

УДК 615.844.4: 615.471

АППАРАТНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЛЯ ПРИМЕНЕНИЯ ЭЛЕКТРОПУНКТУРЫ В КЛИНИЧЕСКОЙ ПРАКТИКЕ

М.В. ДАВЫДОВ¹, А.П. СИВАКОВ², В.С. ШЕКУНОВ¹, Н.С. ДАВЫДОВА¹

¹Учреждение образования Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники, Минск, Беларусь

²Учреждение образования Белорусский государственный медицинский университет, Минск, Беларусь

Аннотация. В статье приведены сведения о развитии методов электроакупунктурной терапии, определены основные параметры стимулирующих токов. Описана структура аппаратного обеспечения для применения электропунктуры в клинической практике, определен перечень технических требований к разрабатываемому устройству.

Ключевые слова: электропунктура, точки акупунктуры, чрескожная электростимуляция, аппарат электропунктуры, параметры стимулирующих токов.

DEVICE FOR THE APPLICATION OF ELECTROACUPUNCTURE IN CLINICAL PRACTICE

M.V. DAVYDOV¹, SIVAKOU A.P.², V.S. SHEKUNOV¹, N.S. DAVYDOVA¹

¹Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Belarus

²Belarusian State Medical University, Minsk, Belarus

Abstract. The article presents information about the development of electroacupuncture therapy methods, defines the main parameters of stimulating currents. The structure of hardware for application of electropuncture in clinical practice is described, the list of technical requirements to the developed device is defined.

Keywords: electroacupuncture, acupuncture points, percutaneous electrical stimulation, electroacupuncture apparatus, parameters of stimulating currents.

Особенности применения электропунктуры в медицинской практике

Современные тенденции развития немедикаментозных методов лечения свидетельствуют о том, что важное значение в эффектах акупунктуры могут иметь различные способы и методы воздействия физическими факторами в акупунктурные точки (В.С. Улащик, 1989; Y. Wong et. al., 1984; M.W. Tulder et al., 2000). Применение физиоакупунктуры в зависимости от особенностей клинического синдрома может обеспечивать более направленный терапевтический эффект. С такой точки зрения особенности действия физиоакупунктуры освещены в современной литературе явно недостаточно.

В сравнении с классической акупунктурой воздействие в точки акупунктуры электрическим током достаточно «молодое» направление современной акупунктуры и насчитывает около 200 лет. К одному из первых упоминаний в России об использовании электрического тока для воздействия в точки акупунктуры следует отнести сообщение П. Чаруковского в «Военно-медицинском журнале» (1828), в котором упоминается об исследованиях Клоке и Балкера, которые одними из первых отметили гальванические явления при введении игл, а англичанин Перкинс еще в 1796г. предложил использовать статическое электричество для усиления эффекта классической акупунктуры (В.Г. Вогралик, М.В. Вогралик, 1988; Ф.Г. Портнов, 1980).

В 1930-е годы электроакупунктурная терапия и в первую очередь гальваноакупунктура вызвала научный интерес у различных исследователей. Рожер де ля Фюи использовал гальванический ток для воздействия в точки акупунктуры, при этом положительный полюс он отождествлял с «янь» воздействием, а отрицательный с «инь» воздействием. В этом направлении работали А. Пелен, С. де Моран, Ж. Дамье, которые использовали для

электроакупунктуры или электропунктуры постоянный ток величиной до 1 мА (J. Damiond, 1968).

Наиболее часто электрический ток в точки акупунктуры применяют в виде электропунктуры (в этом случае электрод располагается на коже) или электроакупунктуры (глубинная электровоздействие через иглы, введенные в точки акупунктуры) (Ф.Г. Портнов, 1987; Г.О. Гольфельд, 1989). Применяют также чрескожную электростимуляцию (ЧЭС), которую следует отнести к зональной рефлекторной терапии. Перечисленные методы воздействия получили более широкое распространение после появления портативных, полупроводниковых электростимуляторов, обладающих достаточно широкими параметрами воздействия электрическим током. Весьма важным в пунктурной электрорефлекторной терапии является вопрос выбора формы электросигнала. Первые публикации, посвященные пунктурной электротерапии, связаны с использованием постоянного тока, о чем было сказано выше. В настоящее время данный вид тока для электроакупунктуры почти не используется, так как в силу особенностей своего действия способен вызывать электролиз иглы с последующим ее изломом на уровне кожного покрова и вызывать дегенеративно-дистрофические изменения в мягких тканях.

В клинической практике чаще используют различные виды импульсных токов прямоугольной, треугольной, трапециевидной или других, более сложных форм импульсов. Н.А. Гавриков (1983), Н.М. Черных, Н.В. Соловей (1985) предлагают для воздействия в точки акупунктуры у больных с корешковым синдромом поясничного остеохондроза диадинамические токи. Г.Ф. Колесников (1977) считает наиболее адекватной формой импульса для воздействия в точки акупунктуры биполярный, асимметричный импульс аналогичный по форме спайку, возникающему в перехвате Ранвье нервного волокна при проведении электростимуляции. Аналогичную форму импульса предлагают использовать и китайские исследователи. Применение асимметричных форм импульса для воздействия в точки акупунктуры обосновано и с точки зрения современных нейрофизиологических исследований. Другие авторы рекомендуют использовать прямоугольную форму импульса для воздействия в точки акупунктуры (D. L. Ericsson et al., 1976; H. E Hergert, 1979). Приведенные выше данные не дают основание сделать вывод о целесообразности использования определенной формы импульса при проведении электропунктуры и электроакупунктуры.

Достаточно сложным представляется вопрос о выборе необходимой частоты электровоздействия. В лаборатории нейрофизиологии НИИ традиционных методов лечения РФ под руководством В.К. Решетняка в эксперименте на животных было доказано, что различная частота электрорефлекторного воздействия вызывает разные акупунктурные эффекты (В.К. Решетняк, 1989). Диапазон частот 0,5-3 Гц вызывает достаточно выраженное и длительное обезболивание за счет активации опиоидных систем организма. При этом обезболивающий эффект наступает не сразу, а через 20-40 мин и продолжается от 2 до 6 часов. При воздействии с частотой 6-15 Гц обезболивающий эффект наступает быстрее, но менее длителен по продолжительности. Электровоздействие частотой 30-100 Гц вызывает еще менее длительный обезболивающий эффект локального и сегментарного характера. Использовать частоту 0,9-10 Гц для оказания седативного эффекта предлагает R. Voll (1976). В зависимости от проявлений заболеваний нервной системы рекомендуют разный подход при выборе частоты электровоздействия. При лечении неврологических проявлений поясничного остеохондроза с нейродистрофическими синдромами рекомендуется последовательное использование низких и высоких частот. При доминирующих мышечно-тонических нарушениях рекомендуется переход от высоких частот к низким (В.Ф. Журавлев, 1984). В то же время для лечения синдромов позвоночной артерии и позвоночного нерва следует использовать смешанные режимы частот (И.Ю. Есина, 1989). Другие авторы (Е.Л. Мачерет, И.З. Самосюк, 1982) предлагают учитывать при электровоздействии в точки акупунктуры частоту собственных электромагнитных колебаний человека и по данным разных авторов наиболее часто и эффективно для этих целей используют частоту 10 Гц. И.А. Зиновьев (1982), изучая значение параметров электрорефлекторной терапии в стоматологической практике, также показал, что наибольший терапевтический эффект достигается при использовании электрического тока низкой частоты (3-6 Гц) и большой силы (до 1 мА). Сравнительный анализ эффективности высоких и низких частот провел J. Omura (1982). Он отмечает, что при назначении пунктурной

электротерапии токами высокой частоты обезболивающий эффект достигается быстрее, чем при использовании низких частот, однако более стойкий результат отмечается при использовании низких частот. Приведенные выше данные по использованию электрического тока показывают, что проблема выбора оптимальных параметров воздействия окончательно не решена. Разные авторы по-своему подходят к решению вопроса о выборе частоты, интенсивности и длительности воздействия. Как нам представляется, параметры электровоздействия должны соответствовать характеру патологического синдрома, чувствительности пациента к электрическому току, цели и тактике лечения, методике воздействия (электропунктура или электроakupунктура), возрасту пациента и т.д.

Аппаратное обеспечение

В настоящее время сотрудниками Белорусского государственного университета информатики и радиоэлектроники и Белорусского государственного медицинского университета разработан прототип аппарата для воздействия электрическими токами при проведении процедуры электропунктуры, который включает следующие функциональные блоки: блок питания; микроконтроллерный блок управления, Bluetooth модуль, регулятор напряжения, усилители, повышающий преобразователь, измерители тока. Общая структурная схема аппарата представлена на рис. 1.

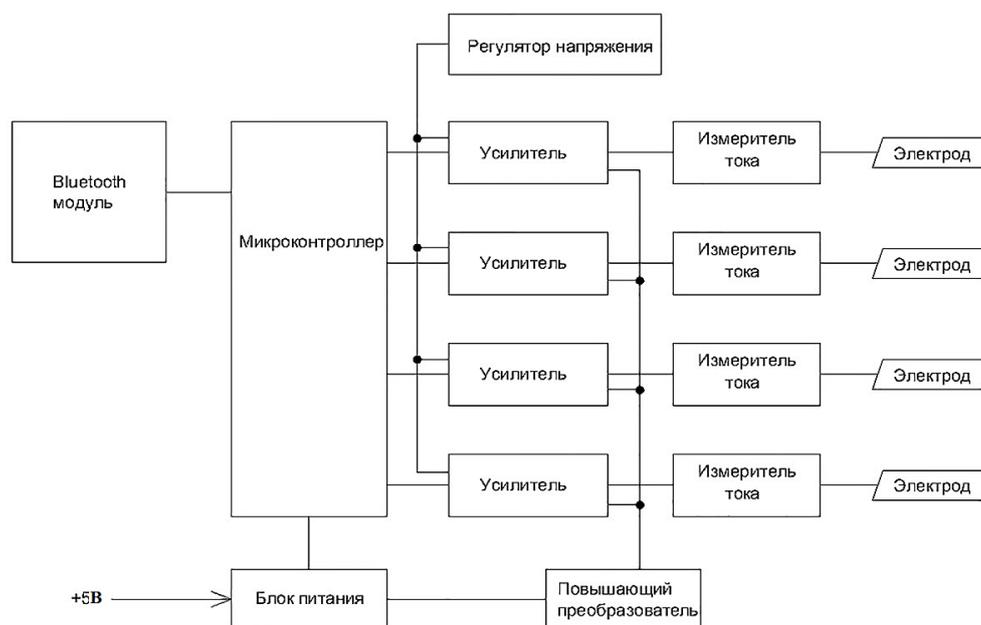


Рис. 1. Структурная схема аппарата электроakupунктуры

Основным требованием к разрабатываемому электростимулятору было обеспечение широкого диапазона изменения параметров генерируемого сигнала, для подстройки стимулирующего воздействия в процессе исследований. В предложенном техническом решении параметры стимулирующего воздействия задаются на основе паттернов: на персональном компьютере программное обеспечение генерирует последовательность временных отметок, каждой из которых соответствует какое-либо выходное значение в цифровой форме (напряжение равно нулю или напряжение равно максимальному значению) или аналоговой, при которой выходное напряжение задается в процентах от максимально возможного (регулируется в диапазоне от 0 до 30 В). В качестве источника питания используется портативное зарядное устройство.

Таким образом, сформировался перечень требований к разрабатываемому устройству:

- напряжение питания – 5 В;
- максимальное выходное напряжение – 30 В;
- частота дискретизации – 100 кГц;

плавная регулировка напряжения;
различная форма сигнала.

В качестве усилителей использованы операционные усилители, включенные по классической неинвертирующей схеме. Поскольку питание схемы однополярное, для получения импульсов отрицательной полярности используется два усилителя, которые включаются поочередно. Всего разработанный нами прибор имеет четыре независимых однополярных канала, которые могут объединяться в два двухполярных.

Общий вид макетного образца для электроakupунктуры представлен на рис. 2.



Рис. 2. Общий вид аппарата электроakupунктуры

Программное обеспечение позволяет задать такие виды однополярных и биполярных сигналов, как меандр, модулированный меандр, пачки прямоугольных импульсов и др.. Изменяя параметры частоты в герцах, длительности импульса в миллисекундах и расстояние между импульсами в миллисекундах, формируется необходимый сигнал. При нажатии кнопки «Запись параметров» программа по Bluetooth передает сгенерированный паттерн в электростимулятор.

Заключение

Вопрос выбора оптимальных параметров для аппаратов электрорефлексотерапии окончательно не решен и требует новых, современных подходов для реализации и создания устройств, способных повысить эффективность лечения пациентов. Разработанное аппаратное обеспечение позволяет реализовать широкий диапазон параметров электровоздействия при применении электроakupунктуры в клинической практике. Использование функционала персонального компьютера и беспроводного интерфейса позволило уменьшить габаритные параметры аппарата. В настоящее время планируется проведение научных исследований с целью определения оптимальных параметров воздействия и выработки алгоритма последующего практического применения предлагаемого устройства в клинической практике.

Список литературы

1. Улащик В.С. Пунктурная физиотерапия как предмет научных исследований // Вопр. курортологии, физиотерапии и лечеб. физкультуры. – 1989. - №3. – С.15-19.
2. Wong R.A., Jete D.U. Changes in sympathetic tone associated with different forms of transcutaneous electrical nerve stimulation in healthy subjects // Physical Ther. – 1984 – Vol.64 – P.478-482.
3. Shinohara Sh., Odachara Y., Kitade N. Comparison of electric of leaving needle different current electrical acupuncture and low frequently electrical acupuncture therapy // Acupunct. Electrother. Res. – 1986.- VOL.11, №2. – P.. 101-110.
4. Tulder M.W., Cherkin D.S., Berman D. Acupuncture and back pain // Cochrane Database Syst. Rev. – 2000. - №2. – P.13-51.

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
МИНИСТЕРСТВО ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ «БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ ИНФОРМАТИКИ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ»
УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ «БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
МЕДИЦИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

**МЕДЭЛЕКТРОНИКА–2024.
СРЕДСТВА МЕДИЦИНСКОЙ ЭЛЕКТРОНИКИ
И НОВЫЕ МЕДИЦИНСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ**

СБОРНИК НАУЧНЫХ СТАТЕЙ
XIV МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ
КОНФЕРЕНЦИИ

(Республика Беларусь, Минск, 5-6 декабря 2024 года)