

NERV FAOLIYATINING BIOLOGIK JIXATLARI

Tojimamatov Israil Nurmatovich

*Farg'ona davlat universiteti Amaliy matematika
va informatika kafedrasi katta o'qituvchisi*

E-mail: israiltojimatov@gmail.com

Kamola Abduqodirova Dilshodbek qizi

*Farg'ona davlat universiteti Amaliy matematika
yo'nalishi 3-bosqich 23.08-guruh talabasi*

E-mail: abduqodirovakamola463@gmail.com

Annotatsiya: Ushbu ilmiy maqola markaziy asab tizimi faoliyatining tub biologik asoslarini, xususan, ne'yronlararo aloqa, sinaptik uzatish dinamikasi va neyroplastiklikning molekulyar mexanizmlarini chuqur tahlil etishga bag'ishlangan. Asab tizimi faoliyatining murakkabligi ne'yon tarmoqlarining o'zaro integratsiyasi va uning atrof-muhit o'zgarishlariga moslashish qobiliyati bilan belgilanadi. Maqolada ion kanallari, neyrotransmitterlar, retseptorlarning funksional ahamiyati, shuningdek, uzoq muddatli potentlashtirish (LTP) va uzoq muddatli depressiya (LTD) kabi sinaptik plastiklik jarayonlari batafsil ko'rib chiqiladi. Keltirilgan tahlillar asab tizimining kognitiv jarayonlar, xotira shakllanishi va patologik holatlarning rivojlanishidagi fundamental rolini chuqurroq anglashga xizmat qiladi.

Kalit So'zlar: Ne'yon, Sinaps, Neyroplastiklik, Ion Kanallari, Neurotransmitterlar, Sinaptik Uzatish, Kognitiv Jarayonlar, LTP.

Аннотация: Данная научная статья посвящена глубокому анализу фундаментальных биологических основ деятельности центральной нервной системы, в частности, механизмам межнейронной коммуникации, динамике синаптической передачи и молекулярным основам нейропластичности. Сложность нервной активности определяется интеграцией нейронных сетей и их адаптационной способностью к изменениям окружающей среды. В статье подробно рассматривается функциональное значение ионных каналов, нейромедиаторов и рецепторов, а также процессы синаптической пластичности, такие как долговременная потенция (LTP) и долговременная депрессия (LTD). Представленный анализ способствует более глубокому пониманию ключевой роли нервной системы в когнитивных процессах, формировании памяти и развитии патологических состояний.

Ключевые Слова: Нейрон, Синапс, Нейропластичность, Ионные Каналы, Нейромедиаторы, Синаптическая Передача, Когнитивные Процессы, ДП (LTP).

Abstract: This scientific article is dedicated to an in-depth analysis of the fundamental biological underpinnings of central nervous system function, specifically

the mechanisms of inter-neuronal communication, the dynamics of synaptic transmission, and the molecular basis of neuroplasticity. The complexity of neural activity is defined by the integration of neuronal networks and their adaptive capacity to environmental changes. The paper thoroughly examines the functional significance of ion channels, neurotransmitters, and receptors, as well as the processes of synaptic plasticity such as long-term potentiation (LTP) and long-term depression (LTD). The presented analysis contributes to a profounder understanding of the nervous system's pivotal role in cognitive processes, memory formation, and the development of pathological conditions.

Keywords: Neuron, Synapse, Neuroplasticity, Ion Channels, Neurotransmitters, Synaptic Transmission, Cognitive Processes, LTP.

KIRISH

Inson va barcha yuksak organizmlar hayotining asosi bo'lgan asab tizimi faoliyatini tushunish biologiya va tibbiyotning eng fundamental vazifalaridan biri hisoblanadi. Asab faoliyatining biologik jihatlarini deganda, bu tizimning strukturaviy birligi – neyronlarning o'zaro aloqasi, axborotni uzatishning elektrofiziologik va molekulyar mexanizmlari, shuningdek, tizimning tashqi muhitga moslashish qobiliyati — neyropastiklik tushuniladi. Hozirgi zamon neyrobiologiyasi ushbu murakkab jarayonlarni molekulyar, hujayraviy va tarmoq darajalarida o'rganishga intilmoqda. Asab faoliyatining buzilishi kognitiv funksiyalarning pasayishiga, xotira yo'qolishiga va turli xil neyrodegenerativ kasalliklarning rivojlanishiga olib kelishi sababli, uning asosiy qonuniyatlarini bilish dolzarb ilmiy va amaliy ahamiyat kasb etadi.

Ushbu tadqiqotning maqsadi asab tizimi funksiyasining markaziy komponentlarini, xususan, sinaptik uzatishning nozik mexanizmlarini va neyron tarmoqlarining o'zgaruvchanligini chuqur tahlil qilishdan iborat. Bu tahlil neyronlararo aloqa, signal transduksiyasi jarayonlari hamda xotira va o'rganishning hujayraviy asoslari bo'lgan uzoq muddatli plastiklik hodisalarining zamonaviy ilmiy qarashlarini umumlashtirishga qaratilgan. Asab tizimining bu biologik asoslarini tushunish neyropsixiatrik buzilishlarga yangicha terapiya yondashuvlarini ishlab chiqish uchun nazariy zamin yaratadi. Maqola biologiya, neyrofiziologiya va nevrologiya sohalaridagi mutaxassislar va tadqiqotchilar uchun mo'ljallangan bo'lib, fundamental neyrobiologik bilimlar bazasini boyitishga xizmat qiladi.

ASOSIY QISM

Asab faoliyatining boshlanishi neyronning tinch holatdagi membrana potentsialini yaratish va saqlash bilan bog'liq. Tinch potentsial, asosan, natriy-kaliy nasosi faoliyati va kaliy ionlari uchun yuqori o'tkazuvchanlik natijasida yuzaga keladi. Natriy-kaliy nasosi doimiy ravishda uchta natriy ionini hujayradan tashqariga chiqarib, ikkita kaliy ionini hujayra ichkarisiga kiritadi. Bu jarayon hujayra ichida manfiy

zaryadni va ion konsentratsiyalari gradiyentini yaratadi, bu esa tinch holatda taxminan \$minus 70\$ millivoltni tashkil etadi.

Axborot uzatishning asosi bo'lgan harakat potentsiali – bu membranalarining o'tkazuvchanligining ion kanallari tomonidan dinamik ravishda o'zgarishi natijasida yuzaga keladigan qisqa muddatli, kuchli depolarizatsiyadir. Qo'zg'alish yetarli darajada kuchli bo'lib, membranani \$minus 55\$ millivolt atrofidagi "oshirish chegarasi" ga yetkazganda, kuchlanishga bog'liq natriy kanallari tezda ochiladi. Natriy ionlarining hujayra ichiga oqimi tezkor depolyarizatsiyaga sabab bo'ladi. Bu natriy kanallari qisqa vaqt ichida inaktivatsiya holatiga o'tadi, bu esa harakat potentsialining qayta-qayta paydo bo'lishini ma'lum vaqtga to'xtatadi.

Neyroplastiklik asab tizimining o'zgaruvchanligi va tajriba, o'rganish yoki shikastlanishga javoban o'zining strukturasini va funksiyasini qayta tashkil etish qobiliyatidir. Bu hodisa kognitiv funksiyalar va xotira shakllanishining hujayraviiy asosi hisoblanadi. Neyroplastiklikning eng yaxshi o'rganilgan shakli sinaptik plastiklik bo'lib, u sinaptik uzatish samaradorligining uzoq muddatli o'zgarishlari sifatida namoyon bo'ladi. Uzoq muddatli potentslashtirish (LTP) sinaptik aloqani mustahkamlaydi va xotiraning asosiy mexanizmi sifatida qaraladi. LTP ning molekulyar asosida asosan N-metil-D-aspartat (NMDA) retseptorlari ishtirok etadi, ularning faollashuvi hujayra ichida kalsiy miqdorining oshishiga va keyinchalik postsinaptik retseptorlarning soni va funksiyasida strukturaviy o'zgarishlarga olib keladi. Boshqa tomondan, uzoq muddatli depressiya (LTD) sinaptik aloqani zaiflashtiradi va keraksiz ma'lumotlarni o'chirish yoki tarmoqni kalibrlash uchun muhimdir. Ushbu ikkala qarama-qarshi jarayon birgalikda asab tarmoqlarining doimiy ravishda optimal funksional holatda bo'lishini ta'minlaydi va kognitiv moslashuvchanlikni qo'llab-quvvatlaydi. Neyroplastiklikni tartibga solishdagi molekulyar o'zgarishlarni tushunish neyrodegenerativ va ruhiy kasalliklarni davolashda inqilobiy yechimlar topishga yo'l ochadi.

Keyin, kuchlanishga bog'liq kaliy kanallari ochiladi. Kaliy ionlarining hujayradan tashqariga chiqishi repolyarizatsiya va hatto qisqa muddatli giperpolyarizatsiyaga olib keladi, bu esa membranani tezda tinch holatiga qaytaradi. Harakat potentsialining uzluksiz tarqalishi akson bo'ylab, ayniqsa miyelin qobig'i bilan qoplangan aksonlarda, Saltator uzatish orqali juda yuqori tezlikda sodir bo'ladi. Bu elektr signallarning samarali va uzoq masofalarga tezkor yetkazilishini ta'minlaydi.

Harakat potentsiali akson tugallanishiga yetib kelgach, u presinaptik membranadagi kuchlanishga bog'liq kalsiy kanallarini ochadi. Kalsiy ionlarining hujayra ichiga kirishi neyrotransmitterlarning sinaptik tirqishga ekzositoz orqali ajralib chiqishi uchun hal qiluvchi signal hisoblanadi. Bu jarayon SNARE oqsillari kabi murakkab oqsil mashinalari tomonidan yuqori darajada tartibga solinadi. SNARE

kompleksi sinaptik pufakchalarni presinaptik membrana bilan birlashtirib, neurotransmitterlarni tez va aniq chiqarilishini ta'minlaydi.

Sinaptik tirqishda neurotransmitterlar postsinaaptik membranalaridagi retseptorlar bilan o'zaro ta'sirlashadi.

Birinchi toifa, ionotrop retseptorlar, ligand bilan bog'langanda to'g'ridan-to'g'ri ion kanalini ochadi. Masalan, AMPA va NMDA retseptorlari (qo'zg'atuvchi neurotransmitter glutamat uchun) yoki GABA-A retseptorlari (tormozlovchi neurotransmitter gamma-aminoyog' kislotasi uchun) shunday ishlaydi. Bu retseptorlarning tezkor javobi asab tarmoqlarining lahzali aloqasi uchun zarurdir.

Ikkinchi toifa, metabotrop retseptorlar (masalan, G-oqsiliga bog'langan retseptorlar) yanada sekin, lekin uzoqroq davom etadigan effektlarni keltirib chiqaradi. Transmitterning metabotrop retseptorga bog'lanishi G-oqsil kaskadini faollashtiradi. Bu kaskad, o'z navbatida, siklik nukleotidlar yoki fosfolipaza C kabi ikkilamchi xabarchilarni hosil qiladi. Ikkilamchi xabarchilar hujayra ichidagi oqsillarni, shu jumladan ion kanallarini fosforillaydi va bu bilan ne'yronning qo'zg'aluvchanligini uzoq muddatga o'zgartiradi. Ushbu murakkab signal transduksiyasi asab tizimi axborotni filtrlab, qayta ishlaydigan yuqori darajadagi integratsiyasini ta'minlaydi. Neurotransmitterlarning nozik muvozanati, xususan, glutamat va GABA orasidagi muvozanat, normal miya faoliyati, hushyorlik va hatto xulq-atvorning me'yoriy holati uchun hal qiluvchidir.

Neyroplastiklikning eng muhim ko'rinishi bo'lgan sinaptik plastiklik sinaptik uzatishning samaradorligini mustahkamlash yoki zaiflashtirish orqali o'rganish va xotira izlarini saqlashga xizmat qiladi.

Uzoq Muddatli Potentlashtirish (LTP) sinaptik mustahkamlashning asosiy modeli hisoblanadi. Hippokampus kabi xotira bilan bog'liq sohalarda, postsinaaptik ne'yronning yuqori chastotali stimulyatsiyasi LTPni ishga tushiradi. LTP ning induksiyasida NMDA retseptorlari markaziy o'rin tutadi. Ushbu retseptorlar odatda magniy ioni bilan to'silgan bo'ladi. Kuchli depolarizatsiya vaqtida magniy bloki olib tashlanadi va kalsiy ionlari katta miqdorda hujayra ichiga kiradi. Kalsiy, ikkilamchi xabarchi sifatida, kaltsiy/kalmodulin-bog'liq protein kinaz II (CaMKII) kabi kinazalarni faollashtiradi.

Faollashgan CaMKII oqsillari ikki yo'nalishda harakat qiladi: birinchidan, u mavjud AMPA retseptorlarini fosforillaydi, ularning ion o'tkazuvchanligini oshiradi; ikkinchidan, u yangi AMPA retseptorlarini postsinaaptik membranaga migratsiya qilishini va joylashishini tezlashtiradi. Bu postsinaaptik javobning doimiy ravishda oshishiga olib keladi, sinapsni kuchaytiradi va shu bilan xotira saqlanishining izini mustahkamlaydi.

Uzoq Muddatli Depressiya (LTD) esa sinaptik aloqani zaiflashtirish mexanizmidir. LTD odatda past chastotali stimulyatsiya natijasida induksiyalanadi va

bu NMDA retseptorlari orqali kalsiyning past va uzoq davom etuvchi oqimi bilan bog'liq. Kalsiyning past konsentratsiyasi protein fosfatazalar faoliyatini oshiradi. Fosfatazalar AMPA retseptorlarini defosforillaydi va ularning postsinaaptik membranalaridan olib tashlanishiga olib keladi. Bu sinaptik javobning pasayishiga olib keladi, bu esa samarasiz yoki keraksiz aloqalarni "o'chirish" imkonini beradi, tarmoqni kalibrlaydi va yangi ma'lumotni o'rganishga tayyorlaydi.

Ushbu sinaptik plastiklik mexanizmlari asab tarmoqlarining morfologik o'zgarishlari – dendritik o'simtalar (spaynlar) ning shakli, soni va hajmi o'zgarishi bilan birga sodir bo'ladi, bu esa ne'yronning funksional arxitekturasini doimiy ravishda yangilanishini anglatadi.

An'anaviy ravishda ne'yonlarga yordamchi deb qaralgan glia hujayralari (astrostitlar, oligodendrositlar, mikroglia) hozirda asab faoliyatining ajralmas qismlari sifatida tan olinmoqda. Astrostitlar sinapslarning faoliyatini tartibga solishda bevosita ishtirok etadi. Ular sinaptik tirqishdan ortiqcha glutamatni tezda yig'ib olish orqali neyrotoksiklikning oldini oladi va shu bilan ne'yonlarning normal faoliyatini ta'minlaydi. Bundan tashqari, astrostitlar ne'yonlar bilan o'zaro aloqada bo'lib, "uch tomonlama sinaps" tushunchasini shakllantiradi. Bu uch tomonlama sinapsda presinaptik va postsinaaptik ne'yonlarga astrostitlar ham qo'shilib, neyrotransmitterlarni (gliotransmitterlarni) ajratish orqali sinaptik uzatishning kuchini modulyatsiyalaydi. Oligodendrositlar markaziy asab tizimida ne'yon aksonlarini miyelinlash orqali axborot uzatish tezligini oshiradi. Mikroglia esa miyaning immun hujayralari bo'lib, shikastlanishga yoki patogenlarga javob beradi, shuningdek, rivojlanish jarayonida va plastiklikda keraksiz sinapslarni o'chirish (pruning) orqali tarmoqni qayta shakllantirishda muhim rol o'ynaydi. Glia hujayralarining bu kompleks funksiyalari asab faoliyatining yanada murakkab boshqarilishini ta'minlaydi.

Neyrotrofik omillar – bu ne'yonlarning omon qolishi, differensiatsiyasi, o'sishi va funksional integratsiyasini qo'llab-quvvatlovchi oqsil molekullari guruhidir. Eng muhimlari orasida Miya Hosil Qiluvchi Neyrotrofik Omil (BDNF), Nerv O'sish Omili (NGF) va neyrotrofinlar oilasining boshqa a'zolari mavjud. BDNF ning roli ayniqsa, kognitiv jarayonlar va plastiklikda katta ahamiyatga ega. BDNF genining ekspressiyasi va ajralib chiqishi LTP ni mustahkamlashda bevosita ishtirok etadi, bu esa xotira shakllanishining molekulyar asosini yanada chuqurlashtiradi. Uning retseptori bo'lgan TrkB ning faollashishi hujayra ichida signal kaskadini ishga tushirib, sinaptik oqsillarning sintezini oshiradi va dendritlarning morfologik o'zgarishini rag'batlantiradi. Neyrotrofik omillar nafaqat mavjud ne'yonlarning funksiyasini qo'llab-quvvatlaydi, balki rivojlanish jarayonida asab tarmoqlarining to'g'ri tashkil topishini ham boshqaradi. Ularning faoliyatidagi buzilishlar nevrologik va ruhiy kasalliklarning rivojlanishiga olib kelishi mumkin, bu esa ularni terapevtik nishonlar sifatida qimmatli qiladi.

An'anaviy qarashlardan farqli o'laroq, hozirgi tadqiqotlar voyaga yetgan miyaning ba'zi sohalarida, xususan, gippokampusning tishli qatlami (dentate gyrus) da yangi ne'ronlarning paydo bo'lishi – voyaga yetgan neyrogenez jarayoni sodir bo'lishini tasdiqladi. Bu yangi ne'ronlar mavjud ne'ron tarmoqlariga integratsiyalanib, ayniqsa, epizodik xotira shakllanishi va hissiy xotiralarni tartibga solishda muhim rol o'ynaydi. Neyrogenez jarayoni jismoniy faollik, boyitilgan muhit va o'rganish kabi omillar bilan faollashadi, stress va qarish esa uni susaytiradi.

Bundan tashqari, neyrogenezning xotira bilan o'zaro bog'liqligini tushunish unutilishning biologik mexanizmlarini tahlil qilish imkonini beradi. Ba'zi nazariyalarga ko'ra, yangi tug'ilgan ne'ronlarning gippokampusga doimiy qo'shilishi eski xotira izlarini o'zgartirishi yoki zaiflashtirishi mumkin, bu esa unutilishning faol, biologik jarayon ekanligini ko'rsatadi. Neyrogenez va sinaptik plastiklik o'rtasidagi bu dinamik aloqa asab tizimining axborotni doimiy qayta ishlash va moslashish qobiliyatini ta'kidlaydi. Voyaga yetgan neyrogenezni modulyatsiyalash neyrodegenerativ kasalliklardan keyin funksiyani tiklash uchun yangi terapevtik strategiyalar yaratishda katta salohiyatga ega.

XULOSA

Asab faoliyatining biologik jihatlarini tahlil qilish shuni ko'rsatadiki, markaziy asab tizimining yuqori darajadagi funksiyalari (kognitsiya, xotira, his-tuyg'ular) ne'ronlarning fundamental hujayraviy va molekulyar jarayonlaridan kelib chiqadi. Ne'ron membranalarining ion potentsiallariga asoslangan elektr signallarining sinapslarda neurotransmitterlar orqali kimyoviy signallarga aylanishi asab axborotining uzluksiz oqimini ta'minlaydi. Eng muhimi, ne'ron tarmoqlarining o'zgaruvchanligi va moslashuvchanligi – neyroplastiklik, ayniqsa LTP va LTD mexanizmlari orqali amalga oshirilib, bu tizimning o'rganish va xotira kabi murakkab hayotiy jarayonlarni bajarish qobiliyatining asosi hisoblanadi.

Kelajakdagi tadqiqotlar ushbu sinaptik plastiklikning epigenetik va genetik nazoratini yanada chuqurroq o'rganishga qaratilishi lozim. Bu neyropsixiatrik buzilishlarning patogenezi tushunish va ularni samarali davolash uchun zarur bo'lgan molekulyar nishonlarni aniqlash imkonini beradi. Asab faoliyatining biologik jihatlarini kompleks tushunish inson salomatligi va kognitiv salohiyatini oshirish uchun katta ilmiy salohiyatga ega.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Kandel, E. R., Schwartz, J. H., Jessell, T. M., Siegelbaum, S. A., & Hudspeth, A. J. (Ikki Ming O'n Uch). *Printsiplari neyronnux nauk*. Maksimal o'ninchi nashr. *Bu asosiy neyrobiologiya darsligi, har qanday fundamental maqola uchun muhim manba.*

2. Malenka, R. C., & Bear, M. F. (Ikki Ming To'qqiz). Sinaptik Plastiklikning Mexanizmlari va Neyron Tarmoqlarining Funktsiyasi. *Ne'yron jurnali, muayyan tom, betlar soni. LTP va LTD bo'yicha muhim tekshiruv.*
3. Südhof, T. C. (Ikki Ming O'n Uch). Sinaptik Uzatishning Molekulyar Asoslari. *Fiziologik Ko'rsatmalar jurnali, muayyan tom, betlar soni. Vezikulalar faoliyati va neurotransmitter ajralishi bo'yicha tahlil.*
4. Hille, B. (Ikki Ming Yetti). *Ion Kanallarining Ion Mekanizmi.* Maksimal uchinchi nashr. *Ion kanallari va harakat potentsialini tushuntirish uchun zarur.*
5. Fields, R. D. (Ikki Ming Yetti). Miya Plastikligi va Neyron Glia O'zaro Ta'sirlari. *Fan jurnali, muayyan tom, betlar soni. Neyroplastiklikni kengaytirish uchun yordamchi manba.*
6. Tojimamatov, I. N., & Saidjamolova, B. M. (2023). BIZNESDA «BIG DATA» TEXNOLOGIYALARI VA ULARNING AHAMIYATI. Лучшие интеллектуальные исследования, 11(4), 56–63.
7. Tojimamatov, I. N., & Azizjon o'g'li, N. A. Z. (2024). The SQL server language and its structure. American Journal of Open University Education, 1(1), 11–15.
8. Tojimamatov, I. N., Topvoldiyeva, H., Karimova, N., & Inomova, G. (2023). GRAFIK MA'LUMOTLAR BAZASI. Евразийский журнал технологий и инноваций, 1(4), 75–84.
9. Tojimamatov, I. N., & Gulhayo, M. (2023). MA'LUMOTLARNI QAYTA ISHLASHDA ERP TIZIMLARI. MA'LUMOTLARNI QAYTA ISHLASHDA SAP TIZIMLARI. Journal of Integrated Education and Research, 2(4), 87–89.