

ПРИМЕНЕНИЕ ТРАНСКРАНИАЛЬНОЙ МИКРОПОЛЯРИЗАЦИИ В РЕАБИЛИТАЦИИ ПАЦИЕНТОВ С ОНМК



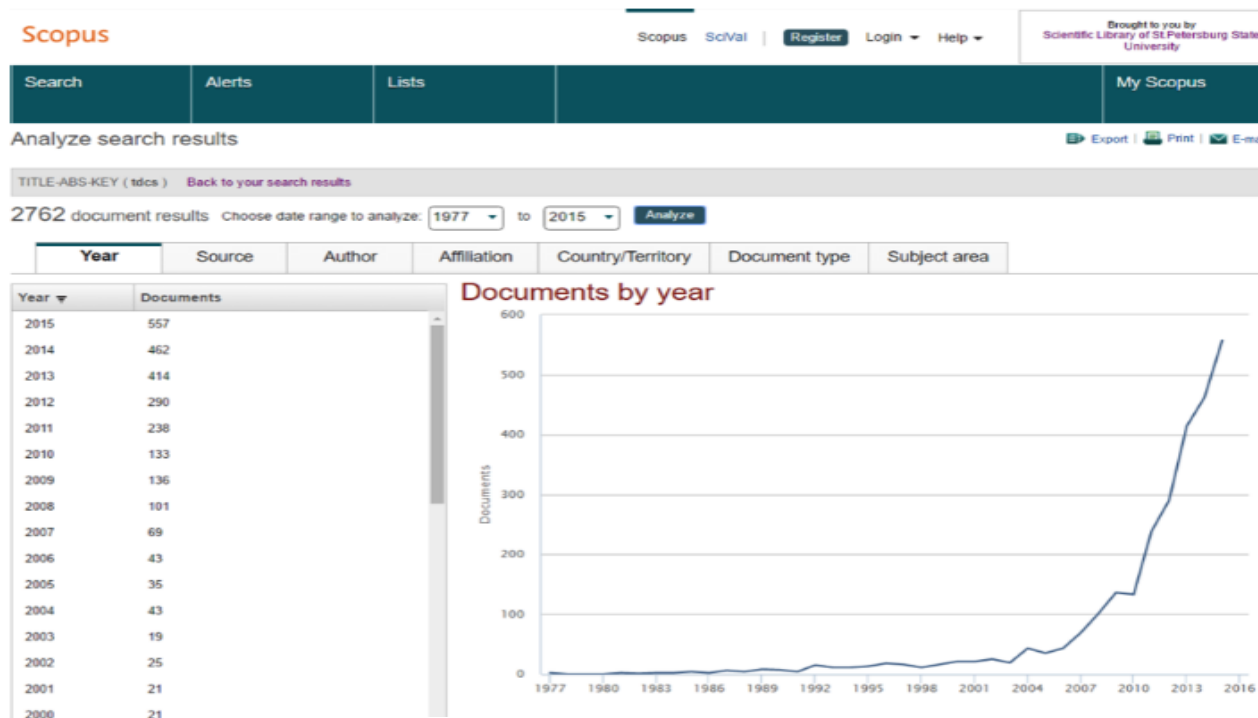
Основина Ирина Павловна, к.м.н., доцент кафедры медицинской реабилитологии ФГБОУ ВО «Ивановский ГМУ» Минздрава России

Чистякова Юлия Владимировна, к.м.н., доцент кафедры медицинской реабилитологии ФГБОУ ВО «Ивановский ГМУ» Минздрава России

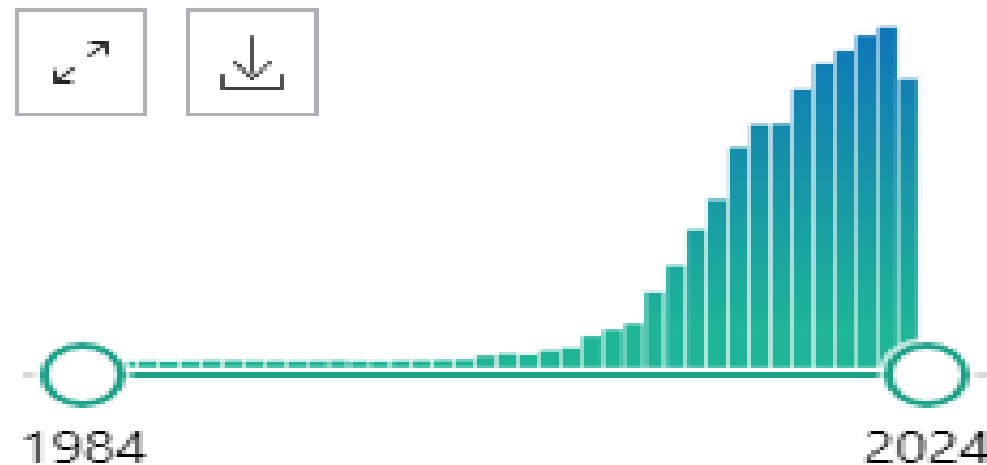
Довгалюк Юрий Викторович, к.м.н., доцент кафедры госпитальной терапии, кардиологии и ОВП ФГБОУ ВО «Ивановский ГМУ» Минздрава России

Минск, 2024

ЧИСЛО НАУЧНЫХ РАБОТ ПО tDCS В БАЗЕ НАУЧНЫХ ПУБЛИКАЦИЙ Scopus и PubMed



RESULTS BY YEAR



Американское военное агентство DARPA ускорило обучение американских пилотов и снайперов в 2,1 раза при помощи tDCS



Мета-анализ 7 двойных-слепых плацебо контролируемых исследования демонстрирует, что tDCS ускоряет моторное обучение



Ученые из Гарварда выяснили, что нейростимуляция улучшает память до 30%

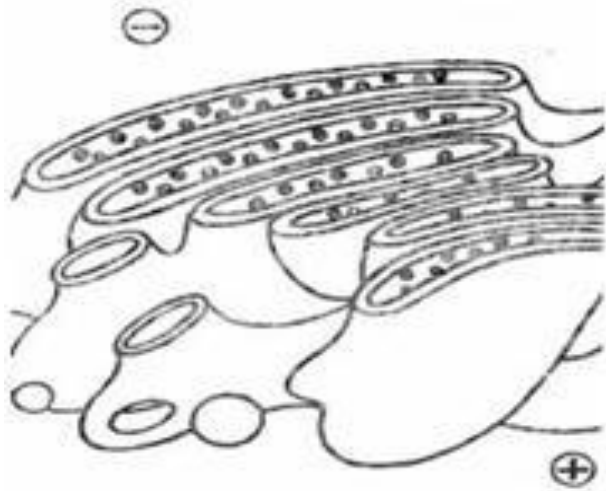
МИКРОПОЛЯРИЗАЦИЯ – лечебное применение электрического тока небольшой силы на ткани головного и спинного мозга для направленного и регулируемого воздействия на уровень возбудимости нервной ткани.

В настоящее время микрополяризацию относят к методам *неинвазивной нейромодуляции*.

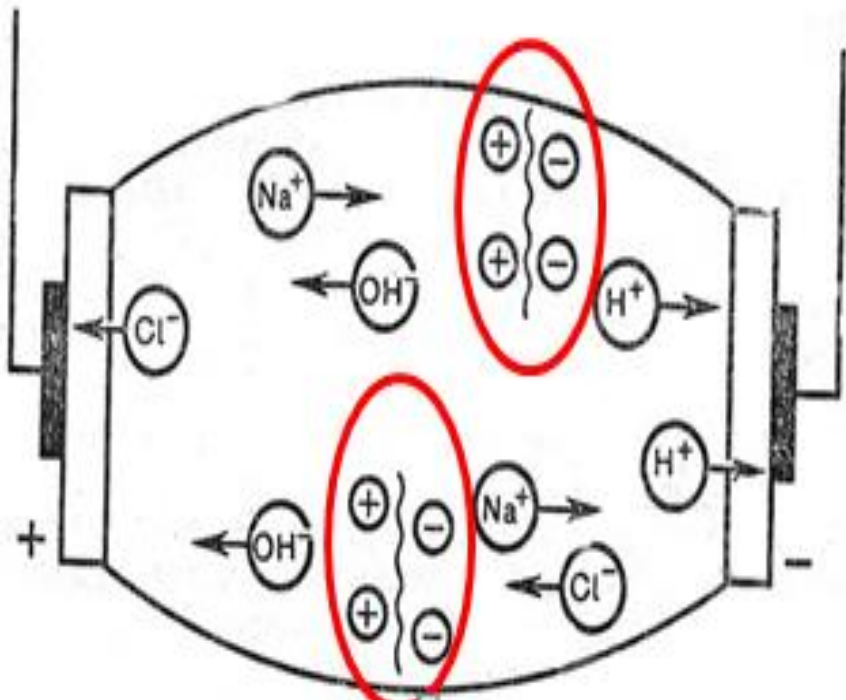


В справочнике по физиотерапии процедура микрополяризации относится к физиотерапевтическим методикам и описана как "центральная анодизация" или гальванизация головного мозга (церебральная электростимуляция постоянным током).

В англоязычной среде распространен термин *«Транскраниальная стимуляция постоянным током»* (англ. *«Transcranial direct current stimulation»*, сокращенно **tDCS**).



Образование виртуальных полюсов на клеточных мембранах в постоянном электрическом поле



Термин **«микрополяризация»**, объединяет в себе **характеристику параметров постоянного тока**, используемых для проведения процедур ТКМП и ТВМП (микротоки), и механизм действия микротока, приложенного к нервной ткани (поляризация клеточной и синаптической мембраны).

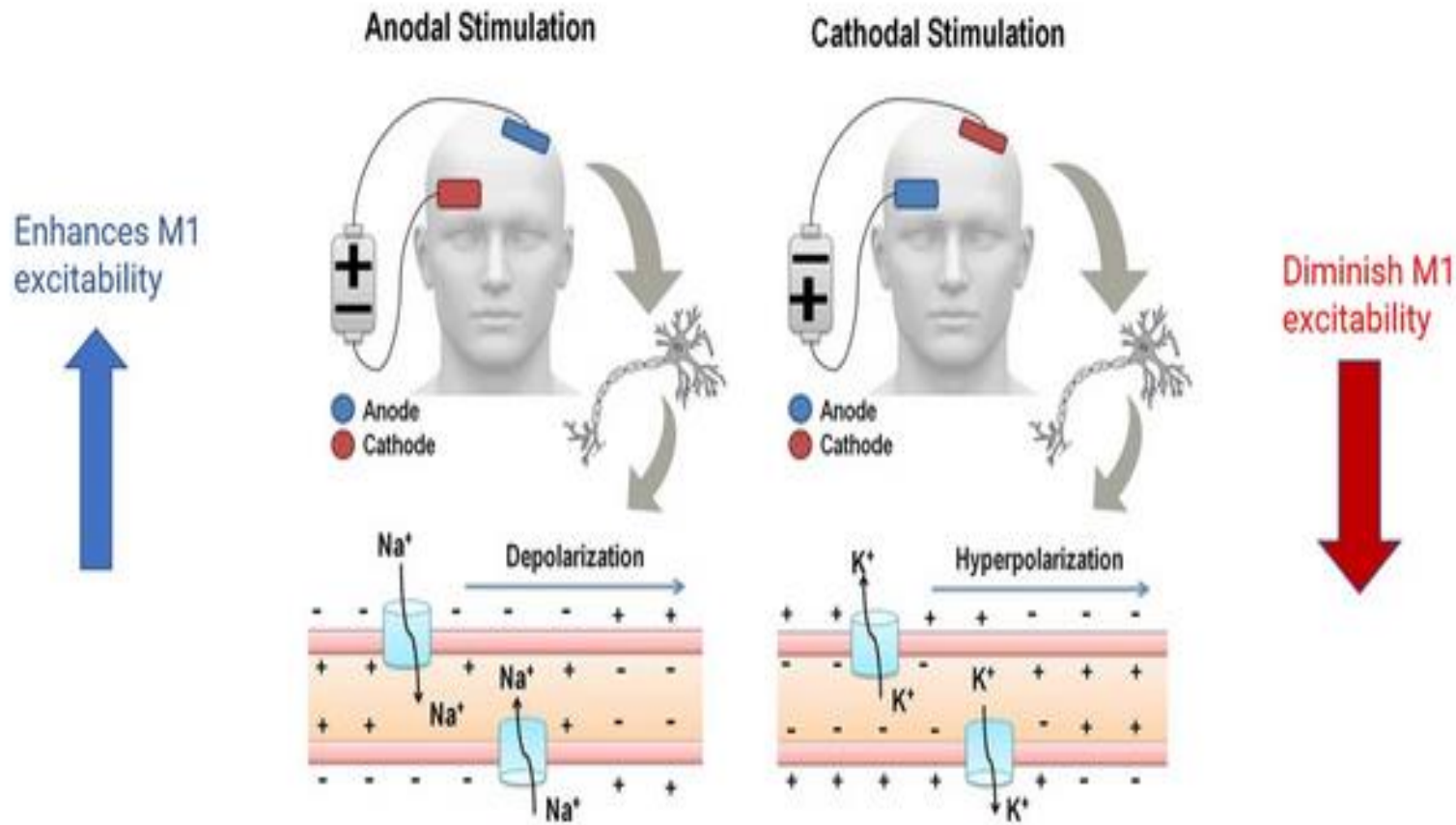
Микрополяризация использует постоянный ток силой менее 1 мА и является частным случаем метода «микротоковая терапия».

Поляризация – образование множества маленьких полюсов внутри тканей из-за того, что межклеточные перегородки на пути тока создают препятствие для движения ионов.

Ионы скапливаются у межклеточных перегородок и формируют промежуточные полюсы, между которыми возникают поляризационные токи противоположного направления по отношению к току проводимости.

Технологии ТКМП были разработаны в 70-е годы, сегодня методики доработаны и применяются при целом ряде неврологических, психоневрологических и психических заболеваний, в том числе при ОНМК

ФИЗИОЛОГИЧЕСКОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ ПОСТОЯННОГО ТОКА



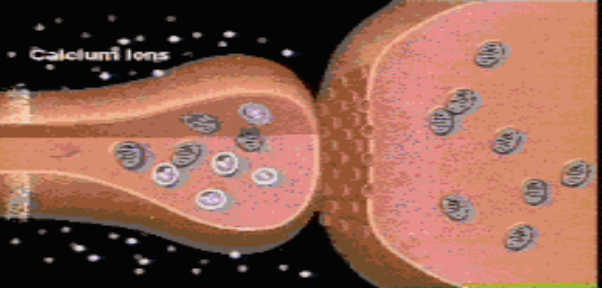
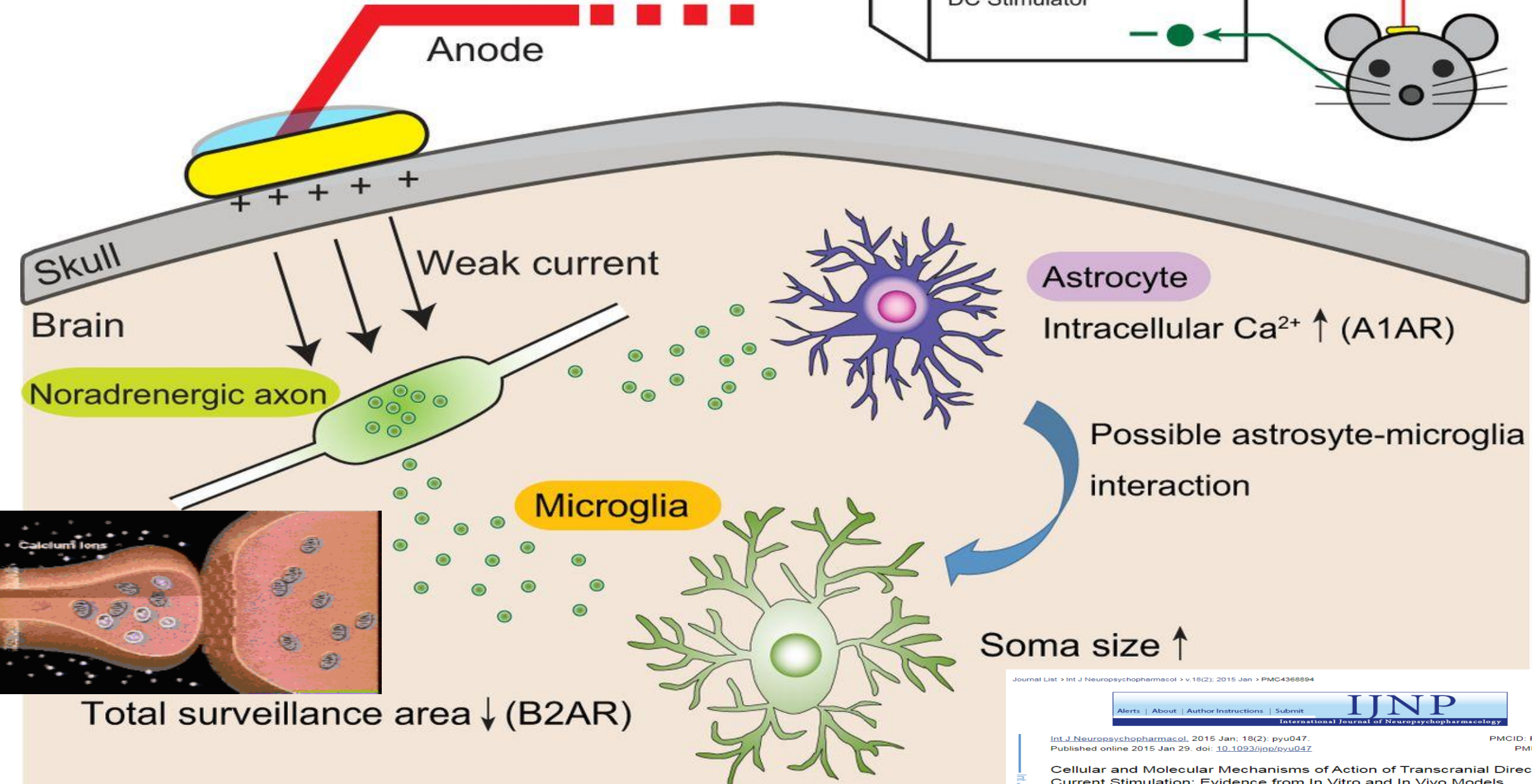
Bindman с соавторами (1960-е годы) - показали, что слабый постоянный ток может изменить нейронную возбудимость мгновенно, и что эти изменения продолжатся в течение нескольких часов.

Изменения возбудимости во время воздействия связано с изменениями мембранного потенциала

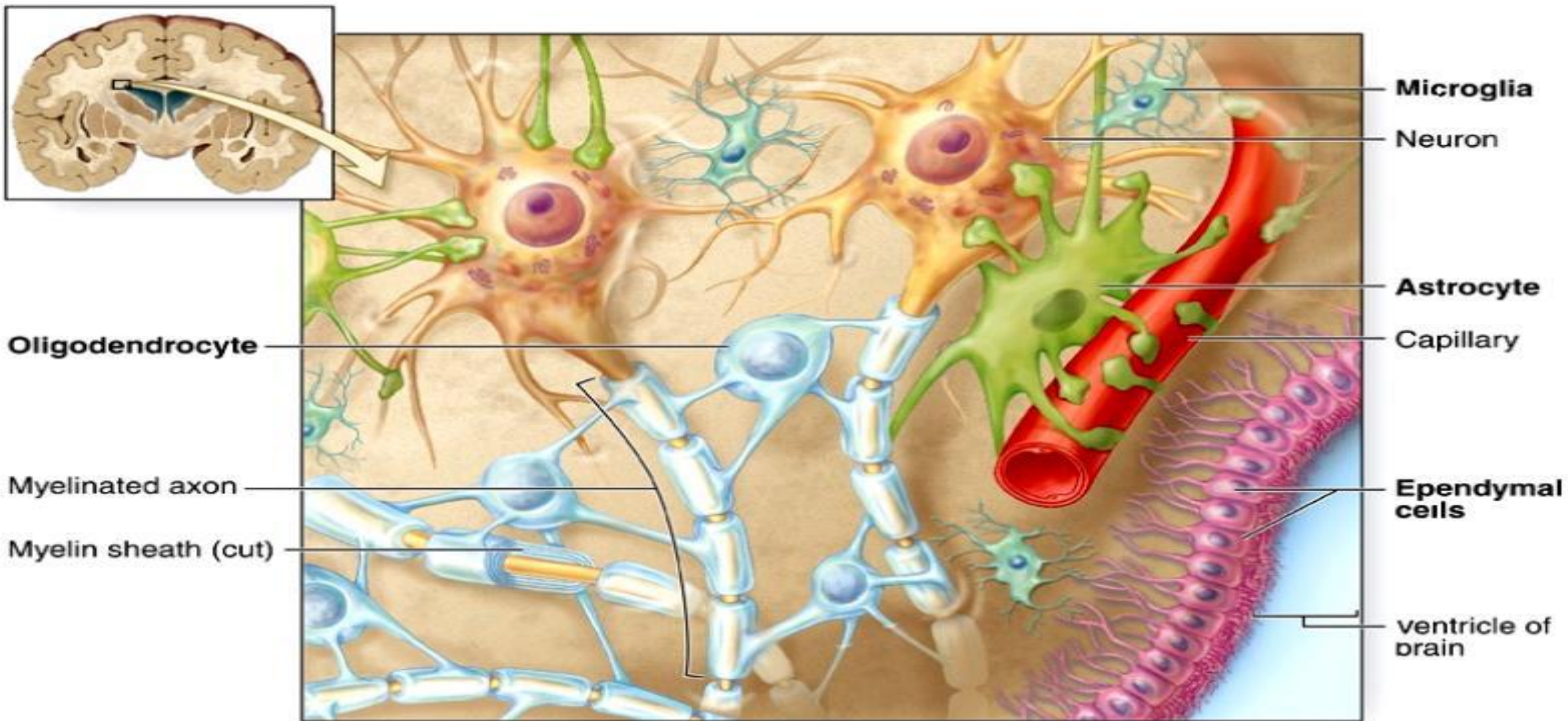
Длительные эффекты зависят от синтеза белка и сопровождаются модификациями внутриклеточного цАМФ и уровня кальция.

Анодная стимуляция обычно увеличивает возбудимость нейронов, а катодная стимуляция дает противоположный эффект

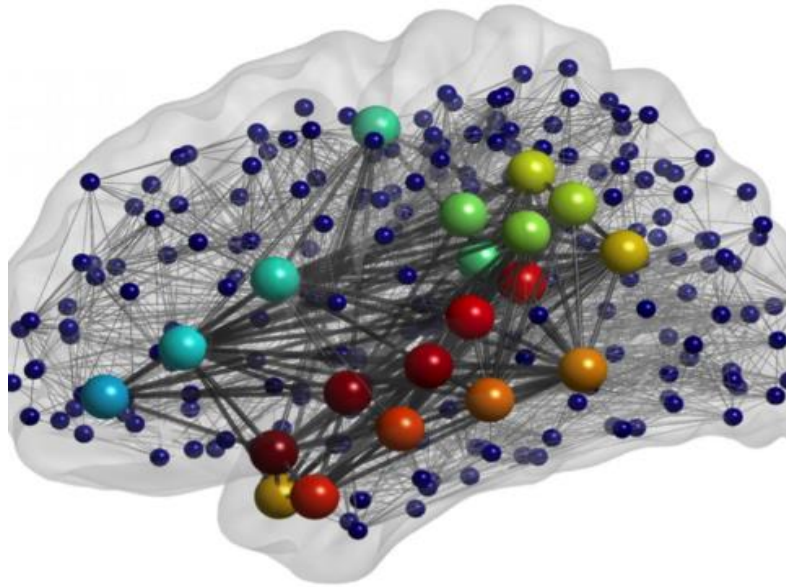
В парадигме Рудольфа Вирхова, гиперполяризация мембраны способствует проведению и восприятию импульса



Тканевой эффект - микроциркуляторный, регенеративный, противовоспалительный и т.д. связан, в основном, с системой нейроглии

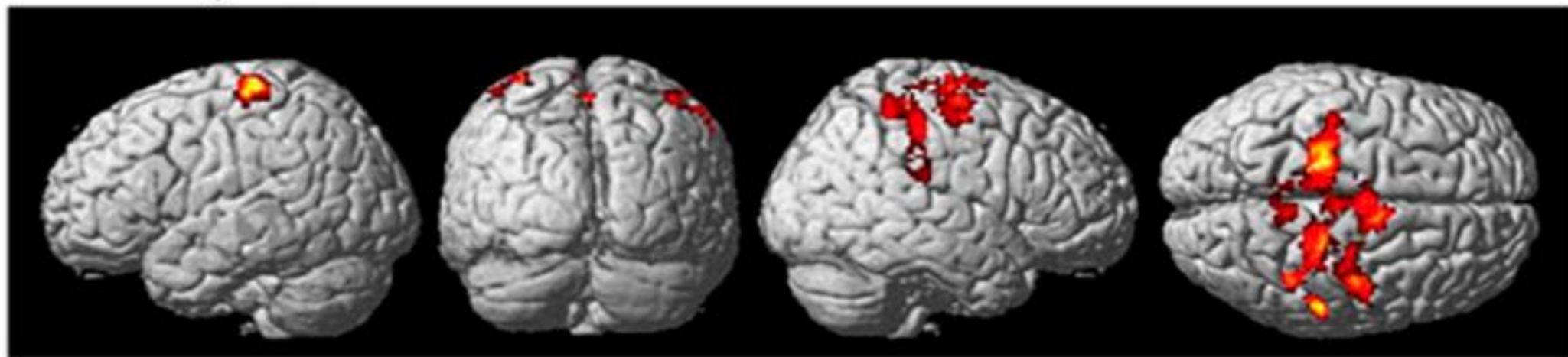


Суть нейромодуляции под влиянием МП

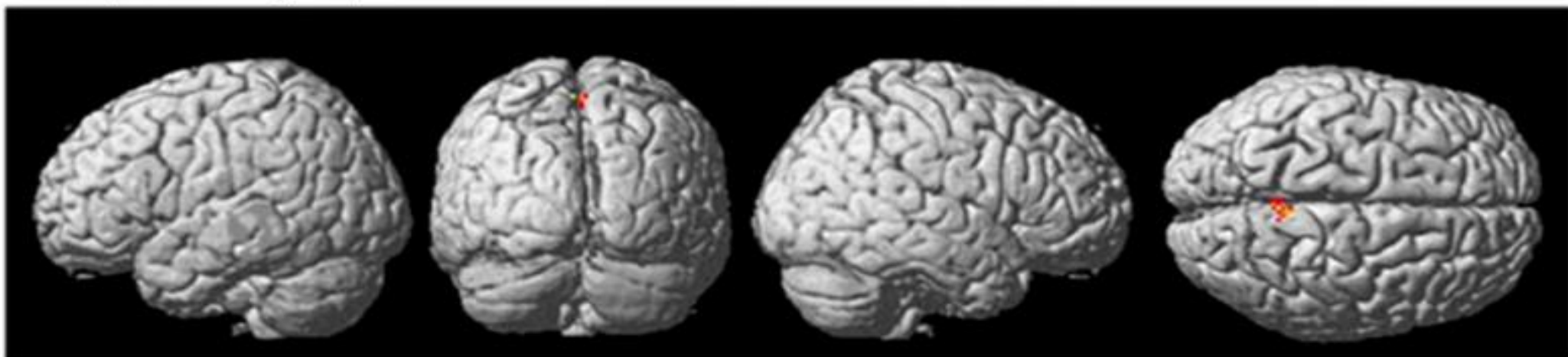


- Мозг- это полисенсорный анализатор, слэш-синтезатор с функцией аналитико-синтетической работы. Вся сложная нейромедиаторная и трансммиттерная биохимия мозга работает во многом на электрогенез: чтобы каждый импульс в нужное время оказался в нужном месте.
- Под влиянием МП в повреждённом мозге формируется некая новая система межнейрональных связей. *Аналогия с электрической цепью: если при последовательном соединении обрыв, кидается времянка, чтобы цепь продолжала работать.*
- При повреждении одного пути импульсы идут по другому. МП «переформатирует» интегративную деятельность мозга, на основе нейропластичности нервной ткани.

tDCS стимуляция



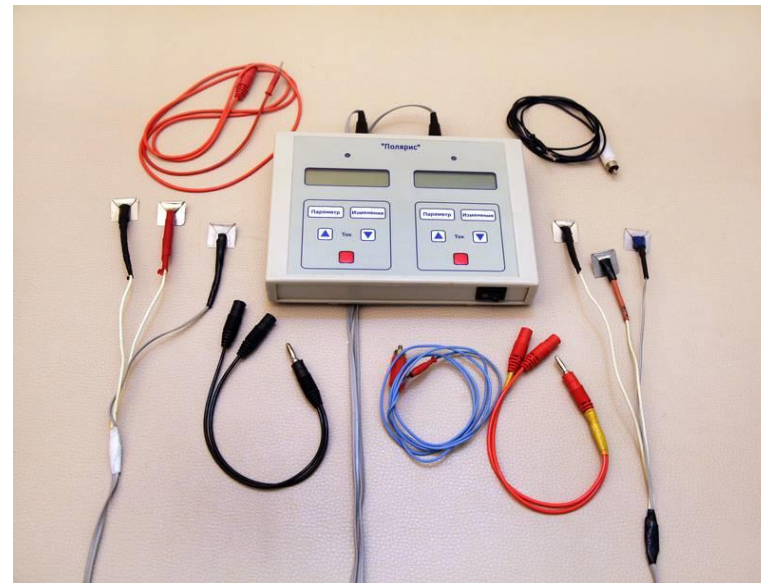
Плацебо стимуляция



Увеличение активности головного мозга при tDCS теменной коры. Цветом выделены области активации головного мозга при tDCS (верхний ряд), по сравнению с плацебо стимуляцией (нижний ряд). Во время проведения tDCS и плацебо-tDCS все испытуемые выполняли задания на внимание. По Callan, 2016.

АППАРАТУРА ДЛЯ МП

- АМГЭ-01 «Полярис»
- Элфор-проф
- Мустанг ГальваФор
- Магنون –ДКС
- Нейростим

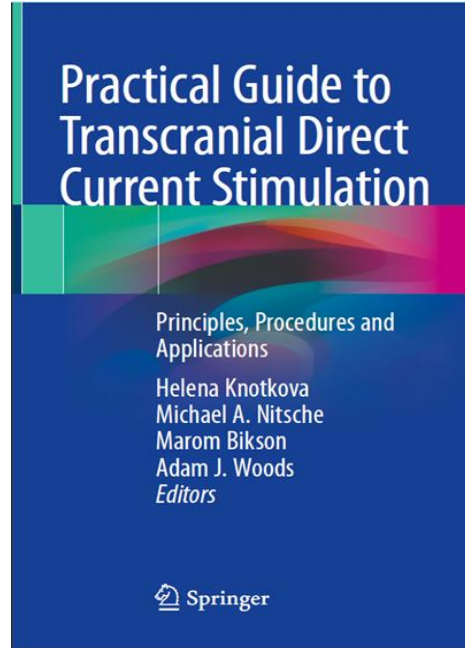


Согласно рекомендациям международной группы экспертов, в настоящее время отсутствуют рекомендации с уровнем доказательности **A (определенно эффективно)** для применения tDCS в клинической практике.

Уровень доказательности **B (вероятно эффективно)** определен для:

- 1) анодной tDCS первичной моторной коры левого полушария при фибромиалгии (катод – правая орбитофронтальная область);
- 2) анодной tDCS левой дорсолатеральной префронтальной коры при депрессивном эпизоде без фармакорезистентности (катод – правая орбитофронтальная кора);
- 3) анодной tDCS правой дорсолатеральной префронтальной коры при аддиктивных расстройствах (addiction/craving, катод – левая орбитофронтальная кора).

Кроме того, уровень доказательности **C (возможно эффективно)** определен для анодной tDCS левой (или контрлатеральной стороне боли) первичной моторной коры при хронической нейропатической боли в ногах у пациентов с поражением спинного мозга (катод – правая орбитофронтальная область).



Согласно клиническим рекомендациям² следует использовать следующие параметры стимуляции (табл. 6).

Таблица 6. Рекомендуемые параметры стимуляции при различных заболеваниях

Нозология	Расположение электродов	Амплитуда стимуляции	Длительность сеанса	Количество сеансов
Фибромиалгия	Анод — первичная моторная кора слева (C3)*; катод — супра-орбитальная область справа	2 мА	20 минут	5–10 сеансов (1 сеанс в день)
Депрессия	Анод — дорсолатеральная префронтальная кора слева (F3)*; катод — супра-орбитальная область справа	1–2 мА	20–30 минут	5–15 сеансов (1 сеанс в день)
Аддиктивные расстройства	Анод — дорсолатеральная префронтальная кора справа (F4)*; катод — дорсолатеральная префронтальная кора слева (F3)*	2 мА	20–30 минут	5 сеансов (1 сеанс в день)
Хронический болевой синдром	Анод — первичная моторная кора слева или на стороне, противоположной боли; катод — супра-орбитальная область с противоположной стороны от анода	2 мА	20–30 минут	5–10 сеансов (1 сеанс в день)
Нейропатическая боль	Анод — первичная моторная кора слева или на стороне, противоположной боли; катод — супра-орбитальная область с противоположной стороны от анода	2 мА	20–30 минут	5–10 сеансов (1 сеанс в день)
Мигрень	Катод — первичная зрительная кора (Oz)*; анод — Cz* Вариант 2: Анод — первичная моторная кора слева (C3)*; катод — супра-орбитальная область справа	1–2 мА	15–20 минут	3–5 сеансов (1 сеанс в день)
		1.0–2.8 мА	20 минут	20 сеансов (1 сеанс в день)

² Lefaucheur J. P. et al. Evidence-based guidelines on the therapeutic use of transcranial direct current stimulation (tDCS) // *Clinical Neurophysiology*. — 2017. — Т. 128. — №1. — С. 56–92.

⁴ Lefaucheur J. P. et al. Evidence-based guidelines on the therapeutic use of transcranial direct current stimulation (tDCS) // *Clinical Neurophysiology*. — 2017. — Т. 128. — №1. — С. 56–92.

Транскраниальная стимуляция постоянным током в неврологии и психиатрии

© Е.Л. ПАВЛОВА¹, А.А. МЕНЬШИКОВА², Р.Г. АКЖИГИТОВ², А.Б. ГЕХТ^{2,3}

¹Каролинский институт, Стокгольм, Швеция;

²ГБУЗ города Москвы «Научно-практический психоневрологический центр им. З.П. Соловьева ДЗМ», Москва, Россия;

³ФГАОУ ВО «Российский национальный исследовательский медицинский университет им. Н.И. Пирогова» Минздрава России, Москва, Россия

Резюме

Транскраниальная стимуляция постоянным током (transcranial direct current stimulation — tDCS) является неинвазивным методом модуляции возбудимости головного мозга слабым постоянным током. В настоящее время существует большое количество исследований применения tDCS при различных психических и неврологических заболеваниях. В данном обзоре рассмотрены данные об эффективности применения tDCS в коррекции различных нарушений, а также приведены рекомендации по использованию данного метода в клинической практике.

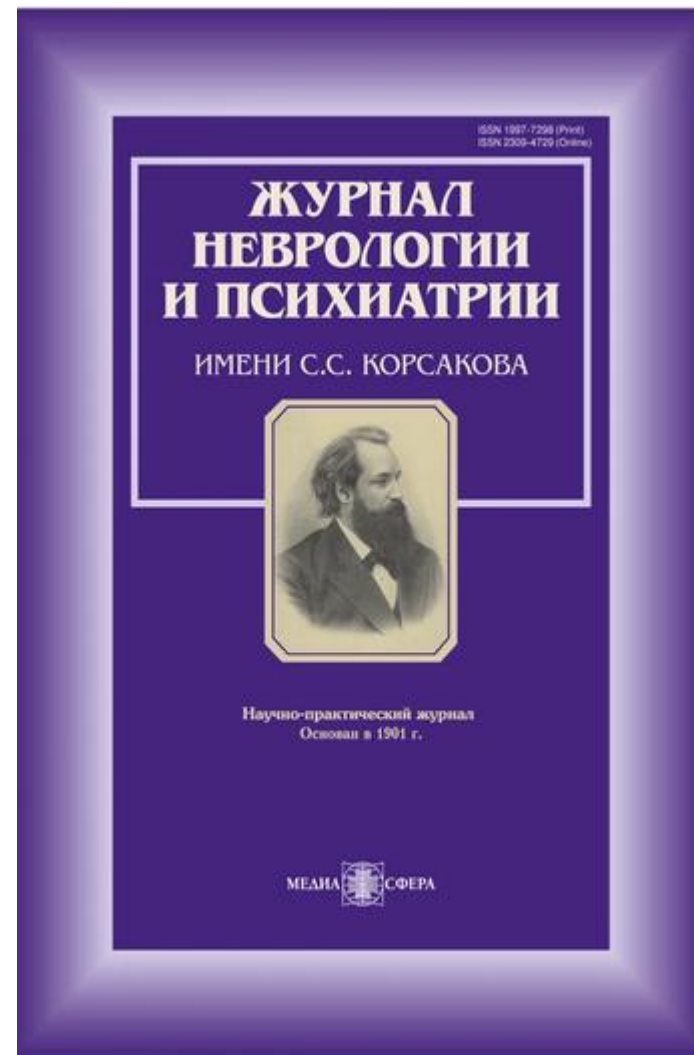
Успехи физиологических наук, 2021, Т. 52, № 1, стр. 3–15

ТРАНСКРАНИАЛЬНАЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ СТИМУЛЯЦИЯ ПОСТОЯННЫМ ТОКОМ С ВЫСОКИМ РАЗРЕШЕНИЕМ (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ)

А. Г. Пойдашева^{a,*}, И. С. Бакулин^a, Д. Ю. Лагода^a, Е. Л. Павлова^b, Н. А. Супонева^a, М. А. Пирадов^a

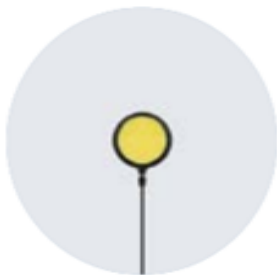
^a ФГБНУ «Научный центр неврологии»
Москва, Россия

^b Кафедра реабилитационной медицины, Каролинский институт, Университетский госпиталь
Дандерюд
Стокгольм, Швеция



ДОЗОЗАВИСИМЫЕ ПАРАМЕТРЫ

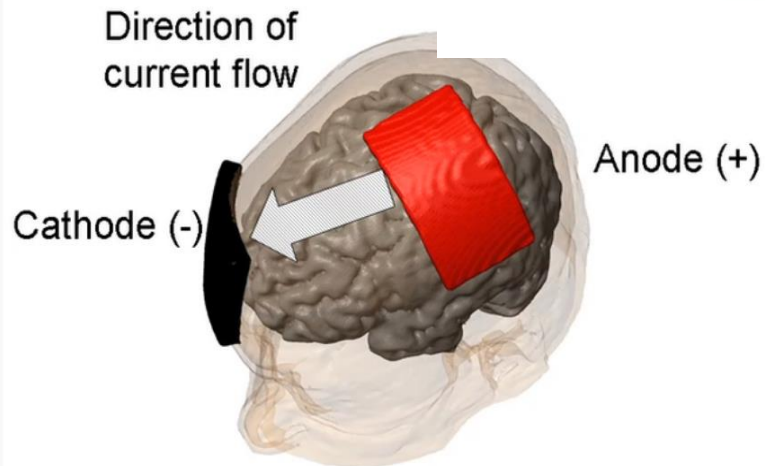
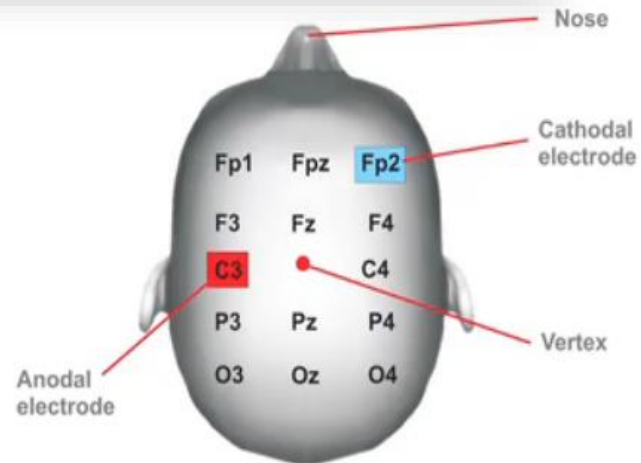
- *В настоящее время границы допустимых диапазонов плотности тока при воздействиях на головной мозг установлены в пределах **0,01—0,1 мА/см²**.*
- **Сила тока:** при ТКМП - до 1 мА , обычно от 50-150 мкА до 300-400 мкА
- *при ТВМП - до 3 мА,*
- *Сила тока для соляной МП устанавливается на уровне 700—800 мкА при ирритации ВНС, 200—300 мкА при угнетении.*
- **При использовании методик tDCS у зарубежных авторов сила тока - 2 мА (2000 мкА) (как правило, при большей площади электродов).**



применение
точечных
электродов



Депрессия	Анод — дорсолатеральная префронтальная кора слева (F3)*; катод — супраорбитальная область справа	1-2 мА	20-30 минут	5-15 сеансов (1 сеанс в день)
Аддитивные расстройства	Анод — дорсолатеральная префронтальная кора справа (F4)*; катод — дорсолатеральная префронтальная кора слева (F3)*	2 мА	20-30 минут	5 сеансов (1 сеанс в день)



Electrode Positioning and Montage in Transcranial Direct Current Stimulation

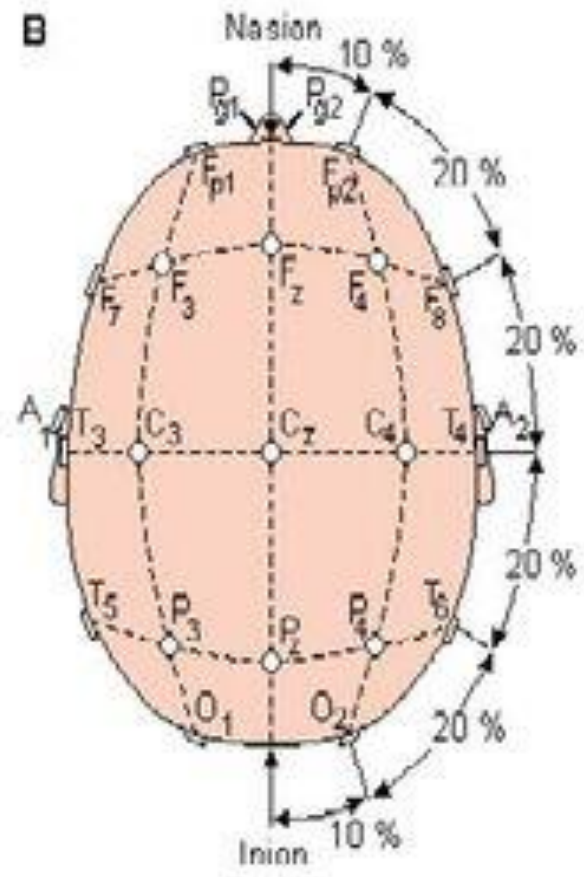
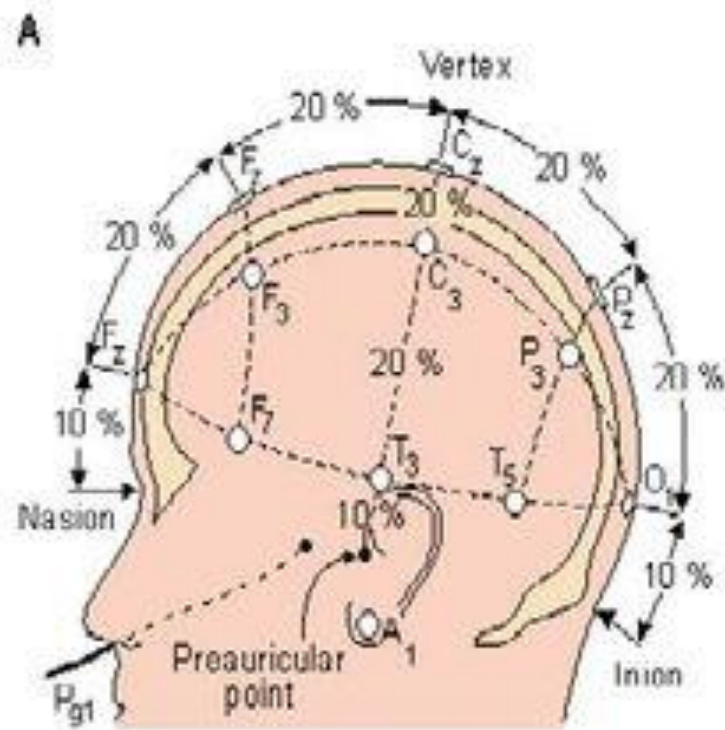
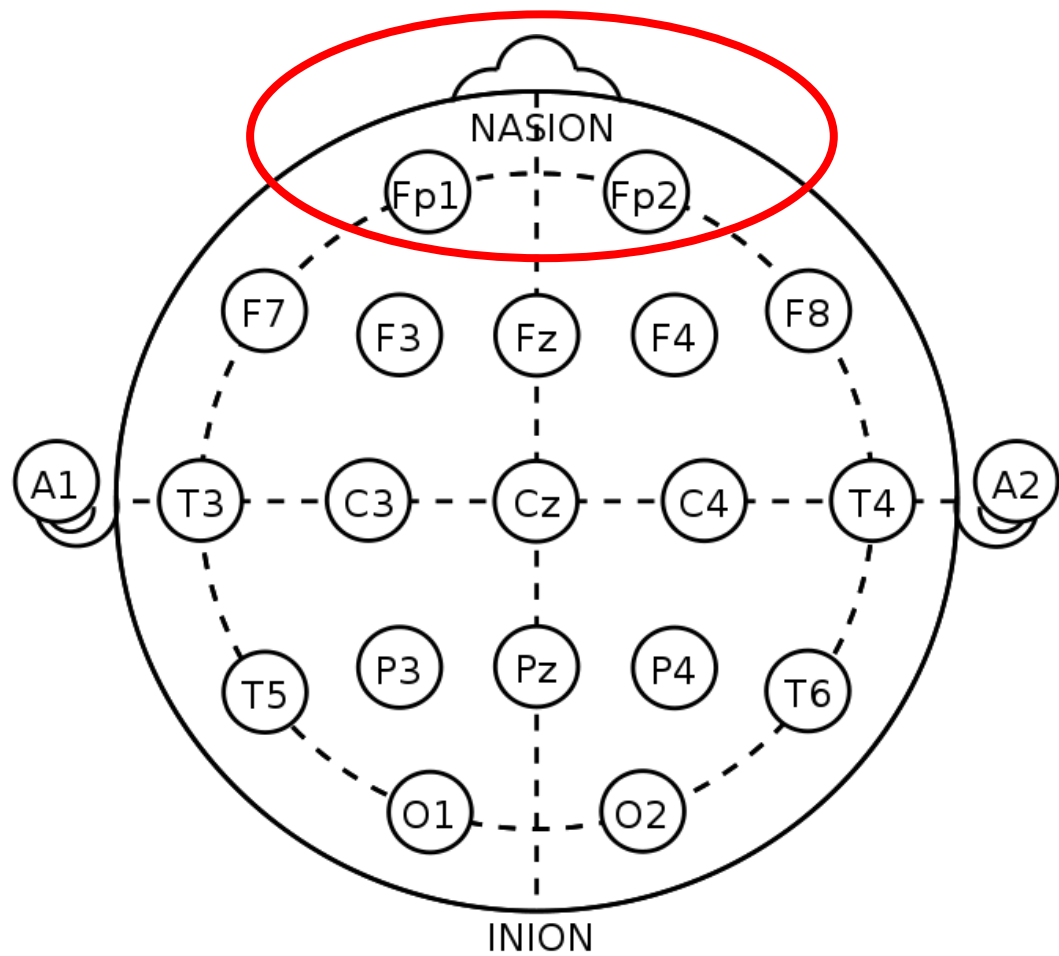
DOI: [10.3791/2744](https://doi.org/10.3791/2744)

Alexandre F. DaSilva¹, Magdalena Sarah Volz^{2,3}, Marom Bikson⁴, Felipe Fregni²

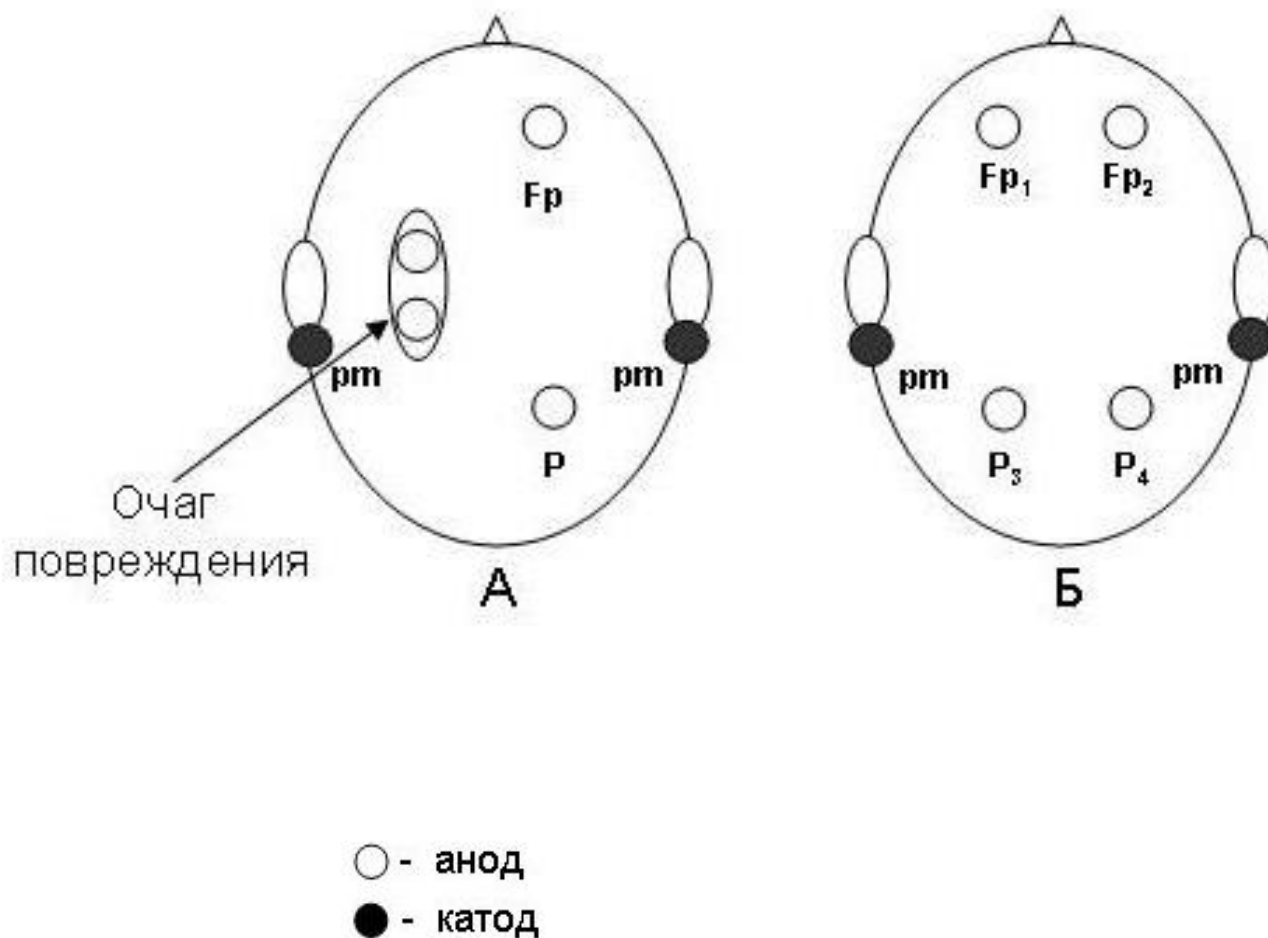
¹Headache & Orofacial Pain Effort (H.O.P.E.), Biologic & Material Sciences, School of Dentistry, **University of Michigan**, ²Laboratory of Neuromodulation, Department of Physical Medicine & Rehabilitation, Spaulding Rehabilitation Hospital and Massachusetts General Hospital, **Harvard Medical School**, ³Charité, **University Medicine Berlin**, ⁴Department of Biomedical Engineering, **The City College of New York**

<http://www.jove.com/video/2744/electrode-positioning-montage-transcranial-direct-current>

СИСТЕМА 10-20 (*Jasper H., 1958 г*)



ОЧАГОВЫЕ ПОРАЖЕНИЯ ГОЛОВНОГО МОЗГА



- У больных с очаговыми поражениями головного мозга в острой стадии при проведении ТКМП **анод** размещается непосредственно в проекции очага повреждения (в случае большой площади поражения используются два анода), **катод** – сосцевидный отросток одноименного полушария или задневисочная область одноименного полушария.

При этом одновременно проводится ТКМП неповрежденного полушария по схеме: **анод** – переднелобная и теменная проекции, **катод** – сосцевидный отросток одноименного полушария (рис. А).
- У больных в состоянии «вегетативный статус» рекомендуется проводить ТКМП обоих полушарий по схеме: **анод** - переднелобная и теменная проекции, **катод** - сосцевидный отросток одноименного полушария (рис.Б).

Более 50 лет назад имелись работы, в которых обсуждалась возможность применения локальной ТКМП для лечения депрессий (О.Липпольд, 1971). Было показано, что небольшой постоянный ток (менее 1мА) может вызывать депрессию или беспокойство, если его пропускать в течение нескольких часов.

При этом особо указывалось на необходимость учета полярности электрода. Так, например, при поляризации лобных отделов головного мозга **анодом** депрессивные больные становились более оживленными, а тревожные - более спокойными. При этом выполнение психологических тестов (на внимание, память, координацию, быстроту чтения) не вызывало заметного затруднения.

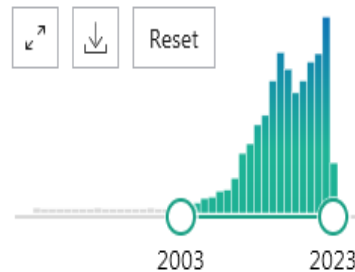
Во время катодной поляризации наблюдали обратную картину. Кроме того, проведение "псевдополяризации", при отсутствии воздействия током, о чем больной не знал, терапевтического эффекта также не давало.

MY NCBI FILTERS 

1,161 results

Page 1 of 117

RESULTS BY YEAR



TEXT AVAILABILITY

Transcranial direct current stimulation (tDCS) for improving capacity in activities and arm function after stroke: a network meta-analysis of randomised controlled trials.

1

Cite

Share

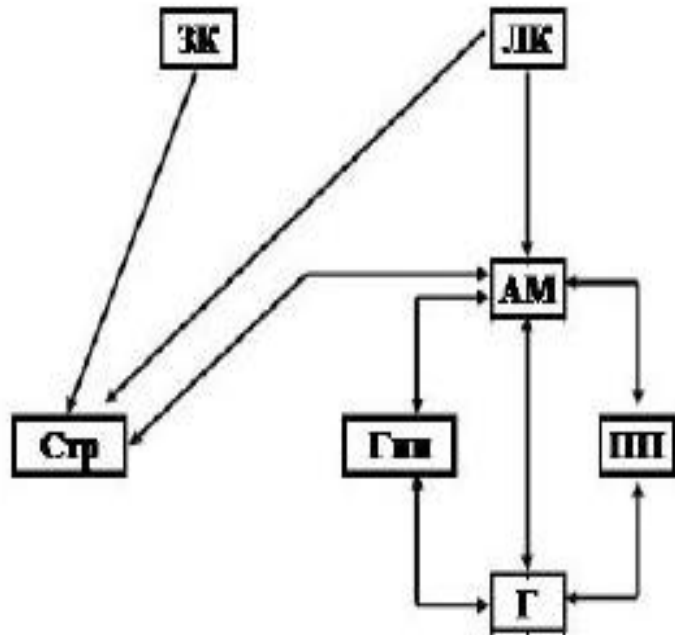
Elsner B, Kwakkel G, Kugler J, Mehrholz J.

J Neuroeng Rehabil. 2017 Sep 13;14(1):95. doi: 10.1186/s12984-017-0301-7.

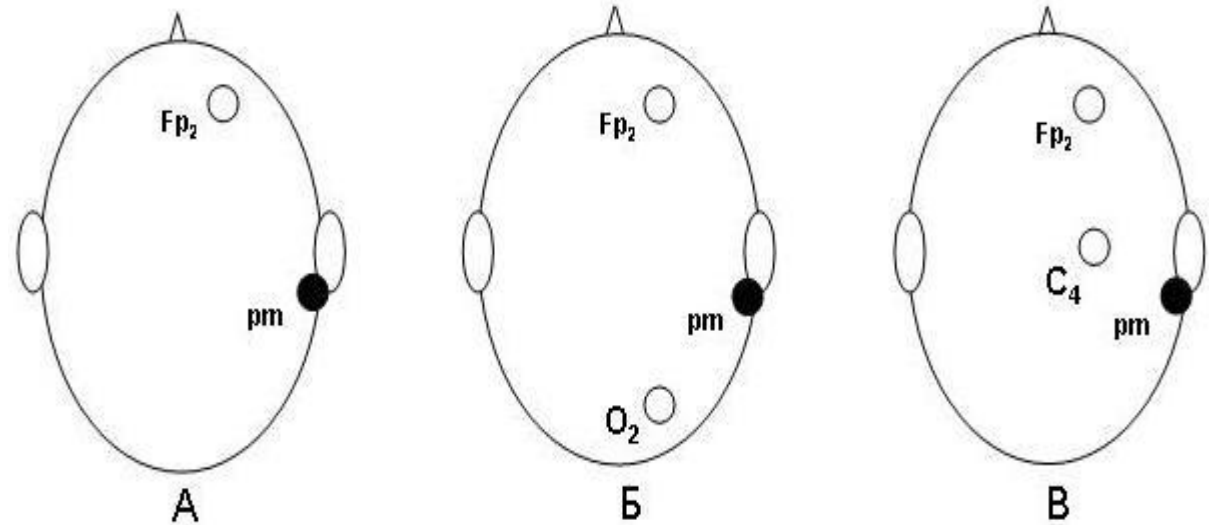
PMID: 28903772 [Free PMC article.](#) [Review.](#)

BACKGROUND: **Transcranial Direct Current Stimulation (tDCS)** is an emerging approach for improving capacity in activities of daily living (ADL) and upper limb function after **stroke**. However, it remains unclear what type of **tDCS st ...**

ПСИХО-ЭМОЦИОНАЛЬНЫЕ, НЕВРОТИЧЕСКИЕ, ПСИХО-СОМАТИЧЕСКИЕ РАССТРОЙСТВА



ЗК - зрительная кора,
ЛК - лобная кора,
Стр – стриатум, **АМ** - амигдала,
ПП - прозрачная перегородка,
Г - гиппокамп, **Гип** - гипоталамус.

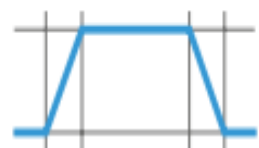


ТКМП лобной коры по прямым кортикофугальным связям влияет на активность хвостатого ядра, входящего в тормозную систему мозга, подавляя двигательные-агрессивные действия.

Совместная ТКМП лобной и зрительной коры с одной стороны, усиливает влияние на хвостатое ядро (за счет связей затылочной области коры мозга и стриатума), с другой - подавляет запуск агрессивной реакции в момент появления какого-либо зрительного образа, вызывающего эту реакцию

Всем больным проводилась реабилитация согласно стандартам оказания специализированной медицинской помощи при инфаркте мозга. Пациенты случайным образом были разделены на 2 группы.

- ✓ **В 1-й группе** дополнительно использовалась ТКМП на переднефронтальные зоны,

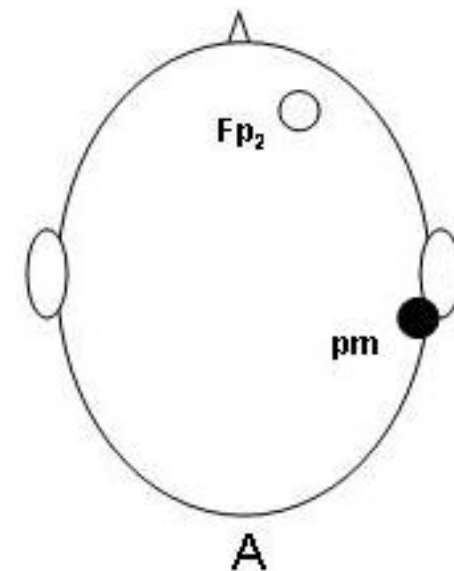


tDCS (стимуляция
ПОСТОЯННЫМ ТОКОМ)

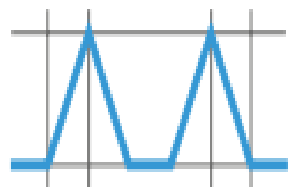
Депрессивные состояния, головные боли:

– **анод** - переднелобная проекция (Fp1-Fp2),

катод – сосцевидный отросток (рт)



- ✓ **во 2-й — плацебо стимуляция.** ТКМП проводили с помощью аппарата «Нейростим» (ООО «Нейрософт»). Сила тока — 200–400 мкА, 10 процедур по 20 мин.



sham (режим
плацебо-стимуляции)



Распределение пациентов по виду психоэмоциональных нарушений (шкалы HADS), MMSE, локус-контроль)

Шкала оценки	Вид нарушений	Группы пациентов с ОНМК	
		Группа 1 (МП) (n-20)	Группа 2 (плацебо МП) (n-20)
HADS (Госпитальная шкала тревоги и депрессии)	Субшкала «тревоги»	10.00[9.00; 11.00]	10.00[8.00; 11.50]
	Субшкала «депрессии»	9.50[8.50; 10.50]	9.00[8.00; 10.00]
MMSE (Краткая шкала оценки психического статуса)	Общий балл	25.00[23.50; 27.00]	25.00[22.00; 27.60]
	Субшкала «внимание»	4.50[4.00; 5.00]	5.00[5.00; 5.50]
	Субшкала «называние»	2.50[2.00; 3.00]	2.00[2.00; 3.50]
Шкала восстановления локус-контроля Роттера		26.00 [25.00; 26.50]	25.00 [24.00; 26.00]

Всем пациентам перед началом курса реабилитации и после его завершения проводилось клиничко-функциональное обследование для оценки когнитивных функций (**MMSE-Краткая шкала оценки психического статуса**), степени тревоги и депрессии (**HADS- Госпитальная шкала тревоги и депрессии**). Всех больных осматривала МДРК (психолог, физиотерапевт).

Динамика показателей шкал, характеризующих психоэмоциональные нарушения (HADS, MMSE, локус-контроль), в процессе лечения

Шкалы	Вид нарушений		Группы пациентов с ОНМК	
			Группа 1 (МП)	Группа 2 (плацебо МП)
HADS	Субшкала «тревоги»	При поступлении	10.00[9.00; 11.00]	10.00[8.00; 11.50]
		При выписке	6.00[5.00; 9.00]*	9.00[8.00; 10.00]
	Субшкала «депрессии»	При поступлении	8.50[7.50; 9.50]	9.00[8.00; 10.00]
		При выписке	7.00[6.00; 9.00]*	8.00[7.50; 9.50]
MMSE	Общий балл	При поступлении	26.00[24.50; 28.00]	26.00[23.00; 27.50]
		При выписке	28.00[26.50; 28.50]*	27.00[24.50; 28.00]
	Субшкала «внимание»	При поступлении	4.50[4.00; 5.00]	5.00[5.00; 5.50]
		При выписке	5.50[4.00; 6.00]*	5.00[4.50; 5.00]
	Субшкала «называние»	При поступлении	2.50[2.00; 3.00]	2.00[2.00; 3.50]
		При выписке	3.00[3.00; 3.00]	2.50[2.00; 3.00]
Локус-контроль		При поступлении	26.00 [25.00; 26.50]	25.00 [24.00; 26.00]
		При выписке	28.00 [25.00; 28.50]*	26.00 [24.00; 27.00]

ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ МИКРОПОЛЯРИЗАЦИЯ

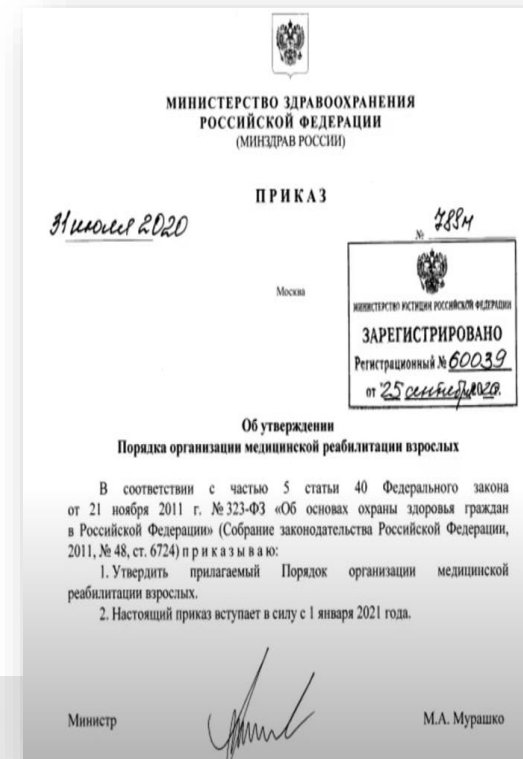


СТАНДАРТ ОСНАЩЕНИЯ

(Приказ 788н МЗ РФ от 31.07.2020)

10. ¹	Аппарат для гальванизации	335360	Система физиотерапевтическая для электролечения многофункциональная	не менее 1 на отделение
------------------	---------------------------	--------	---	-------------------------

18. ¹	Аппарат низкочастотной электротерапии микротоками переносной	181070	Система физиотерапевтическая для электростимуляции, с питанием от сети	не менее 1 на отделение
------------------	--	--------	--	-------------------------





БЕЗОПАСНОСТЬ

- В процессе электростимуляции на мозг воздействуют током очень слабой силы – всего 1-2 мА.
- Серьезных побочных эффектов при ней не наблюдается (а по теме опубликовано уже несколько тысяч научных статей) – иногда только зуд в коже в зоне прикрепления электродов, покалывание, жжение и ощущение дискомфорта, в редких случаях – головная боль.
- Запрещено устанавливать электроды на поврежденные ткани пациента. Убедитесь в отсутствии повреждений у пациента в местах установки электродов.




Volume 14, Issue 8
September 2011

[Article Contents](#)

JOURNAL ARTICLE

A systematic review on reporting and assessment of adverse effects associated with transcranial direct current stimulation

Andre Russowsky Brunoni, Joao Amadera, Bruna Berbel, Magdalena Sarah Volz, Brenno Gomes Rizzerio, Felipe Fregni 

International Journal of Neuropsychopharmacology, Volume 14, Issue 8, September 2011, Pages 1133–1145, <https://doi.org/10.1017/S1461145710001690>

Published: 01 September 2011 [Article history](#) ▼

**БЛАГОДАРЮ
ЗА ВНИМАНИЕ**

