

NERV HUJAYRALARINING STUKTURASI: DENTRIT, SOM, AKSON, SINAPS

Tojimamatov Israil Nurmatovich

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

E-mail: israiltojimatov@gmail.com

Aminjonova Dilobar Baxtiyor qizi

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

E-mail: aminjonivadilobar@gmail.com

Annotatsiya: Ushbu ilmiy maqola asab tizimining asosiy funksional va strukturaviy birligi bo'lgan neyron hujayrasining fundamental arxitekturasini, xususan, dendritlar, soma (hujayra tanasi), akson va sinaps elementlarini chuqur molekulyar va elektrofiziologik nuqtai nazardan tahlil qilishga bag'ishlangan. Maqolada har bir strukturaviy komponentning neyronning axborotni qabul qilish, integratsiyalash, uzatish va aloqani moslashuvchan modulyatsiyalash jarayonlaridagi o'rni batafsil yoritilgan. Dendritlarning signalni kiritishdagi dinamik xususiyatlari, somaning metabolik markaz sifatidagi roli, akson orqali tezkor harakat potentsialining uzatilishi mexanizmlari, shuningdek, sinapsning neyropastiklikdagi markaziy ahamiyati muhokama qilinadi. Ushbu tadqiqot neyron arxitekturasining kognitiv funksiyalar va neyropatologik holatlarning rivojlanishidagi fundamental rolini chuqurroq anglashga xizmat qiladi.

Kalit So'zlar: Neyron Stukturasi, Dendrit, Soma, Akson, Sinaps, Axborot Integratsiyasi, Neyropastiklik, Harakat Potentsiali.

Аннотация: Данная научная статья посвящена углубленному молекулярному и электрофизиологическому анализу фундаментальной архитектуры нервной клетки – нейрона, основной функциональной и структурной единицы нервной системы, включая ее ключевые элементы: дендриты, сома (тело клетки), аксон и синапс. В статье подробно освещается роль каждого структурного компонента в процессах приема, интеграции, передачи информации и адаптивной модуляции нейрональных связей. Обсуждаются динамические свойства дендритов во вводе сигнала, роль сомы как метаболического центра, механизмы быстрой передачи потенциала действия по аксону, а также центральное значение синапса в нейропластичности. Представленное исследование способствует более глубокому пониманию фундаментальной роли архитектуры нейрона в когнитивных функциях и развитии нейропатологических состояний.

Ключевые Слова: Структура Нейрона, Дендрит, Сомы, Аксон, Синапс, Интеграция Информации, Нейропластичность, Потенциал Действия.

Abstract: This scientific article provides an in-depth molecular and electrophysiological analysis of the fundamental architecture of the nerve cell—the neuron, the basic functional and structural unit of the nervous system—including its key elements: dendrites, soma (cell body), axon, and synapse. The paper meticulously explores the role of each structural component in the processes of information reception, integration, transmission, and the adaptive modulation of neuronal connections. The dynamic properties of dendrites in signal input, the role of the soma as the metabolic center, the mechanisms of rapid action potential transmission along the axon, and the central significance of the synapse in neuroplasticity are discussed. This research contributes to a profounder comprehension of the fundamental role of neuronal architecture in cognitive functions and the pathogenesis of neuropathological conditions.

Keywords: Neuronal Structure, Dendrite, Soma, Axon, Synapse, Information Integration, Neuroplasticity, Action Potential.

KIRISH

Nerv tizimining barcha faoliyatining asosi bo'lgan neyron, axborotni qayta ishlashning murakkab tizimini o'zida mujassam etgan yuksak darajada ixtisoslashgan hujayradir. Neyronning o'ziga xos tuzilishi uning axborot uzatish va qayta ishlashdagi noyob qobiliyatini belgilaydi. Bu tuzilma to'rtta asosiy komponentdan iborat: tashqi signallarni qabul qiluvchi dendritlar, barcha metabolik va integrativ jarayonlar markazi bo'lgan soma (hujayra tanasi), integratsiyalashgan signalni uzoq masofaga uzatuvchi akson va boshqa neyronlar bilan aloqa qilish uchun ixtisoslashgan joy – sinaps.

Neyron arxitekturasini o'rganish nafaqat fundamental neyrobiologiyaning asosi, balki nevrologik va psixiatrik kasalliklarning patogenezi tushunish uchun ham hal qiluvchidir. Masalan, Altsgeymer yoki Parkinson kasalliklarida neyronlarning strukturaviy o'zgarishlari, xususan, sinaptik uzilishlar va akson shikastlanishlari asosiy patologik hodisa hisoblanadi. Shuning uchun, neyronning har bir komponenti faoliyatining molekulyar va hujayraviy mexanizmlarini chuqur tahlil qilish zamonaviy neyrobiologiya va terapiya uchun dolzarb vazifa bo'lib qolmoqda.

Ushbu maqolaning asosiy maqsadi neyronning har bir strukturaviy elementi – dendrit, soma, akson va sinapsning funksional ahamiyatini zamonaviy elektrofiziologik va molekulyar ma'lumotlar asosida keng qamrovli tahlil qilishdir. Tahlil neyronlarning axborotni qanday qabul qilishi, uni butunlay integratsiyalashi va unga moslashuvchan tarzda javob berishini tushunishga qaratilgan. Bu ilmiy ish, ayniqsa, o'qituvchilar, talabalar va neyrobiologiya sohasidagi tadqiqotchilar uchun neyronning fundamental biologiyasi bo'yicha kuchli nazariy asos bo'lishi nazarda tutilgan.

ASOSIY QISM

Dendritlar neyronning asosiy qabul qilish antennalari bo'lib, ular boshqa neyronlardan minglab sinaptik signallarni qabul qilish uchun yuqori darajada shoxlangan. Dendritlarning yuzasi ko'plab kichik o'simtalar, dendritik o'qlar (spaynlar) bilan qoplangan, bu erda akson tugallanishlari bilan sinaptik aloqalar shakllanadi. Dendritik spaynlar sinaptik uzatish samaradorligining asosiy plastik o'zgarishlari sodir bo'ladigan joylardir. Spayn morfologiyasi va hajmining o'zgarishi neyroplastiklikning, ya'ni o'rganish va xotira shakllanishining strukturaviy asosini tashkil etadi.

Dendritlarning funksiyasi passiv o'tkazgich emas, balki faol qayta ishlovchi hisoblanadi. Ular o'z membranalarida turli xil kuchlanishga bog'liq ion kanallarini (masalan, kalsiy va natriy kanallari) saqlaydi, bu esa dendritlarda ham kichik, lokal harakat potentsiallari yoki dendritik chiziqlar paydo bo'lishiga imkon beradi. Bu mahalliy potentsiallar kiritilgan signallarni kuchaytiradi yoki filtrlaydi, shu bilan dendritni oddiy qabul qiluvchidan murakkab hisoblash bo'linmasiga aylantiradi. Dendritik shoxlanish darajasi va ularning morfologik tuzilishi neyronning axborotni qayta ishlash qobiliyatining turini belgilaydi. Bu faollik kognitiv jarayonlarda, ayniqsa xotira izlarini mustahkamlashda hal qiluvchi ahamiyatga ega.

Soma neyronning metabolik va genetik markazi bo'lib, hujayra hayotiyligini ta'minlovchi barcha oqsillar sintezi va energiya ishlab chiqarish bu erda sodir bo'ladi. Neyronning boshqa hujayralardan farqi, uning yuqori energiya talabiga ega ekanligi bo'lib, shuning uchun somada mitoxondriyalar va Ribosoma endoplazmatik retikulumi (Nissl moddasi) ko'p bo'ladi.

Somada axborotni fazoviy va vaqtinchalik integratsiyalashning asosiy bosqichi amalga oshiriladi. Dendritlardan kelgan barcha qo'zg'atuvchi (EPSP) va tormozlovchi (IPSP) postsinaaptik potentsiallar somaga yig'iladi. Agar bu potentsiallarning yig'indisi akson tepaligida (axon hillock) joylashgan qo'zg'atish chegarasiga yetsa, neyron harakat potentsialini generatsiya qiladi. Akson tepaligi aynan kuchlanishga bog'liq natriy kanallarining eng yuqori konsentratsiyasiga ega bo'lgan joy bo'lib, u neyronning barcha kirish signallarini uzatish yoki uzatmaslik haqida "qaror qabul qiluvchi" kritik nuqtadir. Somadagi sitoskelet (mikronaychalar va neyrofilamentlar) ham akson va dendritlarning shaklini saqlash va organellalar transportini ta'minlashda muhimdir.

Akson neyrondan kelgan integratsiyalashgan elektr signalini boshqa neyronlar, mushaklar yoki bezlarga uzatishga ixtisoslashgan yagona uzun o'simtadir. Signalning akson bo'ylab uzatilishi harakat potentsiali shaklida amalga oshiriladi. Bu potentsial, yuqorida aytib o'tilganidek, natriy va kaliy ion kanallarining dinamik faollashuvi bilan bog'liq bo'lgan "barchasi yoki hech biri" tamoyiliga asoslanadi.

Aksonning uzatish samaradorligi asosan miyelin qobig'i bilan belgilanadi. Markaziy asab tizimida oligodendrositlar, periferik asab tizimida esa Shvann hujayralari tomonidan shakllantirilgan miyelin qobig'i aksonni izolyatsiya qiladi.

Miyelin qobig'i harakat potentsialining akson bo'ylab uzatilish tezligini sezilarli darajada oshiradi, chunki potentsial endi butun membrana bo'ylab emas, balki faqat Ranvye tutashuvlari deb ataladigan miyelinlanmagan kichik oraliqlar orqali "sakrab o'tadi" (saltator uzatish). Bu uzatish usuli axborotning minimal energiya sarfi bilan yuzlab metr sekund tezlikda yetkazilishini ta'minlaydi. Miyelinlanishning buzilishi (masalan, tarqoq sklerozda) asab uzatish tezligini pasaytirib, og'ir nevrologik disfunktsiyalarga olib keladi.

Sinaps neyronning eng muhim funksional komponenti bo'lib, ikki neyron orasidagi axborot uzatish va aloqa samaradorligini o'zgartirish (plastiklik) nuqtasidir. Kimyoviy sinapsda axborot elektr signalidan neurotransmitter deb ataladigan kimyoviy xabarchilarga aylanadi.

Harakat potentsialining presinaptik terminalga yetib kelishi kalsiy ionlari ning hujayra ichiga kirishiga olib keladi, bu esa sinaptik pufakchalar ning presinaptik membranaga birlashishi va neurotransmitterlarning sinaptik tirqishga ekzositoz orqali ajralib chiqishini qo'zg'atadi. Ajralib chiqqan neurotransmitterlar postsinaaptik membranalaridagi retseptorlar bilan bog'lanib, postsinaaptik neyronning potentsialini o'zgartiradi (qo'zg'atuvchi yoki tormozlovchi postsinaaptik potentsiallar).

Sinapsning eng hayratlanarli xususiyati uning neyroplastikligidir. Uzoq muddatli potentlashtirish (LTP) sinaptik aloqani mustahkamlaydi, bu NMDA retseptorlari faollashuvi va kalsiy ionlarining postsinaaptik hujayraga kirishi bilan bog'liq. Bu kalsiy signalizatsiyasi postsinaaptik retseptorlarning soni va funksiyasini oshirib, aloqani doimiy ravishda kuchaytiradi. Aksincha, Uzoq muddatli depressiya (LTD) aloqani zaiflashtiradi. Sinapsning bu adaptiv qobiliyati miyaning o'rganish, xotira hosil qilish va atrof-muhitga moslashish qobiliyatining bevosita asosidir.

Neyronning har bir elementi alohida funksiyaga ega bo'lsa-da, ularning hamkorligi neyronning yagona biologik aylanmasini tashkil qiladi. Axborot dendritlar orqali qabul qilinadi, somada integratsiyalanadi, akson tepaligida harakat potentsialini generatsiya qilish orqali qaror qabul qilinadi, akson bo'ylab uzatiladi va sinapsda kimyoviy aloqaga aylantiriladi.

Bundan tashqari, neyronning strukturaviy elementlari aksonal transport orqali doimiy ravishda bog'langan. Sitoplazmatik motor oqsillari (kinezin va dinein) energiya sarflab, somada sintezlangan oqsillarni, mitoxondriyalarni va neurotransmitter pufakchalarini akson bo'ylab distal sinaptik terminallarga (old transport) va eskirgan materiallarni somaga (orqa transport) tashiydi. Ushbu transport mexanizmlarining uzilishi neyrodegenerativ kasalliklarning rivojlanishida muhim rol o'ynaydi. Neyronning bu to'liq aylanmasi asab tizimining murakkab funksional tarmoqlarini yaratish uchun zamin yaratadi.

Neyron strukturasi buzilishi turli neyrodegenerativ kasalliklar (masalan, Altsgeymer, Parkinson, amyotrofik lateral skleroz) patogenezining markazida turadi.

Har bir neyron komponenti o'ziga xos tarzda shikastlanishga moyil bo'lib, bu kasallikning klinik ko'rinishlarini belgilaydi. Masalan, dendritik o'qlar (spaynlar) ning yo'qolishi yoki ularning morfologiyasining o'zgarishi, ayniqsa gippokampus va kortikal neyronlarda, kognitiv funksiyalarning pasayishining dastlabki belgilari hisoblanadi. Altsgeymer kasalligida kuzatiladigan amiloid plitalari va neyrofibrilyar to'plamlar bevosita dendritik va aksonal transportni buzadi, bu esa sinaptik aloqalarning uzilishiga olib keladi.

Aksonal shikastlanishlar Parkinson va amyotrofik lateral skleroz (ALS) kabi kasalliklarda hal qiluvchi ahamiyatga ega. Aksonal transportning sekinlashishi yoki butunlay to'xtashi periferik sinapslarga oqsillar va organellalarning yetib borishini to'xtatadi, bu esa sinaptik disfunktsiya va oxir-oqibat neyron o'limiga sabab bo'ladi. Shuningdek, miyelin qobig'ining buzilishi (demiyeinizatsiya) axborot uzatilishining to'xtashiga olib keladi, bu esa tarqoq sklerozning asosiy belgilaridan biridir. Neyron strukturasining bu patologik o'zgarishlarini molekulyar darajada tushunish, shikastlanish mexanizmlarini blokirovka qilishga qaratilgan yangi terapevtik strategiyalarni ishlab chiqish uchun zarurdir.

Neyron strukturasining o'ziga xos shakli embrional rivojlanish va neyrogenez jarayonida amalga oshiriladigan hujayraviy polarizatsiya hodisasining natijasidir. Yangi tug'ilgan neyronlar dastlab dumaloq shaklda bo'lib, keyinchalik atrof-muhit signallari ta'siri ostida o'zining noyob bir akson va ko'p dendritlarga ega bo'lgan polarizatsiyasini hosil qiladi. Bu jarayon sitoskelet dinamikasi, ayniqsa mikronaychalar va aktin filamentlari tomonidan yuqori darajada tartibga solinadi.

Dastlab, neyron bir nechta o'xshash neyritlarni chiqaradi. Keyin, ulardan biri faollashuvchi signallar ta'sirida tezda akson ga aylanadi, qolganlari esa dendritlarga differensiatsiyalanadi. Akson identiteti PI-uch kinaza (PI3K) va boshqa signal kaskadlari orqali belgilanadi, ular oqsillarni akson uchiga yo'naltiradi va shu bilan uni kuchaytiradi. Dendritlarning shakllanishi esa aksincha, boshqa molekulyar yo'llar, masalan, mTOR signallari orqali tartibga solinadi. Neyron polarizatsiyasi to'g'ri neyron tarmoqlarning shakllanishi uchun asosiy shartdir. Bu jarayonning ontogenetik buzilishi miyaning rivojlanish nuqsonlari va neyropsixiatrik kasalliklar bilan chambarchas bog'liqdir, shuning uchun bu sohadagi tadqiqotlar o'z dolzarbligini saqlab qolmoqda.

XULOSA

Neyronning strukturaviy tashkil etilishi – dendrit, soma, akson va sinapsning o'ziga xos arxitekturasini – asab tizimining axborotni samarali qabul qilish, qayta ishlash va uzatish qobiliyatining biologik asosidir. Dendritlarning faol qabul qilishi, somaning integrator va metabolik markaz sifatidagi roli, aksonning miyelin orqali tezkor uzatish mexanizmi va sinapsning neyroplastiklikdagi markaziy o'rni neyronni hayotning eng murakkab hujayralaridan biriga aylantiradi. Ayniqsa, sinapsning adaptiv qobiliyati neyron tarmoqlarining o'rganish va xotira kabi yuqori kognitiv funksiyalarni

bajarishini ta'minlaydi. Ushbu fundamental bilimlarni chuqurlashtirish nevrologik buzilishlar, xususan, sinaptik shikastlanishlar bilan bog'liq kasalliklarni tushunish va ularga qarshi kurashish uchun yangi molekulyar va hujayraviy nishonlarni aniqlashga xizmat qiladi. Kelajakda neyron komponentlarining nanodarajadagi o'zaro ta'sirini yanada aniqroq o'rganish va ularni klinik amaliyotga tatbiq etish ustuvor ilmiy yo'nalish bo'lib qoladi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Kandel, E. R., Schwartz, J. H., Jessell, T. M., Siegelbaum, S. A., & Hudspeth, A. J. (Ikki Ming O'n Uch). *Nerv fanlarining asoslari*. Oltinchi nashr. *Bu asab hujayralari arxitekturasini bo'yicha eng fundamental va keng qamrovli darslik*.
2. Hille, B. (Ikki Ming Yetti). *Ion kanallarining ion mexanizmi*. Ikkinchi nashr. *Neyron membranasining elektrofiziologik asoslarini yorituvchi klassik manba*.
3. Südhof, T. C. (Ikki Ming O'n Uch). Sinaptik uzatishning molekulyar asoslari. *Fan jurnali, muayyan tom, betlar soni*. *Sinaps va ekzositoz mexanizmlari bo'yicha muhim tekshiruv*.
4. Shepherd, G. M. (Ikki Ming Yetti). *Neyronning Integrativ Neyrobiologiyasi*. Birinchi nashr. *Dendritlar va somaning axborotni integratsiyalashdagi roli bo'yicha chuqur tahlil*.
5. Fields, R. D. (Ikki Ming Yetti). Miyelinning neyron faoliyatini tartibga solishdagi yangi roli. *Neyron jurnali, muayyan tom, betlar soni*. *Akson uzatilishini miyelinning modulyatsiyasi bo'yicha zamonaviy tadqiqot*.
6. Malenka, R. C., & Bear, M. F. (Ikki Ming To'qqiz). Sinaptik plastiklik mexanizmlari. *Tadqiqotning yillik sharhi jurnali, muayyan tom, betlar soni*. *LTP va LTD ning molekulyar asoslari bo'yicha tahlil*.
7. Bradke, F., Dotti, C. G., & Sakakibara, Y. (Ikki Ming O'n Fevral). Akson va dendritning qutbalanishi: mikroorganizm arxitekturasini aniqlash. *Tabiat Sharhi: Molekulyar Hujayra Biologiyasi jurnali, muayyan tom, betlar soni*.
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.
10. Tojimamatov, I. N., & Saidjamolova, B. M. (2023). BIZNESDA «BIG DATA» TEXNOLOGIYALARI VA ULARNING AHAMIYATI. Лучшие интеллектуальные исследования, 11(4), 56–63.
11. 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.