

Учитывая простоту регистрации стабилотографических показателей, возможность получения их без отвлечения испытуемого от выполняемой деятельности (программы движений) и высокую чувствительность измерений, представляется весьма перспективным многогранное использование этой методики в условиях учебной деятельности. Наряду с биомеханической оценкой устойчивости стабилография используется при изучении функционального состояния организма, оценке уровня переносимости психических и физических нагрузок по показателям координации вертикального положения тела, при профориентации и профотборе и др. Вместе с тем следует отметить, что стабилография медленно внедряется в практику психофизиологии учебной деятельности. Ее методика не унифицирована, и в первую очередь требуется унификация анализа и оценки стабилограмм с учётом возраста и пола.

Цель работы заключалась в исследовании статодинамической устойчивости тела студентов и в количественной и качественной оценке этой устойчивости в лабораторных условиях.

Результаты исследований свидетельствуют о том, что статодинамическая устойчивость как критерий функционального состояния студентов в процессе учебной деятельности напрямую связана с работоспособностью и функциональным состоянием.

Наши исследования мы проводили с использованием стабилотрического компьютеризированного комплекса «СТАБИЛО-МБН», позволяющего измерить мгновенное положение центра тяжести, среднюю скорость перемещения, показатели спектра частот перемещения испытуемого. Методика состояла из трех проб: Стабило европейский вариант – 50 глаза открыты; последовательный тест; оптокинетическая проба.

Результаты исследований показали разноразличность и разнонаправленность статодинамической устойчивости в зависимости от периода учебной деятельности (от начала и конца учебного года, курса обучения), от возраста, пола, физической активности. По результатам обследований даны конкретные рекомендации по совершенствованию процесса учебной деятельности. Статодинамическая устойчивость является объективным и важным критерием при оценке функционального состояния организма студентов в образовательном процессе.

БИОТЕХНИЧЕСКАЯ СИСТЕМА МИЛЛИМЕТРОВОЙ ТЕРАПИИ, РЕАЛИЗОВАННАЯ НА ОСНОВЕ МАТРИЦЫ ЛАВИНО-ПРОЛЕТНЫХ ДИОДОВ

Якунченко Т.И., Пятакович Ф.А.,
Крупенькина Л.А.

*Белгородский государственный университет.
Кафедра пропедевтики внутренних болезней и
клинических информационных технологий,
Белгород, Россия*

Актуальность исследования. Рассмотренная нами ранее (Ф.А.Пятакович, Т.И. Якунченко, 2002) биотехническая система миллиметровой терапии, основанная на излучении электромагнитных волн крайне высоко частотного диапазона (КВЧ - терапия) была реализованная на генераторе ГЧ-142 и работала в режиме биомодуляции в широком диапазоне частот. Клинические исследования, проведенные при лечении осложненных форм язвенной болезни, показали ее более существенную эффективность, нежели при использовании такого же генератора без биосинхронизации. Однако такая биотехническая система не может быть тиражирована поскольку, используемый генератор ГЧ-142, работающий на лампе обратной волны, медицинской промышленностью не выпускается.

В течение последних лет производятся аппараты, работающие на диодах Ганна или на лавинопролетных диодах (С.Д. Воторопин, А.М. Кожемякин, 1995), где не могут быть реализованы принципы биоуправления применяемые в устройствах, работающих на лампе обратной волны (ЛОВ). Это объясняется тем, что в диодных генераторах излучение осуществляется на строго фиксированной частоте, или с девиацией от терапевтической частоты в пределах 100-500 МГц: «Электроника КВЧ-Ш»; «Баюр»; «Шлем 01-07». Известны также аппараты «Стелла-2»; «АМТ-КОВЕРТ» работающие в режиме сканирования частот, но без биоуправления (С.Н. Серебряков, Т.С. Ромашкина, В.В. Руев, 2002; В.А. Дробышев, Е.А. Иванилов, Н.П. Карева, Н.В. Шелепова и др., 2002). Поэтому не случайно в устройстве для КВЧ-терапии авторов Ф.А.Пятаковича и Т.И.Якунченко (1999) использован принцип биологической модуляции с изменением скважности несущего терапевтического сигнала. Следовательно, актуальным является разработка матричного варианта биотехнической системы с различным набором ЛПД-генераторов.

Цель исследования. Разработать устройство, относящееся к области медицинской техники с возможностью оптимизации физиотерапевтического воздействия при помощи электромагнитных излучений крайне высокой частоты миллиметрового диапазона длин волн.

Задачи исследования. Требования к разработке макетного образца матричной биотехнической системы миллиметровой терапии сформули-

рованы исходя из, рассмотренных ранее, моделей управления анаболизмом клетки, общей модели взаимодействия низкоинтенсивного электромагнитного излучения миллиметрового диапазона длин волн с биообъектом, модели биологического таймера и хронодиагностики.

С помощью биотехнической системы должны выполняются следующие функции:

- выбор программы воздействия;
- выбор режима реализации;
- ввод в режиме реального времени электрофизиологической информации в виде межпульсового интервала и длительности дыхательного цикла;
- анализ соотношения частоты пульса и дыхания;
- отображение в виде светового сигнала информации о работающей головке излучения;
- отображение информации о порядке следования вдоха-выдоха;
- выдача сенсорного светового сигнала о необходимости изменения темпа дыхания;
- реализация последовательного переключения лавинопролетных диодов в соответствии с алгоритмом программы в ПЗУ.

Результаты исследований. Разработанное техническое устройство содержит: хрономодуль пульса, хрономодуль дыхания. Устройство имеет также блок биологического таймера, состоящего из счетчика пульса, дешифратора 360 ударов пульса, дешифратора 300 ударов пульса, задатчика циклов и задатчика программ. Программы реализации воздействия записаны в ПЗУ устройства. Электрическая цепь хрономодуля дыхания непосредственно связана с блоком хронодиагностики, содержащего счетчик вдох-выдох, регистр вдох-выдох, дешифратор и логические схемы «И», «ИЛИ».

Структура биоуправления в рассматриваемой биотехнической системе миллиметровой терапии включает генераторы электромагнитных излучений крайне высокой частоты в виде трех лавинопролетных диодов (ЛПД), агрегированных в виде матрицы. ЭМИ КВЧ диапазона через специальный волновод и рупорный излучатель подводятся к пациенту.

Биологическая обратная связь включает дыхательную и сердечно-сосудистую систему, датчик дыхания и пульса, сумматор, программно-запоминающее устройство, электронный коммутатор, регистр выборки длительности излучения, волновод с рупорным излучателем.

Биоуправление изменением воздействия ЭМИ заключается в циклических переключениях ЛПД - генераторов различной частоты синхронно в такт с ударами пульса внутри дыхательного цикла, определяющего различную длительность полезного несущего сигнала: в момент систолы и на вдохе длительность импульсов наибольшая, а в момент диастолы и выдоха - наименьшая.

Макетный образец матричной биотехнической системы миллиметровой терапии обеспечивает реализацию трех программ воздействия:

Программа I задает последовательность частот 53,5; 60,5; 42,2 ГГц с максимальным использованием частоты 53,5 (5,6 мм).

Программа II формирует последовательность частот 42,2; 53,5; 60,5 ГГц с максимальным использованием частоты 42,2 ГГц (7,1 мм).

Программа III выдает последовательность частот 60,5 53,5 42,2 ГГц с максимальным использованием частоты 60,5 ГГц (4,9 мм).

Каждая программа состоит из шести формул воздействия с последовательной реализацией миллиметровых импульсов излучения, длительность и пауз которых зависит от соотношения числа пульсовых ударов и циклов дыхания: 3:1; 4:1; 5:1; 6:1; 8:1; 8:1.

Каждая формула воздействия программы осуществляется в строгом соответствии с алгоритмом коммутации ЛПД - излучателей, записанном в ПЗУ устройства.

Формула воздействия циклически повторяется. При этом, один цикл воздействия делится на две последовательно выполняемые части. Воздействие по желанию пользователя имеет возможность задаваться числом количества повторяющихся циклов от 1 до 7, включающих каждый период работы в 300 ударов пульса и период паузы в 60 ударов пульса:

Макетный образец матричной биотехнической системы миллиметровой терапии обеспечивает следующие режимы:

- синхронизацию свободного дыхания;
- синхронизацию принудительного замедления дыхания.

Режим «синхронизация свободного дыхания» осуществляет синхронизацию импульсов излучения с частотой сердечных сокращений и дыхания пациента. При этом, когда соотношения пульса и дыхания 4:1 или 5:1 на линейном индикаторе горит зеленый свет. При изменении соотношений в сторону больших, чем 5:1 включается желтый свет, при меньших отношениях, чем 4:1 загорается красный свет. Эти сенсорные сигналы служат пациенту информацией о необходимости изменения темпа дыхания.

Режим «синхронизация принудительного замедления дыхания» также обеспечивает синхронизацию импульсов излучения с частотой сердечных сокращений и дыхания пациента, но по специальному алгоритму, когда осуществляют плавное замедление дыхания до соотношения 8:1. При этом на специальной индикаторной линейке высвечиваются сигналы вдоха, паузы и выдоха. Световые сигналы вдоха-паузы-выдоха высвечиваются в моменты появления сигналов пульса.

Исследования по оценке эффектов матричной миллиметровой терапии на вегетативный статус проводились нами на основе изучения статистических характеристик временной упорядо-

ченности пульса у 124 больных сахарным диабетом с явлениями дисциркуляторной энцефалопатии.

Результаты статистической обработки параметров информационного анализа временной упорядоченности пульса, позволяющих делить обследуемых на различные функциональные классы показали, что величина расхождения распределений вегетативного профиля в периоде до лечения (фоновые данные) больных и после одноразовой процедуры миллиметровой терапии достаточно низкая ($D(x_i)=7\%$), что указывает на низкую информативность разграничиваемых диапазонов вегетативного профиля и недостоверный характер различий ($P > 0,05$). Следовательно, в периоде после одноразового воздействия можно говорить лишь о тенденции к снижению степени напряжения симпатической нервной системы.

После курсового воздействия по сравнению с фоном достоверно возросла доля больных с умеренным преобладанием тонуса симпатической нервной системы, с нормальным гомеостазом и пониженной активностью тонуса симпатической нервной системы за счет достоверного снижения доли больных с резко выраженным и выраженным преобладанием активности симпатической нервной системы.

Сравнение одноразового и курсового воздействия выявляет достоверный характер различий ($P < 0,001$) в тех же самых диапазонах ($D(x_i) = 63\%$).

Результаты статистической обработки параметров информационного анализа временной упорядоченности пульса в процессе воздействия миллиметровой терапии с принудительным замедлением дыхания показали, что величина расхождения распределений вегетативного профиля в периоде до лечения (фоновые данные) больных и после одноразовой процедуры миллиметровой терапии достаточно высокая ($D(x_i)=17\%$), что указывает на удовлетворительную информативность разграничиваемых диапазонов вегетативного профиля и достоверный характер различий ($P < 0,05$).

Следовательно, в периоде после одноразового воздействия на фоне принудительного замедления дыхания можно говорить о достоверном возрастании доли больных имевших нормальный гомеостаз и умеренное преобладание в регуляции симпатической нервной системы. Также достоверно снизилась доля больных имевших выраженное и резко выраженное преобладание в регуляции симпатической нервной системы. Доля больных имевших нормальный гомеостаз и умеренное преобладание в регуляции симпатической нервной системы при курсовом воздействии достоверно выше доли больных при одноразовом воздействии в аналогичных диапазонах [$D(x_i) = 59\%$ и $P < 0,001$].

Резюмируя представленный в данном разделе материал, следует отметить, прежде всего,

системный характер, оказываемый на больных сахарным диабетом с явлениями дисциркуляторной энцефалопатии, воздействия низкоинтенсивного электромагнитного излучения миллиметрового диапазона длин волн в режиме с принудительным замедлением дыхания. Одноразовое и курсовое воздействие отличаются характером реагирования центральной и вегетативной нервной системы. Только курсовое воздействие обеспечивает трансформацию патологического (невротического) паттерна ЭЭГ в нормальный низко или среднеадаптивный паттерн, снижение преобладающего влияния в регуляции адренергических механизмов и, как интегральный итог, модификацию функционального состояния пациента. Оптимизация межсистемных взаимодействий дыхательного и сердечно-сосудистого центра, а также оптимизация нейродинамических механизмов ЦНС и обеспечивает коррекцию функционального состояния пациентов, о чем свидетельствует положительная динамика общеклинического статуса.

Выводы:

1. Разработан макетный образец биотехнической системы миллиметровой терапии, включающий матрицу из трех лавинопролетных диодов, обеспечивающий импульсный характер воздействия в ритмах пульсового выброса и дыхания пациента с биоуправлением по интенсивности за счет изменяющейся скважности сигнала внутри дыхательного цикла и отличающийся программно-управляемой реализацией формул воздействия.

2. Реализованы алгоритмы биосинхронизации и биоуправления интенсивностью матричного миллиметрового воздействия, включающие сигналы пульса и дыхания пациента, отличающиеся изменением коэффициента заполнения последовательно подаваемых КВЧ - сигналов и принудительным характером синхронизации дыхания.

3. Создана структура модели биологического таймера, выполняющего функции счетчика импульсов основных биоритмов пациента, используемых для модуляции несущего физиотерапевтического сигнала. Отличительной особенностью модели является циклический характер реализации процедуры воздействия не в единицах физического, а в единицах биологического времени конкретного пациента.

4. Проведены клинические исследования, выявившие системный характер воздействия, обеспечивающего нормализацию нейродинамической активности мозга, снижение степени напряжения адренергических механизмов регуляции и уровня ситуативной тревожности пациента.