

DOI: <https://doi.org/10.36425/rehab109712>

# Реабилитация больных с постинсультной афазией с помощью транскраниальной электрической стимуляции постоянным током

А.В. Белопасова, А.С. Кадыков, Е.С. Бердникович, Л.А. Добрынина

Научный центр неврологии, Москва, Российская Федерация

## АННОТАЦИЯ

**Обоснование.** Реабилитация больных с постинсультной афазией является важной медико-социальной задачей. Использование традиционных методов реабилитации часто оказывается недостаточно эффективным, что заставляет искать новые методы, направленные на восстановление утраченных функций.

**Цель исследования** — определить эффективность применения неинвазивной стимуляции мозга с помощью постоянного электрического тока (транскраниальная электрическая стимуляция) у больных с постинсультной афазией.

**Материалы и методы.** Обследовано 28 больных с моторной постинсультной афазией по методике Л.С. Цветковой с соавторами. Все больные получали традиционный реабилитационный комплекс: психолого-коррекционные занятия с логопедом-афазиологом и нейрометаболическую терапию; 14 больных (I группа) дополнительно получали транскраниальную электрическую стимуляцию, 14 больных — плацебо данной процедуры.

**Результаты.** У всех больных с постинсультной афазией наблюдалось улучшение экспрессивной и импрессивной речи, однако у больных, получавших истинную транскраниальную электрическую стимуляцию, показатели улучшения экспрессивной и импрессивной речи были выше, чем у больных, получавших плацебо. Осложнений от применения транскраниальной электрической стимуляции не было.

**Заключение.** По результатам исследования можно сделать вывод о целесообразности включения в реабилитацию больных с постинсультной афазией неинвазивного метода транскраниальной электрической стимуляции.

**Ключевые слова:** постинсультная афазия; реабилитация больных с афазией; транскраниальная электрическая стимуляция, ТЭС.

## Как цитировать

Белопасова А.В., Кадыков А.С., Бердникович Е.С., Добрынина Л.А. Реабилитация больных с постинсультной афазией с помощью транскраниальной электрической стимуляции постоянным током // Физическая и реабилитационная медицина, медицинская реабилитация. 2022. Т. 4, № 3. 132–139. DOI: <https://doi.org/10.36425/rehab109712>

DOI: <https://doi.org/10.36425/rehab109712>

# Rehabilitation of patients with post-stroke aphasia using transcranial direct current electrical stimulation (tDCS)

Anastasia V. Belopasova, Albert S. Kadykov, Elena S. Berdnikovitch, Larisa A. Dobrynina

Research Center of Neurology, Moscow, Russian Federation

## ABSTRACT

**BACKGROUND:** Rehabilitation of patients with post-stroke aphasia is an important medical and social goal. The use of traditional methods of rehabilitation is often not effective enough, which forces us to look for new methods aimed at restoring lost functions.

**AIM:** The aim of this study is to determine the effectiveness of non-invasive brain stimulation using transcranial direct electric current stimulation (tDCS) in patients with post-stroke aphasia.

**MATERIALS AND METHODS:** 28 patients with motor post-stroke aphasia were examined according to the method of L.S. Tsvetkova with co-authors. All patients received a traditional rehabilitation complex: psychological and correctional classes with a speech therapist-aphasiologist; neurometabolic therapy. 14 patients (Group I) additionally had transcranial direct electric current stimulation; 14 patients had placebo transcranial direct electric current stimulation.

**RESULTS:** All patients with post-stroke aphasia showed an improvement in expressive and impressive speech, however, in patients who had true transcranial direct electric current stimulation, the improvement in expressive and impressive speech was higher than in patients who had placebo transcranial direct electric current stimulation. There were no complications from the use of transcranial direct electric current stimulation.

**CONCLUSION:** Based on the results of the study, it can be concluded that it is expedient to include the non-invasive transcranial direct electric current stimulation method in the rehabilitation of patients with post-stroke aphasia.

**Keywords:** post-stroke aphasia; rehabilitation of patients with aphasia; transcranial direct electric current stimulation; tDCS.

## To cite this article

Belopasova AV, Kadykov AS, Berdnikovitch ES, Dobrynina LA. Rehabilitation of patients with post-stroke aphasia using transcranial direct current electrical stimulation (tDCS). *Physical and rehabilitation medicine, medical rehabilitation*. 2022;4(3):132–139. DOI: <https://doi.org/10.36425/rehab109712>

Received: 08.08.2022

Accepted: 14.09.2022

Published: 19.09.2022

## ОБОСНОВАНИЕ

Реабилитация больных с постинсультной афазией является важной медицинской и социальной задачей. По данным разных авторов, у 38% больных, перенёсших инсульт, наблюдается афазия [1]. Основным методом реабилитации больных с постинсультной афазией являются психолого-педагогические коррекционные занятия (индивидуальные и групповые), проводимые специалистами по восстановлению речи (логопедами-афазиологами или нейропсихологами). Методы восстановительного обучения зависят от этапа реабилитации [2, 3]. На раннем этапе используют механизм растормаживания функционально недеятельных, но морфологически сохранных нейронов. На более поздних этапах включаются механизмы компенсаторных перестроек нарушенной функции. Реабилитация должна быть направлена на восстановление всех сторон речи: понимания, артикуляции, свободного высказывания, чтения и письма. В процессе восстановления важно включение механизма «обратной связи» путём записывания собственной речи на магнитофоне с последующим её прослушиванием.

Речевая реабилитация проводится на фоне медикаментозной терапии, оказывающей активирующее влияние на интегративные функции мозга: речь, память, внимание, способность к обучению. К этим средствам относятся ноотропы, препараты нейрометаболического действия, антагонисты N-метил-D-аспартата (NMDA) рецепторов (мемантин).

По данным исследователей, значительный эффект от проводимой восстановительной терапии (психолого-коррекционные занятия в сочетании с медикаментозной терапией) наблюдается лишь у 24% больных [4, 5]. На прогноз восстановления речи после инсульта влияют инициальная тяжесть речевых нарушений, возраст, выраженность неврологического дефицита по шкале Национального института здравоохранения США (National Institutes of Health Stroke scale, NIHSS), степени неречевых нарушений высших функций, локализация и размеры очага поражения [3, 5].

В течение последних десятилетий появились сообщения об успешном включении в реабилитационный процесс больных с постинсультным дефицитом (речевым, двигательным, когнитивным) транскраниальной стимуляции постоянным током [6–10]. Однако оптимальный протокол неинвазивной стимуляции мозга при речевых нарушениях в настоящее время не утверждён. Между исследователями имеются определённые разногласия относительно методики применения транскраниальной электрической стимуляции (ТЭС): одни рекомендуют анодную стимуляцию зоны Брока [11–14], другие — анодную стимуляцию правой височной доли [15] или левой височной области [16]. Имеются приверженцы катодной стимуляции зон Брока и Вернике или их правополушарных гомологов [17–19]. Учитывая обширное представительство речевой системы в головном мозге и её пластичность, что было подтверждено в работах сотрудников ФГБНУ «Научный центр неврологии» [20], одним из возможных доказательств адаптивной перестройки речевой

системы после перенесённого инсульта может служить изменение её активности под влиянием ТЭС с помощью функциональной магнитно-резонансной томографии.

**Цель исследования** — оценка эффективности ТЭС у пациентов, страдающих преимущественно моторной формой постинсультной афазии, с помощью динамического количественного тестирования до и после курса стимуляции.

## МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

### Дизайн исследования

Проспективное рандомизированное двойное слепое плацебоконтролируемое исследование влияния транскраниальной электрической стимуляции постоянным током на процесс восстановления постинсультных речевых нарушений.

### Критерии соответствия

**Критерии включения:** пациенты преимущественно с моторной афазией после единственного ишемического инсульта давностью от 3 мес до 3 лет, носители русского языка, правши.

**Критерии невключения:** наличие комбинированной афазии с выраженным сенсорным компонентом, тяжёлых когнитивных или психических расстройств, эпилептических приступов в анамнезе или эпилептиформной активности при проведении электроэнцефалографии; оперативные вмешательства на головном мозге в прошлом; соматические заболевания в стадии декомпенсации; повреждение кожных покровов в месте расположения электродов; терапия на момент включения в исследование любыми препаратами, влияющими на возбудимость коры головного мозга (антиконвульсанты, антидепрессанты и др.); противопоказания к выполнению магнитно-резонансной томографии; наличие металлических элементов в области проведения процедуры, кардиостимулятора, любых других электронных имплантатов; отказ пациента от исследования.

### Условия проведения

Исследование выполнено на базе неврологического отделения № 3 ФГБНУ «Научный центр неврологии» в период с октября 2020 г. по сентябрь 2021 г.

### Описание медицинского вмешательства

Всем пациентам выполнен 10-дневный курс психолого-логопедических занятий и проведена стандартная нейрометаболическая терапия. Речевой тренинг сочетался с сессиями (10 сессий, 5 дней в неделю) ТЭС-терапии с помощью устройства для транскраниальной электро-стимуляции мозга «Магنون-ДКС» (Магنون, Россия; год выпуска 2018). Длительность логопедического тренинга составляла 40 мин. Стимуляция проводилась в начале каждого занятия, продолжительность одной сессии ТЭС-терапии составляла 20 мин, затем аппарат автоматически выключался, и пациент продолжал занятие с логопедом.

Пациенты были разделены на две группы, в которых проводилась истинная или плацебо-стимуляция. Использовался закрытый протокол, при котором пациент и исследователь, осуществляющий нейропсихологическое обследование, не знали, какой вид воздействия (плацебо или истинная стимуляция) используются в каждом случае.

Локализация электродов осуществлялась согласно международной системе монтажа электродов 10–20 при электроэнцефалографии: анод — F5, катод — F6. Сила тока при истинной стимуляции варьировала от 1,2 до 1,5 мА. При плацебо-стимуляции проводилась постепенная подача тока на электроды до 1,5 мА в течение 30 сек, затем — постепенное снижение силы тока до полного прекращения подачи, при этом монитор оставался в рабочем состоянии с включённым таймером, что поддерживало ощущение истинного воздействия.

Для оценки исходного речевого дефицита и динамики его восстановления использована нейропсихологическая методика А.Р. Лурия в модификации Л.С. Цветковой [21], которая позволяет количественно оценить компоненты экспрессивной (диалог, название предметов и действий, составление фраз и рассказа по картинкам) и импрессивной речи (понимание речи в диалоге, понимание значения слов, обозначающих предметы и действия, понимание фразовой речи с опорой на картинку, понимание инструкций). У людей без речевых нарушений (в норме) максимальная оценка, получаемая в результате тестирования, равна 300 баллам (по 150 баллов за экспрессивный и импрессивный компоненты). Обследование проводилось в начале и по окончании логопедического курса в сочетании с транскраниальной стимуляцией (обследование 1, 2). Динамику восстановления речи оценивали по разнице между баллами, полученными пациентами в конце логопедических занятий и ТЭС-терапии, и исходными показателями речи.

## Этическая экспертиза

Исследование одобрено локальным этическим комитетом ФГБНУ НЦН, каждый пациент подписал информированное согласие.

## Статистический анализ

Оценка исходного функционального дефицита проводилась с помощью шкалы Рэнкина и индекса Ривермид. Статистическую обработку данных проводили с применением программы IBM SPSS 23.0. Использованы методы непараметрической статистики. Данные в тексте и таблицах представлены в виде медианы, нижнего и верхнего квартилей (Me [LQ; UQ]). Сравнение двух связанных групп по количественному признаку проводили с использованием метода Вилкоксона, сравнение двух независимых групп — по непараметрическому критерию Манна-Уитни. Анализ связи двух групп проводили с помощью корреляционного анализа Пирсона. Различия считали статистически значимыми при  $p < 0,05$ .

# РЕЗУЛЬТАТЫ

## Объекты (участники) исследования

В исследование включены 28 пациентов в возрасте от 18 до 75 (медиана 55 [46; 65]) лет, из них 20 мужчин. У всех пациентов по данным клинико-нейропсихологического осмотра выявлены речевые нарушения вследствие инфаркта в левом полушарии головного мозга корково-подкорковой локализации. Срок от момента нарушения мозгового кровообращения до включения в исследование составлял от 3 до 28 мес, медиана — 11,4 мес [8; 24].

В зависимости от вида ТЭС-терапии (истинная стимуляция или плацебо) пациенты были разделены на группы. Группу с истинной ТЭС (группа I) составили 14 пациентов от 18 до 75 лет (медиана 50 [39; 59] лет, 11 мужчин); группу с плацебо ТЭС (группа II) — 14 пациентов от 33 до 75 лет (медиана 54 [43; 71] года, 9 мужчин). Группы были сопоставимы по полу ( $p=0,015$ ) и возрасту ( $p=0,036$ ).

За период реабилитационного лечения у всех пациентов отмечалась положительная динамика восстановления речевой функции при оценке по методике А.Р. Лурия в модификации Л.С. Цветковой.

В группе I показатели экспрессивной речи до начала реабилитации составили 88 [32; 108], после курса лечения — 102 [40; 121] балла ( $p < 0,000$ ) при максимально возможных 150 баллах (табл. 1). Статистически значимыми были улучшения в восстановлении диалогической речи ( $p=0,000$ ), назывании глаголов ( $p=0,001$ ), фраз ( $p=0,024$ ), составлении рассказа ( $p=0,036$ ). Динамика восстановления называния предметов (существительных) не была подтверждена статистически ( $p=0,278$ ). Показатели импрессивной речи до проведения терапии (123 [66; 140] балла) и после курса реабилитации (123 [94; 144] балла) визуально не изменились, однако различия между ними установлены статистически ( $p < 0,031$ ). Восстановление происходило за счёт улучшения понимания произвольной речи ( $p=0,039$ ), существительных ( $p=0,003$ ), глаголов ( $p=0,005$ ), контекстных инструкций ( $p=0,004$ ). Понимание фраз оставалось без существенных перемен ( $p=0,127$ ). Суммарные показатели речевой функции в группе I за период курса реабилитации составили 227 [98; 235] баллов до и 240 [127; 264] баллов после проведённого лечения и улучшились на 23 [14,5; 32] балла, что соответствует умеренной динамике восстановления речевой функции.

Проведён корреляционный анализ влияния функционального дефицита пациентов по шкале Рэнкина (2 [1; 3]) и индексу мобильности Ривермид (14 [13; 15]) на динамику восстановления речи (23 [14,5; 32] балла). Полученные данные свидетельствуют о лучшей динамике восстановления речевой функции у пациентов с меньшей выраженностью функционального неврологического дефицита. Получена обратная взаимосвязь со шкалой Рэнкина ( $R=-0,665$ ,  $p=0,009$ ) и прямая — с индексом Ривермид ( $R=0,673$ ,  $p=0,008$ ).

При сравнении групп I и II (табл. 2) показатели экспрессивного компонента до лечения составили 88 [32; 108] и 103 [38; 114] балла ( $p=0,378$ ), после лечения — 102 [40; 121]

**Таблица 1.** Динамика восстановления компонентов речи в группе с истинной транскраниальной электрической стимуляцией  
**Table 1.** Dynamics of recovery of speech components in the group with transcranial electrical stimulation (tDCS)

Показатели компонентов речи	До проведения tDCS	После проведения tDCS	<i>p</i> (метод Вилкоксона)
Диалог	21 [12; 25]	25 [18; 28]	0,000
Называние существительных	15 [14; 27]	19 [14; 29]	0,278*
Называние глаголов	16 [9; 26]	18 [10; 28]	0,001
Называние фраз	19 [0; 23]	23 [1; 25]	0,024
Рассказ	4 [0; 10]	6 [0; 19]	0,036
Сумма за экспрессивный компонент	88 [32; 108]	102 [40; 121]	0,000
Понимание произвольной речи	28 [18; 30]	30 [24; 30]	0,039
Понимание существительных	25 [13; 29]	27 [18; 30]	0,003
Понимание глаголов	21 [12; 27]	23 [12; 28]	0,005
Понимание фраз	22 [14; 28]	24 [16; 28]	0,127*
Понимание инструкции	24 [0; 10]	27 [13; 30]	0,004
Сумма за импрессивный компонент	123 [66; 140]	123 [94; 144]	0,031
Сумма за оба компонента	227 [98; 235]	240 [127; 264]	0,000

**Примечание.** \* Статистически недостоверно.

**Note:** \* Statistically unreliable.

**Таблица 2.** Восстановление речевой функции в группах пациентов с истинной транскраниальной электрической стимуляцией и её имитацией

**Table 2.** Recovery of speech function in groups of patients with true and sham transcranial electrical stimulation (tDCS)

Показатели компонентов речи	Стимуляция	Истинная стимуляция	Имитация стимуляции	<i>p</i> (метод Манна-Уитни)
Экспрессивный компонент	До	88 [32; 108]	103 [38; 114]	0,378
	После	102 [40; 121]	114 [50; 118]	0,946
Импрессивный компонент	До	123 [66; 140]	123 [93; 129]	0,946
	После	123 [94; 144]	131 [119; 142]	0,839
Сумма за оба компонента речи	До	227 [98; 235]	229 [163; 246]	0,514
	После	240 [127; 264]	244 [181; 259]	0,874
Динамика восстановления		23 [14,5; 32]	11 [4; 20]	0,062

и 114 [50; 118] баллов ( $p=0,946$ ); показатели импрессивного компонента до реабилитации — 123 [66; 140] и 123 [93; 129] балла ( $p=0,946$ ), после — 123 [94; 144] и 131 [93; 142] балл ( $p=0,839$ ), что статистически не подтверждает разницы между группами в динамике восстановления речевой функции. Однако отмечен большой прирост в баллах за показатели речевой функции в группе пациентов с истинной стимуляцией: 23 [14,5; 32] против 11 [4; 20] баллов в группе плацебо ( $p=0,062$ ). Намеченная тенденция позволяет предполагать положительное влияние ТЭС-терапии речевых зон на восстановление речи.

### Нежелательные эффекты

Всего было проведено 14 сессий истинной ТЭС. При анализе 140 сеансов ТЭС-терапии зарегистрировано 7 случаев нежелательных реакций, из них в 3 сессиях — у одного пациента.

Зарегистрированы следующие нежелательные эффекты: покалывание ( $n=3$ ), жжение ( $n=3$ ), боль в области стимуляции ( $n=1$ ). В 2 наблюдениях выраженность покалывания и жжения была отмечена пациентами как умеренная, все остальные реакции имели слабую степень выраженности. В большинстве случаев симптомы возникали в начале стимуляции и продолжались в течение нескольких минут. В одном случае при жалобе пациента на болезненность в месте расположения анода сила тока была уменьшена с 1,5 до 1,2 мА (этих же параметров придерживались у данного пациента при последующих сеансах).

Важно отметить, что все случаи нежелательных реакций имели место у мужчин и, по нашему мнению, были ассоциированы с длиной волосяного покрова в месте расположения электрода: так, болевые ощущения под анодом возникли у пациента с субтотальной алопецией. Ни в одном

из случаев нежелательные эффекты не влияли на желание пациента продолжать участие в исследовании.

## ОБСУЖДЕНИЕ

Методы неинвазивной нейромодуляции в течение последнего десятилетия всё чаще используются в комплексе реабилитационных мероприятий восстановления двигательных, речевых, когнитивных, зрительных функций после перенесённого инсульта или вследствие хронической ишемии головного мозга [22, 23]. В ходе многочисленных исследований доказано положительное действие постоянного электрического тока (ТЭС) на стимуляцию синаптогенеза [22–24].

Речевая сеть является наиболее обширной из функциональных систем головного мозга, что определяет многообразие форм афазии, возникающих при её повреждении. Подобные анатомо-функциональные особенности и индивидуальная вариабельность нейропластических процессов, с одной стороны, увеличивают потенциал для восстановления речевых функций, с другой — обуславливают необходимость разработки оптимальных протоколов стимуляции в зависимости от формы постинсультной афазии.

Настоящее исследование направлено на оценку эффективности ТЭС у пациентов с моторной формой постинсультной афазии с помощью динамического количественного тестирования до и после курса стимуляции. Дизайн исследования построен на основании ранее проведённых работ с использованием истинной и плацебо-стимуляции речевых зон [22]. Среди русскоязычной популяции пациентов с постинсультной афазией протокол использован впервые.

Результаты продемонстрировали положительную динамику восстановления речевых функций после проведённого курса лечения у больных с истинной стимуляцией в абсолютных значениях. Прирост в баллах за курс реабилитации в группе I составил 23 [14,5; 32] балла в сравнении с группой II (имитация стимуляции) — 11 [4; 20] баллов. Недостаточная мощность группы не позволила подтвердить выявленные различия статистически ( $p=0,062$ ), однако, по нашим предположениям, наметившаяся тенденция даёт возможность получить статистически значимое подтверждение эффективности ТЭС при условии большего размера выборки.

В рамках исследования показано, что применение ТЭС при постинсультной афазии характеризуется хорошей переносимостью и благоприятным профилем безопасности. Выявленные нежелательные явления ( $n=7$ ) носили лёгкий и умеренный характер и не явились поводом отказа пациентов от продолжения участия в исследовании. Все нежелательные реакции корректировались путём уменьшения мощности подаваемого постоянного тока с 1,5 до 1,2 мА.

### Ограничения исследования

Ограничения работы связаны с небольшим размером выборки пациентов с истинной и плацебо-стимуляцией, отсутствием контроля и применением для анализа эффекта ТЭС только одной шкалы оценки речевых функций.

Недостаточное число участников исследования обусловлено редкостью возникновения изолированных форм речевых нарушений, а именно моторной афазии, у больных с постинсультной афазией. Это связано с особенностью кровоснабжения центров речи: оба (центр моторной речи Брока и центр сенсорной речи Вернике) получают питание из ствола средней мозговой артерии, тромбоз или эмболия которой являются наиболее частой причиной ишемического инсульта. Кроме того, развитие постинсультной афазии определяется корковым расположением очага ишемии, что часто в позднем восстановительном периоде сопряжено с формированием постинсультной эпилепсии и/или появлением пароксизмальной активности при электроэнцефалографии. В нашем исследовании данные изменения являлись критериями невключения.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, для определения наиболее эффективного протокола ТЭС-терапии при постинсультной афазии необходимо проведение крупных контролируемых рандомизированных исследований с использованием различного монтажа электродов и с учётом локализации и тяжести поражения речевой системы.

## ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

**Источник финансирования.** Авторы заявляют об отсутствии внешнего финансирования при проведении исследования и подготовке публикации.

**Конфликт интересов.** Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с проведением исследования и публикацией настоящей статьи.

**Вклад авторов.** Л.А. Добрынина, А.В. Белопасова, А.С. Кадыков — концепция и дизайн исследования, утверждение окончательного варианта статьи; А.В. Белопасова, Е.С. Бердникович — сбор и обработка материала; А.В. Белопасова — обзор литературы, сбор и анализ литературных источников, написание текста статьи; Л.А. Добрынина, Е.С. Бердникович, А.С. Кадыков — редактирование; А.В. Белопасова, А.С. Кадыков — ответственность за целостность всех частей статьи. Все авторы подтверждают соответствие своего авторства международным критериям ICMJE (все авторы внесли существенный вклад в разработку концепции, проведение исследования и подготовку статьи, прочли и одобрили финальную версию перед публикацией).

## ADDITIONAL INFORMATION

**Funding source.** This study was not supported by any external sources of funding.

**Competing interests.** The authors declare that they have no competing interests.

**Authors contribution.** L.A. Dobrynina, A.V. Belopasova, A.S. Kadykov — designed the study concept, approved the final version of the article; A.V. Belopasova, E.S. Berdnikovitch — collected and processed data; A.V. Belopasova — reviewed the literature,

collected and analyzed of literary sources, wrote the manuscript with input from all authors; L.A. Dobrynina, E.S. Berdnikovitch, A.S. Kadykov — edited the article, A.V. Belopasova, A.S. Kadykov — were responsible for the integrity of all parts of the article. All authors

made a substantial contribution to the conception of the work, acquisition, analysis, interpretation of data for the work, drafting and revising the work, final approval of the version to be published and agree to be accountable for all aspects of the work.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Khedr E.M., Abbass M.A., Soliman R.K., et al. A hospital-based study of post-stroke aphasia: frequency, risk factors, and topographic representation // *Egypt J Neurol Psych Neurosurg*. 2019. Vol. 56, N 1. P. 1–7. doi: 10.1186/s41983-019-0128-1
2. Восстановление речи у больных с афазией / под ред. Э.С. Бейн, М.К. Бурлаковой, Т.Г. Визель. Москва: Медицина, 1982. 183 с.
3. Кадыков А.С. Реабилитация неврологических больных / под ред. А.С. Кадыкова, Л.А. Черниковой, Н.В. Шапароновой. Москва: МЕДпресс-информ, 2021. 560 с.
4. Laska A.C., Heleblom A., Murray V., et al. Aphasia in acute stroke and relation to outcome // *J Intern Med*. 2001. Vol. 249, N 5. P. 413–422. doi: 10.1046/j.1365-2796.2001.00812.x
5. Алферова В.В., Шкловский В.М., Иванова Е.Г., и др. Прогноз постинсультной афазии // *Журнал неврологии и психиатрии им. С.С. Корсакова*. 2018. Т. 118, № 4. С. 20–29. doi: 10.17116/jnevro20181184120-29
6. Baker J.M., Rorden C., Fridriksson J. Using transcranial direct-current stimulation to treat stroke patients with aphasia // *Stroke*. 2010. Vol. 41, N 6. P. 1229–1236. doi: 10.1161/STROKEAHA.109.576785
7. Flowers H.L., Skoretz S.A., Silver F.L., et al. Poststroke Aphasia Frequency, recovery and outcomes: a systematic review and metaanalysis // *Arch Phys Med Rehabil*. 2016. Vol. 97, N 12. P. 2188–2201. doi: 10.1016/j.apmr.2016.03.006
8. Пойдашева А.Г., Червяков А.Р. Транскраниальная электрическая стимуляция в лечении и реабилитации заболеваний нервной системы // *Восстановительная неврология. Инновационные технологии в нейрореабилитации* / под ред. Л.А. Черниковой. Москва: Медицинское информационное агентство, 2016. С. 283–293.
9. Rosso C., Arbizu C., Dhennain C., et al. Repetitive sessions of tDCS to improve naming in post-stroke aphasia: insights from an individual patients data (JPD) meta-analysis // *Restor Neurol Neurosurg*. 2018. Vol. 36, N 1. P. 107–116. doi: 10.3233/RNN-170783
10. Белопасова А.В., Добрынина Л.А., Кадыков А.С., и др. Неинвазивная стимуляция мозга в реабилитации пациентов с постинсультной афазией // *Журнал неврологии и психиатрии им. С.С. Корсакова*. 2020. Т. 120, № 3–2. С. 23–28. doi: 10.17116/jnevro202012003223
11. Cattanea Z., Pisani A., Papagno C. Transcranial direct current stimulation over Broca's region improves phonemic and semantic fluency in healthy individuals // *Neuroscience*. 2011. Vol. 183. P. 64–70. doi: 10.1016/j.neuroscience.2011.03.058
12. Fiori V., Coccia M., Marinelli C.V., et al. Transcranial direct current stimulation improves word retrieval in healthy and nonfluent aphasic subjects // *J Cogn Neurosci*. 2011. Vol. 23, N 9. P. 2309–2323. doi: 10.1162/jocn.2010.21579
13. Baker J.M., Rorden C., Fridriksson J. Using transcranial direct-current stimulation to treat stroke patients with aphasia // *Stroke*. 2010. Vol. 41, N 6. P. 1229–1236. doi: 10.1161/STROKEAHA.109.576785
14. Marangolo R., Fiori V., Calpagnano M.A., et al. tDCS over the left inferior frontal cortex improves speech production in aphasia // *Front Hum Neurosci*. 2013. Vol. 7. P. 539. doi: 10.3389/fnhum.2013.00539
15. Ross L.A., McCoy D., Wolk D.A., et al. Improved proper name recall by electrical stimulation of the anterior temporal lobes // *Neuropsychologia*. 2010. Vol. 48, N 12. P. 3671–3674. doi: 10.1016/j.neuropsychologia.2010.07.024
16. Floel A., Rosser N., Michka O., et al. Noninvasive brain stimulation improves language learning // *J Cogn Neurosci*. 2008. Vol. 20, N 8. P. 1415–1422. doi: 10.1162/jocn.2008.20098
17. Kang E.K., Kim Y.K., Sohn H.M., et al. Improvement picture naming in aphasia patients treated with cathodal tDCS to inhibit the right Broca's homologue area // *Restor Neurol Neurosci*. 2011. Vol. 29, N 3. P. 141–152. doi: 10.3233/RNN-2011-0587
18. You D.S., Kim D.Y., Chun M.H., et al. Cathodal transcranial direct current stimulation on the right Wernicke's area improves comprehension in a subacute stroke patients // *Brain Lang*. 2011. Vol. 119, N 1. P. 1–5. doi: 10.1016/j.bandl.2011.05.002
19. Monti A., Cogimarian F., Marceglia S., et al. Improved naming after transcranial direct current stimulation in aphasia // *J Neurol Neurosurg Psychiatry*. 2008. Vol. 79, N 4. P. 451–453. doi: 10.1136/jnnp.2007.135277
20. Белопасова А.В., Кадыков А.С., Коновалов Р.Н., и др. Организация нейрональной речевой системы у пациентов с постинсультной афазией // *Анналы клинической и экспериментальной неврологии*. 2013. Т. 7, № 1. С. 25–30.
21. Методика оценки речи при афазии: пособие к спецпрактикуму для студентов психологического факультета / под ред. Л.С. Цветковой, Т.В. Ахутиной, Н.М. Пылаевой. Москва: МГУ, 1981. 67 с.
22. Biou E., Cassoudesalle H., Cogne M., et al. Transcranial direct current stimulation in post-stroke aphasia rehabilitation: a systematic review // *Ann Phys Rehabil Med*. 2019. Vol. 62, N 2. P. 104–121. doi: 10.1016/j.rehab.2019.01.003
23. Бакулин И.С., Лагода Д.Ю., Пойдашева А.Г., и др. Транскраниальная стимуляция постоянным током при постинсультной гемипарезии // *Анналы клинической и экспериментальной неврологии*. 2020. Т. 14, № 2. С. 5–14. doi: 10.25692/ACEN.2020.2.1
24. Шелякин А.М. Микрополяризация // *Физиотерапия. Национальное руководство*. Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2009. 864 с.

## REFERENCES

1. Khedr EM, Abbass MA, Soliman RK, et al. A hospital-based study of post-stroke aphasia: frequency, risk factors, and topographic representation. *The Egypt J Neurol Psych Neurosurg*. 2019;56(1):1–7. doi: 10.1186/s41983-019-0128-1

2. Speech restoration in patients with aphasia. Ed. by E.S. Bein, M.K. Burlakov, T.G. Wiesel. Moscow: Medicine; 1982. 183 p. (In Russ).
3. Kadykov AS. Rehabilitation of neurological patients. Ed. by A.S. Kadykova, L.A. Chernikova, N.V. Shakhparonova. Moscow: MEDpress-inform; 2021. 560 p. (In Russ).
4. Laska AC, Heleblom A, Murray V, et al. Aphasia in acute stroke and relation to outcome. *J Intern Med.* 2001;249(5):413–422. doi: 10.1046/j.1365-2796.2001.00812.x
5. Alferova VV, Shklovsky VM, Ivanova EG, et al. Prognosis of post-stroke aphasia. *J Neurol Psych Named After S.S. Korsakov.* 2018;118(4):20–29. (In Russ). doi: 10.17116/jnevro20181184120-29
6. Baker JM, Rorden C, Fridriksson J. Using transcranial direct-current stimulation to treat stroke patients with aphasia. *Stroke.* 2010;41(6):1229–1236. doi: 10.1161/STROKEAHA.109.576785
7. Flowers HL, Skoretz SA, Silver FL, et al. Poststroke Aphasia Frequency, recovery and outcomes: a systematic review and metaanalysis. *Arch Phys Med Rehabil.* 2016;97(12):2188–2201. doi: 10.1016/j.apmr.2016.03.006
8. Poidasheva AG, Chervyakov AR. Transcranial electrical stimulation in the treatment and rehabilitation of diseases of the nervous system. In: Restorative Neurology. Innovative technologies in neurorehabilitation. Ed. by L.A. Chernikova. Moscow: Medical Information Agency; 2016. P. 283–293. (In Russ).
9. Rosso C, Arbizu C, Dhennain C, et al. Repetitive sessions of tDCS to improve naming in post — stroke aphasia: insights from an individual patients data (JPD) meta-analysis. *Restor Neurol Nensoset.* 2018;36(1):107–116. doi: 10.3233/RNN-170783
10. Belopasova AV, Dobrynina LA, Kadykov AS, et al. Noninvasive brain stimulation in the rehabilitation of patients with post-stroke aphasia. *J Neurol Psych Named After S.S. Korsakov.* 2020; 120(3-2):23–28. (In Russ). doi: 10.17116/jnevro202012003223
11. Cattanea Z, Pisani A, Papagno C. Transcranial direct current stimulation over Broca's region improves phonemic and semantic fluency in healthy individuals. *Neuroscience.* 2011;183:64–70. doi: 10.1016/j.neuroscience.2011.03.058
12. Fiori V, Coccia M, Marinelli CV, et al. Transcranial direct current stimulation improves word retrieval in healthy and nonfluent aphasic subjects. *J Cogn Neurosci.* 2011;23(9):2309–2323. doi: 10.1162/jocn.2010.21579
13. Baker JM, Rorden C, Fridriksson J. Using transcranial direct — current stimulation to treat stroke patients with aphasia. *Stroke.* 2010;41(6):1229–1236. doi: 10.1161/STROKEAHA.109.576785
14. Marangolo R, Fiori V, Calpagnano MA, Campana S, et al. tDCS over the left inferior frontal cortex improves speech production in aphasia. *Front Hum Neurosci.* 2013;7:539. doi: 10.3389/fnhum.2013.00539
15. Ross LA, McCoy D, Wolk DA, et al. Improved proper name recall by electrical stimulation of the anterior temporal lobes. *Neuropsychologia.* 2010;48(12):3671–3674. doi: 10.1016/j.neuropsychologia.2010.07.024
16. Floel A, Rosser N, Michka O, et al. Noninvasive brain stimulation improves language learning. *J Cogn Neurosci.* 2008;20(8):1415–1422. doi: 10.1162/jocn.2008.20098
17. Kang EK, Kim YK, Sohn HM, et al. Improvement picture naming in aphasia patients treated with cathodal tDCS to inhibit the right Broca's homologue area. *Restor Neurol Neurosci.* 2011;29(3):141–152. doi: 10.3233/RNN-2011-0587
18. You DS, Kim DY, Chun MH, et al. Cathodal transcranial direct current stimulation on the right Wernicke's area improves comprehension in a subacute stroke patients. *Brain Lang.* 2011;119(1):1–5. doi: 10.1016/j.bandl.2011.05.002
19. Monti A, Cogimarian F, Marceglia S, et al. Improved naming after transcranial direct current stimulation in aphasia. *J Neurol Neurosurg Psychiatry.* 2008;79(4):451–453. doi: 10.1136/jnnp.2007.135277
20. Belopasova AV, Kadykov AS, Konovalov RN, et al. Organization of the neuronal speech system in patients with post-stroke aphasia. *Ann Clin Experimental Neurol.* 2013;7(1):25–30. (In Russ).
21. Methods of speech assessment in aphasia: a manual for a special practice for students of the Faculty of Psychology. Ed. by L.S. Tsvetkova, T.V. Akhutina, N.M. Pylaeva. Moscow: Moscow State University; 1981. 67 p. (In Russ).
22. Biou E, Cassouesalle H, Cogne M, et al. Transcranial direct current stimulation in post-stroke aphasia rehabilitation: a systematic review. *Ann Phys Rehabil Med.* 2019;62(2):104–121. doi: 10.1016/j.rehab.2019.01.003
23. Bakulin IS, Lagoda DY, Poidasheva AG, et al. Transcranial direct current stimulation in post-stroke hemianopia. *Ann Clin Experimental Neurol.* 2020;14(2):5–14. (In Russ). doi: 10.25692/ACEN.2020.2.1
24. Shelyakin AM. Micropolarization. In: Physiotherapy. National leadership. Moscow: GEOTAR-Media; 2009. 864 p. (In Russ).

## ОБ АВТОРАХ

\* **Белопасова Анастасия Владимировна**, к.м.н.;  
адрес: Россия, 125367, Москва, Волоколамское шоссе, д. 80;  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3124-2443>;  
eLibrary SPIN: 3149-3053; e-mail: belopasova@neurology.ru

**Кадиков Альберт Серафимович**, д.м.н., профессор;  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7491-7215>;  
eLibrary SPIN: 5228-5665; e-mail: kadykov@neurology.ru

**Бердникович Елена Семеновна**, к.психол.н.,  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7608-2255>;  
eLibrary SPIN: 2948-3797; e-mail: berdnicovitch@neurology.ru

**Добрынина Лариса Анатольевна**, д.м.н.;  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9929-2725>;  
eLibrary SPIN: 2824-8750; e-mail: dobrynina@neurology.ru

## AUTHORS' INFO

\* **Anastasia V. Belopasova**, MD, Cand. Sci. (Med.);  
address: 80, Volokolamskoye shosse, Moscow, 125367, Russia;  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3124-2443>;  
eLibrary SPIN: 3149-3053; e-mail: belopasova@neurology.ru

**Albert S. Kadykov**, MD, Dr. Sci. (Med.), Professor;  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7491-7215>;  
eLibrary SPIN: 5228-5665; e-mail: kadykov@neurology.ru

**Elena S. Berdnikovitch**, Cand. Sci. (Psychol.);  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7608-2255>;  
eLibrary SPIN: 2948-3797; e-mail: berdnicovitch@neurology.ru

**Larisa A. Dobrynina**, MD, Dr. Sci. (Med.);  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9929-2725>;  
eLibrary SPIN: 2824-8750; e-mail: dobrynina@neurology.ru

\* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author