

Основания инновационного метода транскраниальной электромагнитной стимуляции головного мозга

© Авторы, 2017

© ООО «Издательство «Радиотехника», 2017

Сабухи Князь-оглы Шарифов — вице-президент по инновациям НПК БИОМЕДИС (Москва)
E-mail: sabuhi.sharifov@gmail.com

Иван Викторович Степанян – д.биол.н., к.т.н., вед. науч. сотрудник, Институт медицины труда РАН, Институт машиноведения им. А.А. Благонравова РАН, Центр междисциплинарных исследований музыкального творчества Московской государственной консерватории им. П.И. Чайковского (Москва)
E-mail: neurocomp.pro@gmail.com

Александр Викторович Савельев — к.ф.н., ст. науч. сотрудник, зам. главного редактора журнала «Нейрокомпьютеры: разработка, применение» издательства «Радиотехника», начальник патентного агентства «©Уникально честное патентование», научный координатор постоянного семинара «Нейрофилософия», Философский факультет МГУ им. М.В. Ломоносова, уч. секретарь постоянного семинара «Управление знаниями» Факультета государственного управления МГУ им. М.В. Ломоносова (Москва)
E-mail: gmkristo@yandex.ru

Статья посвящена результатам многолетних исследований, проводимых научно-производственной компанией «НПК БИОМЕДИС», по направлению разработки теоретических и экспериментальных моделей электромагнитных воздействий на нервную ткань. В отличие от известных методов транскраниальной магнитной стимуляции осуществлено моделирование и определение возможных электромагнитно-зависимых её ультраструктурных особенностей с определением геометрии и выяснением её роли в электромагнитных взаимодействиях. Учёт этого позволяет значительно снизить мощности воздействия с сохранением и увеличением его эффективности. На основе разработанных методов серийно выпускается новый класс симуляторов, продаваемых более чем в 20 странах мира.

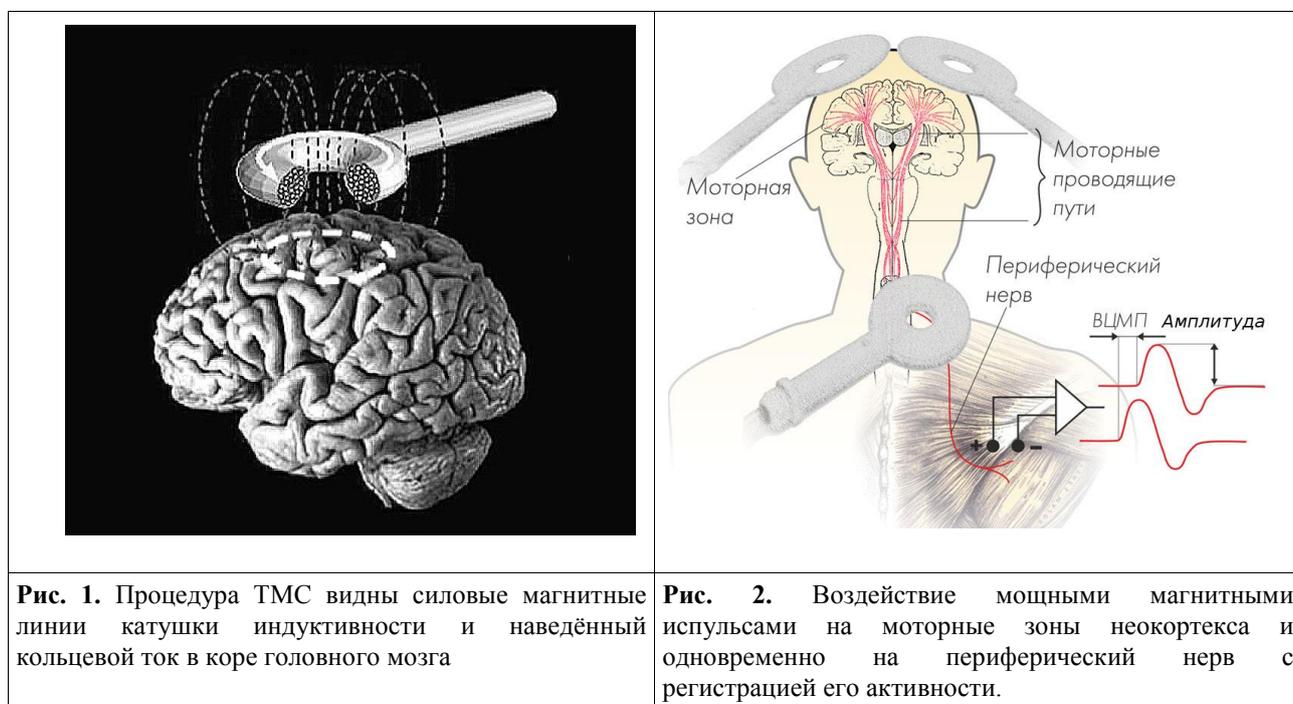
Ключевые слова: «Биомедис Тринити», транскраниальная электромагнитная стимуляция, ультраструктура нервной ткани, электромагнитно-зависимость, миелиновые оболочки.

The article is devoted to the results of long-term research conducted by the research and production company NPK BIOMEDIS, in the direction of developing theoretical and experimental models of electromagnetic actions on nerve tissue. In contrast to the known methods of transcranial magnetic stimulation, modeling and determination of possible electromagnetic-dependent ultrastructural features with determination of geometry and elucidation of its role in electromagnetic interactions are carried out. This allows to significantly reduce the power of the impact, while maintaining and increasing its effectiveness. On the basis of the developed methods, a new class of stimulating instruments sold in more than 20 countries of the world is serially produced.

Keywords: "Biomedis Trinity", transcranial electromagnetic stimulation, ultrastructure of nerve tissue, electromagnetic dependency, myelin sheaths.

Цель работы — сообщить о результатах разработки нового метода транскраниальной электромагнитной стимуляции головного мозга человека в миллиметровом радиодиапазоне на основе моделирования физики воздействия с учётом ультраструктуры нервной ткани.

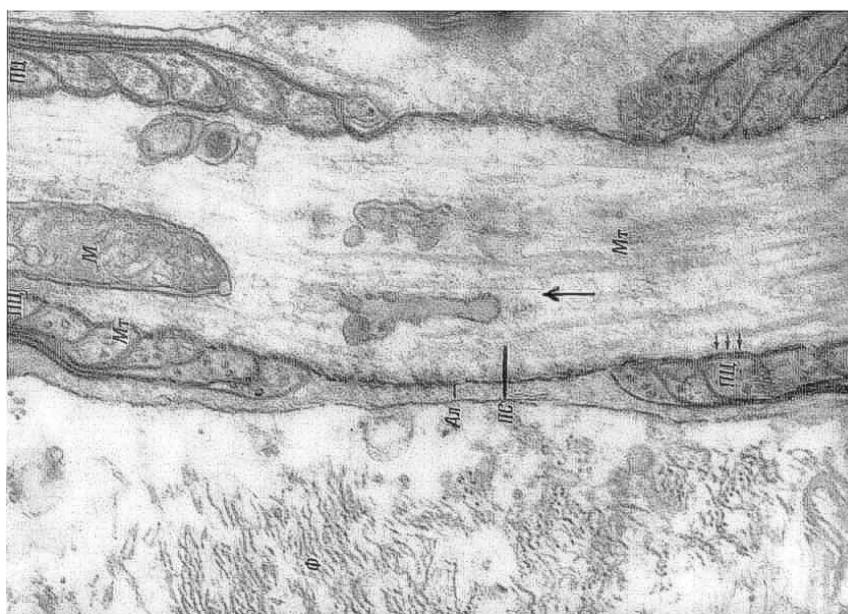
Достаточно хорошо известны способы транскраниальной магнитной стимуляции (ТМС) головного мозга человека [1] и соответствующая аппаратура для осуществления этого [2]. Обычно она осуществляется короткими магнитными импульсами большой мощности до 4 Тл неинвазивным путём при наложении катушек индуктивности на голову пациента (рис. 1), либо вблизи прохождения нервных пучков аксонов (рис. 2). При этом поле от таких импульсов проникает на глубину до 2 см и наводит в тканях коры головного мозга кольцевые токи, либо непосредственно периферические нервы, что позволяет диффузно либо фокально стимулировать ритмическую деятельность тех или иных нейронов соответствующих участков неокортекса и нервно-мышечных соединений.



Недостатками их является низкая глубина проникновения, не позволяющая стимулировать подкорковые структуры, а также физическая и физиологическая несогласованность воздействий с морфологическими особенностями нервной ткани. Как следствие этого, чтобы добиться приемлемой эффективности воздействия, приходится применять очень большие мощности, что, в свою очередь, в значительной мере усиливает негативные побочные эффекты известных воздействий и, кроме того, вынуждает использовать громоздкую аппаратуру с большими потребляемыми энергетическими мощностями.

Научно-производственной компанией «БИОМЕДИС» в результате многолетних исследований предложен новый более физиологичный по сравнению с существующими

метод транскраниальной электромагнитной стимуляции, позволяющей достигать положительного эффекта от воздействий уже при микромощном стимулирующем сигнале. Был построен и исследован ряд моделей нервной ткани с выделением в них электрически активных компонентов, целенаправленное воздействие на которые могли бы значительно усилить эффект воздействия и отказаться, тем самым, от больших мощностей, обладающих множеством вредных побочных эффектов. Модели основывались на специфическом ультраструктурном строении миелиновых оболочек аксонов и причинах, обуславливающих такое их строение, связанное с их электромагнитно-зависимостью [3]. Электромагнитно-зависимость такой ультраструктурной морфологии обусловлена электролитным составом цитоплазмы, межклеточной среды и особой пространственной организацией мембран и миелиновых оболочек (рис. 1). Кроме того, по некоторым данным [4], насечки Лантермана перехватов Ранвье могут играть роль своеобразных «катушек индуктивности», образующих



колебательные микроконтуры размерами порядка 1 x 5 мкм.

Рис. 3. Продольный срез аксона в области перехвата Ранвье, видны насечки Лантермана и строение начальных частей миелиновых оболочек.

Электрозависимость процессов в аксонах и дендритах нейронов моделировалась в ряде нейромоделей [5], отражающих эффекты, связанные с тонкой архитектоникой нервной ткани. При моделировании использовались данные нейрофизиологических исследований, полученные с применением микроэлектродной техники и электронной микроскопии срезов тканей головного мозга животных и человека, а также методы оптической микроскопии клеточных культур прижизненного состояния [3, 5].

Таким образом, частота воздействия подбиралась исходя из согласования с

геометрическими размерами электромагнитно-зависимых элементов ультраструктурной орфологии нервной ткани, что обуславливает повышение эффективности воздействия. Ввиду специфической связанности электромагнитно-зависимости с миелинизацией [3], соответствующий подбор параметров стимулирующего воздействия может оказывать влияние на неё, что может иметь значение не только для депривации депрессивных состояний и повышения работоспособности, но и для профилактики нейродегенеративных заболеваний, в частности, болезни Альцгеймера и Паркинсона.

На основе этих теоретико-экспериментальных исследований был создан ряд микромощных компактных приборов «Биомедис Тринити» транскраниальной электромагнитной стимуляции, серийно выпускаемых компанией «БИОМЕДИС» и продаваемых более чем в 20 странах мира.

Работа частично выполнена при финансовой поддержке Российского гуманитарного научного фонда в рамках исследований по проекту «Постнеклассическая парадигма искусственного интеллекта», грант РГНФ № 15-03-00519а.

Литература

1. Cattaneo L. Transcranial Magnetic Stimulation //Lateralized Brain Functions: Methods in Human and Non-Human Species. – 2017. – С. 369-406.
2. Naro A. et al. Effects of cerebellar transcranial alternating current stimulation on motor cortex excitability and motor function //Brain Structure and Function. – 2017. – С. 1-16.
3. Савельев А.В. Открытие нейрофизических вихрей в нервной системе // Биомедицинская радиоэлектроника. 2015. № 6. С. 15-27.
4. Холманский А.С. Моделирование физики мозга // Квантовая Магия. 2006. Т. 3. Вып. 3. С. 3126-3155.
5. Савельев А.В. Нейрокомпьютеры в изобретениях // Нейрокомпьютеры: разработка, применение. 2004. № 2-3. С. 33-49.

The base of innovative method of transcranial electromagnetic stimulation of the brain

© Authors, 2017
© Radioteknika, 2017

S.K. Sharifov – *Chief of the Science and Production company “SPC BIOMEDIS” (Moscow, Russia)*

E-mail: shafar@mail.ru

I.V. Stepanian – *Ph.D. (Eng.), Doctor of Biological sciences, Leading Research Scientist, labor Medicine Institute of the Russian Academy of Sciences, Laboratory of biodynamics, Institute for Machine Science named by A.A. Blagonravov of the RAS, Moscow State Conservatory named by P.I. Chaikovsky (Moscow)*

E-mail: neurocomp.pro@gmail.com

A.V. Savelyev – *Ph.D., Senior Research Scientist, Deputy Editor in Chief of the Journal «Neurocomputers: development, application», «Radio Engineering» Publisher, Director of the Patent agency «©Uniquely honest patenting» www.patenttt.narod.ru, Scientific coordinator of the permanent seminar «Neyrophylosophy» of the Moscow State University by M.V. Lomonosov, Scientific coordinator of the permanent seminar «Knowledge Management» of the Government administration department» of the Moscow State University by M.V. Lomonosov (Moscow)*

E-mail: gmkristo@yandex.ru

The aim of the work is to report on the results of the development of a new method of transcranial electromagnetic stimulation of the human brain in the millimeter radio range taking into account of physics of stimulating action on the ultrastructure of the nervous tissue.

The article is devoted to the results of long-term research conducted by the research and production company NPK BIOMEDIS, in the direction of developing theoretical and experimental models of electromagnetic actions on nerve tissue. In contrast to the known methods of transcranial magnetic stimulation, modeling and determination of possible electromagnetic-dependent ultrastructural features with determination of geometry and elucidation of its role in electromagnetic interactions are carried out. This allows to significantly reduce the power of the impact, while maintaining and increasing its effectiveness. On the basis of these theoretical and experimental studies, a number of micro-power compact endogen devices for transcranial electromagnetic stimulation, commercially produced by BIOMEDIS and sold in more than 20 countries of the world, were created.