры у индивидов с СДВГ, со сниженным уровнем кортикальной активности [36, 37]. Эти результаты позволяют также заключить, что для здоровых индивидов увеличение уровня кортикальной активации не обязательно приводит к улучшению характеристик внимания.

Настройка сложности нейроуправления. Можно выделить три основных подхода к настройке сложности нейроуправления, т.е. порога, установленного для каждого ритма ЭЭГ, который тренируется, или величины соотношения определенных ритмов.

1) Пороги устанавливаются один раз во время первой записи и впоследствии не изменяются на протяжении всего тренинга. Этот подход основан на том, что установленные пороги соответствуют конкретному испытуемому, и их не следует изменять [7].

2) Пороги изменяются полурегулярно, чтобы обеспечить определенный процент появления положительной обратной связи [4, 11]. Преимущество данного подхода состоит в том, что испытуемый всегда получает определенную величину положительной обратной связи. Однако следует заметить, что если испытуемый слишком часто получает положительное подкрепление, то он будет плохо различать свои состояния, и эффективность тренинга, вероятно, будет невелика. Если же положительная обратная связь будет встречаться слишком редко, то у испытуемого в этом случае будет мало возможностей для того, чтобы найти и «зафиксировать» нужное состояние, и обратная связь в таком случае также будет мало эффективной.

3) Пороги устанавливаются перед началом каждого сеанса и сохраняются постоянными на протяжении всего сеанса [6, 20].

В настоящее время не существует исследования, где бы четко была показана разница в эффективности применения того или иного подхода. Как правило, подходы к управлению сложностью биоуправления применяются главным образом на основе того, что позволяет или диктует оборудование, а не на основе выбора самого исследователя.

Организация сеансов. Тренинги ЭЭГ-ОС применяются как для детей, так и для взрослых, и состоят в среднем из 20-50 сеансов, длительностью порядка 30-50 минут. Некоторые исследователи сочетают проведение сеансов нейроуправления с образовательными и иными подходами [4, 7]. В таблице №2 приводятся различные парадигмы, используемые в тренингах, направленных на коррекцию СДВГ.

Результаты целого ряда исследований указывают на то, что изменения, достигнутые в ходе нейротерапии, будут существовать в течение более длительного отрезка времени, если нейрофидбек интегрируется с выполнением заданий, требующих участия произвольного внимания, а также образовательными, бихевиоральными и иными подходами по сравнению с применением изолированной процедуры [10].

ВЫБОР СИГНАЛА ОБРАТНОЙ СВЯЗИ

Звуковая обратная связь. Можно выделить несколько подходов к использованию звукового сигнала в качестве сигнала обратной связи. Один из них – предъявление звукового сигнала всякий раз, когда регулируемые ритмы находятся выше/ниже установленных для них порогов [14]. Другой подход основан на том, что определенный звук звучит, когда какой-либо отдельный компонент изменяется в желаемом направлении. Например, один звук звучит, когда увеличивается альфа-ритм, а другой звук звучит, когда увеличивается тета-ритм [11]. Еще один подход – это регулировка громкости звука, выступающего в качестве индикатора определенного соотношения регулируемых ритмов [26]. Все эти подходы являются полезными и выбор одного из них определяется потребностями, целью нейроуправления. Например, если тренинг включает в себя «сложный» протокол, например, увеличение бета-ритма и подавление тета-ритма, то предпочтительным будет один звуковой сигнал, т.к. он является простым сигналом обратной связи. Другой пример, когда тренинг направлен на достижение глубоких медитативных состояний, и альфа- и тета-ритмы усиливаются, то в данном случае желательно иметь различные сигналы для каждого ритма, чтобы тренирующийся получал дополнительную информацию об изменении своего состояния.

Таблица 2.

Варианты биоуправления, используемые в коррекции синдрома дефицита внимания и гиперактивности

Исследователи	Возраст, лет	Количество сеансов (общее в неделю)	Длительность сеансов, (мин)	Сочетание нейроуправления с другими подходами
Линден	5-15	40 сеансов, два раза в неделю	45	Нейроуправление и образование
Розитер, Лавагю	8-21	40 сеансов, 3-5 раз в неделю	50	Нейроуправление
Отмер, Крайзер	Дети и взрослые	30-40 сеансов	30-45	Нейроуправление
Любар	10-19	2 сеанса в неделю	40	Изолированный нейрофидбек или в сочетании с образовательным подходом
Любар, Швортвуд	8-19	40 сеансов	50	Тренинги биологической обратной связи сочетаются с выполнением различных заданий: чтение, слушание рассказа и т.п.
Хаймович Е.В., Скок А.Б., Шубина О.С.	7-12	15-20 сеансов, 3 раза в неделю	15	Нейроуправление (игровой вариант)
Кропотов Ю.Д., Гринь-Яценко В.А., Чутко В.А., Яковенко Е.А., Пономарев В.А.	9-14	15-20 сеансов, 2-5 раз в неделю	45	Нейроуправление

Визуальная обратная связь. Здесь можно выделить два основных подхода. Один из них состоит в предъявлении сигнала обратной связи, представленном в виде столбчатых, круговых диаграмм, линий и подобных изображений [13-15].

Преимуществом данного подхода является то, что такая информация проста и дает ясную картину о происходящих изменениях.

Другой подход основан на использовании игрового биоуправления, когда игровой процесс контролируется с помощью изменений ритмов ЭЭГ [38, 39]. Данный вариант биоуправления имеет преимущество в том, что в нем имеется развлекательный, соревновательный компонент, позволяющий таким образом поддерживать внимание в течение длительного времени. Это является особенно актуальным при работе с детьми, поскольку процедура нейроуправления утомительна для ребенка, так как требует непрерывной усидчивости в течение пяти-семи минут, что для детей весьма затруднительно. Поэтому возникает необходимость сделать эту работу интересной, для этого в тренинг включается игровой компонент, содержащий соревновательный сюжет. Ребенок, работающий за компьютером, видит эволюцию сюжета игры, т. е. он, набирая, например, очки, энергию и т.п., либо проигрывает, либо выигрывает. Выиграть он может только в одном случае: если научится регулировать свою биоэлектрическую активность мозга. Показано, что эффективность сеансов игрового биоуправления превышает эффективность обычного традиционного тренинга (графическое изображение и аудиальная обратная связь) [39].

Визуальный сигнал обратной связи может также сочетаться со звуковым сигналом обратной связи, представляя таким образом информационно «богатую» обратную связь [11, 12]. Предполагается, что такой подход позволит ускорить обучение, что в итоге приведет к уменьшению количества сеансов, необходимых для достижения устойчивых и положительных результатов [13].

ВЫВОДЫ

1. В сеансах ЭЭГ-ОС, направленных на коррекцию нарушений внимания, отмечается тенденция к использованию более сложных протоколов, включающих регулирование нескольких ритмов, одновременное предъявление сигналов обратной связи различной модальности, а также использование вариантов игрового биоуправления.

2. Одним из перспективных направлений является интеграция нейротерапии с выполнением различных заданий, требующих участия произвольного внимания, а также с образовательными, бихевиоральными и иными подходами, что приводит к более устойчивым результатам, сохраняющимся в течение длительного времени.

Список литературы

1. Штарк М.Б., Джафарова О.А., Скок А.Б., Хаймович Е.В., Шубина О.С. Электроэнцефалографическое биоуправление при синдроме дефицита внимания с гиперактивностью (add/hd синдром – предвестник аддиктивных расстройств) // Наркология. – 2004. – №1. – С. 56-64.
2. Lubar J.F. Changing EEG activity through biofeedback applications for the diagnosis and treatment of learning disabled children // Theory Into Practice. Ohio State Universi. – 1985. – V.24. – P.106-111.
3. Lubar J.O., Lubar J.F. Electroencephalographic biofeedback of SMR and beta for treatment of attention deficit disorders in a clinical setting // Biofeedback and self-regulation, – 1984. – V.9. – P. 1-23.

4. Lubar J.F., Swartwood M.O., Swartwood, J.N., O'Donnell, P.H. Evaluation of the effectiveness EEG neurofeedback training for ADHD in a clinical setting as measured by changes in T.O.V.A. scores, behavioral ratings, and WISC-R performance // *Biofeedback and Self-Regulation*. – 1995. – V.20, №1. – P.83-99.
5. Штарк М.Б., Скок А.Б. Применение электроэнцефалографического биофидбека в клинической практике // *Биоуправление – 3: теория и практика*, под ред. М. Б. Штарка, А. Б. Скока. – Новосибирск, 1998. – С. 131-141.
6. Никишена И.С., Пономарев В.А., Гринь-Яценко В.А., Кропотов Ю.Д. Топография изменений спектральной мощности ЭЭГ в ходе сеанса биологической обратной связи по бета-ритму // *Физиология человека*. – 2004. – Т. 30, №4. – С.19-24.
7. Linden M., Habib T., and Radojevic V. A controlled study of the effects of EEG biofeedback on cognition and behavior of children with attention deficit disorder and learning disabilities // *Biofeedback and self-regulation*. – 1996. – V.21, № 1. – P.35-49.
8. Rossiter T., LaVague T.J. A comparison of EEG biofeedback and psychostimulants in treating attention deficit hyperactivity disorders // *Journal of Neurotherapy*. – 1995. – V. 6. – P. 48-59.
9. Janzen T., Graap K., Stephanson S., Marshall W., Fitzsimmons G. Differences in baseline EEG measures for ADD and normally achieving preadolescent males // *Biofeedback and Self-Regulation*. – 1995. – V.20, № 1. – P.65-82.
10. Любар Д. Ф. Биоуправление, дефицит внимания и гиперактивность // *Биоуправление – 3: теория и практика*. Под ред. М. Б. Штарка, А. Б. Скока. – Новосибирск, 1998. – С.142-162.
11. Egner T., Zech T.F., Gruzelier J.H. The effects of neurofeedback on the spatial topography of the electroencephalogram // *Clin. Neurophysiology*. – 2004. – V.115. – P. 2452-2460.
12. Egner T., Gruzelier J.H. EEG biofeedback of low beta band components: frequency-specific effects on variables of attention and event-related brain potentials // *Clin. Neurophysiology*. – 2004. – V. 115. – P. 131-139.
13. Egner T. Gruzelier J.H. Learned self-regulation of EEG frequency components affects attention and event-related brain potentials in humans // *Cognitive Neuroscience and Neurophysiology*. – 2001. – V. 12. № 18. – P. 4155-4159.
14. Vernon D., Egner T., Cooper N., Compton T., Neilands C., Sheri A., Gruzelier J.H. The effects of training distinct neurofeedback protocols on aspects of cognitive performance // *Int. J. Psychophysiol.* – 2003. – V.47. – P.75-85.
15. Кропотов Ю.Д., Гринь-Яценко В.А., Чутко В.А., Яковенко Е.А., Пономарев В.А. Лечение детей с синдромом нарушения внимания с гиперактивностью при помощи метода ЭЭГ-биологической обратной связи // *Российский вестник перинатологии и педиатрии*. – 2002. №3. – С.37-40.
16. Tansey M. Bruner R. EMG and EEG biofeedback training in the treatment of a 10 year old hyperactive boy with a developmental reading disorder // *Biofeedback and Self-Regulation*. – 1983. – V.8. – P.25-37.
17. Lubar J.F., Shouse M.N. EEG and behavioral changes in a hyperkinetic child concurrent with training of the sensorimotor rhythm (SMR): a preliminary report // *Biofeedback Self regul.* – 1976, №3. – 293-306.
18. Tansey M. EEG sensorimotor rhythm biofeedback training: Some effects on the neurologic precursors of learning disabilities // *International Journal of Psychophysiology*. – 1984. – V.1. – P.163-177.
19. Fuchs T., Birbaumer N., Lutzenberger W., Gruzelier J.H., Kaiser J. Neurofeedback Treatment for Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder in Children: A Comparison With Methylphenidate // *Applied Psychophysiology and Biofeedback*. – 2003. – V.28. – P. 1-12.
20. Othmer S., Othmer S.F., Kaiser D. A. EEG biofeedback: An emerging model for its global efficacy // In J.R. Evans A. Abarbanel (Eds.). *Quantitative EEG and neurofeedback*, San Diego: Academic Press, – 1999. – P. 243-310.
21. Никишена И.С., Кропотов Ю.Д., Пономарев В.А., Гринь-Яценко В.А., Яковенко Е.А., Белякова Е.Н. Динамика спектров мощности и когерентности ЭЭГ в ходе курса бета1-тренинга у детей с нарушениями внимания // *Бюлл. СО РАМН. Новосибирск*. – 2004. – №3. – С. 74-80.
22. Gomez S.M., Vazquez M., Vaquero E. Frequency analysis of the EEG during spatial selective attention // *Int. J. neurosci.* – 1998. – V. 95, №1-2. – P.17.
23. Bertrand O., Tallon-baudry C. Oscillatory gamma activity in humans: possible role for object representation // *Int. J. neurosci.* – 2000. – V. 38. – P.211.

24. Serman M. B. Physiological origins and functional correlates of EEG rhythmic activities: Implications for self-regulation // *Biofeedback and Self-Regulation*. – 1996. – V.21, № 1. – P.3-33.
25. Lubar J.O., Lubar J.F. Electroencephalographic biofeedback of SMR and beta for treatment of attention deficit disorders in a clinical setting // *Biofeedback and self-regulation*, – 1984. – V.9. – P. 1-23.
26. Tansey M. Ten year stability of EEG biofeedback results for a 10 year old hyperactive boy who failed fourth grade in a class for the perceptually impaired // *Biofeedback and Self-Regulation*, – 1993. – V. 18. – P. 33-44.
27. Chabot R.J., Serfontain G. Quantitative electroencephalographic profiles of children with attention deficit disorder // *Biol. Psychiatry*. – 1996. – V.40, №10. – P.951.
28. Mann C.A., Lubar J.F., Zimmerman A.W., Miller B.A., Muenchen R.A. Quantitative analysis of EEG in boys with attention deficit/hyperactivity disorder (ADHD). A controlled study with clinical implications // *Pediatric Neurology*. – 1992. – V.8. – P.30-36.
29. Suffin S.C. Emory W.H. Neurometric subgroups in Attentional and effective disorders and their association with pharmacotherapeutic outcome // *Clin. Electroencephalogr.* – 1995. – V.26, №2. – P.76.
30. Горбачевская Н.Л., Заваденко Н.Н., Якупова Л.П. Электрофизиологическое исследование детской гиперактивности // *Физиология человека*. – 1996. – Т. 22, №5. – С.49.
31. Clarke A.R., Barry R.J., McCarthy R., Selikowitz M. Electroencephalogram differences in two subtypes of attention-deficit / hyperactivity disorder // *Psychophysiology*. – 2001. – V.38, №2. – P.212.
32. Zimetkin A. J., Nordahl T. E., Gross M. Cerebral glucose metabolism in adults with hyperactivity of childhood onset // *New England Journal of Medicine*. – 1990. – V. 323. – P. 1361.
33. Posner M.I., Peterson S.E. The attention systems of the human brain // *Annu. Rev. Neurosci.* – 1990. – V.13. – P.25-42.
34. Posner M.I., Raichle M.E. Images of mind // *Scientific American Library*. – 1994.
35. Polich J., Kok A. Cognitive and biological determinants of P300: an integrative view // *Biol. Psychol.* – 1995. – V. 41. – P. 103-146.
36. Lubar J. Discourse on the development of EEG diagnostics and biofeedback for attention deficit/hyperactivity disorders // *Biofeedback and Self-Regulation*. – 1991. – V.16. – P.201-225.
37. Lubar J.F., Lubar J.O. Neurofeedback assessment and treatment for attention deficit/hyperactivity disorders // In: Evans J.R., Abarbanel A., editors. *Introduction to quantitative EEG and neurofeedback*. San Diego, CA: Academic Press. – 1999. – P.103-146.
38. 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*. – 1999. – №1. – С.23-29.
39. Хаймович Е.В., Скок А.Б., Шубина О.С. Игровое биоуправление при синдроме дефицита внимания // *Бюлл. СО РАМН*. – 2004. – №3. – С.81-84.

Поступила в редакцию 10.11.2005 г.