



Основина И.П.✉, Чистякова Ю.В., Довгалюк Ю.В.

Ивановский государственный медицинский университет, Иваново, Россия

Применение транскраниальной микрополяризации в реабилитации пациентов с острыми нарушениями мозгового кровообращения

Конфликт интересов: не заявлен.

Вклад авторов: авторы внесли равный вклад в подготовку статьи.

Финансирование: работа выполнена в рамках государственного задания для ФГБОУ ВО «Ивановский ГМУ» Министерства здравоохранения Российской Федерации (Дистанционный кардиомониторинг в медицинской реабилитации SLFW-2024-0022, № 124031100012-3).

Подана: 12.07.2024

Принята: 16.08.2024

Контакты: iosnovina@mail.ru, chud.iv@mail.ru, yuriy.d@mail.ru

Резюме

Цель. Оценить эффективность применения транскраниальной микрополяризации для коррекции психоэмоциональных нарушений в раннем восстановительном периоде у пациентов, перенесших ишемический инсульт.

Материалы и методы. Дизайн исследования: проспективное исследование. Проведено тестирование 40 пациентов в раннем восстановительном периоде ишемического инсульта по Госпитальной шкале тревоги и депрессии, Краткой шкале оценки психического статуса, Шкале восстановления локуса контроля.

Результаты. Результаты по Госпитальной шкале тревоги и депрессии, Краткой шкале оценки психического статуса, Шкале восстановления локуса контроля статистически значительно повышались у пациентов при включении в программы реабилитации воздействия по методике транскраниальной стимуляции постоянным током.

Заключение. Применение транскраниальной микрополяризации у пациентов с инсультом для коррекции психоэмоционального состояния сопровождается возрастанием мотивации пациентов на реабилитацию и лечение и отражается на повышении качества их жизни.

Ключевые слова: транскраниальная микрополяризация, ишемический инсульт, психоэмоциональные нарушения, реабилитационные шкалы

Osnovina I., Chistyakova Yu., Dovgalyuk Yu.
Ivanovo State Medical University, Ivanovo, Russia

The Use of Transcranial Micropolarization in the Rehabilitation of Patients with Acute Cerebrovascular Accident

Conflict of interest: nothing to declare.

Authors' contribution: all authors contributed equally to the article.

Funding. The study was performed within the framework of the state assignment for FGBOU VO Ivanovo State Medical University "Remote cardiac monitoring in medical rehabilitation" (SLFW-2024-0022), state registration number in EGISU NIOCTR 124031100012-3.

Submitted: 12.07.2024

Accepted: 16.08.2024

Contacts: iosnovina@mail.ru, chud.iv@mail.ru, yuriy.d@mail.ru

Abstract

Purpose. The aim of the study was to evaluate the effectiveness of transcranial micropolarization for the correction of psychoemotional disorders in the early recovery period in patients who have suffered an ischemic stroke.

Materials and methods. Study design: a prospective study. 40 patients in the early recovery period of ischemic stroke were tested on the Hospital Scale of Anxiety and Depression, a short scale for assessing mental status, and a Scale for restoring locus control.

Results. The results on the Hospital Scale of Anxiety and Depression, a Short scale for assessing mental status, and a Scale for restoring locus control were statistically significantly increased in patients when they were exposed to the inclusion of direct current transcranial stimulation in rehabilitation programs.

Conclusion. The use of transcranial micropolarization in stroke patients to correct their psycho-emotional state is accompanied by an increase in patients' motivation for rehabilitation and treatment and is reflected in improving their quality of life.

Keywords: transcranial direct current stimulation, ischemic stroke, psychoemotional disorders, rehabilitation scales

■ ВВЕДЕНИЕ

Согласно оценке ВОЗ и статистике по Российской Федерации, острые нарушения мозгового кровообращения (ОНМК) уже многие десятилетия удерживают первенство среди причин заболеваемости и смертности населения. Несмотря на усилия, предпринимаемые государственными программами, внедрение новых подходов и технологий, это заболевание остается одной из ведущих проблем здравоохранения [1, с. 1]. Значение данного факта не исчерпывается только медицинским аспектом. По мнению экономистов, развивающийся в течение первого года после инсульта экономический ущерб может достигать 499,4 млрд руб., что сопоставимо с 0,3% годового ВВП страны [2, с. 11].

Патогенез инсульта связан с развитием локального церебрального повреждения, развитием очагового неврологического дефицита, который является структурной причиной формирующихся функциональных нарушений и ограничений жизнедеятельности, делая человека не только нетрудоспособным, но и зависимым в быту от помощи окружающих. Уже несколько десятилетий при ведении пациентов с инсультом действует правило: успешная работа по медицинской реабилитации должна начинаться в максимально ранние сроки и включать в себя такие принципы, как мультидисциплинарность, биопсихосоциальный подход, преемственность.

Большинство работ по реабилитации пациентов в остром периоде сосудистой катастрофы освещают вопросы решения двигательных и речевых проблем. Однако инсульт нередко приводит к нарушениям со стороны психических функций, которые диагностируются у 11–75% пациентов с ОНМК. Коморбидность цереброваскулярных заболеваний утяжеляет клиническую картину. Часто эти нарушения находятся «в тени» основного двигательного, постурального или речевого дефекта, но существенно влияют на качество жизни пациентов и реабилитационный процесс. К сожалению, в стандартных программах реабилитации не уделяется должного внимания постинсультной депрессии: только у 10% пациентов это состояние диагностируется и корректируется [3, с. 1]. При отсутствии своевременной помощи данное нарушение может существенно снизить эффект применяемых программ из-за игнорирования принципа персонификации процесса реабилитации, а также повлиять на общий процесс восстановления качества жизни.

При разработке пациент-ориентированного плана медицинской реабилитации специалисты-реабилитологи как используют традиционные, хорошо себя зарекомендовавшие, методически обоснованные вмешательства (интервенции), так и пытаются усовершенствовать, обосновать применение сравнительно новых методик. К таким методам можно отнести транскраниальную микрополяризацию (ТКМП). Транскраниальная стимуляция постоянным током (ТКМП, tDCS) рассматривается современной научной литературой как метод нейромодуляции, при котором применяется постоянный слабый (менее 1 мА) ток, подаваемый через электроды, расположенные на голове, в зоне проекции корковых представительства. Физиологическим обоснованием применения данной методики при ОНМК является тот факт, что чисто физический процесс поляризации под действием слабого анодного тока (неравномерность распределения ионов натрия и калия на биомембранах) вызывает повышение нейрональной активности в тканях мозга, запуская цепочку закономерных физиологических реакций, приводящих в конечном счете к восстановлению важнейших морфофункциональных характеристик нейронов и системных функций, что сопровождается развитием регистрируемого клинического эффекта [4, с. 9].

■ ЦЕЛЬ ИССЛЕДОВАНИЯ

Оценить эффективность применения транскраниальной микрополяризации в коррекции психоэмоциональных нарушений в раннем восстановительном периоде у пациентов, перенесших ишемический инсульт.

■ МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

На базе сосудистого центра для больных ОНМК Ивановской областной клинической больницы проведено проспективное исследование. Обследовано 40 пациентов,

в том числе 14 женщин (35,0%) и 26 мужчин (65,0%), в раннем восстановительном периоде ишемического инсульта, на 4–7-й день сосудистой катастрофы. Возраст пациентов составил 43–72 года. Критерии включения в исследование: ранний восстановительный период ишемического инсульта с различными видами нарушений функционирования (двигательные, речевые и др.), наличие изменений при скрининговой оценке по Госпитальной шкале тревоги и депрессии (HADS) не менее 5 баллов (хотя бы по одной субшкале).

Критерии исключения из исследования:

- церебральное поражение несосудистой этиологии;
- геморрагический характер инсульта;
- повторный инсульт;
- инфекционные и неопластические процессы;
- воспалительные изменения кожи в зоне установки электродов;
- индивидуальная непереносимость тока;
- наличие инородных тел в черепе;
- деменция, выраженные когнитивные изменения;
- декомпенсация со стороны других органов и систем;
- отсутствие согласия пациента на проведение процедуры.

Всем пациентам проводились лечебные и реабилитационные мероприятия в соответствии с действующими порядками и стандартами оказания специализированной медицинской помощи при инфаркте мозга. Пациенты осматривались специалистами мультидисциплинарной реабилитационной команды: неврологом, врачом физической и реабилитационной медицины (ФРМ), врачом ЛФК, логопедом, психотерапевтом, психологом. В зависимости от преобладающих нарушений функционирования формулировалась индивидуальная программа медицинской реабилитации. После скринингового тестирования, оценки психоэмоционального статуса проводилось интервьюирование пациентов на предмет выявления критериев исключения. В ходе беседы врача ФРМ, психолога пациентам давалась информация о задачах и целях проводимого воздействия, учитывалось согласие на процедуру. Случайным образом были сформированы 2 группы. В 1-й группе (n=20) дополнительно к методам медикаментозной терапии и реабилитационным вмешательствам использовалась ТКМП (анод) на переднефронтальные зоны (Fp1, Fp2, prefrontal по системе 10–20), катод (–) на область pr. mastoideus; во 2-й группе (n=20) – плацебо-стимуляция (sham-режим) на те же зоны.

ТКМП проводили с помощью аппарата «Нейростим» (ООО «Нейрософт», Россия) по 4-электродной парной методике (2 анода, 2 катода). Сила тока – 200–400 мкА, 10 процедур по 20 мин. При режиме плацебо-стимуляции (sham-режим) пациенту осуществлялось наложение электродов (аноды) на переднефронтальные зоны, постоянный ток включался на 30 секунд в стартовый и финишный периоды, создавая иллюзию проведения процедуры; в основное время процедуры аппарат постоянный ток не генерировал.

Всем пациентам перед началом курса и после его завершения проводилось клинико-функциональное обследование для оценки общего реабилитационного статуса, а также психоэмоционального состояния: степени тревоги и депрессии (HADS), мотивации больных (Шкала восстановления локуса контроля), а также проводился анализ результатов Краткой шкалы оценки психического статуса (MMSE).

Статистическую обработку данных проводили с помощью программы Statistica 10.0 с использованием оценки распределения количественных признаков по критерию Шапиро – Уилка, а также для установления статистической значимости различий между показателями в группах изучения использовали непараметрические методы с расчетом критерия Вилкоксона и Манна – Уитни. Результаты считали достоверными при $p<0,05$. Результаты представлены в виде медианы (Me) и интерквартильного размаха.

■ РЕЗУЛЬТАТЫ

Различия между группами по степени выраженности психоэмоциональных нарушений, мотивации в начале исследования носили статистически незначимый характер по критерию Манна – Уитни, как следует из табл. 1, результаты которой указывают на сопоставимость групп изучения ($p>0,05$). Практически все пациенты исследуемых групп, по данным стартовой оценки шкалы HADS, имели высокую выраженность анализируемых признаков (тревоги и депрессии), что характеризовалось преобладанием пониженного фона настроения, обостренным и болезненным восприятием окружающих событий, повышенным уровнем тревожности, внутреннего беспокойства, напряженности, неуверенности в восстановлении.

При проведении микрополяризации не было зафиксировано случаев отказа от процедуры, ухудшения самочувствия, прекращения воздействия по желанию пациента. У пациентов исследуемых групп значения показателей функциональных шкал при повторном исследовании демонстрировали позитивные изменения разной степени выраженности. Так, показатели Шкалы восстановления локуса контроля, отражающие мотивацию пациентов к активному участию в процессе реабилитации, у пациентов 1-й группы возросли ($p<0,05$), а во 2-й – имели только тенденцию к увеличению.

Уровни тревоги и депрессии по Шкале HADS в ходе участия в реабилитационных мероприятиях достоверно значимо снижались в 1-й группе исследования ($p<0,05$), демонстрируя возрастание уверенности пациента в реализации реабилитационного потенциала при достижении поставленных целей восстановления. Также было отмечено, что между показателями депрессии по Шкале HADS в 1-й и 2-й группах

Таблица 1
Распределение пациентов с инсультом по результатам оценки психоэмоционального статуса
Table 1
Distribution of patients with stroke according to the results of assessment of psycho-emotional status

Шкала оценки	Вид нарушений	Группы пациентов	
		Группа 1 (ТКМП) (n=20)	Группа 2 (плацебо-стимуляция) (n=20)
Госпитальная шкала тревоги и депрессии (HADS)	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]
Краткая шкала оценки психического статуса (MMSE)	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 локуса контроля Роттера	Мотивация	26,00 [25,00; 26,50]	25,00 [24,00; 26,00]

Таблица 2
Динамика показателей шкал, характеризующих психоэмоциональные нарушения, в процессе реабилитации
Table 2
Dynamics of scale indicators characterizing psycho-emotional disorders during the rehabilitation process

Шкалы	Вид нарушений		Группы пациентов	
			Группа 1 (ТКМП) (n=20)	Группа 2 (плацебо-стимуляция) (n=20)
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 контроля		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]

Примечание: * различия в группе при поступлении и выписке и между группами сравнения статистически значимы (p<0,05).
Note: * differences between admission and discharge groups and between comparison groups are statistically significant (p<0.05).

исследования после реабилитации имелись статистически значимые различия по критерию Манна – Уитни (табл. 2).

У пациентов во всех группах наблюдения также отмечалось улучшение когнитивных показателей по краткой шкале психического статуса (MMSE), однако по субшкале «внимание» наблюдалось более значимое повышение показателя у пациентов 1-й группы. Отмечены более выраженные изменения в группе пациентов, где процедуры микрополяризации сочетались с психокоррекционными занятиями в промежутке не более 2 часов.

■ ОБСУЖДЕНИЕ

Транскраниальная микрополяризация (ТКМП) – эффективный метод, позволяющий направленно изменять функциональное состояние различных звеньев ЦНС. Он сочетает в себе простоту и неинвазивность традиционной физиотерапии с высокой избирательностью воздействия. Направленность воздействия достигается за счет использования электродов малой площади (100–600 мм²), расположенных над соответствующими корковыми проекциями головного мозга. Физиологичность и безопасность воздействия обеспечиваются экспериментально подобранными оптимальными параметрами плотности тока. Метод изучается в разных странах уже более 50 лет, появились данные по применению методики ТКМП при различных заболеваниях и синдромах, что дало возможность исследователям перейти от стадии единичных клинических исследований к метаанализам, посвященным tDCS.

Клинико-физиологические эффекты, возникающие в тканях мозга под воздействием микротоковой терапии, делают ее применение привлекательным для использования в общеклинической и неврологической практике, так как действие токов малой величины (до 10 мкА) на мозг принципиально отличается от действия более сильных токов, которые приводят к угнетению биоэлектрической активности и функций мозговых структур. Электрический ток малой силы, проходя через скальп, кости черепа, оболочки мозга, воздействует на глиальные структуры, изменяя мембранные потенциалы покоящихся (частично поврежденных) нейронов, увеличивая вероятность деполяризации или гиперполяризации без индукции потенциалов действия эффектом [5]. Кроме того, ТКМП влияет на нейропластичность нейронов не только в зоне ишемической полутени, но и в зоне, противоположной очагу поражения. Поэтому ТКМП большинством исследователей рассматривается как потенциальный способ для коррекции нарушений у пациентов, перенесших ишемический инсульт [6]. Причем вероятность реституции наиболее высока именно в раннем восстановительном периоде.

При выборе зон стимуляции мы ориентировались как на данные о топической корковой локализации стимулируемых зон и параметров тока в международных клинических рекомендациях, предложенных нейрофизиологами для таких нарушений как «депрессия», «аддитивные состояния» [7, с. 90], так и на рекомендации отечественных авторов [8, с. 30].

В настоящее время в практической деятельности для микрополяризации при инсульте используются следующие схемы наложения электродов:

1. Анодная униполярная стимуляция: анод (+) размещают над пораженной областью мозга (по данным КТ, МРТ), а референтный электрод-катод (–) – над контралатеральной орбитой.
2. Катодная стимуляция: катод (–) размещают над неповрежденной областью мозга, а референтный электрод – над контралатеральной орбитой, что приводит к подпороговой поляризации и подавлению избыточной нейронной активности. Катодическая нейромодуляция крайне редко используется в практике из-за низкой эффективности.
3. Двойная анодная стимуляция симметричных областей пораженного и неповрежденного полушария мозга.

В метаанализе, представленном в 2021 г., авторы попытались систематизировать данные многочисленных исследований и представить рекомендации для выбора схемы и параметра ТКМП на практике [9]. Предложенные методики требуют дальнейшего изучения и физиологического обоснования для корректного определения наиболее эффективных схем наложения электродов при различных заболеваниях и состояниях.

По мнению исследователей, при проведении анодной ТКМП с акцентом на доминантном полушарии активируется префронтальная кора, участвующая в формировании высших когнитивных функций, в том числе в формировании рабочей памяти, развитии внимания, поведенческих реакций. Влияние ТКМП на эмоциональную сферу может быть связано также с опосредованным воздействием на лимбическую систему.

В нашем исследовании, использовавшем вышеназванный подход, было отмечено снижение уровней тревоги и депрессии при наложении электродов на симметричные

зоны переднебоковой зоны полушарий мозга. У пациентов в ходе проведения курса процедур отмечалось повышение мотивации на реабилитацию, что является важным предиктором личного активного участия и заинтересованности пациента в непосредственном проведении и результатах восстановительных мероприятий.

■ ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Метод транскраниальной микрополяризации может быть применен в качестве реабилитационной интервенции при формировании индивидуального плана восстановления для повышения эффективности комплексной реабилитации пациентов с ишемическим инсультом в остром периоде. Он достаточно эффективен для решения ряда задач по улучшению функционирования, относительно безопасен, позволяет снизить медикаментозную нагрузку. Вместе с тем коррекция психоэмоционального статуса пациента способствует стабилизации общего состояния, отношения пациента к себе, болезни, уровню своего здоровья, лечебным и восстановительным мероприятиям.

Позитивный эмоциональный настрой позволяет достигнуть во взаимоотношениях мультидисциплинарной команды и пациента позиций сотрудничества, принятия им личной ответственности за выполнение реабилитационных мероприятий, повысить уровень мотивации в восстановлении своего здоровья и повышении качества жизни.

■ ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

1. Feigin V.L., Stark B.A., Johnson C.O., et al. Global, regional, and national burden of stroke and its risk factors, 1990–2019: A systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2019. *Lancet Neurol.* 2021;20(10):1–26. Available at: [https://doi.org/10.1016/S1474-4422\(21\)00252-0](https://doi.org/10.1016/S1474-4422(21)00252-0)
2. Ignatyeva V., Voznyuk I., Shamalov N., Reznik A., Vinitskiy A., Derkach E. Social and economic burden of stroke in Russian Federation. *S.S. Korsakov Journal of Neurology and Psychiatry.* 2023;123(8–2):5–15. Available at: <https://doi.org/10.17116/jnevro20231230825> (in Russian)
3. Putilina M. Anxiety-depressive disorders and stroke: possible etiopathogenetic correlations. *S.S. Korsakov Journal of Neurology and Psychiatry.* 2014;114(6):86–92. (in Russian)
4. Gorelik A., Naryshkin A., Skoromet T., Safonova N., Akhmerova L. Possibilities of transcranial micropolarization in the treatment of brain strokes. *The journal of neuroscience of B.M. Mankovskyi.* 2020;8(1–2):8–15. (in Russian)
5. Elsner B., Kugler J., Pohl M., Mehrholz J. Transcranial direct current stimulation (tDCS) for improving activities of daily living, and physical and cognitive functioning, in people after stroke (Review). *Cochrane Database of Systematic Reviews.* 2020;11:CD009645. doi: 10.1002/14651858.CD009645.pub4
6. Pelletier S.J., Cicchetti F. Cellular and molecular mechanisms of action of transcranial direct current stimulation: Evidence from in vitro and in vivo models. *Int. J. Neuropsychopharmacol.* 2014;18(2):47. doi: 10.1093/ijnp/pyu047
7. Lefaucheur J.P. et al. Evidence-based guidelines on the therapeutic use of transcranial direct current stimulation (tDCS). *Clinical Neurophysiology.* 2017;128(1):56–92.
8. Shelyakin A., Preobrazhenskaya I., Tyul'kin O. Micropolarization of the brain: a noninvasive method for correction of morphological and functional disturbances in acute focal brain lesions and their consequences. *Zh. Nevrol. Psikiatr. Im. S.S. Korsakova.* 2006;106(10):27–37. (in Russian)
9. Fregni F., El-Hagrassy M.M., Pacheco-Barrios K. et al. Evidence-based guidelines and secondary meta-analysis for the use of transcranial direct current stimulation in neurological and psychiatric disorders. *Int. J. Neuropsychopharmacol.* 2021;24(4):256–313. doi: 10.1093/ijnp/pyaa051