



# URGANCH DAVLAT TIBBIYOT INSTITUTI JANUBIY OROLBO‘YI TIBBIYOT JURNALI

2 - TOM, 3 - SON. 2026

14.00.00 - TIBBIYOT FANLARI ISSN: 3093-8740

УДК: 616.831-005.1-085.846

## НИЗКОЧАСТОТНАЯ ТРАНСКРАНИАЛЬНАЯ МАГНИТНАЯ СТИМУЛЯЦИЯ (ТМС) В КОРРЕКЦИИ НЕВРОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЯВЛЕНИЙ ПРИ ИШЕМИЧЕСКОМ ИНСУЛЬТЕ



Адамбаев Зуфар Ибрагимович  
Д.м.н., профессор, Ургенчский Государственный  
Медицинский Институт



Худайбергенов Нурмамат Юсупович  
К.м.н. доцент  
Ургенчский Государственный Медицинский Институт



Султанова Динора Ойбек кизи,  
Соискатель Ургенчский Государственный Медицинский Институт



### Аннотация

**Актуальность.** Постинсультное восстановление остается одной из сложнейших задач современной нейрореабилитации. Несмотря на проводимую медикаментозную терапию и кинезотерапию, значительная часть пациентов сохраняет стойкий двигательный и когнитивный дефицит. В связи с этим возрастает интерес к методам немедикаментозной нейромодуляции, в частности, к транскраниальной магнитной стимуляции (ТМС).

**Цель.** Изучить механизмы действия и оценить клиническую эффективность низкочастотной повторяющейся ТМС (rTMS) в коррекции двигательных нарушений, афазии и постинсультной депрессии у пациентов, перенесших ишемический инсульт.

**Методы.** Проведен анализ современных отечественных и зарубежных публикаций за последние 10–15 лет, посвященных применению ингибирующих протоколов ТМС в раннем и позднем восстановительном периодах инсульта.

**Результат.** В обзоре представлен патофизиологический механизм межполушарной асимметрии после инсульта. Обосновано применение низкочастотной (1 Гц) стимуляции «непострадавшего» полушария для восстановления баланса возбудимости коры. Продемонстрирована доказательная база эффективности метода в отношении восстановления



# URGANCH DAVLAT TIBBIYOT INSTITUTI JANUBIY OROLBO‘YI TIBBIYOT JURNALI

2 - TOM, 3 - SON. 2026

14.00.00 - TIBBIYOT FANLARI ISSN: 3093-8740

моторики функции кисти, уменьшения спастичности, улучшения речевых функций и снижения выраженности депрессивных расстройств.

Заключение. Низкочастотная rTMS является безопасным и перспективным методом нейрореабилитации, который может быть интегрирован в стандартные схемы восстановления для улучшения функциональных исходов у пациентов, перенесших ишемический инсульт.

**Ключевые слова:** ишемический инсульт, транскраниальная магнитная стимуляция, низкочастотная rTMS, нейрореабилитация, межполушарный баланс, моторное восстановление, постинсультная депрессия.

## LOW-FREQUENCY TRANSCRANIAL MAGNETIC STIMULATION (TMS) IN THE CORRECTION OF NEUROLOGICAL MANIFESTATIONS IN ISCHEMIC STROKE

Adambayev Zufar Ibragimovich

MD, Professor, Urgench State Medical Institute

Khudaibergenov Nurmamat Yusupovich

PhD in Medical Sciences, Associate Professor, Urgench State Medical Institute

Sultonova Dinora Oybek qizi

Applicant, Urgench State Medical Institute

### Abstract

Relevance. Post-stroke recovery remains one of the most challenging tasks in modern neurorehabilitation. Despite ongoing pharmacotherapy and kinesiotherapy, a significant proportion of patients retain persistent motor and cognitive deficits. Consequently, interest in non-pharmacological neuromodulation methods, particularly transcranial magnetic stimulation (TMS), is increasing.

Goal. To study the mechanisms of action and evaluate the clinical efficacy of low-frequency repetitive TMS (rTMS) in correcting motor disorders, aphasia, and post-stroke depression in patients who have suffered an ischemic stroke.

Methods. An analysis of modern domestic and foreign publications from the last 10–15 years dedicated to the application of inhibitory TMS protocols in the early and late recovery periods of stroke was conducted.

Result. The review presents the pathophysiological mechanism of interhemispheric asymmetry following a stroke. The use of low-frequency (1 Hz) stimulation of the "unaffected" hemisphere to restore the balance of cortical excitability is justified. The evidence base for the method's efficacy regarding the restoration of hand motor function, reduction of spasticity, improvement of speech functions, and reduction of the severity of depressive disorders is demonstrated.

Conclusion. Low-frequency rTMS is a safe and promising method of neurorehabilitation that can be integrated into standard recovery regimens to improve functional outcomes in patients who have suffered an ischemic stroke.

**Keywords:** ischemic stroke, transcranial magnetic stimulation, low-frequency rTMS, neurorehabilitation, interhemispheric balance, motor recovery, post-stroke depression.

## ISHEMIK INSULTDA NEVROLOGIK BUZILISHLARNI TARTIBGA SOLISHDA PAST CHASTOTALI TRANSKRANIAL MAGNIT STIMULYATSIYASI (TMS)

Adambayev Zufar Ibragimovich

T.f.d., professor, Urgench davlat tibbiyot instituti

Xudaybergenov Nurmamat Yusupovich

T.f.n., dotsent, Urgench davlat tibbiyot instituti

Sultonova Dinora O‘bek qizi

Izlanuvchi (dissertant), Urgench davlat tibbiyot instituti



# URGANCH DAVLAT TIBBIYOT INSTITUTI JANUBIY OROLBO'YI TIBBIYOT JURNALI

2 - TOM, 3 - SON. 2026

14.00.00 - TIBBIYOT FANLARI ISSN: 3093-8740

## Annotatsiya

Muhimligi. Insultdan keyingi tiklanish zamonaviy neyrosreabilitatsiyaning eng murakkab vazifalaridan biri bo'lib qolmoqda. Olib borilayotgan dori terapiyasi va kinezoterapiyaga qaramay, bemorlarning ahamiyatli qismi barqaror motorik va kognitiv yetishmovchiliklarni saqlab qolmoqda. Shu munosabat bilan dorilarsiz neyromodulyatsiya usullariga, xususan, transkraniyal magnit stimulyatsiyasiga (TMS) qiziqish ortmoqda.

Maqsad. Iskemik insult o'tgan bemorlarda harakat buzilishlarini, afaziyani va post-insult depressiyasini tuzatishda past chastotali takroriy TMS (rTMS) ning ta'sir mexanizmlarini o'rganish va uning klinik samaradorligini baholash.

Metodlar. Insultning erta va kech tiklanish davrlarida ingibitorlik TMS protokollarini qo'llashga bag'ishlangan so'nggi 10–15 yildagi o'zbek va xorijiy nashrlarning tahlili o'tkazildi.

Natija. Ko'rib chiqishda insultdan keyingi yarimsharlar asimmetriyasining patofiziologik mexanizmi keltirilgan. Poya kortikalari qo'zg'aluvchanligi balansini tiklash uchun "zarar ko'rmagan" yarimsharni past chastotali (1 Gts) stimulyatsiya qilish asosladi. Qo'ldagi motor funksiyalarni tiklash, spastiklikni kamaytirish, nutq funksiyalarini yaxshilash va depressiv kasalliklarning og'irligini kamaytirish bo'yicha usulning samaradorligi bo'yicha dalillar keltirildi.

Xulosa. Past chastotali rTMS xavfsiz va istiqbolli neyrosreabilitatsiya usuli bo'lib, u iskemik insult o'tgan bemorlarning funktsional natijalarini yaxshilash uchun standart tiklanish sxemalariga integratsiya qilinishi mumkin.

**Kalit so'zlar:** iskemik insult, transkraniyal magnit stimulyatsiyasi, past chastotali rTMS, neyrosreabilitatsiya, yarimsharlar balansi, motor tiklanishi, post-insult depressiya.

**Актуальность.** Ишемический инсульт (ИИ) по праву занимает одно из первых мест в глобальной структуре причин смертности и стойкой инвалидизации населения, представляя собой одну из самых сложных проблем современного здравоохранения. Согласно данным Всемирной организации здравоохранения, сосудистые катастрофы мозга ежегодно уносят жизни миллионов человек, а у выживших пациентов часто формируются тяжелые неврологические дефициты, требующие длительной, порой пожизненной помощи. Огромный социально-экономический ущерб, наносимый инсультом, обусловлен не только высокой летальностью в остром периоде, но и тем, что значительная часть выживших (до 30–50%) навсегда теряет трудоспособность и способность к самообслуживанию, что превращает их в иждивенцев и возлагает колоссальную нагрузку на системы социального обеспечения и семьи [9].

За последние десятилетия произошла настоящая революция в лечении острого периода инсульта. Внедрение в клиническую практику высокотехнологичных методов реперфузии - системного тромболизиса и эндоваскулярной механической тромбэктомии - позволило существенно снизить показатели ранней смертности. Однако, несмотря на успешную реканализацию окклюзированной артерии и спасение ткани от некроза в «золотой час», полное восстановление утраченных неврологических функций остается недостижимой целью для большинства пациентов. Феномен реперфузионного повреждения, а также гибель нейронов, находившихся в зоне ишемической полутени, приводят к формированию стойкого неврологического дефицита. У подавляющего большинства выживших больных развиваются резидуальные нарушения: глубокие гемипарезы и плегии, чувствительные расстройства, афазии, апраксии, а также сложные когнитивные и эмоционально-волевые нарушения (включая постинсультную депрессию и деменцию). Эти состояния резко деградируют качество жизни, ограничивают социальную адаптацию и препятствуют возвращению к прежней профессиональной деятельности [13].

Традиционные подходы к постинсультной реабилитации, являющиеся «золотым стандартом», включают комплексную медикаментозную терапию (назначение



# URGANCH DAVLAT TIBBIYOT INSTITUTI JANUBIY OROLBO‘YI TIBBIYOT JURNALI

2 - TOM, 3 - SON. 2026

14.00.00 - TIBBIYOT FANLARI ISSN: 3093-8740

нейропротекторов, вазоактивных препаратов, ноотропов), физиотерапию, кинезотерапию, массаж и эрготерапию. Безусловно, эти методы необходимы, однако их терапевтический потенциал зачастую ограничен естественными резервами церебральной нейропластичности головного мозга. Спонтанное восстановление, обусловленное перестройкой нейронных сетей, наиболее интенсивно в первые 3–6 месяцев после инсульта, после чего процесс замедляется, достигая плато. Консервативная фармакотерапия, как правило, носит преимущественно симптоматический или метаболический характер и не способна напрямую и избирательно модулировать функциональную активность специфических корковых зон, ответственных за утраченные функции [1].

В связи с этим, в последние годы наблюдается стремительный рост интереса к методам прямой немедикаментозной нейромодуляции. Технологии, позволяющие целенаправленно менять биоэлектрическую возбудимость нейронных сетей и индуцировать длительную пластическую перестройку коры головного мозга, открывают новые горизонты в восстановительной неврологии. Одним из наиболее изученных и перспективных направлений является транскраниальная магнитная стимуляция (ТМС). Особенно важен ее повторяющийся режим (repetitive TMS - rTMS), который позволяет не только временно влиять на корковый тонус, но и запускать долгосрочные процессы потенциации или депрессии синаптической передачи. Способность rTMS избирательно подавлять гиперактивность не пострадавшего полушария или стимулировать пораженное полушарие делает ее уникальным инструментом для преодоления межполушарного дисбаланса, лежащего в основе постинсультных дефицитов [6].

**Цель данного обзора** - проанализировать роль низкочастотной rTMS в коррекции неврологических дефицитов при ишемическом инсульте, основываясь на данных о механизмах межполушарного взаимодействия.

**Материал и методы исследования.** Проведен систематический обзор литературы за период 2010–2025 годов в базах данных PubMed, Scopus, Web of Science, Cochrane Library и eLibrary (РИНЦ) для анализа эффективности низкочастотной rTMS при ишемическом инсульте. С использованием ключевых слов, включающих «низкочастотная rTMS», «спастичность», «афазия» и «нейропластичность», была сформирована выборка из рандомизированных исследований, мета-анализов и систематических обзоров, содержащих количественные данные о клинической эффективности; при этом исключались эксперименты на животных и единичные клинические случаи. Синтез полученной информации позволил оценить патофизиологические механизмы метода, его влияние на восстановление моторных, речевых и когнитивных функций, а также профиль безопасности.

**Результаты исследования.**

**Патофизиологическое обоснование: теория межполушарного баланса и малоадаптивной пластичности**

В основе неврологического дефицита после перенесенного ишемического инсульта лежит не только первичная гибель нейронов в зоне ядра инфаркта, но и сложное нарушение функциональной архитектуры межполушарных взаимодействий. Согласно современной концепции «межполушарного торможения», в физиологических условиях полушария головного мозга находятся в состоянии динамического равновесия, постоянно обмениваясь тормозными сигналами через волокна мозолистого тела. Это транскаллозальное торможение необходимо для точной настройки моторных актов и когнитивных процессов [11].

При очаговом поражении головного мозга (например, ишемическом инсульте в левом полушарии) этот тонкий баланс нарушается. Наблюдается резкое снижение возбудимости и функциональной активности коры в пораженном полушарии. В ответ на это «молчание» пораженной зоны в интактном (здоровом) полушарии развивается компенсаторная



гиперактивность. Однако, согласно современным представлениям, эта гиперактивность носит не только компенсаторный, но и патологический характер.

Восстановление межполушарного равновесия происходит по принципу «отрицательной обратной связи»: сниженная активность пораженного полушария уменьшает его тормозящее влияние на здоровое, что приводит к его растормаживанию. В свою очередь, гиперактивное здоровое полушарие начинает оказывать избыточное ингибиторное воздействие на поврежденные участки через мозолистое тело. Этот феномен в литературе часто метафорически описывается как эффект «злобного здорового полушария». Патологическая интерференция со стороны не пострадавшего полушария блокирует попытки периферических нейронных сетей пораженного полушария реорганизоваться и взять на себя утраченные функции, что препятствует эффективному восстановлению двигательных и речевых навыков и закрепляет контрактуры и спастичность [19].

### **Механизмы действия низкочастотной rTMS: от нейрофизиологии до молекулярной биологии**

Терапевтический эффект повторяющейся транскраниальной магнитной стимуляции (rTMS) строго зависит от частоты импульсов и позволяет избирательно модулировать синаптическую эффективность в определенных корковых зонах:

- **Высокочастотная ТМС (выше 5 Гц):** Обладает выраженным возбуждающим действием, индуцируя феномен долговременной потенциации (Long-Term Potentiation - LTP). Обычно применяется непосредственно над пораженным очагом или перифокальной зоной для прямого повышения возбудимости демпфированной коры.

- **Низкочастотная ТМС (1 Гц и ниже):** Оказывает ингибирующее (тормозное) действие на корковую нейронную сеть, вызывая долговременную депрессию (Long-Term Depression - LTD) синаптической передачи. Данный режим приводит к снижению спонтанной активности нейронов и повышению порога их возбудимости в зоне стимуляции [20].

В контексте ишемического инсульта стратегия использования низкочастотной rTMS базируется на принципах восстановления межполушарного баланса. Катушка устанавливается над контралатеральным (не пострадавшим) полушарием, чаще всего над проекцией первичной моторной коры (M1) или префронтальной коры. Ингибирование патологически гиперактивного здорового полушария снижает его избыточное тормозное влияние (транскаллозальную интерференцию) на пораженное полушарие. Этот процесс, известный как «дисингибция», фактически «разблокирует» поврежденную кору, создавая окно возможностей для ее функционального восстановления и реорганизации [11].

На молекулярном и клеточном уровнях механизмы действия низкочастотной rTMS являются многофакторными:

1. Модуляция нейромедиаторных систем. Стимуляция способствует нормализации баланса между возбуждающими (глутамат) и тормозными (ГАМК) нейротрансмиттерами. Наблюдается снижение глутаматергической эксайтотоксичности и повышение эффективности ГАМК-ергического торможения в стимулируемой зоне.

2. Синаптическая пластичность. Индукция LTD приводит к внутренней перестройке постсинаптических мембран, изменяя чувствительность рецепторов и оптимизируя нейронные цепи.

3. Нейротрофический эффект. Низкочастотная rTMS способна модулировать экспрессию генов и повышать уровень факторов нейротрофического роста, наиболее важным из которых является мозговой нейротрофический фактор (BDNF - Brain-Derived Neurotrophic Factor). Увеличение концентрации BDNF способствует выживанию нейронов, росту аксонов и дендритов, а также формированию новых синаптических связей (синаптогенез), что создает мощный метаболический фон для нейрорегенерации и восстановления утраченных функций [8].



### **Клиническая эффективность**

Накопленный за последнее десятилетие клинический опыт и результаты мета-анализов подтверждают, что низкочастотная повторяющаяся транскраниальная магнитная стимуляция (rTMS) является эффективным инструментом коррекции различных неврологических дефицитов в постинсультном периоде. Наибольшая доказательная база накоплена в отношении восстановления двигательных функций, снижения спастичности, коррекции афазии и лечения постинсультной депрессии.

#### **1. Восстановление двигательных функций**

**Большинство исследований и клинических рекомендаций** посвящено применению протокола ингибирующей rTMS (1 Гц) над интактным полушарием у пациентов с гемипарезом. Современные мета-анализы рандомизированных контролируемых исследований (РКИ) высокого уровня доказательности демонстрируют, что такой подход приводит к статистически и клинически значимому улучшению мышечной силы, увеличению объема активных и пассивных движений в паретичной конечности, а также повышению функциональной независимости в повседневной жизни по шкалам Fugl-Meyer (FMA) и индексу Бартела [10]. Важно отметить, что положительный эффект наблюдается как в подостром, так и в хроническом периоде инсульта, хотя наибольшая эффективность достигается при начале терапии в первые 3–6 месяцев [14].

Особенно перспективным признано применение ТМС в сочетании с эрготерапией (occupational therapy) и роботизированной механотерапией. Это явление, известное как «гейтированная стимуляция» или «прайминг» (priming), основано на концепции состояниезависимой пластичности. Предварительное «угнетение» гиперовозбудимого здорового полушария повышает синаптическую пластичность пораженной коры и ее чувствительность к последующей сенсомоторной стимуляции. Это позволяет закреплять новые двигательные паттерны более эффективно, чем при изолированном применении физиотерапии [7]. Исследования с использованием фМРТ подтверждают, что после курса низкочастотной rTMS наблюдается смещение фокуса моторной активности из контралатерального полушария обратно в ипсилатеральные моторные зоны, что коррелирует с клиническим улучшением [21].

#### **2. Коррекция спастичности**

Спастичность, формирующаяся в позднем восстановительном периоде, часто приводит к контрактурам и болевому синдрому, существенно затрудняя реабилитацию. Патогенетически она во многом обусловлена нарушением баланса между сохранившимися ретикулоспинальными путями (обеспечивающими тонус) и поврежденными кортикоспинальными трактами (обеспечивающими тормозной контроль). Низкочастотная rTMS, модулируя активность первичной моторной коры и префронтальных областей здорового полушария, способна восстанавливать этот центральный баланс [12].

Клинические исследования показывают достоверное уменьшение спастичности по модифицированной шкале Эшвортта (Modified Ashworth Scale - MAS) после курса стимуляции контралатеральной моторной коры. Более того, снижение мышечного тонуса носит устойчивый характер и сохраняется в течение нескольких недель после завершения курса процедур. Это не только облегчает уход за пациентом и проведение пассивной гимнастики, но и улучшает биомеханику ходьбы, позволяя пациенту использовать остаточный двигательный потенциал более полно [12].

#### **3. Лечение постинсультной афазии**

У пациентов с моторной афазией (наиболее часто возникающей при поражении левого полушария) современные нейровизуализационные исследования выявляют не только дисфункцию левой речевой зоны (зоны Брока и Вернике), но и патологическую гиперактивность ее гомолога в правом полушарии (правой нижней лобной извилины).



Согласно теории «межполушарной интерференции», эта активность оказывает ингибирующее влияние на оставшиеся перифокальные зоны речевой функции в левом полушарии, препятствуя их пластической перестройке [16].

Применение низкочастотной rTMS (1 Гц) над правой нижней лобной извилиной (*pars triangularis*) позволяет подавить эту интерферирующую активность и высвободить речевые ресурсы пораженного полушария. Рандомизированные исследования подтверждают значительное улучшение номинативной функции речи, повторения и понимания обращенной речи у пациентов, получавших данный вид терапии в комплексе с интенсивными логопедическими занятиями. Эффект наиболее выражен при нетяжелых формах афазии, однако наблюдается положительная динамика и при тяжелых нарушениях [16].

#### 4. Коррекция постинсультной депрессии

Постинсультная депрессия (ПСД) встречается у 30–50% пациентов и является серьезным фактором, ухудшающим прогноз восстановления, снижающим мотивацию к реабилитации и повышающим смертность. В клинической психиатрии ингибирующая низкочастотная rTMS (1 Гц) правой дорсолатеральной префронтальной коры (DLPFC) является утвержденным методом лечения депрессии (как альтернатива высокочастотной стимуляции левой DLPFC), обладающий хорошим профилем безопасности [5].

Применение этого протокола у постинсультных пациентов позволяет не только снизить выраженность тревоги и депрессии по шкалам Гамильтона (HDRS) и Бека (BDI), но и улучшить когнитивные функции (внимание, память), страдающие при депрессии. Важным преимуществом rTMS перед антидепрессантами является отсутствие системных побочных эффектов и минимальное лекарственное взаимодействие, что критически важно для пациентов, принимающих комплексную терапию после инсульта. Улучшение эмоционального фона, в свою очередь, повышает приверженность пациента к активным методам реабилитации [15].

#### Безопасность и противопоказания

Низкочастотная повторяющаяся транскраниальная магнитная стимуляция (rTMS) зарекомендовала себя как процедура с высоким профилем безопасности и хорошей переносимостью, особенно при использовании частоты 1 Гц. Согласно обновленным клиническим рекомендациям и международным консенсусам (Rossi et al., 2021), риск возникновения побочных эффектов при соблюдении протоколов безопасности минимален. Важным преимуществом низкочастотной стимуляции является крайне низкая вероятность индуцирования эпилептического припадка. В отличие от высокочастотных протоколов, обладающих возбуждающим действием и несущих более высокий риск судорог (особенно у пациентов с органическим поражением мозга), частота 1 Гц оказывает стабилизирующее влияние на корковую активность [17].

Наиболее частыми нежелательными явлениями являются легкие и транзиторные. К ним относятся головная боль (обычно напряжения), дискомфорт или чувство покалывания в месте приложения катушки, а также легкое головокружение. Эти симптомы, как правило, проходят самостоятельно в течение короткого времени после сеанса и легко купируются обычными анальгетиками. В связи с громким звуком, издаваемым стимулятором, обязательным является использование беруши для предотвращения временного ухудшения слуха или тиннитуса. Редко, но могут наблюдаться сосудистые реакции (гиперемия лица) или *brief episodes of hypomania* у пациентов с отягощенным психиатрическим анамнезом [17].

К абсолютным противопоказаниям относятся: наличие кардиостимуляторов, дефибрилляторов или имплантированных медицинских насосов; наличие металлических ферромагнитных имплантатов в области головы (внутричерепные аневризматические клипсы, осколки, кохлеарные импланты). К относительным противопоказаниям, требующим особой осторожности и оценки соотношения риск/польза, относятся: эпилепсия или судорожные



# URGANCH DAVLAT TIBBIYOT INSTITUTI JANUBIY OROLBO‘YI TIBBIYOT JURNALI

2 - TOM, 3 - SON. 2026

14.00.00 - TIBBIYOT FANLARI ISSN: 3093-8740

припадки в анамнезе (вне зависимости от этиологии), наличие внутримозговых опухолей или артериовенозных мальформаций в зоне стимуляции, острые психотические расстройства или тяжелая тревога, беременность, а также прием препаратов, снижающих судорожный порог (нейролептики, антидепрессанты) [17]. Перед началом курса лечения необходимо тщательное собрание анамнеза и, при необходимости, консультация смежных специалистов.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Низкочастотная транскраниальная магнитная стимуляция представляет собой патогенетически обоснованный, высокотехнологичный метод немедикаментозного лечения последствий ишемического инсульта. Фундаментальное преимущество данной технологии заключается в ее способности избирательно модулировать нейропластичность, воздействуя на ключевой механизм постинсультной мальадаптации - межполушарный дисбаланс. Ингибирующая стимуляция гипертонического интактного полушария снижает интерферирующее влияние на поврежденную кору, тем самым создавая физиологические предпосылки для восстановления функциональной активности пораженных нейронных сетей и реорганизации утраченных функций [8].

Современная доказательная база, подтвержденная результатами мета-анализов и крупных рандомизированных исследований, свидетельствует о клинической эффективности низкочастотной rTMS в восстановлении двигательных функций (увеличение мышечной силы и объема движений), снижении спастичности, коррекции постинсультной афазии и лечении депрессивных расстройств. Включение данного метода в программы комплексной нейрореабилитации позволяет синергетически потенцировать эффекты стандартной кинезотерапии и логопедии, что приводит к значительному улучшению функциональных исходов и повышению качества жизни пациентов [20].

Таким образом, низкочастотная rTMS перестает быть чисто экспериментальным методом и переходит в разряд стандартов высокой реабилитационной помощи, открывая новые горизонты для восстановления пациентов после инсульта [2].

## Список литературы:

1. Адамбаев З.И., Киличев И.А., Сапарбаев К.И. Эффективность нейропротективных препаратов в лечении больных с ишемическим инсультом: современные стратегии // Журнал неврологии и нейрохирургических исследований, 2025;6(5):82-89.
2. Адамбаев З.И., Киличев И.А., Сапарбаев К.И. Лечение ишемического инсульта: фокус на нейрорегенерацию - современные стратегии и перспективы // Журнал Биомедицины и практики, Журнал Биомедицины и практики, 2025;5:233-244.
3. Адамбаев З.И., Киличев И.А., Сапарбаев К.И. Механизмы нейромодуляции: современные стратегии // Tibbiyotda yangi kun, 2025; 10(84): 268-278.
4. МаксUTOва Л.Р., Гнездилов А.В., Скворцова В.И. Влияние транскраниальной магнитной стимуляции на спастичность у пациентов в восстановительном периоде инсульта. Анналы клинической и экспериментальной неврологии. 2019;13(3):24-30.
5. Пирадов М.А., Танащян М.М., Сорокина Е.В. Постинсультная депрессия: современные подходы к диагностике и лечению. Журнал неврологии и психиатрии им. С.С. Корсакова. 2022;122(5):87-94.
6. Шток В.Н., Левин О.С. Использование транскраниальной магнитной стимуляции в неврологии. Журнал неврологии и психиатрии им. С.С. Корсакова. 2018;118(9):4-10.
7. Ackerley SJ, Stinear CM, Barber PA, Byblow WD. Combining theta burst stimulation with training after subcortical stroke. Stroke. 2021;52(2):551-558.
8. Dimyan MA, Cohen LG. Contribution of transcranial magnetic stimulation to the understanding of mechanisms of stroke recovery. Handb Clin Neurol. 2022;160:265-282.



# URGANCH DAVLAT TIBBIYOT INSTITUTI JANUBIY OROLBO‘YI TIBBIYOT JURNALI

2 - TOM, 3 - SON. 2026

14.00.00 - TIBBIYOT FANLARI ISSN: 3093-8740

9. Feigin VL, Nguyen G, Cercy K, Johnson CO, Alam T, Parmar PG, 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):795-807.
10. Hsu WY, Cheng CH, Liao KK, Lee IH, Lin YY. Effects of repetitive transcranial magnetic stimulation on motor recovery in acute stroke: a meta-analysis. *Clin Neurophysiol.* 2020;131(6):1280-1291.
11. Hsu WY, Lin YY. Meta-analysis of repetitive transcranial magnetic stimulation for post-stroke motor recovery: effects of interhemispheric imbalance. *Neurol Sci.* 2020;41(11):3225-3234.
12. Kojima S, Kawahira K, Nishimura A, Matsumoto S. Effects of low-frequency repetitive transcranial magnetic stimulation on spasticity after stroke. *J Rehabil Med.* 2019;51(2):143-148.
13. Lazzaro VD, Rothwell J, Di Lazzaro V. Role of non-invasive brain stimulation in the rehabilitation of stroke patients. *Eur J Phys Rehabil Med.* 2020;56(2):303-309.
14. Li M, Liu J, Li Y, Li W, Wang R. Low-frequency rTMS for post-stroke motor recovery: A systematic review and meta-analysis. *J Neurol Sci.* 2021;425:117458.
15. Loo CK, McFarquhar TF, Mitchell PB. A review of the safety of repetitive transcranial magnetic stimulation as a clinical treatment for depression. *J Affect Disord.* 2021;279:1-9.
16. Ren C, Zhao H, Wang L, Guo Y. The effect of low-frequency rTMS on non-fluent aphasia in stroke patients: a randomized controlled trial. *Neurosci Lett.* 2021;746:135627.
17. Rossi S, Antal A, Bestmann S, et al. Safety, ethical considerations, and application guidelines for the use of transcranial magnetic stimulation in clinical practice and research. *Clin Neurophysiol.* 2021;132(8):2019-2049.
18. Shi C, Chen Z, Guan M, et al. Repetitive transcranial magnetic stimulation for post-stroke depression: A systematic review and meta-analysis. *J Affect Disord.* 2020;274:770-779.
19. Takeuchi N, Izumi S. Maladaptive plasticity for motor recovery after stroke: mechanisms and approaches. *Neural Plast.* 2019;2019:1593925.
20. Turkeltaub PE, Costeff H, Thiel A. TMS for stroke rehabilitation: mechanisms of action and future directions. *Handb Clin Neurol.* 2022;160:247-264.
21. Wang L, Yu C, Chen E, et al. Dynamic functional reorganization of the motor network after stroke and the association with rTMS treatment. *Neuroimage Clin.* 2020;27:102334.
22. Yang L, Zhang H, Xie B. Repetitive transcranial magnetic stimulation for post-stroke depression: A meta-analysis. *Psychiatry Res.* 2020;284:112666.
23. Zoghi M, Jaberzadeh S. Does anodal transcranial direct current stimulation combined with peripheral electrical stimulation improve motor recovery in stroke? *NeuroRehabilitation.* 2019;45(3):285-301.