UNIVERSAL JOURNAL OF MEDICAL AND NATURAL SCIENCES
ISSN 2992-8826
https://sr-journals.org/index.php/UJMANS

Insultdan keyingi harakat buzilishlarini transkranial magnit stimulyatsiya yordamida korreksiya qilishni takomillashtirish

Jumabaeva Miyasar Boranbay qizi
Toshkent davlat tibbiyot universiteti 2-bosqich magistri
Xidoyatova Dilbar Nabievna
Tibbiyot fanlari doktori, professor

Annotatsiya. Mazkur maqolada insultdan keyingi harakat buzilishlarini reabilitatsiya qilishda transkranial magnit stimulyatsiya (TMS) usulining samaradorligi, uning neyrofiziologik asoslari hamda davolash jarayonini optimallashtirish yo'llari ko'rib chiqilgan. Insultdan keyingi harakat nuqsonlari markaziy asab tizimidagi neyroplastik o'zgarishlar bilan bog'liq bo'lib, TMS zamonaviy reabilitatsiya usullari orasida tobora ko'proq joriy etilmoqda. Meta-tahlillar natijalariga ko'ra, motor korteks faolligini TMS yordamida modulyatsiya qilish parezni kamaytirishi, mushak kuchini yaxshilashi va funksional tiklanishni tezlashtirishi mumkin. Maqolada yuqori va past chastotali TMSning afzalliklari, kombinatsiyalangan reabilitatsiya yondashuvlari hamda davolash protokollarini individuallashtirishning ahamiyati yoritilgan.

Kalit so'zlar: insult, transkranial magnit stimulyatsiya, TMS, neyroreabilitatsiya, motor buzilishlar, neyroplastiklik, gemiparez.

Аннотация. В данной статье рассмотрены эффективность транскраниальной магнитной стимуляции (ТМС) при реабилитации двигательных нарушений после инсульта, её нейрофизиологические механизмы и пути оптимизации лечения. Постинсультные двигательные дефициты связаны с нейропластическими изменениями центральной нервной системы, а ТМС занимает важное место среди современных методов нейрореабилитации. Исследования показывают, что модуляция активности моторной коры с помощью ТМС способствует уменьшению парезов, увеличению мышечной силы и ускорению функционального восстановления. В статье освещены преимущества высоко- и низкочастотной ТМС, комбинированных методов реабилитации и индивидуального подхода к лечению.

Ключевые слова: инсульт, транскраниальная магнитная стимуляция, ТМС, нейрореабилитация, двигательные нарушения, нейропластичность, гемипарез.

Abstract. This article discusses the effectiveness of transcranial magnetic stimulation (TMS) in the rehabilitation of post-stroke motor disorders, its neurophysiological mechanisms, and approaches to optimizing treatment. Motor deficits after stroke are associated with neuroplastic changes in the central nervous system, and TMS occupies an important place among modern rehabilitation methods. Studies demonstrate that modulation of motor cortex activity using TMS can reduce paresis, improve muscle strength, and accelerate functional recovery. The article highlights the advantages of high- and low-frequency TMS, combined rehabilitation approaches, and the importance of individualized treatment protocols.

Keywords: stroke, transcranial magnetic stimulation, neurorehabilitation, motor disorders, neuroplasticity, hemiparesis.

Kirish

Insult dunyo miqyosida nogironlikning rivojlanishi va o'lim holatlarining ko'payishiga sezilarli hissa qo'shuvchi kasalliklardan biridir. Jahon sog'liqni saqlash tashkiloti ma'lumotlariga ko'ra, har yili millionlab insonlarda insult kuzatiladi va ularning katta qismida uzoq muddatli

UNIVERSAL JOURNAL OF MEDICAL AND NATURAL SCIENCES
ISSN 2992-8826
https://sr-journals.org/index.php/UJMANS

nevrologik defitsitlar saqlanib qoladi [1]. Ayniqsa, harakat buzilishlari insultdan keyingi eng ko'p uchraydigan asoratlardan biri bo'lib, bemorlarning kundalik hayot sifati va ijtimoiy moslashuviga jiddiy ta'sir ko'rsatadi.

Insultdan keyingi harakat buzilishlari asosan gemiparez, mushak tonusining o'zgarishi, koordinatsiya buzilishi va murakkab motor harakatlarning pasayishi bilan namoyan bo'ladi. An'anaviy fizioterapiya va medikamentoz davolash usullari ayrim hollarda yetarli natija bermasligi sababli zamonaviy neyromodulyatsion metodlarga ehtiyoj ortib bormoqda [2].

Shunday innovatsion usullardan biri transkranial magnit stimulyatsiya (TMS) hisoblanadi. TMS bosh miya po'stlog'ining ma'lum hududlariga magnit impulslar yuborish orqali neyronlarning funksional faolligini o'zgartirish imkonini beradi. neyromodulyatsion yondashuv invaziv bo'lmaganligi, nisbatan xavfsizligi va yuqori samaradorligi bilan ajralib turadi [3].

Mazkur maqolaning maqsadi insultda harakat buzilishlarini TMS yordamida korreksiya qilishni optimallashtirishning zamonaviy yondashuvlarini tahlil qilishdan iborat.

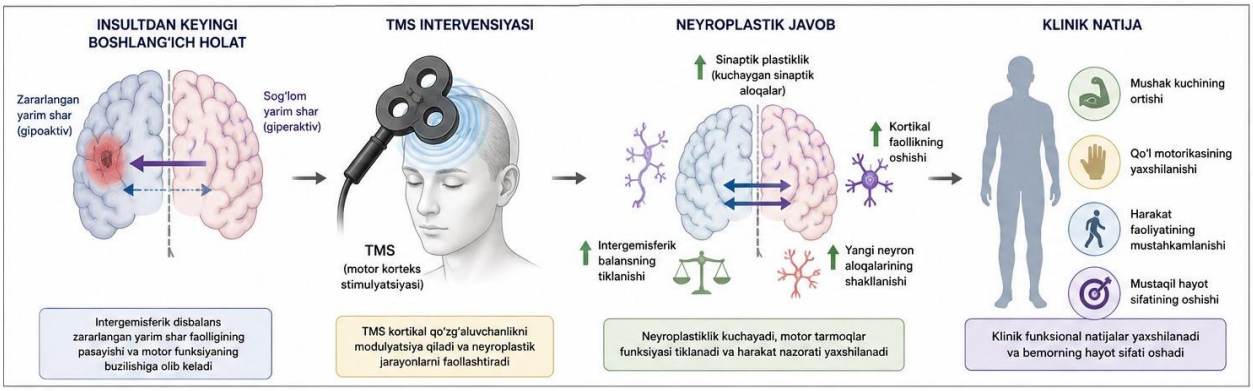
Tadqiqot materiali va metodlari

Maqola tayyorlash jarayonida PubMed, Scopus, Web of Science va Google Scholar bazalaridagi ilmiy maqolalar tahlil qilindi. 2015-2025-yillarda chop etilgan klinik tadqiqotlar, meta-tahlillar va sistematik sharhlar o'rganildi. Tahlil jarayonida insultdan keyingi motor buzilishlarda TMSning samaradorligi, xavfsizligi hamda reabilitatsion natijalarga ta'siri baholandi.

Insultda harakat buzilishlarining patofiziologiyasi

Insult natijasida bosh miyaning motor zonalarida ishemik yoki gemorragik shikastlanish yuz beradi. Bu holat kortikospinal yo'llar faoliyatining buzilishiga olib keladi va mushaklarning ixtiyoriy boshqaruvi pasayadi [4]. Zararlangan yarim sharda neyronlar faoliyatining susayishi bilan bir qatorda, sog'lom yarim shardagi ingibitiv ta'sir kuchayadi. Natijada intergemisferik disbalans rivojlanadi.

Neyroplastiklik insultdan keyingi tiklanishning asosiy mexanizmlaridan biri hisoblanadi. Miyaning saqlanib qolgan hududlari yangi sinaptik bog'lanishlar hosil qilib, yo'qolgan funksiyalarni qisman kompensatsiya qiladi [5]. Shu sababli zamonaviy reabilitatsiya usullari aynan neyroplastiklikni rag'batlantirishga qaratilgan.



Izoh: TMS – transkranial magnit stimulyatsiya.

Rasm 1. Insultdan keyingi neyroplastiklik va TMS ta'sir mexanizmi

TMSning neyrofiziologik asoslari

Transkranial magnit stimulyatsiya elektromagnit induksiya prinsipiga asoslangan. Magnit maydon bosh suyagi orqali o'tib, miya po'stlog'ida elektr toklarini hosil qiladi va neyronlar depolyarizatsiyasini chaqiradi [6].

TMSning asosiy turlari:

- Bir martalik TMS;
- Juft impulsli TMS;
- Takrorlanuvchi TMS (rTMS).

Klinik amaliyotda aynan rTMS keng qo'llaniladi. Yuqori chastotali rTMS (≥5 Hz) kortikal qo'zg'aluvchanlikni oshiradi, past chastotali rTMS (≤1 Hz) esa uni kamaytiradi [7].

Insultda quyidagi strategiyalar qo'llaniladi:

1. Zararlangan yarim sharni faollashtirish;
2. Sog'lom yarim shar tormozlanishini kamaytirish;
3. Ikki tomonlama stimulyatsiya orqali intergemisferik balansni tiklash.

TMSning insultdan keyingi reabilitatsiyadagi samaradorligi

Ko'plab tadqiqotlar TMSning insultdan keyingi motor funksiyalarni tiklashdagi samaradorligini tasdiqlagan. Hsu va hammualliflar o'tkazgan meta-tahlilda rTMS qo'llangan bemorlarda qo'l motorikasi va mushak kuchining sezilarli yaxshilangani aniqlangan [8].

Lefaucheur va hammualliflarning klinik tavsiyalariga ko'ra, insultdan keyingi gemiparezda past chastotali rTMSni sog'lom yarim sharga yoki yuqori chastotali rTMSni zararlangan yarim sharga qo'llash motor tiklanishni yaxshilaydi [9].

TMSning asosiy ijobiy ta'sirlari:

- Mushak kuchining oshishi;
- Harakat amplitudasining kengayishi;
- Spastiklikning kamayishi;
- Qo'l funksiyalarining yaxshilanishi;
- Kundalik hayot faoliyatining tiklanishi.

Shuningdek, TMS fizioterapiya, kinezioterapiya va robotlashtirilgan reabilitatsiya bilan kombinatsiyada yanada ijobiy natijalarga olib keladi [10].

Jadval 1. Insultda harakat buzilishlarini korreksiya qilish uchun TMS parametrlarining tavsiflari

TMS turi	Chastota (Hz)	Stimulyatsiya intensivligi	Stimulyatsiya vaqti	Seanslar soni	Ta'sir yo'nalishi	Qo'llanish sohasi	Asosiy kutilaigan ta'sir
Yuqori chastotali rTMS (exitator)	5–20 Hz	80–110% MT	10–20 daqiqa	10–20 seans (1–5 hafta)	Zararlangan yarim shar motor korteksi	Qo'l va oyoq motorik funksiyasini yaxshilash	Kortikal qo'zg'aluvchanlikni oshiradi, neyron tarmoqlar faolligini kuchaytiradi
Past chastotali rTMS (inhibitor)	0,5–1 Hz	80–110% MT	10–20 daqiqa	10–20 seans (1–5 hafta)	Sog'lom yarim shar motor korteksi	Intergemisferik disbalansni kamaytirish	Sog'lom yarim shar faolligini inhibitsiya qiladi, zararlangan yarim shar faolligini nisbatan oshiradi
Intermittent Theta Burst Stimulation (iTBS)	50 Hz (bursts), 5 Hz (theta)	80–100% MT	3–5 daqiqa	10–20 seans (1–4 hafta)	Zararlangan yarim shar motor korteksi	Motor funksiyani tiklash (muqobil yondashuv)	Qisqa vaqt ichida kuchli neyromodulyatsion ta'sir ko'rsatadi
Continuous Theta Burst Stimulation (cTBS)	50 Hz (bursts), 5 Hz (theta)	80–100% MT	3–5 daqiqa	10–20 seans (1–4 hafta)	Sog'lom yarim shar motor korteksi	Intergemisferik disbalansni kamaytirish (muqobil yondashuv)	Sog'lom yarim shar faolligini kuchli inhibitsiya qiladi

Izoh: MT – motor threshold (motor javob chegarasi); rTMS – repetitiv transkranial magnit stimulyatsiya; iTBS – intermittent theta burst stimulation; cTBS – continuous theta burst stimulation.

TMS yordamida korreksiyani optimallashtirish yo'llari

Individual yondashuv

Har bir bemorda insultning lokalizatsiyasi, hajmi va nevrologik defitsit darajasi turlicha bo'ladi. Shu sababli TMS parametrlarini individual tanlash asosiy shartlardan biri hisoblanadi. Stimulyatsiya chastotasi, intensivligi va seans davomiyligi bemorning klinik holatiga qarab belgilanishi kerak.

Erta reabilitatsiya

Klinik kuzatuvlar natijasida insultdan keyingi dastlabki haftalarda TMS qo'llash neyroplastiklik jarayonlarini kuchaytirishini ko'rsatadi [11]. Erta boshlangan neyroreabilitatsiya uzoq muddatli funksional natijalarni yaxshilaydi.

Kombinatsiyalangan terapiya

TMSni quyidagi usullar bilan birga qo'llash tavsiya etiladi:

- Terapevtik jismoniy mashqlar;
- Robot-assistent reabilitatsiya;
- Biofeedback terapiya;
- Elektrostimulyatsiya;
- Ergoterapiya.

Bunday kompleks yondashuv motor funksiyalarni tiklashni tezlashtiradi.

Navigatsion TMS texnologiyasi

Neyronavigatsiya yordamida stimulyatsiya nuqtalarini aniq belgilash davolash samaradorligini oshiradi. MRI asosidagi navigatsion tizimlar individual anatomik xususiyatlarni hisobga olish imkonini beradi [12]. O‘zbekiston sharoitida navigatsion TMS uskunalarining cheklanganligi mazkur texnologiyani amaliyotga keng joriy etishni qiyinlashtirmoqda.

Sun’iy intellekt va personalizatsiya

So’nggi yillarda TMS protokollarini sun’iy intellekt yordamida individual prognozlash bo’yicha tadqiqotlar olib borilmoqda. Bu usul bemorning neyrofiziologik ko’rsatkichlariga asoslangan optimal stimulyatsiya parametrlarini tanlash imkonini beradi.

TMSning xavfsizligi va nojo’ya ta’sirlari

TMS nisbatan xavfsiz metod hisoblanadi. Ko’pchilik bemorlarda yengil bosh og’rig’i, bosh aylanishi yoki stimulyatsiya sohasida noqulaylik kuzatilishi mumkin [13]. Juda kam hollarda epileptik tutqanoq rivojlanishi qayd etilgan.

TMS qo’llashga qarshi ko’rsatmalar:

- Bosh miya ichida metall implantlar mavjudligi;
- Kardiostimulyatorlar;
- Epilepsiya;
- O’tkir somatik holatlar.

Davolashdan oldin bemorni to’liq klinik va instrumental tekshiruvdan o’tkazish zarur.

Muhokama

TMS insultdan keyingi motor buzilishlarni korreksiya qilishda klinik amaliyotda tobora keng qo‘llanilayotgan neyromodulyatsion usullardan biridir. Ushbu metod neyroplastik jarayonlarga ta'sir ko‘rsatish orqali motor funksiyalarning tiklanishiga yordam beradi. Biroq hozirgi kunga qadar stimulyatsiyaning optimal chastotasi, intensivligi va davomiyligi bo‘yicha yagona standart shakllanmagan.

Bizning fikrimizcha, TMSning klinik samarasi insultning davri, zararlanish o‘chog‘ining hajmi va lokalizatsiyasi, shuningdek, qo‘llanilayotgan reabilitatsiya dasturining xususiyatlariga bog‘liq. Shu sababli barcha bemorlarga bir xil protokollarni qo‘llash har doim ham kutilgan natijani bermasligi mumkin.

Adabiyotlarda keltirilgan ma'lumotlarning tahlili turli tadqiqotlarda qo‘llanilgan stimulyatsiya parametrlari o‘rtasida sezilarli tafovutlar mavjudligini ko‘rsatadi. Bu esa olingan natijalarning bir-biridan farq qilishiga sabab bo‘lmoqda. Kelgusida TMSning eng maqbul parametrlarini aniqlash maqsadida yirik randomizatsiyalangan klinik tadqiqotlarni o‘tkazish maqsadga muvofiqdir.

Shuningdek, TMSni transkranial elektr stimulyatsiya, robotlashtirilgan reabilitatsiya va virtual reallik texnologiyalari bilan birgalikda qo‘llash motor funksiyalarni tiklash imkoniyatlarini yanada kengaytirishi mumkin.

Xulosa

Transkranial magnit stimulyatsiya insultdan keyingi harakat buzilishlarini korreksiya qilishda samarali va xavfsiz neyromodulyatsion usul hisoblanadi. TMS orqali motor korteks faolligini modulyatsiya qilish neyroplastik jarayonlarni rag‘batlantirib, motor funksiyalarning qayta tiklanishiga yordam beradi.

Davolash samaradorligini oshirish uchun individual yondashuv, erta reabilitatsiya, kombinatsiyalangan terapiya va navigatsion texnologiyalarni qo’llash amaliy ahamiyatga ega. Kelgusida TMS protokollarini takomillashtirish va personalizatsiyalangan davolash algoritmlarini ishlab chiqish insultdan keyingi reabilitatsiya natijalarini yanada yaxshilashga xizmat qilishi mumkin.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Feigin V.L., Brainin M., Norrving B. et al. World Stroke Organization Global Stroke Fact Sheet 2022. International Journal of Stroke. 2022;17(1):18–29
2. World Health Organization. Stroke. Fact Sheets. Geneva: WHO; 2024

3. Barker A.T., Jalinous R., Freeston I.L. Non-invasive magnetic stimulation of human motor cortex. Lancet. 1985;1(8437):1106–1107.
4. Kandel E.R., Schwartz J.H., Jessell T.M. Principles of Neural Science. 5th ed. New York: McGraw-Hill; 2013.
5. Cramer S.C., Wolf S.L., Adams H.P. et al. Stroke recovery and rehabilitation research: issues, opportunities, and the National Institutes of Health StrokeNet. Stroke. 2017;48(3):813–819.
6. Hallett M. Transcranial magnetic stimulation: a primer. Neuron. 2007;55(2):187–199.
7. Rossini P.M., Burke D., Chen R. et al. Non-invasive electrical and magnetic stimulation of the brain. Clinical Neurophysiology. 2015;126(6):1071–1107.
8. Hsu W.Y., Cheng C.H., Liao K.K. et al. Effects of repetitive transcranial magnetic stimulation on motor functions in patients with stroke: a meta-analysis. Stroke. 2012;43(7):1849–1857.
9. Lefaucheur J.P., Aleman A., Baeken C. et al. Evidence-based guidelines on the therapeutic use of repetitive transcranial magnetic stimulation. Clinical Neurophysiology. 2020;131(2):474–528.
10. Elsner B., Kugler J., Pohl M., Mehrholz J. Repetitive transcranial magnetic stimulation (rTMS) for improving motor function after stroke. Cochrane Database of Systematic Reviews. 2020;(5):CD008862.
11. Volz L.J., Rehme A.K., Michely J. et al. Shaping early reorganization of neural networks promotes motor function after stroke. Cerebral Cortex. 2016;26(6):2882–2894.
12. Sparing R., Buelte D., Meister I.G. et al. Transcranial magnetic stimulation and the challenge of coil placement. Brain Stimulation. 2008;1(1):36–43.
13. Rossi S., Hallett M., Rossini P.M., Pascual-Leone A. Safety, ethical considerations, and application guidelines for the use of transcranial magnetic stimulation. Clinical Neurophysiology. 2009;120(12):2008–2039.