

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Макриненко Л.И.* Акустика помещений общественного назначения. – М.: Стройиздат, 1986.
2. *D. R. Begault*, 3D Sound for Virtual Reality and Multimedia (Academic, New York, 1994).
3. *Kuttruff H.* Room Acoustics (3rd edition) (Elsevier Applied Science, New York, 1991).

Романюк Максим Алексеевич

Технологический институт федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Южный федеральный университет» в г. Таганроге.

E-mail: ma_x_rina@mail.ru.

347928, г. Таганрог, пер. Некрасовский, 44.

Тел.: 88634371795.

Romanyuk Maxim Alekseevich

Taganrog Institute of Technology – Federal State-Owned Educational Establishment of Higher Vocational Education “Southern Federal University”.

E-mail: ma_x_rina@mail.ru.

44, Nekrasovkiy, Taganrog, 347928, Russia.

Phone: +78634371795.

УДК 615.847.8

А.А. Сорочинский

ТРАНСКРАНИАЛЬНАЯ МАГНИТНАЯ СТИМУЛЯЦИЯ

Транскраниальная магнитная стимуляция является новым, высокоэффективным методом биофизического, нейрофизиологического и психофизиологического исследования механизмов когнитивной деятельности мозга человека и животных, а также широко используется за рубежом в медицине, в частности, в психиатрии и невропатологии для диагностики и лечения целого ряда заболеваний.

Магнитное поле; катушка индуктивности; стимулятор; мотонейрон.

A.A. Sorochinskiy

TRANSCRANIAL MAGNETIC STIMULATION

Transcranial magnetic stimulation is a new, highly effective method biophysical, neurophysiological and psychophysiological of research of mechanisms cognitive of activity of a brain of the man and animals, and also is widely used abroad in medicine, in particular, in psychiatry and neuropathology for diagnostics and treatment of a lot of diseases.

Magnetic field; electromagnetic coil; stimulator; motoneuron.

Для активации нейронов в мозге нейробиологи применяют различные виды электромагнитной стимуляции. Широко известна электросудорожная терапия, при которой электроды закрепляются на коже головы. Однако по многим причинам ее применение остается проблематичным.

Транскраниальная магнитная стимуляция человеческого мозга начала применяться лишь с 80-х гг. XX в., а электрическая известна уже не менее века. В 80-х гг. XIX в. Дэвид Ферье (David Ferrier) показал, что непосредственная электрическая стимуляция мозга и активация конкретных его областей влияет на поведение человека [1]. На протяжении 100 лет нейрохирурги стимулировали мозг электричеством во время операций и систематизировали полученные результаты. Давно известно, что электрическая стимуляция помогает при некоторых заболеваниях.

Во время сеанса электросудорожной терапии (ЭСТ) врач прикладывает электроды непосредственно к коже головы человека, находящегося под наркозом, с целью вызвать генерализованные судороги. Проведение курса ЭС продолжительностью в несколько недель эффективно помогает вылечить пациента от депрессии, маниакального синдрома и кататонии. К сожалению, метод чреват потерей памяти и требует многократного применения общего наркоза. Проходя через кости черепа, электрический ток распределяется по большой площади. Поэтому с помощью ЭСТ невозможно воздействовать на какую-то одну область мозга. Новые методы электрической стимуляции мозга позволяют локализовать стимуляцию и смягчить побочные эффекты. Вооружившись томографами, нейробиологи используют стимуляцию для изучения главного органа нервной системы. При глубокой мозговой стимуляции (ГМС) нейрохирург вводит в мозг тонкий электрод через небольшое отверстие в черепе, ориентируясь по трехмерному компьютерному изображению. Затем электрод подсоединяется к имплантированному в грудную клетку стимулятору (генератору импульсов), который посылает высокочастотные электрические импульсы прямо в ткани мозга. Некоторые моторные структуры мозга (в том числе внутренний сегмент бледного шара, таламус и субталамическое ядро) служат для подавления движений. Нейрохирурги помещают ГМС-электроды в эти области и стимулируют их с высокой частотой, подавляя характерный для болезни Паркинсона тремор (дискинезию). Сейчас исследуется возможность применения такого метода для лечения депрессии. До сих пор мало изучено влияние ГМС на другие области мозга. Теоретически ГМС-электроды можно удалить без каких-либо последствий, что стало очевидным преимуществом по сравнению с традиционным хирургическим удалением участков мозга, при котором мозговая ткань утрачивается навсегда. Однако ГМС чревата занесением инфекций, кровоизлияниями и даже смертью, поэтому ее применение практически ограничено теми пациентами, которым медицина не в силах помочь.

В настоящее время все чаще применение находят магнитные стимуляторы. Это объясняется рядом преимуществ по сравнению с использованием электрической стимуляции мозга и электрической стимуляции периферических нервов. К одним из важных моментов можно отнести способность магнитного поля без изменений проникать через любые анатомические структуры и возбуждать ткани, прикрытые костными и мышечными образованиями [5]. Следует отметить неинвазивность метода и существенно меньшие потери напряженности индуцированного электрического поля.

Магнитный стимулятор обычно состоит из двух частей: системы конденсаторов высокого напряжения (более 3,5 кВ), способных к разряду с большой силой тока, и катушки – круглой с большим или меньшим диаметром, двойной или двойной конической. Разные стимуляторы имеют различные технические характеристики. Модели, предназначенные для стимуляции коры и периферических нервов – одиночными монофазными и бифазными импульсами, имеют индукцию магнитного поля до 2,2 Тл [6].

Трудновозбудимые нейроны требуют относительно большого количества электричества, чтобы стать активными. Прибор ТМС генерирует ток непосредственно в мозгу пациента, что позволяет врачам использовать значительно меньшие уровни энергии. Самый тяжелый побочный эффект от такой процедуры – умеренная головная боль.

Место воздействия МП обычно определяется локализацией патологического процесса или пораженного органа и областью проекции его на кожу. Наиболее эффективным в определенных ситуациях является воздействие на рефлексогенные зоны Захарьина – Геда, а также на биологически активные точки. Показано влияние

ТМС на кратковременную память при воздействии на левую лобно-височную область и отсутствие достоверных изменений в кратковременной памяти при воздействии на правую лобно-височную область у здоровых испытуемых и больных паркинсонизмом. У больных паркинсонизмом, отмечались достоверные изменения в долговременной памяти при ТМС как правого, так и левого полушария [4]. Среди современных методов лечебного действия магнитных полей одним из наиболее эффективных является высокоинтенсивная импульсная магнитотерапия (ВИМТ)[3]. Особенностью этого метода является воздействие импульсами магнитного поля с высокими амплитудными значениями магнитной индукции при их незначительной продолжительности и высокой скважности. Длительность каждого импульса исчисляется десятными долями миллисекунды (0,1–0,2 мс), а частота не превышает 3–5 Гц.

В магнитной стимуляции применяется широкий спектр катушек. Они различаются наружным и внутренним диаметром, числом витков, индукцией магнитного и электрического полей [2]. Небольшие по диаметру катушки создают высокую индукцию магнитного поля у поверхности кожи и поэтому высокоэффективны при стимуляции поверхностных нервов. Катушки с большим диаметром позволяют проводить эффективную магнитную стимуляцию более глубоких структур головного мозга. Двойные катушки позволяют проводить локальную стимуляцию.

Разработана система и спроектирован индуктор с катушкой в виде спирали Архимеда для проведения ТМС со следующими параметрами:

- ◆ Амплитуда рабочего напряжения от 400 В до 5 кВ.
- ◆ Амплитуда магнитной индукции импульсов до 2 Тл.
- ◆ Форма импульса бифазная
- ◆ Длительность импульса от 0,2 до 0,6 мс.
- ◆ Частота стимуляции от 1 до 25 Гц.

Один из способов изготовления индукторов – это фрезеровка деталей из листового пластика. Вся процедура проектирования изделия осуществляется на ЭВМ. Затем по заданным размерам составляется управляющая программа, по которой специальный станок с ЧПУ обрабатывает края заготовок. Все полученные детали склеиваются.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Марк Джордж*. Чудеса магнитотерапии // В мире науки. Ежемесячный научно-информационный журнал. – 2003. – № 12. – С. 39-45.
2. *Беркутова А.М., Жулева В.И., Кураева Г.А., Прошина Е.М.* Системы комплексной магнитотерапии. – М.: Лаборатория «Базовых Знаний», 2000. – 376 с.
3. *Холодов Ю.А., Лебедева Н.Н.* Реакция нервной системы человека на электромагнитное поле. – М.: Наука, 1992. – С. 135.
4. *Гимранов Р.Ф., Курдюкова Е.Н., Мальцева Е.А.* Использование ТМС для исследования эмоции и памяти у человека в норме и патологии // Биомедицинские технологии и радиоэлектроника. – 2003. – № 5. – С. 23.
5. http://www.nevromed.ru/content/part_9/transkrainalnaya_magnitnaya_sti/.
6. <http://www.neurosoft.ru/rus/product/neuro-ms/index.aspx/>.

Сорочинский Александр Александрович

Технологический институт федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Южный федеральный университет» в г. Таганроге.

E-mail: Alex_res87@mail.ru.

347928, г. Таганрог, пер. Некрасовский, 44.

Тел.: +79188997686.

Sorochinskiy Alexandr Alexandrovich

Taganrog Institute of Technology – Federal State-Owned Educational Establishment of Higher Vocational Education “Southern Federal University”.

E-mail: Alex_res87@mail.ru.

44, Nekrasovkiy, Taganrog, 347928, Russia.

Phone: +79188997686.

УДК 612.453-08:08.849.11(045)

И.С. Сobotnickий

СХЕМНАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ УПРАВЛЯЕМОГО АПОПТОЗА

Рассмотрено управление апоптозом онкологически изменённых клеток с использованием наночастиц, несущих недостающий индуктор самоуничтожения клетки. Продвижение наноагентов планируется осуществить направленным малоинтенсивным пучком СВЧ-волн.

Апоптоз; наноагент; СВЧ.

I.S. Sobotnitski

CIRCUIT REALIZATION OF CONTROLLED APOPTOSIS

There was analyzed a control of apoptosis process in oncological cells using nanoparticles, which contains an apoptose inductor. Turning of these nanoagents will be realized by UHF's beam. That beam will have a low intensivity to not damage healthy cells.

Apoptosis; nanoagent; UHF.

Проблема заболеваемости онкологическими заболеваниями постоянно растёт, поэтому необходимо максимально исключить возможность смертности от опухолей различного рода. Предлагается управлять апоптозом атипичных клеток. Апоптоз – безопасная гибель клетки, которая программируется генетически. Для терапии онкологических новообразований в опухоли будут активно адресно доставляться дендримеры, оснащённые металлическим наноагентом, фолиевой кислотой и индуктором апоптоза (его тип будет определяться результатами биопсии). Продвигаться к опухоли наноагенты будут с помощью пучка СВЧ-излучения.

За старт самоуничтожения отвечают белковые цепи, основной белок в которых – p53. Он может быть денатурирован под воздействием СВЧ-поля [1], поэтому транспортировка наночастиц должна осуществляться наиболее безопасными частотами СВЧ-диапазона, которые будут найдены в процессе исследовательской работы. Интенсивность излучения в любом случае не будет превышать 10 мВт/см². А наиболее безопасные частоты прогнозируется наблюдать ближе к ИК излучению, т.е. тысячи ГГц – десятки-сотни ТГц.

Разработан малощумящий блок ФАПЧ, имеющий на выходе высокостабильный незашумлённый сигнал частотой 10 МГц. В зависимости от выбранных частотоподающих элементов или от частоты возбуждения задающего генератора данный блок способен синтезировать частоту до 225 МГц (ограничивается рабочей частотой выбранного прескалера и кварцевого резонатора ГУН). Для получения частоты в терагерцовом диапазоне предусматривается включение в состав устройства необходимого числа умножителей частоты.

Также разработан высокочувствительный детекторный туннельный диод, работающий на частотах 1 ГГц ÷ 40 ТГц – он необходим для проведения исследова-