



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК

A61N 1/36 (2024.01); A61B 5/369 (2024.01)

(21)(22) Заявка: 2023119344, 21.07.2023

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
21.07.2023Дата регистрации:
29.05.2024

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 21.07.2023

(45) Опубликовано: 29.05.2024 Бюл. № 16

Адрес для переписки:

603005, г. Нижний Новгород, пл. Минина и
Пожарского, 10/1, ФГБОУ ВО "Приволжский
исследовательский медицинский университет"
Министерства здравоохранения РФ, Донченко
Екатерина Валерьевна

(72) Автор(ы):

Трофимов Алексей Олегович (RU),
Мартынов Дмитрий Сергеевич (RU),
Трофимова Ксения Алексеевна (RU)

(73) Патентообладатель(и):

федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего
образования "Приволжский
исследовательский медицинский
университет" Министерства
здравоохранения Российской Федерации
(RU)(56) Список документов, цитированных в отчете
о поиске: RU 2289445 C2, 20.12.2006. RU
2405591 C1, 10.12.2010. EA 35285 B1, 25.05.2020.
ШАРОВА Е.В. ЭЭГ - эффекты лечебной
электростимуляции головного мозга человека
при посттравматическом бессознательном
состоянии. Физиология человека. Т. 27, N 2,
стр. 29-31. КЛИМАШ А.В. Применение
чрезликоворной электростимуляции у
пациентов с тяжелой черепно-мозговой (см.
прод.)

(54) Способ неинвазивной слаботочной электростимуляции структур головного мозга

(57) Реферат:

Изобретение относится к медицине, а именно к неврологии, и может быть использовано при лечении и реабилитации пациентов с травмами головного мозга. По данным электроэнцефалографии определяют верхнюю частоту биоэлектрической активности мозга, требующей стимуляции. Устанавливают электроды в лобно-височных областях в проекции дорсо-латеральной префронтальной извилины, располагая анод над доминантным полушарием. Задают частотно-временные параметры пакета прямоугольных импульсов: ширина импульса от

10 до 20 мс, интервал между первым и вторым импульсами обратно пропорционален верхней частоте биоэлектрической активности мозга. Длительность интервалов увеличивается с коэффициентом 1,28-1,92. Используют суммарный ток не более 2 мА. Способ позволяет повысить эффективность лечения и реабилитации пациентов с травмами головного мозга, улучшить синхронизацию работы глияльно-нейрональных структур головного мозга и активацию нейронов. 4 ил., 2 пр.

(56) (продолжение):

травмой. Мат. VII Междунар. симпозиума "Новые технологии в нейрохирургии". СПб. 2004, стр. 36-37.

TSUBOKAWA T. Deep brain stimulation therapy for a persistent vegetative state. Journal of Neurotrauma. 1995. V.12. N 3:345.

R U 2 8 2 0 1 3 3 C 1

R U 2 8 2 0 1 3 3 C 1



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(51) Int. Cl.
A61N 1/36 (2006.01)
A61B 5/369 (2021.01)

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(52) CPC
A61N 1/36 (2024.01); A61B 5/369 (2024.01)

(21)(22) Application: **2023119344, 21.07.2023**

(24) Effective date for property rights:
21.07.2023

Registration date:
29.05.2024

Priority:

(22) Date of filing: **21.07.2023**

(45) Date of publication: **29.05.2024** Bull. № 16

Mail address:

**603005, g. Nizhnij Novgorod, pl. Minina i
Pozharskogo, 10/1, FGBOU VO "Privolzhskij
issledovatel'skij meditsinskij universitet"
Ministerstva zdravookhraneniya RF, Donchenko
Ekaterina Valerevna**

(72) Inventor(s):

**Trofimov Aleksei Olegovich (RU),
Martynov Dmitrii Sergeevich (RU),
Trofimova Kseniia Alekseevna (RU)**

(73) Proprietor(s):

**Federal State Budgetary Educational Institution
of Higher Education «Privolzhsky Research
Medical University» of the Ministry of Health
of the Russian Federation (RU)**

(54) **METHOD FOR NON-INVASIVE LOW-CURRENT ELECTRICAL STIMULATION OF BRAIN STRUCTURES**

(57) Abstract:

FIELD: medicine.

SUBSTANCE: invention refers to medicine, namely to neurology, and can be used in treatment and rehabilitation of patients with brain injuries. Electroencephalography is used to determine the upper frequency of brain bioelectric activity requiring stimulation. Electrodes are placed in the frontal-temporal regions in a projection of the dorso-lateral prefrontal gyrus, placing the anode above the dominant hemisphere. Frequency-time parameters of the package of rectangular pulses are set: pulse width is from 10 to

20 ms, the interval between the first and second pulses is inversely proportional to the upper frequency of bioelectric activity of the brain. Duration of intervals increases with factor of 1.28–1.92. Total current of not more than 2 mA is used.

EFFECT: method provides higher clinical effectiveness and rehabilitation of patients with brain injuries, improved synchronization of glial-neuronal structures of the brain and activation of neurons.

1 cl, 4 dwg, 2 ex

RU 2 820 133 C1

RU 2 820 133 C1

Изобретение относится к медицине, а именно к неврологии, и может быть использовано при лечении и реабилитации пациентов с повреждениями головного мозга вследствие травм и инсультов, а также вследствие нейродегенеративных заболеваний.

Известен способ лечения повреждения мозга путем чрезкожной спинальной электростимуляции. При этом установка эпидурального электрода проводится в межпозвоночном пространстве заднего отдела позвоночного столба на уровне 2-4 шейных позвонков, что позволяет при помощи электрических импульсов воздействовать на задние столбы спинного мозга, вызывая опосредованную стимуляцию восходящей ретикулярной активирующей системы ствола мозга [1].

Недостатками способа являются:

- инвазивность процедуры и сложность её выполнения;
- стимуляция ствола головного мозга является опосредованной, что может затруднять оценку её эффективности и задерживает восстановление сознания и неврологических функций у пациента;
- используемый способ моделирования стимулирующего сигнала не соответствует биологической модели переноса ионов в нервных тканях.

Известен способ лечения тяжелой черепно-мозговой травмы путем электростимуляции глубинных структур головного мозга. При этом электрод открыто имплантируют в подкорковые структуры зрительных бугров или ствольные отделы [2].

Способ имеет схожие недостатки, а именно:

- инвазивность и агрессивность процедуры, так как проведение электрода сопровождается повреждением структур мозга;
- сложность и трудоемкость выполнения, так как необходима система для стереотаксической навигации;
- локальность стимуляции и необходимость постоянного увеличения силы тока для преодоления последствий электрокоагуляции прилежащих к электроду участков мозга,
- используемый способ моделирования стимулирующего сигнала не соответствует биологической модели переноса ионов в нервных тканях.

Известен способ чрезликворной электростимуляции ствола головного мозга [3]. При данном способе стимуляцию проводят под контролем электроэнцефалографии (ЭЭГ) и записи акустических вызванных ствольных потенциалов (АСВП), транскраниальной доплерографии (ТКД). Стимуляция выполняется прямоугольными импульсами тока силой 1,5-4,5 мА, частотой 30-100 Гц, длиной волны 200-600 мкс,

Недостатками способа является:

- трудоемкость и необходимость специального оборудования (электроэнцефалографии, акустических вызванных ствольных потенциалов и транскраниальной доплерографии) для индивидуального подбора параметров стимуляции;
- неспецифичность стимуляции, вызванная широким набором спектра частот включающий одновременно альфа, бета, дельта, тэта-диапазон, а также высокие значения силы тока (до 4,5 мА), близкие к порогу осознанности (5 мА), что может приводить к развитию побочных эффектов и эпилептических припадков;
- инвазивность процедуры и необходимость установления электрода в желудочки мозга, что сопровождается дополнительной травматизацией ткани мозга.

Наиболее близким является способ лечения тяжелой черепно-мозговой травмы путем транскраниальной электростимуляции [4]. При этом электроды накладывают на кожные покровы лобных (отрицательный полюс) и мастиоидальных (положительный полюс) областей с последующим лечебным воздействием электрической природы на

интракраниальные структуры прямоугольными импульсами постоянного тока силой от 3 до 5 мА и частотой 30 Гц. Продолжительность сеанса транскраниальной электростимуляции составляет 30 минут, курсовая доза - от 10 до 20 сеансов.

Недостатками прототипа являются:

- 5 - высокие значения силы тока в области электродов (до 5 мА), близкие к порогу осязательности (5 мА), что может приводить к патологическим побочным эффектам (локальным ожогам кожи в области электродов, развитию фосфенеа, эпилептических припадков и т.д.), при этом большая удаленность расположения анодного и катодного электродов, а также высокое удельное сопротивление волосяных луковиц, костных
- 10 структур и прилежащих сосудов, приводит к падению силы тока стимуляции в стволовых структурах до 10-45%, от приложенной к кожным покровам [5];
 - расположение отрицательного электрода в лобной области приводит к торможению активности коры лобных долей, что затрудняет восстановление мозга;
 - фиксированность частоты пакетов стимуляции, не учитывающая значение
 - 15 собственной частоты возбуждения глиально-нейрональных структур мозга.

Использование устройств для неинвазивной стимуляции нейронов и глиально-сосудистых структур головного мозга показало, что максимальная амплитуда тока не должна превышать 2 мА [6].

- 20 Могут быть использованы электроды прямоугольной и овальной формы площадью от 9 до 15 см², обеспечивающие максимальную плотность тока не более 0,2 мА/см. Использование электродов меньшей площади может повысить риск электро-химического поражения кожного покрова непосредственно под электродами. Данный факт важен при проведении процедуры стимуляции пациентов, находящихся без сознания. При
- 25 проведении процедуры стимуляции пациентам, находящимся в сознании, возможно индивидуальное определение пороговой величина амплитуды силы тока, по субъективным тактильным ощущениям [6]. Противопоказаниями для транскраниальной электростимуляции являются: экзема, дерматит, системные тромбозы, злокачественные опухоли, атеросклероз в тяжелой форме, сердечно-сосудистая недостаточность II-III
- 30 степени, индивидуальная непереносимость электротока [7].

Использование неинвазивной электростимуляции показало, что для достижения наибольшей эффективности важна не только величина передаваемого заряда, а частотно-временные параметры стимулирующего воздействия [8].

- 35 Существует гипотеза, что при электростимуляции нейронов головного мозга основная задача заключается не только в повышении возбудимости клеток вследствие их деполяризации или гиперполяризации клеточных мембран, но и в синхронизации процессов возбуждения в нейронах и глиально-сосудистых структурах [6]. Величина длительности стимулирующего импульса, равно как и величина длительности интервала следования импульсов подбираются опытным путем, с учетом временных параметров
- 40 связанных биофизических процессов, описанных в модели Ходжкина-Хаксли [9]. Используя значения временных параметров биофизических процессов возбуждения и периода рефрактерности (когда любая стимуляция является подпороговой), протекающих не только в нейронах, но и в глиально-сосудистых структурах головного мозга, можно существенно повысить эффективность оказываемого воздействия за счет
- 45 эффекта параметрического резонанса, проявляющегося в синхронизации процессов переноса потенциала действия по всей области стимуляции.

Задачей настоящего изобретения является определение способа неинвазивной слаботочной электростимуляции нейрональных и глиально-сосудистых структур головного мозга с максимальной амплитудой тока 2 мА.

Технический результат способа - повышение эффективности лечения и реабилитации пациентов с повреждениями головного мозга, улучшение временной синхронизации работы глиально-нейрональных структур головного мозга и активации нейронов, как за счет их непосредственной стимуляции, так и за счет активации перicytтов и эндотелиоцитов, приводящей к вазодилатации и улучшению кровоснабжения мозга.

Технический результат достигается тем, что по данным электроэнцефалографии определяют верхнюю частоту биоэлектрической активности мозга, требующую стимуляции, устанавливают электроды в лобно-височных областях в проекции дорсолатеральных префронтальных зон коры, располагая анод над доминантным полушарием; при помощи программно-управляемого генератора импульсов задают частотно-временные параметры пакета прямоугольных импульсов так, что ширина импульса составляет от 10 до 20 мс, интервал между первым и вторым импульсом обратно пропорционален верхней частоте биоэлектрической активности мозга, требующей стимуляции, длительность интервалов времени между последующими импульсами в рамках одного генерируемого за один цикл пакета увеличивается с коэффициентом $1,6 \pm 0,32$; в пакет включают не менее 5 импульсов; сформированную последовательность импульсов подают на блок усиления и формируют сигнал, представляющий собой суперпозицию постоянного и импульсного тока так, что суммарный ток не более 2mA, стимуляцию проводят ежедневно, увеличивая продолжительность процедуры до появления гиперемии кожных покровов в зоне анода.

Способ поясняется графическим материалом, где:

Фиг. 1 - схема частотно-временных параметров пакета прямоугольных импульсов.

Способ осуществляют следующим образом.

Выполняют пациенту электроэнцефалографию (ЭЭГ), определяют частоты биоэлектрической активности мозга, требующих стимуляции. Устанавливают электроды в лобно-височных областях в проекции дорсолатеральных префронтальных зон коры, анод над доминантным полушарием, а катод с контралатеральной стороны. При помощи программно-управляемого генератора импульсов задают частотно-временные параметры пакета прямоугольных импульсов (Фиг. 1): ширина импульса составляет от 10 до 20 мс, ($\tau_{\text{и}}$), что соответствует модели Ходжкина-Хаксли о времени возбуждения нейрона. Длительность интервалов времени между импульсами ($T_{\text{и}i}$, где i - номер импульса) в рамках одного генерируемого за один цикл пакета импульсов увеличивается с коэффициентом $1,6 \pm 0,32$. При этом $T_{\text{и}1}$ обратно пропорционально верхней частоте биоэлектрической активности мозга, требующих стимуляции. Число импульсов в пакете не менее 5. Сформированную последовательность импульсов подают на блок усиления и формируют сигнал, представляющий собой суперпозицию постоянного (V_{min}) и импульсного тока, при этом суммарный ток не более 2mA (V_{max}) и зависит от пороговой чувствительности пациента. Стимуляцию проводят ежедневно, увеличивая продолжительность процедуры до появления гиперемии кожных покровов в зоне анода.

Клинический пример 1.

Пациент В. 36 лет поступил 14.12.2016 г. Из анамнеза: пострадал при столкновении с грузовым автомобилем.

Диагноз: Тяжелая черепно-мозговая травма. Ушиб головного мозга тяжелой степени тяжести. Диффузное аксональное повреждение. Острая субдуральная гематома правой лобно-теменно-височной области. Отек и дислокация головного мозга. Перелом основания черепа слева. Массивное субарахноидальное кровоизлияние. Множественные внутримозговые кровоизлияния. Травматический шок. Диэнцефальный синдром.

Длительно время находился в отделении реанимации, где проводилась искусственная вентиляция легких. Неврологический статус перед началом электростимуляции. Доминирует грубая пирамидная и стволовая симптоматика Зрачки обычной формы, фотореакция хорошая. Движения глазных яблок ограничены кверху. Снижение корнеальных рефлексов с обеих сторон. Сглажена левая носогубная складка. Лицо асимметрично. Глотание снижено. Симптомы Бабинского с 2-х сторон. Сухожильные рефлексы преобладают слева, повышены. Брюшные рефлексы торпидны. Центральный гемипарез слева. Шкала Комы Глазго - 9 баллов. Текущая шкала Рэнкин 5 баллов, Шкала Исходов Глазго - 2 балла, Индекс Бартела 0 баллов.

Проведена транскраниальная электростимуляция по предложенному способу.

Выполнена ЭЭГ. По данным ЭЭГ определены частоты биоэлектрической активности мозга. Отмечено уменьшение представительства α -ритма требующие стимуляции. Верхняя частота ($f_{\text{верхн.}}$) составила 14 Гц. Рассчитали интервал между двумя первыми импульсами в пакете $Tu1=1/f_{\text{верхн.}}=1/14=71$ мс. Анамнестически пациент правша.

Электроды устанавливали в лобно-височных областях в проекции дорсо-латеральных префронтальных зон коры, анод - над левым полушарием, а катод - над правым полушарием. При помощи программно-управляемого генератора импульсов задавали частотно-временные параметры пакета прямоугольных импульсов: ширина импульса составляет 10 мс, коэффициент увеличения длительности интервалов времени между импульсами 1,28 в рамках одного генерируемого за один цикл пакета из 5 импульсов. Сформированную последовательность импульсов подавали на блок усиления и формировали сигнал, представляющий собой суперпозицию постоянного тока 1 мА и импульсного тока 1 мА в связи с большим весом пациента. Стимуляцию проводили ежедневно в течение 15 дней. Продолжительность процедуры увеличивали каждые 2-3 дня на 2-5 минут до появления гиперемии кожных покровов в зоне анода. На завершающей процедуре появление гиперемии кожных покровов в зоне анода наблюдалось на 58 минуте.

В неврологическом статусе на момент окончания курса стимуляции (03.02.2017 г.) Шкала Комы Глазго - 12 баллов. Текущая шкала Рэнкин - 4 балла, Шкала Исходов Глазго -3 балла, Индекс Бартела - 1 балл.

Зрачки обычной формы расширены, фотореакция снижена. Движения глазных яблок ограничены кверху. Незначительное расходящееся косоглазие. Снижение корнеальных рефлексов с обеих сторон. Сглажена левая носогубная складка. Лицо асимметрично. Глотание снижено. Язык не отклонен. Симптомы Бабинского с 2-х сторон. Сухожильные рефлексы преобладают слева, снижены. Брюшные рефлексы торпидны. Периферический гемипарез справа держится.

Транскраниальная электростимуляция по предложенному способу привела к значительному улучшению уровня бодрствования, неврологического статуса по основным шкалам и регрессу неврологических нарушений. Улучшение мозгового кровотока за счет вазодилатации было зафиксировано при помощи КТ-ангиографии и КТ-перфузии, улучшение функции головного мозга - при помощи когерентного анализа ЭЭГ. На Фиг. 2 приведена компьютерно-томографическая ангиография пациента до (Фиг. 2а) и после электростимуляции (Фиг. 2б). Вазодилатация М1 сегмента левой средней мозговой артерии после проведения сеанса электростимуляции с 1,7 мм до стимуляции до 3,1 мм - после нее. На фиг. 3 приведены перфузионные карты Вестермарка пациента до (Фиг. 3а) и после электростимуляции (Фиг. 3б). Зона гипоперфузии (выделена зеленым цветом и указана стрелкой) в области левого зрительного бугра после электростимуляции не выявляется.

Клинический пример 2.

Пациентка П. 32 лет поступила 10.09.2019 после полученной травмы в дорожно-транспортном происшествии.

5 Диагноз. Тяжелая черепно-мозговая травма. Ушиб головного мозга тяжелой степени. Травматический шок II ст. Постгипоксическая энцефалопатия 3 степени. Состояние минимальных проявлений сознания (минус). Молниеносная форма жировой эмболии. Сердечного легочная реанимация от 10.09.2019. Постреанимационная болезнь.

10 Течение острого периода травмы осложнилось присоединением молниеносной формы жировой эмболии, которая привела к остановке сердца и дыхания 10.09.2019. Развитие церебральной гипоксии на фоне остановки сердца привела к коматозному состоянию. Длительно находилась в отделении реанимации.

15 В неврологическом статусе на момент начала стимуляции (16.10.2019). Шкала комы Глазго - 10 баллов. Текущая шкала Рэнкин - 5 баллов, Шкала Исходов Глазго - 2 балла, Индекс Бартела - 0 баллов. Открывает глаза, инструкции не выполняет. Грубая стволовая симптоматика. Симптом Бабинского с обеих сторон.

Проведена транскраниальная электростимуляция по предложенному способу.

20 Выполнена ЭЭГ. По данным ЭЭГ определена верхняя частота биоэлектрической активности мозга, требующая стимуляции ($f_{\text{верхн.}}$) 30 Гц. Рассчитали интервал между двумя первыми импульсами в пакете $Tu1=1/f_{\text{верхн.}}=33$ мс. Пациент по анамнезу левша. Электроды устанавливали в лобно-височных областях в проекции дорсо-латеральных префронтальных зон коры, анод - над правым полушарием, а катод - над левым полушарием. При помощи программно-управляемого генератора импульсов задавали частотно-временные параметры пакета прямоугольных импульсов: ширина импульса составляет 20 мс, коэффициент увеличения длительности интервалов времени между импульсами 1,92 в рамках одного генерируемого за один цикл пакета из 5 импульсов. Сформированную последовательность импульсов подавали на блок усиления и формировали сигнал, представляющий собой суперпозицию постоянного тока 0,8 мА и импульсного тока 0,4 мА в связи с небольшой массой пациентки. Стимуляцию проводили ежедневно в течение 20 дней. Продолжительность процедуры увеличивали ежедневно на 1-2 минуты. На завершающей процедуре появление гиперемии кожных покровов в зоне анода наблюдалось на 43 минуте.

30 ЭЭГ 24.10.19: выраженные диффузные общемозговые изменения без явных очаговых и пароксизмальных проявлений. Формирование бета и тэта-активности в отведениях, описывающих подкорковую зону.

35 ЭЭГ 13.11.19: выраженные диффузные общемозговые изменения без явных очаговых и пароксизмальных проявлений. Динамическая ЭЭГ до (Фиг. 4а) и после (Фиг. 4б) стимуляции выявляет восстановление ритмики и амплитуды биоэлектрической активности. После проведения сеанса электростимуляции - нарастание спектральной и суммарной ЭЭГ активности. В неврологическом статусе на момент окончания курса стимуляции (16.11.2019). Открывает глаза, инструкции выполняет избирательно. Негрубая стволовая симптоматика. Симптом Бабинского с обеих сторон. Шкала комы Глазго - 12 баллов, Шкала Рэнкин - 4 балла, Шкала Исходов Глазго - 3 балла, Индекс Бартела - 1 балл.

45 Таким образом, транскраниальная электростимуляция по предложенной методике привела к значительному улучшению уровня бодрствования, данных ЭЭГ и регрессу неврологических нарушений.

Существенным фактором в выбранной схеме стимуляции является то, что временные характеристики электрических импульсов подобраны исходя из длительности процессов

активации и восстановления нейронов и глии, представленной в модели Ходжкина-Хаксли [10].

Кроме того, методика оказания воздействия сформирована с учетом зон локации электродов и полярности расположения оных. Положение активного электрода - определяющего «положительный фронт» стимулирующих импульсов, определяется с 5 учетом доминантного полушария пациента.

Импульсное воздействие стимулирует и синхронизирует процесс переноса заряда через поверхности мембран глиальных (перипитов, микроглии и т.д.), клеток сосудистой 10 стенки (эндотелиоцитов), а также нейронов головного мозга. Использование параметров стимуляции на основе модели Ходжкина-Хаксли приводит к непосредственному возбуждению нейронов в зоне анода. Кроме того, воздействие на перипиты и эндотелиоциты приводит к вазодилатации и улучшению кровоснабжения, что ведет к опосредованному улучшению работы нейроваскулярной единицы.

Использованные источники:

- 15 1. Matsui T., Asano T., Nakano T. et al. Clinical experience of spinal cord stimulation in an attempt of treatment of patients with prolonged coma // Proceedings of the 1-st annual meeting of the Society for Treatment of Coma. Kyoto, 1992. V.1. P.83.
2. Tsubokawa T. Deep brain stimulation therapy for a persistent vegetative state // Journal of Neurotrauma. 1995. V.12. №3. P.345.
- 20 3. Климаш А.В., Жанайдаров Ж.С., Иванов А.Ю. и др. Применение чрезликворной электростимуляции у пациентов с тяжелой черепно-мозговой травмой // Мат. VII Международного симпозиума «Новые технологии в нейрохирургии». СПб., 2004, с. 36-37.
4. Шарова Е.В., Амчеславский В.Г., Потапов А.А., Анзимиров В.Л., Зайцев О.С., 25 Емельянов В.К., Шабалов В.А. ЭЭГ-эффекты лечебной электростимуляции головного мозга человека при посттравматическом бессознательном состоянии. Физиология человека, 2001, том 27, №2, с. 29-31.
5. Driscoll D.A., Rush S., et al. 1971., Reynolds D.V., Loram J.S., Sjoberg A.E., 1971
6. Bikson M, Grossman P, Thomas C, Zannou AL, Jiang J, Adnan T, et al. Safety of transcranial 30 direct current stimulation: evidence based update 2016. Brain Stimul 2016;9 (5):641e61.
7. The National Institute for Occupational Safety and Health. Worker deaths by electrocution. NIOSH Publication No. 98-131. 2009 Available at: <http://www.cdc.gov/niosh/docs/98-131/overview.html>.
8. Fish RM, Geddes LA. Electrophysiology of connection current spikes. Cardiovasc Eng. 35 2008; 8(4):219-24.
9. Encyclopedia of Neuroscience. - 3rd edition. - Elsevier Science, 2004.
10. Рубин, А.Б. Биофизика. Т.1. Теоретическая биофизика. Учебник для вузов. 2-е изд. М.: Книжный дом «Университет». 1999: 166.

40 (57) Формула изобретения

Способ неинвазивной электростимуляции структур головного мозга при травмах 45 головного мозга, включающий наложение электродов на кожные покровы головы с последующим лечебным воздействием электрическим током прямоугольными импульсами курсом от 10 до 20 сеансов, отличающийся тем, что проводят электроэнцефалографию, по данным которой выявляют биоэлектрическую активность головного мозга, требующую стимуляции, и определяют ее верхнюю частоту, устанавливают электроды в лобно-височных областях в проекции дорсо-латеральной префронтальной извилины, располагая анод над доминантным полушарием; при

помощи программно-управляемого генератора импульсов задают частотно-временные параметры пакета прямоугольных импульсов так, что ширина импульса составляет от 10 до 20 мс, интервал между первым и вторым импульсами обратно пропорционален верхней частоте биоэлектрической активности мозга, требующей стимуляции,

5 длительность интервалов времени между последующими импульсами в рамках одного генерируемого за один цикл пакета увеличивается с коэффициентом 1,28-1,92; в пакет включают не менее 5 импульсов; сформированную последовательность импульсов подают на блок усиления и формируют сигнал, представляющий собой суперпозицию постоянного и импульсного тока так, что суммарный ток - не более 2 мА, стимуляцию
10 проводят ежедневно, увеличивая продолжительность процедуры до появления гиперемии кожных покровов в зоне анода.

15

20

25

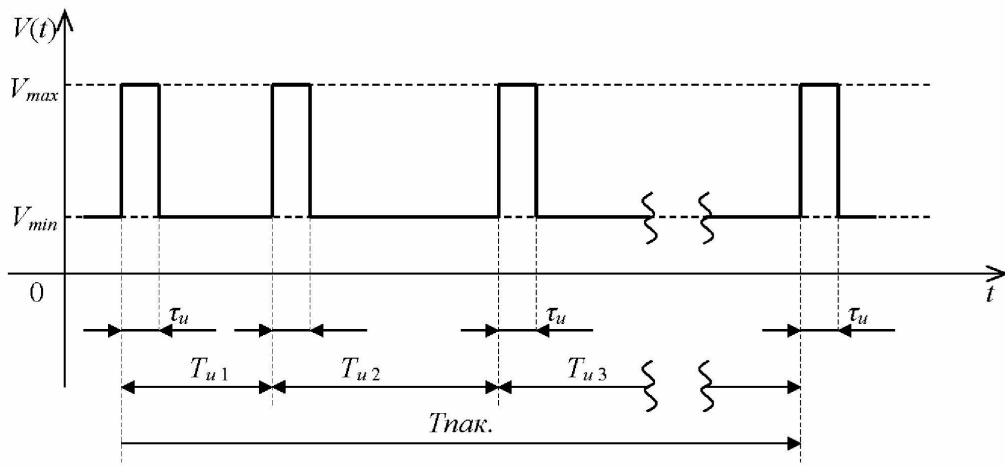
30

35

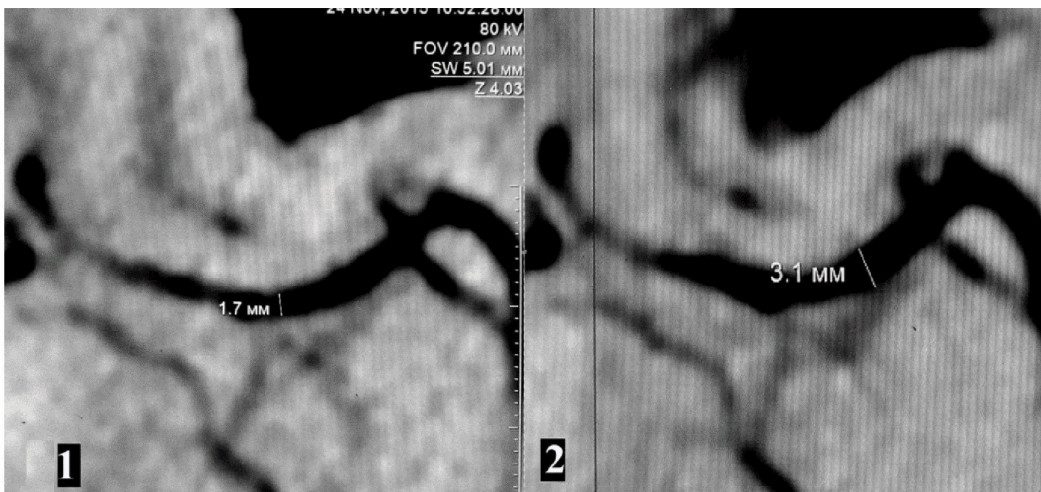
40

45

1



Фиг. 1

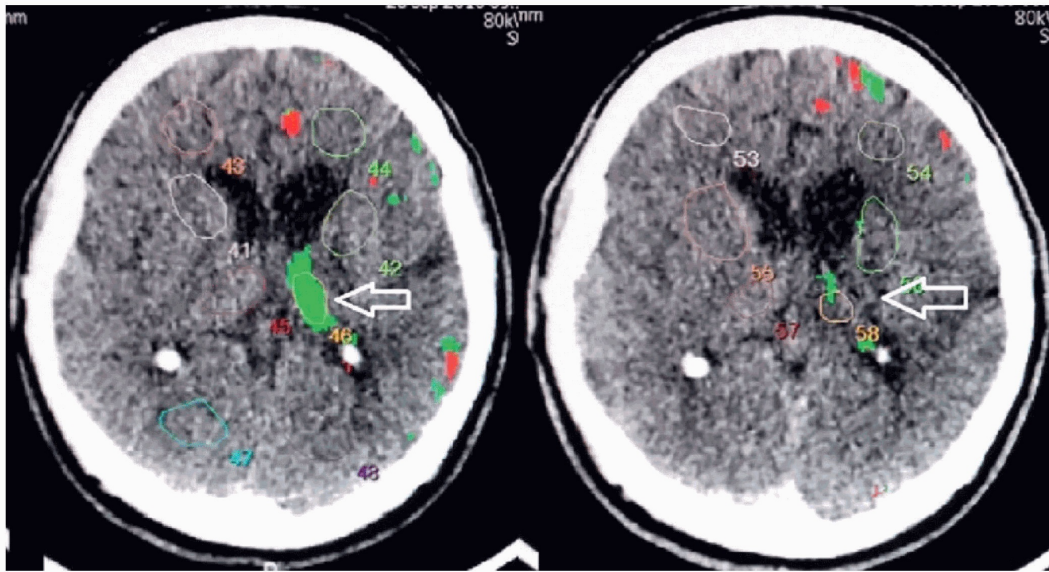


а

б

Фиг. 2

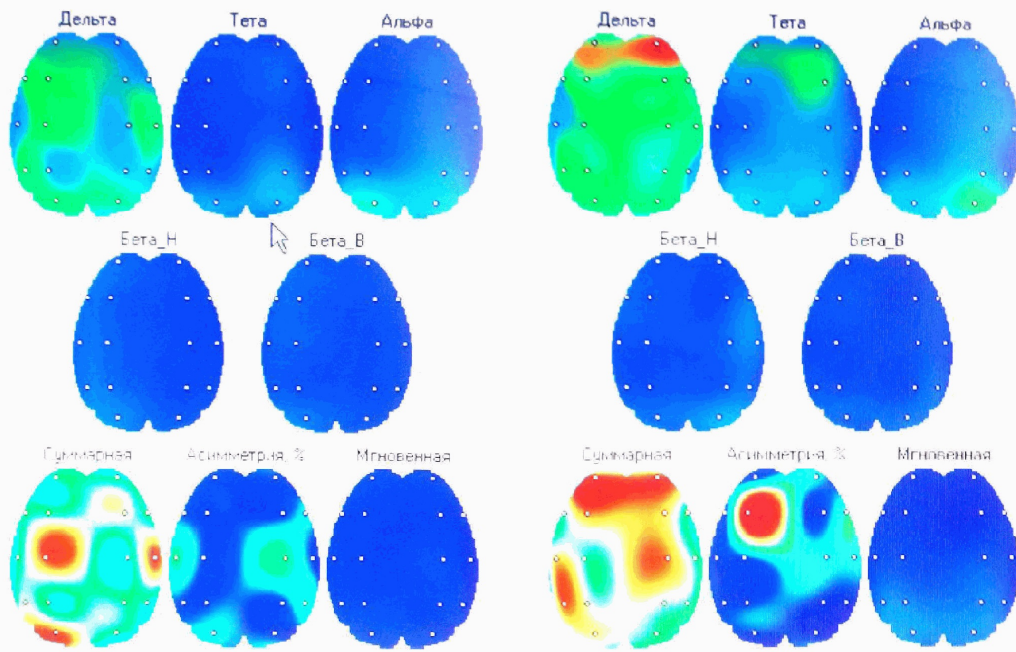
2



а

б

Фиг. 3



а

б

Фиг. 4