

БРАЗОВСКАЯ Наталия Георгиевна

**АДАПТИВНОЕ БИОУПРАВЛЕНИЕ
НА ОСНОВЕ БИОЛОГИЧЕСКОЙ ОБРАТНОЙ СВЯЗИ
ПО ДИНАМИКЕ ПАРАМЕТРОВ
СЕРДЕЧНОГО РИТМА ЧЕЛОВЕКА**

03.00.13 - физиология

АВТОРЕФЕРАТ
диссертации на соискание ученой степени
кандидата медицинских наук

ТОМСК - 2002

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность проблемы

Анализ медицинских статистических данных показывает рост заболеваний, связанных с хроническим стрессом. Длительное напряжение регуляторных систем организма приводит к истощению адаптационных резервов, нарушению физиологических ритмов и механизмов регуляции [Адамчук А. В., 1988; Вейн А.М., 1998]. В этой связи актуальной задачей современной медицины становится разработка методик коррекции состояния, основанных на обращении к естественным ресурсам человеческого организма.

Одним из таких методов является адаптивное управление с биологической обратной связью, или БОС - тренинг. В его основе лежит способность человека к сознательному влиянию на функции организма, в обычных условиях не поддающиеся произвольному контролю. С помощью технических средств осуществляется регистрация физиологических параметров, которые преобразуются в легко воспринимаемые сигналы. В результате формируется биотехническая система, позволяющая человеку изменять регулируемый параметр в заданных пределах. Это открывает очень широкие перспективы клинического использования БОС, поскольку можно корректировать состояние органов и систем организма наиболее естественным образом - путем саморегуляции, что позволяет существенно оптимизировать медикаментозную терапию [Черниговская Н. В., 1982; Schneider С.Л., 1987; Штарк М.Б., 1993, 1998; Флейшман А. Н., 1999; Кропотов Ю.Д., Пономарев В.А., 2001].

В последние годы при оценке адаптационно-компенсаторных реакций в норме и при патологии придается большое значение изучению вариативности синусового сердечного ритма методом кардиоинтервалометрии [Казначеев В.П., Баевский Р.М., 1980; Рифтин А.Д., 1990; Казин Э.М., 1995]. Анализ литературных данных показал, что существующие системы с биологической обратной связью используют далеко не всю информацию, заложенную в сердечном ритме. Как правило, в качестве регулируемого параметра используется

длительность RR-интервала или частота сердечных сокращений [Черниговская Н.В., 1990; Хэтч Дж.П., 1993; Telch M.J., 2000]. По нашему мнению, перспективным направлением развития методик биоуправления является применение интегральных показателей, характеризующих уровень функционирования систем регуляции сердечного ритма.

Цель исследования: разработать метод адаптивного биоуправления функциональным состоянием организма на основе биологической обратной связи по статистическим параметрам сердечного ритма.

Задачи исследования

1. Разработать метод слежения за функциональным состоянием человека в реальном времени по динамике статистических параметров сердечного ритма.
2. Создать модель функциональной системы биоуправления параметрами сердечного ритма.
3. Разработать критерии оценки эффективности биоуправления в реальном времени.
4. Разработать способы оптимизации коррекционных сеансов, позволяющие учитывать индивидуальные особенности реакции человека на предъявляемую информацию в системе с биологической обратной связью.
5. Реализовать метод в виде программно - аппаратного комплекса для использования в лечебно - профилактических учреждениях.

Научная новизна

В представляемой диссертационной работе реализованы новые подходы к выбору параметров биоуправления, организации коррекционных сеансов на основе представлений о биологической обратной связи как процессе адаптации к дозированной информационной нагрузке. Разработаны принципы адаптивного биоуправления на основе анализа динамики функционального состояния и объективных показателей эффективности саморегуляции в реальном времени.

Практическая значимость

Полученные в работе данные позволяют расширить современные представления о физиологических основах адаптивного биоуправления. Предложенные подходы к формированию системы с биологической обратной связью могут быть использованы в последующих научно-практических разработках в области биоуправления.

В ходе исследований разработана гибкая и простая в применении методика биоуправления, которая может быть использована для решения широкого круга как клинических, так и научных задач. На основе методики создан программно - аппаратный комплекс для проведения сеансов БОС – **тренинга**, успешно внедренный в ряде лечебно-профилактических учреждений (Томской клинико - психиатрической больницы, в детских больницах №1, №2 г. Томска, в центрах здоровья Кузбасса и др.). Использование результатов работы в учреждениях практического здравоохранения показало высокую эффективность включения БОС - тренинга в терапевтические курсы.

Основные положения, выносимые на защиту

1. Процесс биоуправления с обратной связью может быть представлен как реакция адаптации к дозированной информационной нагрузке.
2. Предложенная методика биоуправления позволяет учитывать индивидуальные особенности взаимодействия человека с биотехнической системой на основе непрерывного слежения за динамикой состояния и объективными показателями эффективности саморегуляции.
3. Применение методики адаптивного биоуправления параметрами сердечного ритма позволяет снизить частоту проявления **дезадаптивных** реакций за счет оптимизации реагирования вегетативной нервной системы.

Апробация работы

Основные результаты работы доложены и обсуждены на II съезде физиологов Сибири и Дальнего Востока (Новосибирск, 1995), международной научно-практической конференции «Здоровый образ жизни: сущность, структура, формирование на пороге XXI века» (Томск,

1996), симпозиуме "Медленные колебательные процессы в организме человека: теория, практическое применение в клинической медицине и профилактике" (Новокузнецк, 1997), научной конференции "Экологические аспекты здоровья детей в условиях Сибири и Крайнего Севера" (Красноярск, 1997), межрегиональной научно-практической конференции "Современные медицинские технологии." (Томск, 1998), межрегиональной научно - практической конференции "Медицинские и экологические проблемы Северных районов Сибири" (Стрежевой, 1998), Всероссийской научно-практической конференции "Современные методы диагностики" (Барнаул, 1999), на семинаре "Новые информационные технологии в медицине" в рамках выставки-ярмарки "Медицина. Здравоохранение. Фармацевтика - 2000" (Томск, 2000), VI международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых "Современные техника и технологии" (Томск, 2000), III Всероссийской конференции "Биоуправление в медицине и спорте" (Омск, 2001).

Публикации

По теме диссертации имеется 17 публикаций.

Объем и структура работы

Диссертация состоит из введения, 4-х глав, заключения, выводов и списка литературы. Работа изложена на 144 страницах машинописного текста, иллюстрирована 25 рисунками, 16 таблицами. Список литературы содержит 195 наименований источников, из них 119 - отечественных, 76 - зарубежных авторов.

Материалы и методы

В исследование были включены следующие группы людей:

1. Без видимых соматических и психических патологий (условно здоровые), контрольная группа. Численность группы - 30 человек. Возраст - от 19 до 35 лет.
2. Пациенты с пограничными состояниями, а также больные неврозами, возраст - от 21 до 43 лет. Численность группы - 28 человек.
3. Пациенты, страдающие остеохондрозом шейного и грудного отдела позвоночника, возраст - 30 - 38 лет. Численность группы - 20

человек.

4. Учащиеся школы № 4, по результатам врачебного осмотра признанные условно-здоровыми - 40 человек в возрасте 10 - 14 лет.
5. Пациенты гастроотделения детской больницы № 1, страдающие хроническим гастродуоденитом, сопровождающимся синдромом вегетативной дисфункции - 23 человека в возрасте от 8 до 14 лет.
6. Пациенты отделения неврологии детской больницы № 1, страдающие хронической церебрососудистой недостаточностью - 15 человек в возрасте от 9 до 15 лет.
7. Пациенты детской больницы № 2 с синдромом вегетативной дисфункции - 16 человек в возрасте от 8 до 14 лет.
8. Пациенты отделения урологии детской больницы № 1, страдающие нейрогенной дисфункцией мочевого пузыря, 20 человек в возрасте от 7 до 12 лет.
9. Пациенты детского диспансерного отделения Томской областной психиатрической больницы (80 детей) с различными нарушениями развития - 53 человека с резидуально-органическим поражением ЦНС, 20 детей с задержкой психического развития, 7 детей с психологическими проблемами. Возраст детей составлял от 4 до 14 лет.
10. Пациенты детского отделения Томской психиатрической больницы - 53 человека, принадлежащие одной из групп: с когнитивными нарушениями (нарушение активности и внимания, легкое когнитивное расстройство, легкая умственная отсталость), с эмоциональными нарушениями (фобическое тревожное расстройство детского возраста, гиперкинетическое расстройство поведения, несоциализированное расстройство поведения, заикание, тревожное расстройство в связи с разлукой, элективный мутизм).

Кроме того, каждая группа делилась на две подгруппы - одной из них в курс терапии включали сеансы БОС - тренинга. Все сравнительные исследования проводились относительно группы здоровых людей, а также относительно контрольной подгруппы.

Изучение вегетативного гомеостаза и вегетативного

реагирования у взрослых и детей проводилось с использованием метода **кардиоинтервалографии** с нагрузочной (**клиноортостатической**) пробой [Баевский Р.М., 1979, 1995]. Измерялись следующие статистические показатели распределения **кардиоинтервального** ряда:

вариационный размах Dx - степень вариативности значений **кардиоинтервалов**, отражает уровень влияния парасимпатического отдела вегетативной нервной системы (ВНС) на ритм сердца;

мода (Mo) - диапазон значений наиболее часто встречающихся **кардиоинтервалов**, физиологическим смыслом Mo является отражение функционирования гуморального канала регуляции;

амплитуда моды (AMo) - число **кардиоинтервалов**, соответствующих значению (диапазону) моды, характеризует нервный канал регуляции;

индекс напряжения (ИН) - интегральный показатель, характеризует степень централизации управления ритмом сердца.

С целью изучения особенностей физиологической регуляции сердечного ритма во время процесса биоуправления проводился спектральный анализ массивов **кардиоинтервалов**, записанных во время сеансов. Как показано [Флейшман А.Н., 1999], величина и соотношение спектральных компонент сердечного ритма позволяют охарактеризовать состояние энергетического метаболизма и **нейровегетативной** регуляции. Каждому из частотных диапазонов приписывается определенное физиологическое содержание: VLF (сверхнизкие частоты, менее 0,8 Гц) – эрготропные функции, HF (высокие частоты, 0*17 - 0,5 Гц) - вагоинсулярные влияния, LF (низкие частоты, 0,09 – 0,16 Гц) - тонус симпатического отдела ВНС, активность баро- и хеморецепции.

Исследование психологического статуса взрослых испытуемых проводилось с использованием общепринятых методик: тест Спилбергера-Ханина для оценки реактивной и личностной тревожности, личностный опросник Тейлора - шкала "Проявлений тревожности", тест "Самочувствие - Активность - Настроение", многофакторный личностный опросник **Кеттелла**.

Для оценки психологических характеристик детей были

использованы следующие методики: выраженность нарушений памяти и внимания оценивалась с помощью XI субтеста Векслера (кодировка), характеризующего способности к переключению и поддержанию внимания, качество зрительно-моторной координации; для определения объема кратковременной памяти, скорости запоминания, утомляемости был использован тест "10 слов".

Статистическая обработка данных проводилась с использованием пакета прикладных программ "STATISTICA for Windows".

При выполнении сравнительного анализа использовались методы проверки статистических гипотез - в случае нормального распределения признаков: проверка гипотезы о равенстве средних (с помощью критерия Стьюдента), о равенстве дисперсий (с помощью критерия Фишера). Если требование нормальности распределения не выполнялось, то использовались методы, не зависящие от распределения - тест Манна - Уитни, критерий знаков и другие. Проверка на нормальность проводилась по критерию согласия Колмогорова - Смирнова.

Для выявления влияния фактора биоуправления на различные показатели был использован однофакторный дисперсионный анализ, а также факторный анализ многомерных комплексов. Во всех тестах был принят 95% уровень достоверности.

Для сравнительной оценки частот встречаемости показателей вегетативного статуса в исследуемых группах был использован критерий χ^2 .

Для выделения групп использовался кластерный анализ по методу Варда.

Для выявления функциональных взаимосвязей между группами изучаемых параметров использовался линейный корреляционный анализ Пирсона в предположении нормальности распределения количественных признаков.

Основные результаты исследования

На этапе функционального моделирования системы с биологической обратной связью была предложена и обоснована модель функциональной системы, которая формируется в процессе биоуправления. В основу предлагаемой модели положена известная схема стресс - реакции, предложенная Г.Н. Кассилем. Возможный вид функциональной системы, формирующейся при использовании биологической обратной связи по параметрам сердечного ритма, представлен на рис. 1.

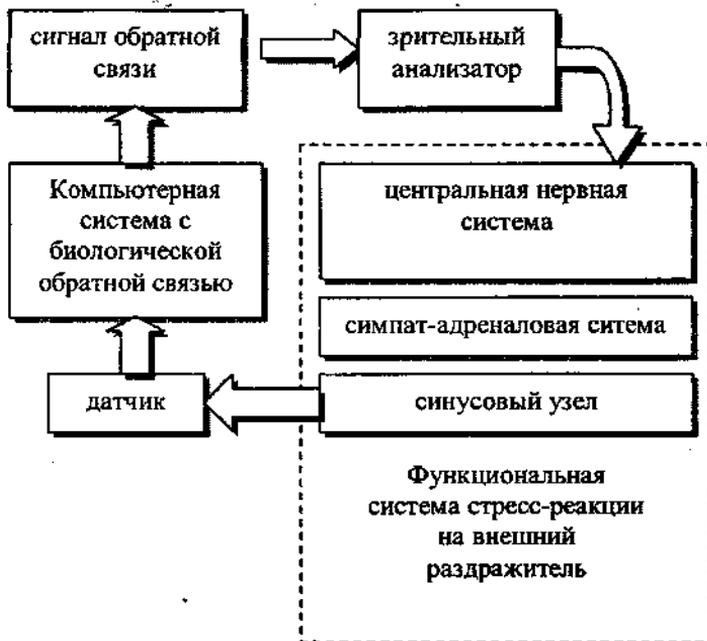


Рис. 1. Модель системы с биологической обратной связью по параметрам сердечного ритма

Наиболее существенное отличие от схемы стресс - реакции - наличие контура биологической обратной связи, формируемой с помощью технических средств. Это придает системе качественно новое свойство - принципиальную возможность произвольного управления развитием стрессовой адаптационной реакции. В качестве стрессора выступает информационная нагрузка, представленная в форме

визуального сигнала обратной связи. В ответ на эту нагрузку развивается цепочка адаптационных реакций, в которой оказываются задействованы различные уровни центральной нервной системы и симпат-адреналовой системы. Предполагая независимость развития стрессовой реакции от вида стрессора, сеансы БОС - тренинга можно рассматривать как строго дозированную нагрузку, моделирующую стрессовую ситуацию и не сопровождающуюся дистрессом.

В качестве регулируемых во время биоуправления параметров мы выбрали статистические характеристики variability сердечного ритма. Несомненными преимуществами метода кардиоинтервалометрии (хронокардиометрии) являются надежность и устойчивость показателей по отношению к артефактам, наличие четкой зависимости между системами организма и параметрами кардиоинтервалограммы, неинвазивность метода при высокой точности и объективности получаемых результатов, а также интегральность показателей, дающая возможность объективной оценки вегетативного гомеостаза.

Для оценки динамики статистических показателей мы использовали метод "скользящего окна" (рис. 2).

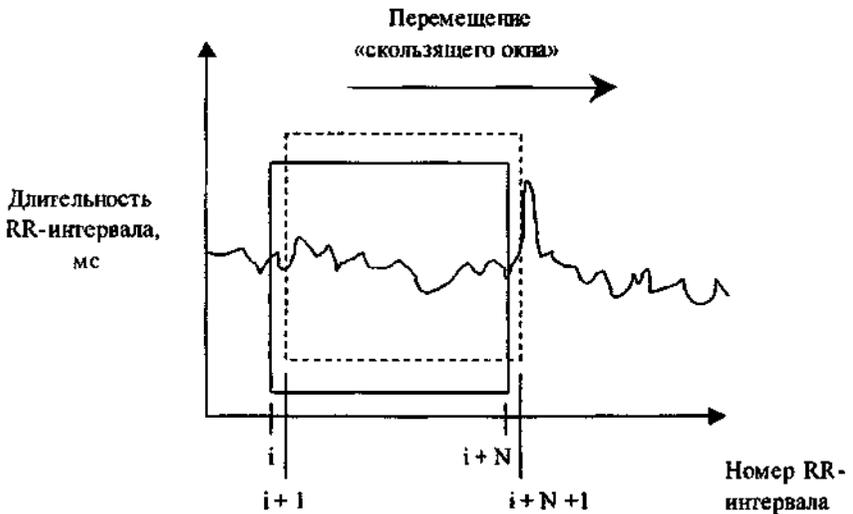
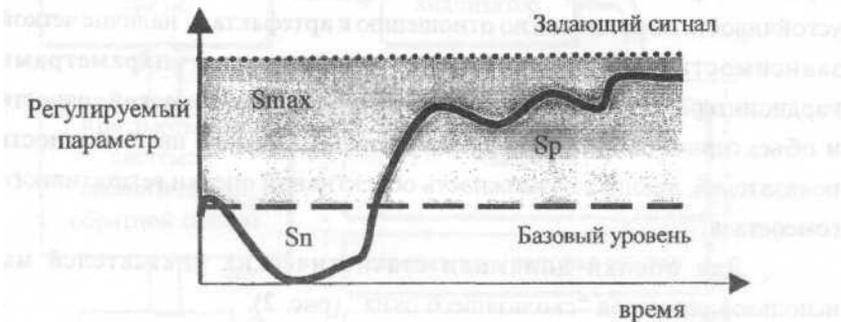


Рис. 2. Метод «скользящего окна»

Для оценки эффективности тренинга нами введены следующие критерии:

1. Интегральные оценки - зависят, в основном, от «энергетических» характеристик сеанса и позволяют вычислить «цену» эффективного управления. Расчет интегральных критериев эффективности биоуправления основан на измерении площади различных участков графика, который отражает изменения регулируемого параметра по времени (Рис. 3). К данному виду оценок относится, например, среднеквадратичное отклонение изменяемого параметра от задающего сигнала.



S_{max} - площадь участка графика, ограниченного базовым уровнем параметра (его исходным значением), и уровнем задающего сигнала;

S_n - площадь тех участков графика, где регулируемый параметр изменялся в нежелательном направлении;

S_p - площадь тех участков графика, где регулируемый параметр изменялся в заданном направлении.

Рис. 3. Базовые характеристики для расчета интегральных критериев эффективности тренинга

2. Временные оценки - характеризуют способность пациента сохранять сознательный контроль над управляемым параметром и позволяют вычислить динамические характеристики процесса (время начала эффективного управления, максимальное и общее время эффективного управления)

3. Степень хаотичности процесса биоуправления -

рассчитывается как энтропия разности между задающим и регулируемым параметрами и зависит, вероятно, от способности функциональных систем организма быстро и точно реагировать на изменения во внешней среде.

Поскольку биоуправление - это процесс научения [Brener J., 1974], то важнейшим компонентом данного процесса является формирование и поддержание мотивации к достижению результатов. Мы установили, что для достижения максимального качества сеансов биоуправления необходима подстройка задающего сигнала в зависимости от индивидуальных особенностей функционирования человека в биотехнической системе с обратной связью. Нами предложен алгоритм адаптации параметров задающего сигнала на основе вычисления критериев эффективности в реальном времени. Задающий сигнал корректируется таким образом, чтобы обеспечить максимальную эффективность тренинга: в том случае, если задача управления оказалась слишком сложной для пациента, происходит плавное снижение амплитуды задающего сигнала; если же пациенту длительное время удается удерживать регулируемый параметр на требуемом уровне, то сложность задания постепенно увеличивается. Это позволяет поддерживать высокий уровень мотивации, что является необходимым условием для научения и закрепления навыков саморегуляции.

Система с биологической обратной связью является по сути **эргодической** системой, для эффективной работы которой необходимо не только успешное **функционирование** отдельных частей, но и слаженное взаимодействие всех ее компонентов. Информационный аспект взаимодействия человек-машина обусловлен тем, что количество информации, объективно характеризующее динамику процессов в организме, может превышать пропускную способность оператора. Для преодоления этой трудности устройства отражения информации должны удовлетворять следующим требованиям:

- компактность информации (сосредоточение информации на легко воспринимаемом информационном поле);
- **интегральность** информации (выдача оператору не всех параметров, а меньшего числа обобщенных результатов их функционального

преобразования);

- совмещенность показаний приборов с непосредственно воспринимаемой обстановкой: возможность хранения выданной информации в течении определенного времени;
- наглядность;
- универсальность [Толокнов В.И., Шевяков О.В., 1983].

Таким образом, предъявляемый человеку сигнал обратной связи должен быть высокоинформативен, но не вызывать информационной перегрузки. При малом количестве информации, содержащейся в образе, нагрузка будет минимальна и вероятность запустить цепочку адаптационных реакций невелика. Перенасыщенный образ может вызвать информационную перегрузку, что приведет к низкой эффективности тренинга. Совместить противоречивые требования, по нашему мнению, возможно за счет создания библиотеки образов с возрастающей сложностью.

На основе анализа результатов функционального моделирования мы создали программно – аппаратный комплекс для проведения сеансов биоуправления по статистическим параметрам сердечного ритма, в котором реализованы все вышеперечисленные алгоритмы. Отличительной особенностью биоуправления, реализуемого с помощью этого комплекса, является гибкая схема проведения сеансов, автоматически адаптирующаяся к структуре сердечного ритма каждого человека и ориентированная на достижение максимальной эффективности тренинга.

Результаты практического применения БОС-тренинга по параметрам сердечного ритма

- Проведен БОС-тренинг у 24 школьников 10 - 14 лет, по заключению школьного врача относящихся к группе условно здоровых. До и после тренинга проводилось обследование, заключавшееся в: сборе анамнеза, изучении медицинской документации, оценке физического развития, клиническом врачебном осмотре. Результаты проведенных исследований свидетельствуют об имевшихся у 75% обследованных детей психо-вегетативных нарушениях. Клиника этих нарушений сопровождалась изменением и неустойчивостью настроения,

повышенной метеочувствительностью, утомляемостью, расстройством сна, головной болью различной локализации и степени выраженности, болями в области сердца и брюшной полости и др.

После курса тренинга были отмечены достоверные изменения показателей функционирования вегетативной нервной системы: увеличение частоты проявления достаточного вегетативного обеспечения деятельности (за счет уменьшения недостаточного и избыточного)(рис. 4), нормального восстановительного периода после ортостатической нагрузки (за счет уменьшения удлинённого из-за реакции утомления) (рис.5).

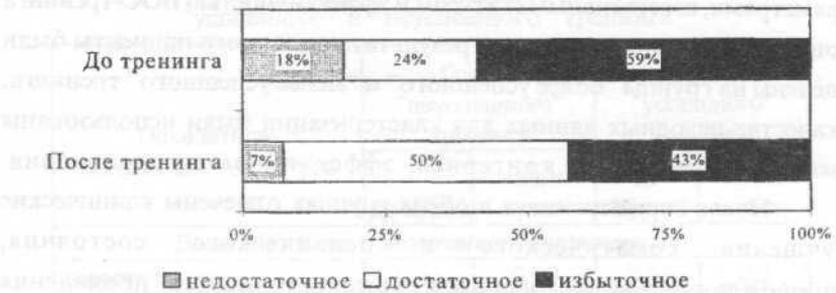


Рис. 4. Вегетативное обеспечение деятельности у школьников до и после курса тренинга



Рис. 5. Восстановительный период у школьников до и после курса тренинга

Помимо уменьшения проявлений вегетативной дистонии, у школьников нормализовался психо-эмоциональный статус, о чем свидетельствовали заключительный врачебный осмотр, позитивная оценка результатов БОС-тренинга детьми и их родителями. Следует отметить высокие заинтересованность и желание детей, их активное участие в проведении сеансов биоуправления, стремление добиться значимого эффекта.

- Результаты применения БОС-тренинга у детей **слогоневрозами** и нарушениями памяти и внимания.

Для выявления взаимозависимостей между психологическими параметрами, вегетативным статусом и эффективностью БОС-тренинга проведен кластерный анализ, по результатам которого пациенты были поделены на группы "более успешного" и "менее успешного" тренинга. В качестве исходных данных для кластеризации были использованы суммарные значения критериев эффективности управления.

После курса тренинга в обеих группах отмечены клинические улучшения соматического и психического состояния, сопровождающиеся достоверным снижением частоты проявления дезадаптивных реакций (недостаточного вегетативного обеспечения деятельности, асимпатикотонической реактивности, астенического типа реагирования на нагрузку). Изучение особенностей физиологической регуляции сердечного ритма во время биоуправления на основе спектрального анализа (таблица 1) показало, что в группе более успешного тренинга достоверно выше значения общей мощности спектра, что говорит о более высоком энергетическом уровне функционирования систем регуляции кардиоритма.

Спектральная плотность мощности, сек²/Гц

	М + т,	М + т,
VLF	71.02 ± 15.45	86.31 ± 18.07
LF	64.41 ± 4.08	65.9 ± 2.6
HF	53.7 ± 10.08*	77.05 ± 11.81*
Общая мощность спектра	189.13 ± 23.65*	229.26 ± 26.63*

Изучение вегетативных показателей после курса тренинга (таблица 2) свидетельствует о недостаточной сбалансированности систем регуляции в группе детей с менее успешным тренингом: в этой группе преобладает восстановительный период, удлинённый за счет симпатикотонической реакции, в то время как в группе успешного тренинга преобладает нормальный восстановительный период; в группе менее успешного тренинга значительно снижается доля асимпатикотонических реакций на нагрузку за счет возрастания гиперсимпатикотонических. По-видимому, здесь имеет место явление перерегуляции.

Таблица 2

Соотношение показателей вегетативного статуса в группах "успешного" и "неуспешного" тренинга

Показатели вегетативного статуса	Группа "неуспешного" тренинга		Группа "успешного" тренинга	
	до курса	после курса	до курса	после курса
<i>Вегетативное обеспечение деятельности</i>				
недостаточное	0.38	0.23	0.57	0.2
достаточное	0.00*	0.23*	0.14	0.2
избыточное	0.62	0.54	0.29	0.6
<i>Вегетативная реактивность</i>				
асимпатикотоническая	0.54*	0.15*	0.57	0.2
нормотоническая	0.31	0.23	0.29	0.6
гиперсимпатикотоническая	0.15*	0.62*	0.14	0.2
<i>Топ реакции на ортостатическую нагрузку</i>				
астенический	0.15	0.08	0.29	0
астено-симпатический	0.23	0.08	0.14	0
симпато-астенический	0.15	0.15	0.29	0.2
умеренный симпатикотонич.	0.00*	0.23*	0.14	0.2
симпатикотонический	0.46	0.46	0.14	0.6
<i>Восстановительный период</i>				
нормальный	0.23	0.15	0.29	0.8
удлинён (симп. реакция)	0.31	0.54	0.14	0
удлинён (реакция утомления)	0.40	0.31	0.57	0.2

Примечание: * - различия статистически достоверны на уровне $p < 0,05$.

Интересно отметить, что в “менее успешной” группе имеется достоверное ($p < 0,05$) улучшение результата теста “10 слов” (характеризующего объем кратковременной памяти, скорость запоминания, утомляемость) на 1, 2, 4 этапах тестирования и суммарного значения теста после окончания курса тренинга.

Таким образом, применение БОС-тренинга у детей с логоневрозами и нарушениями памяти и внимания имеет положительный лечебный эффект.

- Результаты применения БОС-тренинга у детей с синдромом вегетативной дисфункции.

Проведена оценка эффективности биоуправления в зависимости от исходного вегетативного тонуса. Выявлены достоверные различия в эффективности между группами с разным ИВТ, причем наибольшая эффективность биоуправления наблюдалась у ваготоников, затем, по мере убывания эффективности, располагаются нормотоники, симпатотоники и гиперсимпатотоники. Эти различия определяются по интегральным (КОЭ, НКЭ) и временным (ОЭВ, МЭВ, ВНЭ) критериям эффективности (рис. 6).



Рис. 6. Значения коэффициентов эффективности в группах с различным исходным вегетативным тонусом

Различия между группами с разной исходной вегетативной реактивностью обусловлено несколько другими характеристиками эффективности управления, а именно временем начала эффективного управления. Самые низкие значения этого показателя (наименьший

промежуток времени между началом сеанса и началом эффективного управления) зафиксированы в группе пациентов с **симпатикотонической** вегетативной реактивностью, а более высокие - в группах с асимпатикотонической и нормотонической вегетативной реактивностью.

Полученные результаты дают косвенное подтверждение предложенной нами модели системы с биологической обратной связью на основе функциональной системы развития стресс - реакций с вовлечением **симпатадреналовых** механизмов, поскольку во всех проведенных нами исследованиях, вне зависимости от состояния психического и соматического здоровья, улучшение субъективных и объективных оценок состояния организма сопровождается комплексом реакций, характерных для сбалансированного повышения уровня активности симпатического отдела нервной системы; наибольшая эффективность биоуправления, оцененная по формальным критериям, наблюдается у людей с исходной **ваготонией**, когда есть значительный резерв симпатической активации; у людей с симпатикотоническим типом реагирования на нагрузку наблюдается самое быстрое достижение требуемых значений регулируемого параметра.

Выводы

1. Разработана методика и предложена функциональная модель биоуправления, позволяющие эффективно исследовать процесс БОС-тренинга и получать количественные оценки хода сеанса.
2. Разработан способ и алгоритм слежения за динамикой статистических параметров сердечного ритма, имеющий универсальный характер, который может быть использован для исследования временных последовательностей других параметров.
3. Разработана методика оценки эффективности биоуправления по предложенным количественным критериям, вычисляемым в процессе сеанса БОС-тренинга, позволяющая формировать объективный протокол сеанса. Реализация адаптивного биоуправления, адаптация программы осуществляется путем изменения сложности задания, предъявляемого в виде сигнала

обратной связи, в зависимости от индивидуальных особенностей человека и качества саморегуляции в реальном времени.

4. Показано, что после применения БОС-тренинга по динамике статистических параметров сердечного ритма у подростков (24 учащихся школы № 4 г.Томска), по результатам врачебного осмотра отнесенных к группе условно-здоровых, наблюдалось уменьшение проявлений вегетативной **дистонии**, улучшение самочувствия.
5. Получены достоверные результаты, подтверждающие положительный лечебный эффект коррекции функциональных отклонений у детей с **лэгоневрозами** и нарушениями памяти и внимания (80 пациентов детского диспансерного отделения и 53 пациента 25 отделения Томской областной психиатрической больницы).
6. Показана эффективность применения БОС-тренинга у детей с соматическими заболеваниями, сопровождающимися проявлениями синдрома вегетативной дисфункции (112 пациентов детских больниц № 1 и 2 г.Томска), выражающаяся в улучшении клинической симптоматики и снижении частоты проявления **дезадаптивных** реакций.
7. Создан программно-аппаратный комплекс, реализующий разработанную методику, который соответствует современным требованиям к подобной технике и используется в учреждениях практического здравоохранения **г.Томска, Томской области, Кузбасса**.

Список работ, опубликованных по теме диссертации

1. Technique and means for selftraining using biofeedback according to the parameters of heart rate.Mathematical and Computer Modelling and Scientific Computing // Tenth International Conference on Mathematical and Computer Modelling and Scientific Computing. - Boston, Massachusetts, USA, 1995.
2. Методика и средство для аутотренинга с использованием биологической обратной связи по параметрам сердечного ритма // Тезисы научных сообщений II съезда физиологов Сибири и Дальнего Востока. - Новосибирск, 1995. - С.56. (В соавт. с Пеккером **Я.С.**, Васильевым **В.Н.**)

3. Опыт клинического применения БОС-тренинга у детей с синдромом вегетативной дисфункции // «Здоровый образ жизни: сущность, структура, формирование на пороге XXI века» Материалы международной научно-практической конференции. - Томск: Изд. ТГУ, 1996. - С. 7. (В соавт. с Шумаковым Н.Н., Желевым В.А., Слугиной В.В.)
4. Изучение взаимосвязи психоэмоционального состояния абитуриентов с результатами нагрузочных проб // «Здоровый образ жизни: сущность, структура, формирование на пороге XXI века» Материалы международной научно-практической конференции. - Томск: Изд. ТГУ, 1996. - С. 43. (В соавт. с Терентьевой Ю.В., Васильевым В.Н., Пеккером Я.С.)
5. БОС-тренинг в лечении больных с неврологическими проявлениями остеохондроза позвоночника // Медленные колебательные процессы в организме человека: теория, практическое применение в клинической медицине и профилактике: Сборник научных трудов симпозиума. - Новокузнецк, 1997. - 197 с. - С.131. (В соавт. с Багинской Н.Б., Бразовским К.С., Зайцевым А.А. и др.)
6. Эффективность БОС-тренинга по параметрам структуры сердечного ритма в терапии и коррекции психовегетативных нарушений у детей // Сборник тезисов научной конференции "Экологические аспекты здоровья детей в условиях Сибири и Крайнего Севера" - Красноярск, 1997, с. 103 - 104. (В соавт. с Шумаковым Н.Н., Желевым В.А., Сафроновым А.Д. и др.)
7. Использование спектральных оценок кардиоинтервалограммы для слежения за течением сеанса биоуправления по параметрам сердечного ритма // Медленные колебательные процессы в организме человека: теория, практическое применение в клинической медицине и профилактике: Сборник научных трудов симпозиума - Новокузнецк, 1997. - С. 140. (В соавт. с Бразовским К.С., Пеккером Я.С., Уманским О.С., Шумаковым Н.Н.)
8. Состояние здоровья школьников и эффективность БОС-тренинга по параметрам структуры сердечного ритма в коррекции вегетативных нарушений // Юбилейный сборник статей к 50-летию кафедры детских

инфекций СГМУ под ред. д.м.н., проф. А.П.Помогаевой, д.м.н., проф.К.В.Лавровой - Томск, 1998. - С. 71-73. (В соавт. с Шумаковым Н.Н., Пеккером Я.С. и др.)

9. О факторах, влияющих на эффективность управления с биологической обратной связью / Современные медицинские технологии - Материалы межрегиональной научно-практической конференции. - Томск, 1998. - С. 204. (В соавт. с Пеккером Я.С.)

10. БОС-тренинг по параметрам структуры сердечного ритма в коррекции психо-вегетативных нарушений у детей / Материалы межрегиональной научно - практической конференции "Медицинские и экологические проблемы Северных районов Сибири"- Стрежевой, 1998 г. - С.109-111. (В соавт. с Шумаковым Н.Н., Пеккером Я.С. и др.)

11. Компьютерная кардиоинтервалометрия в диагностике синдрома вегетативной дистонии у детей // Тезисы докладов Всероссийской научно-практической конференции "Современные методы диагностики" - Барнаул, 1999, - С. 253-254. (В соавт. с Шумаковым Н.Н., Пеккером Я.С. и др.)

12. Эффективность БОС-тренинга по параметрам структуры сердечного ритма у детей с нейрогенной дисфункцией мочевого пузыря // Актуальные вопросы медицины (сборник научных работ, посвященный 55-летию педиатрического факультета) - Томск, 2000. - С. 37-39. (В соавт. с Шумаковым Н.Н., Хариной О.П.)

13. Биологическая обратная связь в комплексной реабилитации детей и подростков с нарушениями активности и внимания. Методические рекомендации (под ред. Семина И.Р., Пеккера Я.С.) - Томск, 2000. - 11 с. (в соавт. с Ремже Н.М., Варанковой Л.В., Никитиным А.С., Грунвальд Т.А., Бразовским К.С., Уманским О.С.)

14. Медико-технические проблемы оценки состояния обучающихся в дистанционном образовании // Открытое и дистанционное образование, № 1 - 2, 2000, С.29 - 33. (В соавт. с Пеккером Я.С.)

15. Функциональное моделирование биотехнической системы с биологической обратной связью // Вестник СГМУ, 2000, №1, С.30-36. (В соавт. с Пеккером Я.С.)

16. Объективные количественные характеристики процесса биоуправления // Современные техника и технологии. Труды VI международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. Томск, 2000. - С. 422 - 423.

17. Спектральные характеристики сердечного ритма во время БОС-тренинга // Биоуправление в медицине и спорте. Материалы III Всероссийской конференции - Омск, 2001. - С.7-8. (В соавт. с Пеккером Я.С.)



Отпечатано на ризографе ООО «НИП»
634050, г. Томск, ул. Советская, 47.
Лицензия ПД №12-0033 от 14.11.2000г.
Тираж 100 экз. Заказ 463.

L