



New Day in Medicine
Новый День в Медицине

NDM



TIBBIYOTDA YANGI KUN

Ilmiy referativ, marifiy-ma'naviy jurnal



AVICENNA-MED.UZ



ISSN 2181-712X.
EISSN 2181-2187

4 (90) 2026

Сопредседатели редакционной коллегии:

**Ш. Ж. ТЕШАЕВ,
А. Ш. РЕВИШВИЛИ**

Ред. коллегия:
М.И. АБДУЛЛАЕВ
А.А. АБДУМАЖИДОВ
Р.Б. АБДУЛЛАЕВ
Л.М. АБДУЛЛАЕВА
А.Ш. АБДУМАЖИДОВ
М.А. АБДУЛЛАЕВА
Х.А. АБДУМАДЖИДОВ
Б.З. АБДУСАМАТОВ
У.О. АБИДОВ
М.М. АКБАРОВ
Х.А. АКИЛОВ
М.М. АЛИЕВ
С.Ж. АМИНОВ
Ш.Э. АМОИВ
Ш.М. АХМЕДОВ
Ю.М. АХМЕДОВ
С.М. АХМЕДОВА
Т.А. АСКАРОВ
М.А. АРТИКОВА
Д.Т. АШУРОВА
Ж.Б. БЕКНАЗАРОВ (главный редактор)
Е.А. БЕРДИЕВ
Б.Т. БУЗРУКОВ
Р.К. ДАДАБАЕВА
М.Н. ДАМИНОВА
К.А. ДЕХКОНОВ
Э.С. ДЖУМАБАЕВ
А.А. ДЖАЛИЛОВ
Н.Н. ЗОЛотова
А.Ш. ИНОЯТОВ
С. ИНДАМИНОВ
А.И. ИСКАНДАРОВА
А.С. ИЛЪЯСОВ
Э.Э. КОБИЛОВ
А.М. МАННАНОВ
Д.М. МУСАЕВА
Т.С. МУСАЕВ
М.Р. МИРЗОЕВА
Ф.Г. НАЗИРОВ
Н.А. НУРАЛИЕВА
Ф.С. ОРИПОВ
Б.Т. РАХИМОВ
Х.А. РАСУЛОВ
Ш.И. РУЗИЕВ
С.А. РУЗИБОВЕВ
С.А. ГАФФОРОВ
С.Т. ШАТМАНОВ (Кыргызстан)
Ж.Б. САТТАРОВ
Б.Б. САФОВЕВ (отв. редактор)
И.А. САТИВАЛДИЕВА
Ш.Т. САЛИМОВ
Д.И. ТУКСАНОВА
М.М. ТАДЖИЕВ
А.Ж. ХАМРАЕВ
Б.Б. ХАСАНОВ
Д.А. ХАСАНОВА
Б.З. ХАМДАМОВ
Э.Б. ХАККУЛОВ
Г.С. ХОДЖИЕВА
А.М. ШАМСИЕВ
А.К. ШАДМАНОВ
Н.Ж. ЭРМАТОВ
Б.Б. ЕРГАШЕВ
Н.Ш. ЕРГАШЕВ
И.Р. ЮЛДАШЕВ
Д.Х. ЮЛДАШЕВА
А.С. ЮСУПОВ
Ш.Ш. ЯРИКУЛОВ
М.Ш. ХАКИМОВ
Д.О. ИВАНОВ (Россия)
К.А. ЕГЕЗАРЯН (Россия)
DONG JINCHENG (Китай)
КУЗАКОВ В.Е. (Россия)
Я. МЕЙЕРНИК (Словакия)
В.А. МИТИШ (Россия)
В.И. ПРИМАКОВ (Беларусь)
О.В. ПЕШИКОВ (Россия)
А.А. ПОТАПОВ (Россия)
А.А. ТЕПЛОВ (Россия)
Т.Ш. ШАРМАНОВ (Казахстан)
А.А. ЩЕГОЛОВ (Россия)
С.Н. ГУСЕЙНОВА (Азербайджан)
Prof. Dr. KURBANHAN MUSLUMOV (Azerbaijan)
Prof. Dr. DENIZ UYAK (Germany)

**ТИББИЁТДА ЯНГИ КУН
НОВЫЙ ДЕНЬ В МЕДИЦИНЕ
NEW DAY IN MEDICINE**

*Илмий-рефератив, маънавий-маърифий журнал
Научно-реферативный,
духовно-просветительский журнал*

УЧРЕДИТЕЛИ:

**БУХАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
МЕДИЦИНСКИЙ ИНСТИТУТ
ООО «ТИББИЁТДА ЯНГИ КУН»**

Национальный медицинский
исследовательский центр хирургии имени
А.В. Вишневского является генеральным
научно-практическим
консультантом редакции

Журнал был включен в список журнальных
изданий, рецензируемых Высшей
Аттестационной Комиссией
Республики Узбекистан
(Протокол № 201/03 от 30.12.2013 г.)

РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ:

М.М. АБДУРАХМАНОВ (Бухара)
Г.Ж. ЖАРЫЛКАСЫНОВА (Бухара)
А.Ш. ИНОЯТОВ (Ташкент)
Г.А. ИХТИЁРОВА (Бухара)
Ш.И. КАРИМОВ (Ташкент)
У.К. КАЮМОВ (Тошкент)
Ш.И. НАВРУЗОВА (Бухара)
А.А. НОСИРОВ (Ташкент)
А.Р. ОБЛОКУЛОВ (Бухара)
Б.Т. ОДИЛОВА (Ташкент)
Ш.Т. УРАКОВ (Бухара)

4 (90)

2026
апрель

www.bsmi.uz
https://newdaymedicine.com
E: ndmuz@mail.ru
Тел: +99890 8061882

Received: 20.03.2026, Accepted: 06.04.2026, Published: 10.04.2026

UQK 616.831-005.4-036.82:616.89-008.45-039-07

INSULTDAN KEYINGI KOGNITIV BUZILISHLAR REABILITATSIYASIDA NEYROMODULYATSIYA USULLARI

¹Madjidova.Y.N. <https://orcid.org/0000-0002-2464-0315>

²Hojieva D.T. <https://orcid.org/0000-0002-5883-9533>

²Davlatbaev A.F. <https://orcid.org/0009-0002-0756-5867>

¹Toshkent Davlat Tibbiyot Universiteti, 100109 Toshkent, O‘zbekiston Farobiy ko‘chasi 2, Tel: +998781507825 E-mail: info@tdmu.uz

²Abu Ali ibn Sino nomidagi Buxoro davlat tibbiyot instituti, O‘zbekiston, Buxoro sh. A. Navoiy kochasi 1 Tel: +998 (65) 223-00-50 e-mail: info@bsmi.uz

✓ *Rezyume*

Noninvasiv neyrostimulyatsiya usullari insultdan keyingi kognitiv buzilishlarni kompleks davolash va rehabilitatsiya qilishda istiqbolli yo‘nalish hisoblanadi hamda kelajakda klinik amaliyotda keng qo‘llanilishi mumkin.

Kalit so‘zlar: Insult, kognitiv buzilish, neyromodulyatsiya, transcranial magnit stimulatsiya, transaurikulyar vagus nervi stimulatsiyasi, transcranial elektroterapiya, sinaps, tDCS, tACS, neurotransmitter.

NEUROMODULATION METHODS IN THE REHABILITATION OF COGNITIVE DISORDERS AFTER STROKE

¹Madjidova.Y.N. <https://orcid.org/0000-0002-2464-0315>

²Hojieva D.T. <https://orcid.org/0000-0002-5883-9533>

²Davlatbaev A.F. <https://orcid.org/0009-0002-0756-5867>

¹Tashkent State Medical University, 100109 Tashkent, Uzbekistan, 2 Farobiy Street, Tel: +998781507825 E-mail: info@tdmu.uz

²Bukhara State Medical Institute named after Abu Ali ibn Sina, Uzbekistan, Bukhara, st. A. Navoi. 1 Tel: +998 (65) 223-00-50 e-mail: info@bsmi.uz

✓ *Resume*

Non-invasive neurostimulation methods are a promising direction in the comprehensive treatment and rehabilitation of cognitive disorders after stroke and may be widely used in clinical practice in the future.

Keywords: Stroke, cognitive disorder, neuromodulation, transcranial magnetic stimulation, transauricular vagus nerve stimulation, transcranial electrotherapy, synapse, tDCS, tACS, neurotransmitter

МЕТОДЫ НЕЙРОМОДУЛЯЦИИ В РЕАБИЛИТАЦИИ КОГНИТИВНЫХ РАССТРОЙСТВ ПОСЛЕ ИНСУЛЬТА

¹Маджидова Ё.Н. <https://orcid.org/0000-0002-2464-0315>

²Ходжиева Д.Т. <https://orcid.org/0000-0002-5883-9533>

²Давлатбаев А.Ф. <https://orcid.org/0009-0002-0756-5867>

¹Ташкентский государственный медицинский университет, 100109 Ташкент, Узбекистан, ул. Фаробия, 2, Тел: +998781507825 E-mail: info@tdmu.uz

²Бухарский государственный медицинский институт имени Абу Али ибн Сины, Узбекистан, г. Бухара, ул. А. Навои. 1 Тел: +998 (65) 223-00-50 e-mail: info@bsmi.uz

✓ Резюме

Неинвазивные методы нейростимуляции представляют собой перспективное направление в комплексном лечении и реабилитации когнитивных расстройств после инсульта и в будущем могут широко применяться в клинической практике.

Ключевые слова: Инсульт, когнитивное расстройство, нейромодуляция, транскраниальная магнитная стимуляция, трансаурикулярная стимуляция блуждающего нерва, транскраниальная электротерапия, синапс, tDCS, tACS, нейромедиатор

Dolzarbligi

Insult (lat. insultus "sakrash, hujum, zarba") – bu miya to'qimalariga zarar etkazadigan o'tkir rivojlanayotgan qon aylanishining buzilishi. Insult butun dunyo bo'ylab nogironlik va o'limning asosiy sabablaridan biri bo'lib qolmoqda.

Insult butun dunyo bo'ylab nogironlik va o'limning asosiy sabablaridan biri bo'lib qolmoqda. JSST ma'lumotlariga ko'ra (2025), har yili 12 milliondan ortiq odam insultga uchraydi va omon qolganlarning 60-80 foizida doimiy nevrologik nuqsonlar rivojlanadi^{1,2}, ular orasida kognitiv buzilish (KB) chastotasi va hayot sifatiga ta'siri jihatidan eng keng tarqalganlardan biridir. Insultdan keyingi kognitiv buzilish (IKKB) — bu insultdan keyin xotira, diqqat, idrok va boshqa intellektual funktsiyalarning pasayishi³, bemorlarning 70 foizigacha bo'lgan qimida kuzatiladi va nogironlikka olib keladi. Tadqiqot natijalariga ko'ra, ishemik insultning o'tkir davrida engil nevrologik alomatlari bo'lgan bemorlarning 68 foizida xotira, diqqat va fikrlash buzilishi yuzaga keladi. Insultdan keyingi davrda kognitiv buzilishlar tekshirilayotganlarning 83 foizida kuzatiladi, ulardan 30 foizida demansiya, 53 foizida esa engil va o'rtacha kognitiv buzilishlar aniqlanadi. Ular unutuluvchanlik, chalg'ish, diqqatni jamlash, nutq, rejalashtirishda qiyinchiliklar, shuningdek, depressiya, befarqlik ko'rinishida namoyon bo'ladi va demansiyaga olib kelishi mumkin⁴. Bemorlarda kognitiv buzilishlarni quyidagi belgilar orqali bilib olishimiz mumkin:

IKKB ning asosiy ko'rinishlari

- Xotira va diqqat: Xotiraning yomonlashishi, chalg'ish, diqqatni jamlashda qiyinchilik, tez charchash.
- Aql va fikrlash: tahlil qilish, umumlashtirish, rejalashtirish, muammolarni hal qilish, so'zlarni tanlash qobiliyatining pasayishi.
- Nutq: nutqni tushunish va analiz qilishda qiyinchilik.
- Boshqalar: chalkashlik, vaqt va makonda orientatsiyaning buzilishi, befarqlik, depressiya.

IKKB tarqalishi va hayot sifatiga salbiy ta'siri jihatidan muhim ahamiyatga ega. Dori vositalari va an'anaviy kognitiv reabilitatsiya usullarining samaradorligi cheklanganligi sababli, bioelektronik tibbiyotga bo'lgan qiziqish ortib bormoqda. Keyingi yillarda IKKB larni korreksiya qilish maqsadida bir qancha zamonaviy davolash metodlari ishlab chiqilgan bo'lib, amaliyotda keng qo'llanilmoqda. Bunday metodlarga transcranial magnit stimulatsiya (TMS), transcranial elektroterapiya (TKET), transaurikulyar vagus nervi stimulatsiyasi (taVNS) va boshqalar. Biz quyida ularning ta'sir mexanizmlarini va ahamiyatini ko'rib chiqamiz.

TMS -bu bosh miya po'stloq sohasidagi neyronlar aktivligini faollashtirish yoki susaytirish uchun noinvaziv bo'lgan, xavfsiz va og'riqsiz davo muolajasi [42,47]. TMS neyron tuzilmalarni faolashtirish uchun Maykl Faradayning o'zgaruvchan magnit maydon orqali yuzaga keluvchi elektromagnit induksiya kontseptsiyasiga asoslanadi (1831). 1994 yildan keyin shifokorlar va olimlarning TMSga bo'lgan qiziqishi ortdi va hayvonlardan foydalangan holda bir qator tadqiqotlar va insonlarda klinik sinovlar o'tkazildi. Depressiyani davolash bo'yicha birinchi tadqiqot 1995 yilda M. Jorj va E. Vassermann tomonidan o'tkazilgan¹⁹. 2008-yilda AQSh oziq-ovqat va dori-darmonlar sifatini nazorat qilish federal boshqarmasi (FDA) "Biologik psixiatriya" jurnalida chop etilgan tadqiqot asosida depressiyani davolash uchun "Neuronetics" kompaniyasi tomonida ishlab chiqarilgan magnit stimulyatorlaridan vaqtincha foydalanishga ruxsat berdi [20]. Shundan hozirgi kungacha TMS ko'plab kasalliklarni davolash maqsadida ishlatilib kelinmoqda.

TMS bosh miya hujayrasini elektr toki bilan emas, balki induktiv elektromagnit stimulyatsiya orqali faolashtiradi. Bosh miya atrofida hosil bo'lgan magnit maydoniga miyani o'rab turgan to'qima (masalan, teri va suyak) ta'sir ko'rsatmaydi va ko'zlangan po'stloq markazlarida fazali elektr maydonini keltirib chiqaradi. Ushbu maydon ta'sirida neyronlarda depolarizatsiyalanish kuzatiladi. Agar TMS yuzaga

keltirgan elektromagnit induksiya yetarlicha kuchga ega bo'lsa, neyronlarda harakat potensialini yuzaga chiqarish uchun yetarli darajada depolyarizatsiya qilish imkoniyati yuzaga keladi.

TMS neyronlarga qanday ta'sir qilishining aniq mexanizmi doimiy ravishda o'rganilmoqda, ammo hozirgi bilimlar shuni ko'rsatadiki, o'zgarishlar individual neyronlar darajasida ham, butun neyron tarmog'ida ham sodir bo'ladi. TMS stimulatsiyasi ta'siri stimulyatsiyadan keyin darhol, hamda, stimulatsiyadan keyin ham saqlanadi. TMS tomonidan ishlab chiqarilgan magnit maydonning kuchi, suyak, bosh terisi va miya pardalari kabi to'qimalar qarshiligi natijasida kamayganiga qaramay, magnit maydon hosil qilib, aksonal depolarizatsiya va kortikal yo'llarning faollashishiga olib keladi. Ammo, ba'zi po'stloq osti strukturalari, boshqalar qatori talamus va bazal ganglionlarga ta'sir ko'rsatilmaydi [51].

TMS bosh miyadagi hujayralar aro va molekulyar jarayonlarga ham ta'sir o'tkazish imkoniga ega. TMS ta'sirining eng keng tarqalgan mexanizmi sinapslardagi funktsional faollikni o'zgarishi natijasida yuzaga chiqadi, asosan uzoq muddatli qo'zg'aluvchanlik (UMQ) va uzoq muddatli susaytiruvchi (UMS) [50]. UMQ va UMS induktsiyasi presinaptik hamda postsinaptik mexanizmlar ishtirok etadi, bu esa neyronlarning depolyarizatsiyasiga va N-metil-D-aspartat (NMDA) retseptori, hamda, kalsiy kanallarining faollashuviga olib keladi, bu esa hujayra ichiga kalsiy ionlarining oqimini keltirib chiqaradi. Kalsiy ionlari darajasi Ca^{2+} /kalsimodulin-ga bog'liq protein kinaza II, protein kinaza A, protein kinaza C hamda fosfatazalarning faolligini tartibga soladi, bu esa o'z navbatida retseptorlar va boshqa oqsillar funksiyasini nazorat qiladi [25,43]. Qo'zg'atuvchi ta'siri ostida neyronlar yangi dendritlarni hosil qila oladi: ular avval dinamik filopodiya ko'rinishida dendrit tanalaridan o'sib chiqadi va keyin mavjud akson uchlarida sinapslar hosil qiladi, shunday qilib, polisynaptik akson terminallarini yaratadi [29].

Bu ta'sir mexanizmlari TMS insultdan keyin yuzaga keladigan kognitiv buzilishlarni davolashda samaradorligini ko'rsatadi [22,48]. Buni yaqinda o'tkazilgan sistematik tahlil va meta-analiz tahlilari ham tasdiqladi [28].

Hozirgi kunda ko'plab kasalliklarni davolash maqsadida ommalashib borayotgan usulardan yana biri bu TKETdir. Bu usul ko'plab maqsadlarda foydalanilmoqda: elektroson, markaziy elektroanalgeziya, transcranial elektrostimulatsiya, golvonizatsiya va boshqalar. Bemorlarda kognitiv funksiyani kuchaytirish uchun asosan transcranial elektrostimulatsiya usularidan keng foydalanilmoqda.

Transcranial elektrostimulatsiya ham ikki xil usulda olib boriladi. Birinchi usul o'zgarimas tok (tDCS) bilan stimulatsiya qilish, ikkinchi usul o'zgaruvchan tok (tACS) bilan elektr stimulatsiya qilish metodlaridir.

tDCS bilan stimulatsiya qilish motor va kognitiv buzilishlar bilan kechadigan nevrologik kasalliklarni davolashda tibbiy rehabilitatsiyada faol qo'llaniladi. Ushbu usul bosh miya po'stlog'ida proyeksiyalariga kuchsiz intensivlikdagi tokni to'g'ridan-to'g'ri noinvaziv tarzda qo'llashni o'z ichiga oladi [37]. Oldingi tadqiqotlarda tDCS noinvaziv va xavfsiz elektr miya stimulatsiyasi usuli sifatida qo'llanilib, ayniqsa bir necha kun davomida intensiv mashqlar bilan birgalikda qo'llanganda uzoq muddatli funktsional ijobiy o'zgarishlar keltirishi mumkinligi ko'rsatilgan [10,26]. Xususan, tadqiqotlar harakatlar kordinatsiyasi nazorati mashg'ulotlari davomida dorsolateral prefrontal po'stloqni (DLPFC) qo'zg'atuvchi ta'siri orqali yosh va kattalarda ishchi xotira funksiyalarining yaxshilanganini kuzatishgan [36,49]. tDCS o'z ta'sirini asosan po'stloq hujayralarining aktivligini modulyatsiya qilish orqali amalga oshiradi, bu kalsiy kanalaridagi faollikning ortishi va NMDA retseptor faolligini o'z ichiga oladi, ular esa neyroplastiklik o'zgarishlarni rag'batlantiradi [7]. Shuningdek, GABAergik va glutamatergik yo'llariga ta'sir qilishi natijasida o'rganish, xotira va konstruktiv kognitiv jarayonlarni kuchaytiradi [27,39]. Ushbu mexanizmlar inobatga olgan holda, tDCS kognitiv disfunktsiyani davolash uchun samarali davo vositasi sifatida qaralmoqda.

Transcranial o'zgaruvchan tok stimulyatsiyasi (tACS) keng qo'llaniladigan noinvaziv miya stimulyatsiyasi usulilaridan biridir. Garchi tACSning aniq ta'sir mexanizmlari hanuz to'liq tushunilmagan bo'lsa-da, ularni izohlash mumkin bo'lgan turli gipotezalar tobora ko'proq dalillar bilan o'z isbotini topmoqda. Ushbu mexanizmlarni va tACS ta'sirlarini o'rganishda elektrofiziologik usullar orasida asosan EEG, kamroq darajada Magnetoensefalografiya qo'llanilmoqda. Bu usullar orqali insonlarda, shuningdek hayvonlarda intrakranial va po'stloq maydon potentsiallarini yozib olish usullari orqali po'stloqdagi o'zgarishlar qayd qilinmoqda [5,54]. tACS tibbiyotning turli sohalarida o'n yildan ortiq vaqt davomida qo'llanilib kelmoqda [6,35]. tACS bosh miya tashqi qismiga navbatma-navbat

elektr toklarini to'g'ridan-to'g'ri yo'naltirishni o'z ichiga oladi. Tok bosh suyagi orqali o'tib, asosan po'stloq neyronlariga ta'sir qiladi. Bunday o'zgaruvchan tok sinusoidal to'lqin shaklida bo'lib, har bir yarim siklda kuchlanish asta-sekin musbatdan manfiga o'zgaradi. Shuning uchun tok birinchi yarim siklda anod elektrodidan katod elektrodiga, ikkinchi yarim siklda esa teskari yo'nalishda oqimni yuzaga keltiradi [40]. Bunday ritmik o'zgarish, bosh miyada ma'lum bir chastotali miya osilyatsiyasini yuzaga keltiradi. Turli xil darajadagi miya osilyatsiyasi har xil miya funksiyalari va holatlari bilan bog'langan [23]. Bundan tashqari, po'stloq markazlari o'rtasidagi bog'lanish va aloqalar ushbu sohalaridagi miya osilyatsiyasining sinxronlashuvi bilan bog'liq ekanligi aniqlangan [11,15]. Shu ma'noda, tACS bog'langan neyron tarmoqlarini ularning osilyatsiyasini mos ravishda sinxronlashtirish yoki sinxronlashni buzish orqali bog'lash yoki ajratish uchun ham ishlatiladi. Shunday qilib, tACS turli kasalliklarda ilgari aniqlangan o'zgaruvchan miya osilyatsiyalari va bog'lanish darajalarini o'zgartirish orqali terapevtik natijaga erishish mumkin.

Yuqorida biz ko'rib chiqqan davolash metodlari bu asosan po'stloq hujayralarini aktivlashtirishga asoslangan. Hozirgi kunga kelib miyaning chuqur qismlari thalamus, gipotalamus, amigdala va boshqa qismlarga ta'sir qiluvchi usullar ustida ishlar olib borilmoqda. Shunday usuldan biri transaurikulyar vagus nevi stimulatsiyasidir (taVNS).

taVNSning miya funksiyasiga bevosita ta'sir ko'rsatadigan birinchi kuzatuv mushuklarda Beyli va Bremer tomonidan 1938 yilda amalga oshirilgan [8]. Ushbu olamshumul topilma 1951 yilda Dell va Olson tomonidan tasdiqlangan [12] va sut emizuvchilarda olib borilgan tadqiqotlarda taVNS limbik tuzilmalar, talamus va gipotalamusga ta'sir ko'rsatishini isbotlashdi [31]. Bu tadqiqotlar birinchi navbatda taVNSning antiepileptik ta'sirga ega ekanligini ko'rsatdi [57,58], bu metod tutqanoq xurujlarini to'xtatishga va oldini olishga imkon berishni isbotlangan [56]. Keyinchalik tutqanoq hurujlarini faolligini nazorat qilish uchun keng qo'llanila boshlandi. Olib borilgan nazariy va amaliy ishlar natijasida 1997 yilda AQSH oziq-ovqat va farmasevtika administratsiyasi farmakarezistent epilepsiyani davolashda qo'shimcha davolash usuli sifatida qo'llash uchun ruxsat berdi va hozirgacha qo'llanib kelinmoqda [24,44-46].

taVNS sinapslarda aktivlikni o'zgartiradi va neurotransmitterlarning sinaps bo'shlig'iga ajralishini o'zgartiradi, natijada neyronlarning qo'zg'inish va tormizlanish xususiyatlarini o'zgartiradi. Neyrostimulatsiya neyron membranasi va sinapslar xususiyatlarini o'zgartirishi orqali ya'ngi sinaptik halqa shakllanishiga, postsinaptik membrandagi retseptorlarning mediatorlarga javob reaksiyasini o'zgarishiga va neyroplastiklik xususiyatlarning yaxshilanishiga olib keladi [33]. taVNS qo'zg'atuvchi yoki tormizlovchi impulsning xujayralararo tarqalishi emas, balki, sinapslardagi neurotransmitterlar ajralishini o'zgartiradi. Natijada sinaptik halqani qayta dasturlaydi yoki samarali ravishda qayta ulaydi. Bu esa o'z navbatida sinapsning ko'pfunksiyali bo'lishiga olib keladi [30].

Yuqorida keltirilgan natijalarga vagus nervining bosh miya qismlari bilan bog'lanishi orqali erishamiz. Vagus nervi aralash nerv bo'lib 20 % motor, 80 % esa somatik va viseral sezgi tolalaridan iborat. Vagus nervi sezgi tolalari orqali yig'ilgan sezgi impulsu uzunchoq miyada joylashgan nucleus tractus solitarius (NTS)ga uzatiladi. NTS o'z navbatida, xususan uning kaudal qismi vitseral motor funksiyasining refleksiv boshqaruv uchun asosiy integral markaz bo'lib, vitseral sezgi impulsini miya asosidagi yadrolarga va bosh miya tuzilmalariga, shu jumladan parabraxial yadro, gipotalamus, amigdala, talamus va bosh miya po'stloqining turli sohalariga uzatadi. Bu bog'lanish natijasida taVNS dan keyin yuqorida sanab o'tilgan bosh miya sohalarida noradrenalin sintezlanishi va sinapslardagi konsentratsiyasi uzoq mudat davomida oshishi kuzatiladi. Shuningdek taVNS gipokampda c-fos transkripsiyasini ya'ni xujayra proliferatsiyasi va neyrogenezni rag'batlantiruvchi muhim omilni oshiradi [9,13-17,21,32,34,52,55], bu neyrotrop ta'sir bilan birgalikda neyroplastiklik, xotira, o'rganish, kayfiyat va kognitiv jarayonlarga rag'batlantiruvchi ta'sirga ega [18,53,59].

Xulosa

Transkraniyal magnit stimulyatsiya (TMS), transkraniyal elektroterapiya (tDCS, tACS) hamda transaurikulyar vagus nervi stimulyatsiyasi (taVNS) miya faoliyatini modulyatsiya qilish, neyroplastiklikni oshirish va kognitiv funksiyalarni tiklashda muhim ahamiyat kasb etadi. Ushbu usullar sinaptik faollikni o'zgartirish, neyron tarmoqlarini qayta tashkil etish va neyromediatorlar almashinuvini yaxshilash orqali o'z ta'sirini ko'rsatadi.

Shunday qilib, noinvaziv neyrostimulyatsiya usullari insultdan keyingi kognitiv buzilishlarni kompleks davolash va reabilitatsiya qilishda istiqbolli yoʻnalish hisoblanadi hamda kelajakda klinik amaliyotda keng qoʻllanilishi mumkin.

ADABIYOTLAR ROʻYXATI:

1. Преображенская ИС. Диагностика и лечение постинсультных когнитивных расстройств. МС. 2014;(10).
2. Бадашкеев МВ, Шобоев АЭ. Нейропротективная терапия постинсультных когнитивных расстройств. European Journal of Biomedical and Life Sciences. 2020;(2-3).
3. Чердак МА, Яхно НН. Нейродегенеративные и сосудистые факторы развития постинсультных когнитивных расстройств. Неврологический журнал. 2012;(5).
4. Парфенов ВА, Чердак МА, Вахнина НВ, Вербицкая СВ, Никитина ЛЮ. Когнитивные расстройства у пациентов, перенесших ишемический инсульт. Неврология, нейропсихиатрия, психосоматика. 2012;(S2).
5. Alekseichuk I, Falchier AY, Linn G, et al. Electric field dynamics in the brain during multi-electrode transcranial electric stimulation. Nat Commun. 2019;10:1–10. doi:10.1038/s41467-019-10581-7.
6. Antal A, Boros K, Poreisz C, et al. Comparatively weak after-effects of transcranial alternating current stimulation (tACS) on cortical excitability in humans. Brain Stimul. 2008;1:97–105. doi:10.1016/j.brs.2007.10.001.
7. Antal A, Paulus W. Transcranial alternating current stimulation (tACS). Front Hum Neurosci. 2013;7:317. doi:10.3389/fnhum.2013.00317.
8. Bailey P, Bremer F. A sensory cortical representation of the vagus nerve with a note on the effects of low blood pressure on the cortical electrogram. J Neurophysiol. 1938;1:405–412.
9. Biggio F, Gorini G, Utzeri C, et al. Chronic vagus nerve stimulation induces neuronal plasticity in the rat hippocampus. Int Neuropsychopharmacol. 2009;12(9):1209–1221. doi:10.1017/S1461145709990280.
10. Bikson M, Rahman A. Origins of specificity during tDCS: anatomical, activity-selective, and input-bias mechanisms. Front Hum Neurosci. 2013;7:688. doi:10.3389/fnhum.2013.00688.
11. Bonnefond M, Kastner S, Jensen O. Communication between brain areas based on nested oscillations. eNeuro. 2017;4. doi:10.1523/ENEURO.0153-16.2017.
12. Dell P, Olson R. Secondary mesencephalic, diencephalic and amygdalian projections of vagal visceral afferences. C R Seances Soc Biol Fil. 1951;145(13-14):1088–1091.
13. Dorr AE, Debonnel G. Effect of vagus nerve stimulation on serotonergic and noradrenergic transmission. J Pharmacol Exp Ther. 2006;318(2):890–898. doi:10.1124/jpet.106.104166.
14. Follesa P, Biggio F, Gorini G, et al. Vagus nerve stimulation increases norepinephrine concentration and the gene expression of BDNF and bFGF in the rat brain. Brain Res. 2007;1179:28–34. doi:10.1016/j.brainres.2007.08.045.
15. Fries P. A mechanism for cognitive dynamics: neuronal communication through neuronal coherence. Trends Cogn Sci. 2005;9:474–480. doi:10.1016/j.tics.2005.08.011.
16. Giorgi FS, Pizzanelli C, Biagioni F, Murri L, Fornai F. The role of norepinephrine in epilepsy: from the bench to the bedside. Neurosci Biobehav Rev. 2004;28(5):507–524. doi:10.1016/j.neubiorev.2004.06.008.
17. Grimonprez A, Raedt R, Baeken C, Boon P, Vonck K. The antidepressant mechanism of action of vagus nerve stimulation: Evidence from preclinical studies. Neurosci Biobehav Rev. 2015;56:26–34. doi:10.1016/j.neubiorev.2015.06.007.
18. Grimonprez A, Raedt R, Portelli J, et al. The antidepressant-like effect of vagus nerve stimulation is mediated through the locus coeruleus. J Psychiatr Res. 2015;68:1–7. doi:10.1016/j.jpsychires.2015.06.007.
19. Habib S, Hamid U, Jamil A, et al. Transcranial magnetic stimulation as a therapeutic option for neurologic and psychiatric illnesses. Cureus. 2018;10:e3456. doi:10.7759/cureus.3456.
20. Hallett M. Transcranial magnetic stimulation and the human brain. Nature. 2000;406:147–150. doi:10.1038/35018000.

21. Henry TR. Therapeutic mechanisms of vagus nerve stimulation. *Neurology*. 2002;59(6 Suppl 4):S3–S14. doi:10.1212/WNL.59.6_suppl_4.S3.
22. Hernandez-Pavon JC, Harvey RL. Noninvasive transcranial magnetic brain stimulation in stroke. *Phys Med Rehabil Clin N Am*. 2019;30(2):319–335. doi:10.1016/j.pmr.2018.12.010.
23. Herrmann CS, Strüber D, Helfrich RF, Engel AK. EEG oscillations: from correlation to causality. *Int J Psychophysiol*. 2016;103:12–21. doi:10.1016/j.ijpsycho.2015.02.003.
24. Howland RH. Vagus nerve stimulation. *Curr Behav Neurosci Rep*. 2014;1(2):64–73. doi:10.1007/s40473-014-0005-3.
25. Iglesias AH. Transcranial magnetic stimulation as treatment in multiple neurologic conditions. *Curr Neurol Neurosci Rep*. 2020;20:1–9. doi:10.1007/s11910-020-1021-0.
26. Jones KT, Stephens JA, Alam M, Bikson M, Berryhill ME. Longitudinal neurostimulation in older adults improves working memory. *PLoS One*. 2015;10(4):e0121904. doi:10.1371/journal.pone.0121904.
27. Klimke A, Nitsche MA, Maurer K, Voss U. Case report: successful treatment of therapy-resistant OCD with application of transcranial alternating current stimulation (tACS). *Brain Stimul*. 2016;9:463–465. doi:10.1016/j.brs.2016.03.005.
28. Li KP, Sun J, Wu CQ, et al. Effects of repetitive transcranial magnetic stimulation on post-stroke patients with cognitive impairment: a systematic review and meta-analysis. *Behav Brain Res*. 2022;439:114229. doi:10.1016/j.bbr.2022.114229.
29. Long H, Wang H, Zhao C, et al. Effects of combining high- and low-frequency repetitive transcranial magnetic stimulation on upper limb hemiparesis in the early phase of stroke. *Restor Neurol Neurosci*. 2018;36:21–30. doi:10.3233/RNN-170733.
30. Lopez HS, Brown AM. Neuromodulation. *Curr Opin Neurobiol*. 1992;2(3):317–322. doi:10.1016/0959-4388(92)90051-B.
31. MacLean PD. *The triune brain in evolution: role in paleocerebral functions*. New York: Plenum Press; 1990.
32. Manta S, Dong J, Debonnel G, Blier P. Enhancement of the function of rat serotonin and norepinephrine neurons by sustained vagus nerve stimulation. *J Psychiatry Neurosci*. 2009;34(4):272–280.
33. Marder E, Thirumalai V. Cellular, synaptic and network effects of neuromodulation. *Neural Netw*. 2002;15(4-6):479–493. doi:10.1016/S0893-6080(02)00043-6.
34. Marrosu F, Serra A, Maleci A, et al. Correlation between GABA(A) receptor density and vagus nerve stimulation in individuals with drug-resistant partial epilepsy. *Epilepsy Res*. 2003;55(1-2):59–70. doi:10.1016/S0920-1211(03)00102-6.
35. Marshall L, Helgadóttir H, Mölle M, Born J. Boosting slow oscillations during sleep potentiates memory. *Nature*. 2006;444:610–613. doi:10.1038/nature05278.
36. Mellin JM, Alagapan S, Lustenberger C, et al. Randomized trial of transcranial alternating current stimulation for treatment of auditory hallucinations in schizophrenia. *Eur Psychiatry*. 2018;51:25–33. doi:10.1016/j.eurpsy.2018.01.004.
37. Polanía R, Nitsche MA, Ruff CC. Studying and modifying brain function with non-invasive brain stimulation. *Nat Neurosci*. 2018;21(2):174–187. doi:10.1038/s41593-017-0054-4.
38. Revesz D, Tjernstrom M, Ben-Menachem E, Thorlin T. Effects of vagus nerve stimulation on rat hippocampal progenitor proliferation. *Exp Neurol*. 2008;214(2):259–265. doi:10.1016/j.expneurol.2008.08.012.
39. Ruf SP, Fallgatter AJ, Plewnia C. Augmentation of working memory training by transcranial direct current stimulation (tDCS). *Sci Rep*. 2017;7(1):876. doi:10.1038/s41598-017-01055-1.
40. Ruffini G, Wendling F, Merlet I, et al. Transcranial current brain stimulation (tCS): models and technologies. *IEEE Trans Neural Syst Rehabil Eng*. 2013;21:333–345. doi:10.1109/TNSRE.2012.2200046.
41. Ruffoli R, Giorgi FS, Pizzanelli C, et al. The chemical neuroanatomy of vagus nerve stimulation. *J Chem Neuroanat*. 2010;42(4):288–296. doi:10.1016/j.jchemneu.2010.08.001.
42. Ruiz ML, Sospedra M, Arce SA, et al. Current evidence on the potential therapeutic applications of transcranial magnetic stimulation in multiple sclerosis: a systematic review. *Neurología*. 2020;37:199–215. doi:10.1016/j.nrl.2018.03.023.

43. Sack AT, Kohler A, Bestmann S, et al. Imaging the brain activity changes underlying impaired visuospatial judgments: simultaneous fMRI, TMS, and behavioral studies. *Cereb Cortex*. 2007;17:2841–2852. doi:10.1093/cercor/bhm013.
44. Sato T, Yamada N, Morimoto K, et al. Development of perirhinal cortical kindling: comparison with other limbic kindling. *Brain Res*. 1998;811(1-2):122–132. doi:10.1016/S0006-8993(98)00870-3.
45. Schachter SC, Saper CB. Vagus nerve stimulation. *Epilepsia*. 1998;39(7):677–686. doi:10.1111/j.1528-1157.1998.tb01158.x.
46. Schachter SC. Vagus nerve stimulation therapy summary: five years after FDA approval. *Neurology*. 2002;59(6 Suppl 4):S15–S20. doi:10.1212/WNL.59.6_suppl_4.S15.
47. Seewoo BJ, Etherington SJ, Rodger J. Transcranial magnetic stimulation. *eLS*. 2019:1–8. doi:10.1002/9780470015902.a0028620.
48. Starosta M, Cichoń N, Saluk-Bijak J, Miller E. Benefits from repetitive transcranial magnetic stimulation in post-stroke rehabilitation. *J Clin Med*. 2022;11(8):2149. doi:10.3390/jcm11082149.
49. Stephens JA, Berryhill ME. Older adults improve on everyday tasks after working memory training and neurostimulation. *Brain Stimul*. 2016;9(4):553–559. doi:10.1016/j.brs.2016.04.001.
50. Thut G, Northoff G, Ives J, et al. Effects of single-pulse transcranial magnetic stimulation on functional brain activity. *Clin Neurophysiol*. 2003;114:2071–2080. doi:10.1016/S1388-2457(03)00205-0.
51. Tyc F, Boyadjian A. Cortical plasticity and motor activity studied with transcranial magnetic stimulation. *Rev Neurosci*. 2006;17:469–496. doi:10.1515/REVNEURO.2006.17.5.469.
52. Vertes RP, Fortin WJ, Crane AM. Projections of the median raphe nucleus in the rat. *J Comp Neurol*. 1999;407(4):555–582.
53. Vonck K, Raedt R, Naulaerts J, et al. Vagus nerve stimulation: 25 years later. *Neurosci Biobehav Rev*. 2014;45:63–71. doi:10.1016/j.neubiorev.2014.05.008.
54. Vöröslakos M, Takeuchi Y, Brinyiczki K, et al. Direct effects of transcranial electric stimulation on brain circuits. *Nat Commun*. 2018;9:1–17. doi:10.1038/s41467-018-02928-3.
55. Walker BR, Easton A, Gale K. Regulation of limbic motor seizures by GABA and glutamate transmission. *Epilepsia*. 1999;40(8):1051–1057. doi:10.1111/j.1528-1157.1999.tb00818.x.
56. Zabara J. Inhibition of experimental seizures in canines by repetitive vagal stimulation. *Epilepsia*. 1992;33(6):1005–1012. doi:10.1111/j.1528-1157.1992.tb01759.x.
57. Zabara J. Peripheral control of hypersynchronous discharge in epilepsy. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol*. 1985;61:S162.
58. Zabara J. Time course of seizure control to brief, repetitive stimuli. *Epilepsia*. 1985;26(Suppl 5):518.
59. Zuo Y, Smith DC, Jensen RA. Vagus nerve stimulation potentiates hippocampal LTP in freely-moving rats. *Physiol Behav*. 2007;90(4):583–589. doi:10.1016/j.physbeh.2006.11.017.

Qabul qilingan sana 20.03.2026