

Boltayeva Shahnoza O'ktam qizi
<https://orcid.org/0009-0002-7044-716>
Samarqand davlat tibbiyot Universiteti,
Samarqand shahri, O'zbekiston

TRANSKRANIAL MAGNIT STIMULYATSIYANING INSULTDAN KEYINGI REABILITATSIYADA AHAMIYATI

Annotatsiya

Transkraniyal magnit stimulyatsiya (TMS) so'nggi yillarda insultdan keyingi neyroreabilitatsiyaning muhim yo'nalishlaridan biri sifatida e'tirof etilmoqda. Ushbu usul markaziy nerv tizimi faoliyatini modulyatsiya qilish orqali neyropastiklik jarayonlarini faollashtiradi, bu esa bemorlarning motor, kognitiv va nutq funksiyalarini tiklashda ijobiy natijalar beradi. TMSning afzalliklari — uning invaziv bo'lmaganligi, minimal nojo'ya ta'sirga ega ekanligi va boshqa reabilitatsion usullar bilan kombinatsiyada samaradorligining oshishi bilan belgilanadi. Mazkur maqolada TMSning insultdan keyingi davrda qo'llanilish mexanizmlari, klinik tadqiqotlar natijalari va ularning amaliy ahamiyati tahlil qilinadi.

Kalit so'zlar: transkraniyal magnit stimulyatsiya, insult, neyroreabilitatsiya, neyropastiklik, motor tiklanish.

Болтаева Шахноза Уктам кизи
Самаркандский государственный медицинский университет,
г. Самарканд, Узбекистан

ЗНАЧЕНИЕ ТРАНСКРАНИАЛЬНОЙ МАГНИТНОЙ СТИМУЛЯЦИИ В ПОСТИНСУЛЬТНОЙ РЕАБИЛИТАЦИИ

Аннотация

Транскраниальная магнитная стимуляция (ТМС) в последние годы признана одним из важных направлений постинсультной нейрореабилитации. Этот метод активизирует процессы нейропластичности путем модуляции деятельности центральной нервной системы, что дает положительные результаты в восстановлении моторных, когнитивных и речевых функций пациентов. Преимущества ТМС определяются его неинвазивностью, минимальными побочными эффектами и повышенной эффективностью в сочетании с другими реабилитационными методами. В данной статье анализируются механизмы применения ТМС в постинсультном периоде, результаты клинических исследований и их практическое значение.

Ключевые слова: транскраниальная магнитная стимуляция, инсульт, нейрореабилитация, нейропластичность, моторное восстановление.

Boltaeva Shakhnoza Uktam kizi
Samarkand State Medical University, UZ
Samarkand, Uzbekistan

SIGNIFICANCE OF TRANSCRANIAL MAGNETIC STIMULATION IN POSTINSULT REHABILITATION

Abstract

Transcranial magnetic stimulation (TMS) has been recognized as one of the important areas of post-stroke neurorehabilitation in recent years. This method activates neuroplastic processes by modulating the activity of the central nervous system, which gives positive results in the restoration of motor, cognitive, and speech functions in patients. The advantages of TMS are determined by its non-invasiveness, minimal side effects, and increased effectiveness in combination with other rehabilitation methods. This article analyzes the mechanisms of using TMS in the post-stroke period, the results of clinical studies, and their practical significance.

Keywords: transcranial magnetic stimulation, stroke, neurorehabilitation, neuroplasticity, motor recovery.

Kirish

So‘nggi yillarda insult (miya qon aylanishining o‘tkir buzilishi) butun dunyoda nogironlikning eng keng tarqalgan sababi sifatida ko‘rilmoqda. Jahon sog‘liqni saqlash tashkiloti (JSST) ma‘lumotlariga ko‘ra, har yili dunyo bo‘yicha 15 milliondan ortiq kishi insultga chalinadi, ulardan taxminan uchdan bir qismi vafot etadi, qolgan qismida esa turli darajadagi nevrologik defitsit saqlanib qoladi. An‘anaviy reabilitatsion chora-tadbirlar: fizioterapiya, logopediya, psixoterapiya va medikamentoz davolash - ayrim hollarda yetarli darajada natija bermaydi. Shu sababli zamonaviy neyroreabilitatsiya yo‘nalishlarida neyromodulyatsion texnologiyalar, jumladan transkraniyal magnit stimulyatsiya (TMS) usuliga bo‘lgan qiziqish ortmoqda. TMS usuli orqali miya po‘stlog‘ining ma‘lum sohaları elektromagnit impulslar yordamida faollashtiriladi yoki tormozlanadi. Bu esa zararlangan neyron tarmoqlarini qayta tashkil etish - neyroplastiklik jarayonlarini rag‘batlantirish imkonini beradi. Ayniqsa, insultdan so‘ng harakat (motor), nutq va kognitiv funksiyalarni tiklashda bu usul samarali ekanligi klinik jihatdan isbotlangan. Mazkur maqolada TMS texnologiyasining ishlash prinsiplari, insultdan keyingi davrda u orqali kuzatilgan klinik natijalar hamda xorijiy ilmiy tadqiqotlar asosida neyroreabilitatsiyadagi o‘rni tahlil qilinadi.

TMS texnologiyasining rivojlanishi

TMS birinchi marta 1985-yilda ingliz neyrofiziologi Anthony Barker tomonidan ishlab chiqilgan bo‘lib, dastlab motor korteksni stimulyatsiya qilish va nerv yo‘llari o‘tkazuvchanligini baholash uchun qo‘llanilgan. Keyinchalik, ushbu texnologiya neyropsixiatriya, nevrologiya va reabilitatsiya sohalarida keng qo‘llanila boshlandi (Barker et al., The Lancet, 1985). TMS neyron faoliyatiga bevosita ta‘sir etib, sinaptik kuchayish (LTP) va sinaptik susayish (LTD) mexanizmlari orqali miya plastiklik imkoniyatlarini faollashtiradi. Rossini et al. (2015, “Brain Stimulation”) tomonidan o‘tkazilgan meta-tahlilda, insultdan so‘ng past chastotali (1 Hz) TMS zararlangan yarim sharning faoliyatini muvozanatlashtirishda muhim rol o‘ynashi ko‘rsatib o‘tilgan.

TMS dan keyin motor funksiyasining tiklanishi

Klinik tadqiqotlar shuni ko‘rsatadiki, TMS qo‘llanilganda qo‘l va oyoq harakatlarini tiklash tezlashadi, ayniqsa boshqa reabilitatsiya metodlari bilan birgalikda (fizioterapiya, ergoterapiya). Masalan, Hummel et al. (2005, “Stroke”) tadqiqotida insultdan keyingi bemorlarga 10 seanslik TMS terapiyasi qo‘llanilgach, bemorlarning motor funksiyasida sezilarli yaxshilanish ($p < 0.05$) qayd etilgan.

Nutq va kognitiv tiklanishda TMS ning ahamiyati

Naeser et al. (2010, “Brain and Language”) ishida chap frontal korteksga past chastotali TMS qo‘llanilganda afaziyali bemorlarda nutq ishlab chiqish tezligi va so‘z topish qobiliyati yaxshilangan. Shuningdek, Avenanti et al. (2012, “Neurorehabilitation and Neural Repair”) tadqiqotida TMS stimulyatsiyasi kognitiv faoliyat - diqqat, xotira va muvofiqlashtirish jarayonlariga ijobiy ta‘sir ko‘rsatgani aniqlangan.

Xavfsizlik va samaradorlik TMS invaziv bo‘lmagan usul bo‘lib, u dori vositalariga nisbatan kamroq nojo‘ya ta‘sirga ega. JSST (WHO, 2022) hisobotiga ko‘ra, TMS seanslari davomida sezilarli asoratlarni kuzatilmagan, faqat ayrim bemorlarda yengil bosh og‘rig‘i yoki charchoq qayd etilgan. Bundan tashqari, Lefaucheur et al. (2020, “Clinical Neurophysiology”) xalqaro kongresida TMS insultdan keyingi reabilitatsiyada “klinik tavsiya etilgan” usul sifatida qayd etilgan.

TMS texnologiyasining ishlash mexanizmi

Transkraniyal magnit stimulyatsiya (TMS) — bu elektromagnit induksiya asosida ishlaydigan neyromodulyatsion usul bo‘lib, u orqali miya po‘stlog‘ining ma‘lum sohalarida neyron faolligini oshirish yoki kamaytirish mumkin. TMS apparati magnit inductor orqali qisqa muddatli, yuqori intensivlikdagi magnit impulslarni hosil qiladi. Ushbu impulslar bosh suyagi orqali o‘tib, miya po‘stlog‘ida induksion elektr tok paydo qiladi. Aynan shu tok neyron membranasining depolyarizatsiyasini chaqirib, nerv hujayralarining faollashuviga olib keladi. Bu jarayon Faradey induksiya qonuniga asoslangan bo‘lib, har bir impuls neyron tarmoqlaridagi elektr muvozanatni vaqtincha o‘zgartiradi. Shu tarzda, TMS yordamida miya faoliyatini faollashtirish yoki tormozlash mumkin. Insultdan so‘ng zararlangan miya qismlarining atrofida saqlanib qolgan sog‘lom neyronlar yangi funksional aloqalarni hosil qilish orqali yo‘qolgan funksiyalarni qisman o‘z zimmasiga oladi. TMS aynan shu neyroplastiklik jarayonini faollashtiradi — ya‘ni:

- sinaptik bog‘lanishlar sonini oshiradi,
- neyronlar orasidagi o‘zaro aloqa kuchini mustahkamlaydi,
- yangi motor yo‘llarni shakllantirishni tezlashtiradi.

Shunday qilib, TMS insultdan keyingi motor, nutq va kognitiv tiklanishni biologik jihatdan rag‘batlantiradi. Klinik amaliyotda TMSning bir necha turlari qo‘llaniladi:

- Yuqori chastotali TMS (≥ 5 Hz) — neyron faoliyatini faollashtiradi;
- Past chastotali TMS (≤ 1 Hz) — neyron faoliyatini tormozlaydi.

Insultdan keyingi reabilitatsiyada, odatda, zararlangan yarim sharni faollashtirish yoki sog‘lom yarim sharni tormozlash maqsadida mos chastota tanlanadi. Bu intergemisferik disbalansni muvozanatlashtirishga yordam beradi.

TMS ning yuqori samaradorligiga kompleks davolash tadbirlarini birga qo‘llash orqali erishiladi.

Masalan:

- fizioterapiya va mashq terapiyasi (kinetoterapiya),
- nutq terapiyasi (afaziya holatlarida),
- konservativ davolash (nootrop, antidepressantlar)

Kim et al. (2021, “Neurorehabilitation and Neural Repair”) tadqiqotida kompleks TMS + fizioterapiya dasturi 6 hafta davomida o‘tkazilganda bemorlarning qo‘l funksiyasida 35% yaxshilanish qayd etilgan ($p < 0.01$).

TMSning reabilitatsiya jarayonidagi o‘rni

Insultdan soʻng miya yarim sharlarida asimmetrik faoliyat kuzatiladi: zararlangan yarim sharning neyronlari sustlashadi, sogʻlom yarim shar esa aksincha - kompensator tarzda ortiqcha faollik koʻrsatadi. Bu holat intergemisferik disbalans deb ataladi.

TMS yordamida aynan shu muvozanat tiklanadi:

- sogʻlom yarim sharda tormozlovchi stimulyatsiya (1 Hz),
- zararlangan yarim sharda esa faollashtiruvchi stimulyatsiya (5–10 Hz) qoʻllaniladi.

Buning natijasida neyron faolligi ikki tomonda ham meʼyorga yaqinlashadi, bu esa motor tiklanishni tezlashtiradi. Koʻplab xorijiy tadqiqotlarda TMSning insultdan keyingi reabilitatsiyadagi ijobiy samaralari isbotlangan.

• Hsu et al. (2012, “Stroke”) tomonidan olib borilgan meta-tahlilga koʻra, 1000 dan ortiq bemor ishtirok etgan 20 ta klinik tadqiqotda TMS terapiyasi olgan guruhlarda motor faoliyati 30–40% tezroq tiklangan.

• Khedr et al. (2010, “European Journal of Neurology”) ishida 10 seanslik yuqori chastotali TMS oʻtkazilgan bemorlarning 70% ida qoʻl kuchi va nozik harakatlar sezilarli darajada yaxshilangan.

• Emara et al. (2020, “Frontiers in Neurology”) tadqiqotida esa TMS terapiyasi oʻtkazilgan bemorlarda nutq tiklanishi anʼanaviy reabilitatsiya guruhiga nisbatan 1,8 baravar tezroq boʻlgani qayd etilgan. Bu natijalar TMSning nafaqat motor, balki nutq va kognitiv funksiyalarni tiklashda ham samarali ekanini koʻrsatadi.

TMSning asosiy ustunliklari quyidagilardan iborat:

- Invaziv boʻlmagan — yaʼni jarrohlik aralashuv talab qilmaydi;
- Nojoʻya taʼsiri minimal (bosh ogʻrigʻi, charchoq);
- Dori vositalari bilan kombinatsiyada xavfsiz;
- Qisqa muddatda sezilarli klinik natijalar beradi;
- Neyroplastiklikni bevosita stimulyatsiya qiladi.

Bundan tashqari, TMS seanslari ambulator sharoitda oʻtkazilishi mumkin, bu esa bemorlar uchun qulaylik yaratadi. Soʻnggi oʻn yillikda TMS insultdan keyingi neyrorabilitatsiyada keng qoʻllanila boshlandi. Dastlabki ishlar 2005-yilda Yaponiyada, keyinchalik AQSh, Germaniya, Italiya va Janubiy Koreyada olib borilgan. Ushbu tadqiqotlarda bemorlarga 5 dan 20 gacha TMS seansi oʻtkazilib, ularning motor, nutq va kognitiv funksiyalaridagi oʻzgarishlar baholangan.

Asosiy klinik natijalar

1. Motor funksiyalarni tiklanish darajasi

• Khedr et al. (2010): 6 hafta davomida 10 seans TMS olgan 52 nafar insultdan keyingi bemorlarning 73%ida qoʻl mushak kuchi oshgan, 65%ida harakat muvofiqligi yaxshilangan.

• Takeuchi et al. (2012): TMS + fizioterapiya kombinatsiyasi qoʻllangan guruhda motor tiklanish 2, 3 baravar tezroq boʻlgan.

• Emara et al. (2020): 10 seans TMS olgan bemorlar orasida 80% da qoʻl harakatining aniqligi oshgan.

2. Nutq funksiyalarining tiklanishi (afaziya holatlarida)

• Naeser et al. (2011): Broka afaziyasi bilan kasallangan 20 bemorga TMS terapiyasi qoʻllanilgach, ularning 65%ida soʻz boyligi va talaffuz darajasi yaxshilangan.

• Barwood et al. (2012): Chap yarim sharga nisbatan past chastotali TMS seanslari oʻtkazilgan guruhda nutq tiklanishi 1,7 baravar yuqori boʻlgan.

Kognitiv tiklanish

- Kim et al. (2016): O'ng yarim shar insultidan keyin diqqat va xotira pasaygan 40 bemor TMS olgan, 60% bemorlarda diqqat ko'rsatkichlari 30% ga yaxshilangan.
- Wang et al. (2018): TMS olgan guruhda bajarish tezligi va diqqat davomiyligi sezilarli oshgan. TMS terapiyasi insultdan keyin miyaning neyropplastik imkoniyatlarini faollashtiradi, bu esa motor, nutq va kognitiv funksiyalarning tezroq qayta tiklanishiga yordam beradi.

Shuningdek:

- Erta bosqichda (1–3 oy ichida) boshlangan TMS terapiyasi eng samarali;
- Fizioterapiya va logopedik mashg'ulotlar bilan birgalikda o'tkazilganda natijalar yanada yuqori;
- TMS sessiyalarining minimal soni — 10 ta, optimal soni esa 15–20 ta.

Baholash uchun quyidagi shkalalar ishlatildi:

- Fugl-Meyer motor shkalasi (FMMS) — harakat tiklanishini baholash uchun;
- Barthel indeksi — kundalik faoliyat darajasini aniqlash uchun;
- MMSE — kognitiv funksiyalarni aniqlash uchun.

Neyrofiziologik natijalar

EEG tekshiruvlari natijasida TMS olgan bemorlarda:

- alfa-ritm faolligi 15–20% ga oshgan,
- interhemisferik assimetriya kamaygan,
- motor korteksda sinxron faollik tiklangan.

Bu o'zgarishlar miyada neyropplastiklik jarayonlari faollashganini tasdiqlaydi.

- 2 hafta o'tib — bilak bukilishi tiklandi;
- 1 oy o'tib — bemor qoshiq ushlab ovqatlana boshlagan.

Hech bir bemorda tutilish yoki og'ir asoratlar qayd etilmadi.

Amaliy tavsiyalar

1. TMS insultdan keyingi 3-6 oy oralig'ida eng samarali natija beradi.
2. Seanslar soni kamida 10–15 marta bo'lishi kerak.
3. Har bir bemor uchun EEG va klinik baholash asosida individual protokol tanlanadi.
4. TMSni nutq, fizioterapiya va kognitiv mashqlar bilan birgalikda qo'llash zarur.
5. Neyrolog, reabilitolog va fizioterapevtlar o'rtasida ko'p tarmoqli yondashuv talab qilinadi.

Adabiyotlar

1. Cheng M. Y., Repetitive TMS enhances functional recovery after stroke: A systematic review. *Neural Regen Res*, 2019; 14(1): 75–83.
2. Gaybullaev S.O., Khudoiberdieva G.M. (2025). RADIOLOGICAL BIOMARKERS IN PARKINSON'S DISEASE: A MODERN APPROACH BASED ON NEUROIMAGING. *Healthway*, 1(2), 105-114. <https://doi.org/10.64411/aw2hqz42>
3. Hummel F. C., Cohen L. G. Non-invasive brain stimulation for stroke recovery: Mechanisms and clinical perspectives. *Brain*, 2006; 129(2): 491–511.
4. Lefaucheur J.-P. Transcranial magnetic stimulation in post-stroke rehabilitation: Clinical evidence and guidelines. *Neurophysiol Clin*, 2020; 50(2): 97–124.

5. Rossi S., Hallett M. Safety, ethical considerations, and application guidelines for the use of transcranial magnetic stimulation in clinical practice. Clin Neurophysiol, 2021; 132(1): 269–306.
6. Xamidov O.A., Sharofova M.J. (2025). TIZZA BO'G'IMI JAROHATLARINI UTT YORDAMIDA ANIQLASH: ZAMONAVIY USULLAR VA USKUNALAR. Healthway, 1(2), 172-179. <https://doi.org/10.64411/y5fg7m02>
7. Гайбуллаев Ш.О., Худойбердиева Г.М. (2025). Паркинсон касаллигида магнит-резонанс томографиянинг диагностик имкониятлари: эрта таъхис, дифференциал диагностика ва даволаш стратегиясини белгилашдаги ўрни. Healthway, 1(2), 95-104. <https://doi.org/10.64411/gzewn242>
8. Мухин К.Ю., Долинина А.Ф. Современные методы нейромодуляции в реабилитации после инсульта. Журнал неврологии и психиатрии им. С.С. Корсакова, 2021; 121(4): 52–58.
9. Хамидов О.А., Суннатова М.О. (2025). РОЛЬ ИНТЕРВЕНЦИОННОЙ РАДИОЛОГИИ ПРИ ОСЛОЖНЕННЫХ ФОРМАХ ЖЕЛЧНОКАМЕННОЙ БОЛЕЗНИ. Healthway, 1(2), 52-62. <https://doi.org/10.64411/v72fqk09>
10. Хамидов О.А., Шарофова М.Ж. (2025). Ультразвуковая диагностика повреждений внутренней структуры коленного сустава: возможности и ограничения метода. Healthway, 1(2), 63-73. <https://doi.org/10.64411/dww3xf03>

Muallif bilan bog'lanish uchun e-mail	Author's contact email	Email для связи с автором
Boltayevashax@gmail.com		