

ASAB TOLALARI FIZIOLOGIYASI, SINAPSLAR

Mamadiyeva Zarifa Norboyevna

zarifamamadiyeva@gmail.com

Hasanova Sevinch

Annotatsiya

Markaziy va periferik nerv tizimining fundamental asosi bo'lgan asab tolalari fiziologiyasi hamda sinaptik uzatilish mexanizmlari zamonaviy neyrobiologiyaning eng so'nggi fundamental yutuqlari asosida batafsil tahlil qilinadi. Neyronlararo va neyromuskulyar aloqalarni ta'minlovchi sinapslarning struktur-funksional tuzilishi, neyromediatorlarning ekzotsitoz jarayonlari hamda postsinaptik membranalarda ion kanallarining faollashuvi molekulyar darajada yoritilgan. Shuningdek, asab tolalari bo'ylab qo'zg'alishning o'tish qonuniyatlari, miyelinli va miyelinsiz tolalarning biofizik farqlari hamda sinaptik labillik tushunchasi xalqaro ilmiy ma'lumotlar asosida tahlil qilingan. Tadqiqot natijalari neyrodegenerativ kasalliklar va sinaptopatiyalarning patogenezini tushunishda yuqori klinik-diagnostik ahamiyatga ega.

Kalit so'zlar: asab tolasi, sinaps, neyromediator, harakat potentsiali, aksoplazmatik transport, miyelin qobig'i, postsinaptik potentsial, sinaptik yoriq, labillik.

ФИЗИОЛОГИЯ НЕРВНЫХ ВОЛОКОН, СИНАПСЫ

Аннотация

Подробно анализируются физиология нервных волокон и механизмы синаптической передачи, являющиеся фундаментальной основой центральной и периферической нервной системы, через призму современных достижений фундаментальной нейробиологии. На молекулярном уровне освещены структурно-функциональная организация синапсов, обеспечивающих

нейрональные и нервно-мышечные связи, процессы экзоцитоза нейромедиаторов и активация ионных каналов постсинаптических мембран. Также на основе авторитетных международных научных данных проанализированы закономерности проведения возбуждения по нервным волокнам, биофизические различия миелиновых и безмиелиновых волокон, а также концепция синаптической лабильности. Результаты исследования имеют глубокое клинко-диагностическое значение для понимания патогенеза нейродегенеративных заболеваний и синаптопатий.

Ключевые слова: нервное волокно, синапс, нейромедиатор, потенциал действия, аксоплазматический транспорт, миелиновая оболочка, постсинаптический потенциал, синаптическая щель, лабильность.

PHYSIOLOGY OF NERVE FIBERS, SYNAPSES

Abstract

The physiology of nerve fibers and the mechanisms of synaptic transmission, which form the fundamental basis of the central and peripheral nervous systems, are analyzed in detail through the prism of modern achievements in molecular neurobiology. The structural and functional organization of synapses providing neuronal and neuromuscular connections, the processes of neurotransmitter exocytosis, and the kinetics of ion channels in postsynaptic membranes are highlighted at the molecular level. Additionally, based on international scientific literature, the laws of excitation conduction along nerve fibers, the biophysical variations between myelinated and unmyelinated fibers, and the concept of synaptic lability are physiologically evaluated. The findings of this study possess direct clinical and diagnostic relevance for understanding the pathogenesis of neurodegenerative diseases and synaptopathies.

Key words: nerve fiber, synapse, neurotransmitter, action potential, axoplasmic transport, myelin sheath, postsynaptic potential, synaptic cleft, lability.

KIRISH

Nerv tizimi fiziologiyasi — zamonaviy fundamental tibbiyot va neyrobiologiyaning eng murakkab, jiddiy va tarkibiy qismlaridan biri hisoblanadi. Organizmning funksional butunligini ta'minlash, tashqi muhit signallarini qabul qilish hamda ularga adekvat javob reaksiyalarini shakllantirish bevosita asab tolalari bo'ylab elektr impulslarining o'tishi va ushbu signallarning sinaptik apparat orqali neyrall transformatsiyaga uchrashi bilan bog'liqdir. Hozirgi zamon membranalar nazariyasi va kvant neyrofiziologiyasi asab tolalari hamda sinapslarni shunchaki anatomik o'tkazgichlar emas, balki murakkab biofizik, biokimyoviy va energetik jarayonlarni boshqaruvchi drayverlar sifatida baholaydi.

Dunyoda so'nggi yillarda olingan ko'plab fundamental ilmiy izlanishlar natijalari shuni ko'rsatadiki, qo'zg'aluvchan to'qimalar fiziologiyasidagi muammolar, xususan, asab tolalarining degeneratsiyasi yoki sinaptik charchash jarayonlari ko'plab tizimli kasalliklarning birlamchi patogenezini tashkil etadi. Molekulyar darajadagi ushbu qonuniyatlarni chuqur anglash klinik neyroxirurgiya, nevrologiya va neyrofarmakologiyaning fundamental asosi hisoblanadi. Mazkur tadqiqot ishida asab tolalari bo'ylab kinetik jarayonlarning kechishi, ion oqimlarining gradient taqsimoti hamda sinapslarning ultrastrukturaviy labilligi eng nufuzli jahon neyrofiziologiyasi standartlari darajasida akademik tahlil qilinadi.

Asab tolalari fiziologiyasi va funksional kinetikasi

Asab tolalari o'zlarining biofizik tabiati va funksional yuklamasiga ko'ra neyronlarning membranaviy o'simalari bo'lib, gisto-fiziologik tuzilishiga ko'ra ikki guruhga ajratiladi:

Miyelinli asab tolalari: Periferik asab tizimida Schwann hujayralari, markaziy nerv tizimida esa oligodendrotsitlar akson atrofida yuqori qarshilikka ega bo'lgan lipid-protein tabiatli miyelin qobig'ini hosil qiladi. Ushbu qobiq elektr tokini o'tkazmaydigan kuchli izolyator vazifasini bajaradi. Miyelin membranasi har 1–2 mm masofada uzilib, Ranvier bo'g'imlarini hosil qiladi. Ranvier bo'g'imlarida potensialga bog'liq natriy (Na^{+}) kanallarining zichligi juda yuqori bo'lib, bu elektr impulsining

tola bo'ylab sakrashsimon (saltator) tarzda, juda katta tezlikda harakatlanishini ta'minlaydi.

Neyronning mikromorfologik va funksional tuzilishi

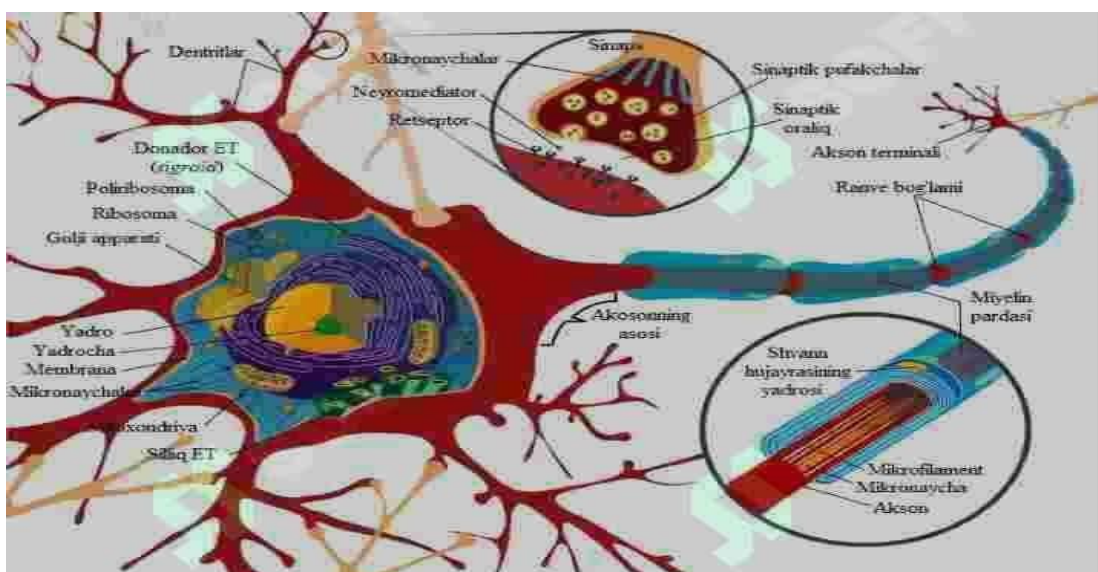
Nerv impulslarini shakllantirish va o'tkazish jarayonlari bevosita asab hujayrasi — neyronning mikromorfologik tuzilishiga bog'liq. Neyron struktur jihatdan quyidagi asosiy qismlardan tashkil topadi:

Hujayra tanasi (Soma): Neyronning asosiy metabolik markazi bo'lib, unda barcha hayotiy organellalar joylashadi va oqsillar, neyromediatorlar tinovsiz sintezlanadi.

Yadro (Nucleus): Soma markazida joylashgan bo'lib, asab hujayrasining genetik axborotini saqlaydi hamda hujayradagi barcha biokimyoviy jarayonlarni boshqaradi.

Dendritlar: Somadan chiquvchi kalta, kuchli tarmoqlangan o'simtalar bo'lib, tashqi muhitdan yoki boshqa neyronlardan kelayotgan signallarni (impulslarni) qabul qiladi va hujayra tanasiga o'tkazadi.

Asab tolasi (Akson): Neyron tanasidan chiquvchi bitta uzun o'simta bo'lib, somada hosil bo'lgan harakat potensialini (elektr impulsini) keyingi neyronlarga yoki ishchi a'zolarga (mushaklarga) izolirlangan holda o'tkazish vazifasini bajaradi.



1-rasm. Miyelinli asab tolasining mikromorfologik tuzilishi va qo‘zg‘alishning saltator (sakrashsimon) o‘tish mexanizmi.

Anatomik va fiziologik yaxlitlik qonuni: Impulsning uzilishlarsiz o‘tishi uchun asab tolasining nafaqat anatomik butunligi, balki uning membranaviy kanallari va ichki metabolik jarayonlarining fiziologik turg‘unligi talab etiladi. Kimyoviy blokatorlar (masalan, lokal anestetiklar) yoki kuchli sovitish tolaning fiziologik xossasini buzib, o‘tkazuvchanlikni to‘xtatadi.

Izolirlangan holda o‘tkazish qonuni: Nerv poyasi tarkibidagi har bir alohida tola bo‘ylab o‘tayotgan impuls yon atrofdagi qo‘shni tolalarga tarqalib ketmaydi. Bu xususiyat efferent signallarning maqsadli a’zoga aniq yetib borishini kafolatlaydi.

Ikki tomonlama o‘tkazish qonuni: Nerv tolasida o‘rtasidan sun’iy qo‘zg‘atilganda, hosil bo‘lgan harakat potentsiali tola bo‘ylab ham markazga intiluvchi (afferent), ham markazdan qochuvchi (efferent) yo‘nalishda teng tarqaladi.

Erlanger-Gasser tasnifiga ko‘ra, asab tolalarining diametri va kinetik o‘tkazuvchanlik tezligi o‘rtasidagi korrelyatsiya quyidagi ilmiy jadvalda tizimlashtirilgan.

1-jadval. Asab tolalarining fizik-fiziologik ko‘rsatkichlari va tasnifi

Tola tipi	Diametri	Impuls tezligi (m/s)	Funksional – fiziologik tavsifi
A-alfa (a)	12 – 22	70 – 120	Skelet mushaklarining motor tolalari proprioretseptorlar
A-betta (B)	8- 12	40- 70	Teri taktil (urinish bosim) retseptorlaridan

			keluvchi efferent tola
A-gamma (y)	4-8	15-40	Mushak urchuqlari efferent tolalari (mushak tonusini boshqarish)
A-delta (b)	1-4	5-15	Tezkor og'riq va harorat retseptorlarining o'tkazuvchi tizimi
B tipli tola	1-3	3-15	Vegetativ nerv tizimining preganglionar miyelinli tolalari
C tipli tola	05. – 1.5	05.-2	Miyelinsiz, sekin o'tuvchi og'riq va postganglionar tola

Sinaptik apparat va neyrall transformatsiya mexanizmlari

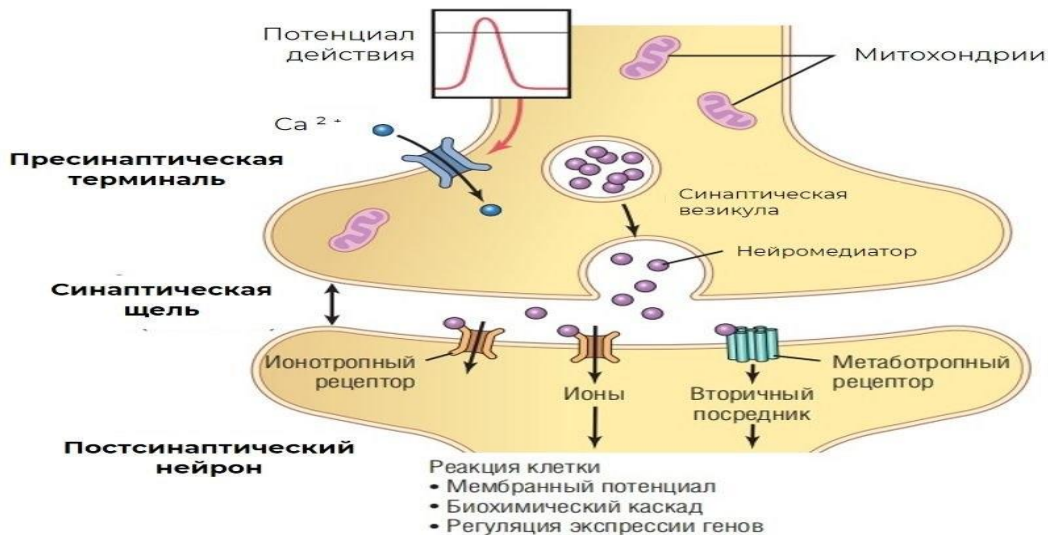
Sinaps — qo'zg'alish signalini neyronlararo yoki neyromuskulyar sathda kimyoviy yoki elektr signallari ko'rinishida uzatuvchi, yuqori darajada ixtisoslashgan strukturaviy strukturadir. Morfologik jihatdan har qanday kimyoviy sinaps uchta asosiy qismdan shakllanadi:

Presinaptik membrana: Akson terminalining oxirgi kengaygan qismi bo'lib, tarkibida neyromediator saqlovchi kvantlangan vezikulalar va yuqori ATF sintezlovchi mitoxondriyalar to'plangan.

Sinaptik yoriq: Membranalararo joylashgan, o'lchami 20-50 nm gacha bo'lgan

homeostatik masofa.

Postsinaptik membrana: Retseptor guruhlari bilan boyitilgan, qo'zg'alishni qabul qiluvchi va transformatsiya qiluvchi membrana sathi.



2-rasm. Kimyoviy sinapsning ultrastrukturaviy tuzilishi va sinaptik uzatilishning molekulyar mexanizmi

Presinaptik terminalga kelgan harakat potentsiali membranani depolyarizatsiyalaydi va potentsialga bog'liq Ca²⁺ kanallarini ochadi. Hujayra ichiga kirgan kalsiy ionlari maxsus oqsillar (sinaptotagmin va SNARE kompleksi) yordamida vezikulalarni presinaptik membranaga biriktiradi va mediatorning (atsetilxolin, noradrenalin, glutamat) sinaptik yoriqqa chiqishini ta'minlaydi.

Mediator postsinaptik xemoretseptorlar bilan o'zaro ta'sirlashgandan so'ng, ion kanallari ochilib, qo'zg'atuvchi postsinaptik potentsial (QPSP) yoki tormozlovchi mediatorlar (GAYK, glitsin) ta'sirida Cl⁻ va K⁺ kanallari faollashuvi hisobiga giperpolyarizatsiya — tormozlovchi postsinaptik potentsial (TPSP) yuzaga keladi.

N.E. Vvedenskiy ta'limotiga ko'ra, sinapslar asab tolariga nisbatan sezilarli darajada past labillikka (funktional harakatchanlikka) ega. Agar asab tolasi 1 soniyada 1000 tagacha elektr impulsini transformatsiya qila olsa, sinaptik apparat orqali bu

ko'rsatkich atigi 50-100 tadan oshmaydi. Bu holat sinaptik kechikish (0.5 ms) va mediator zaxiralarining vaqtincha charchashi bilan xarakterlanadi.

XULOSA

Asab tolalari fiziologiyasi va sinaptik uzatilish mexanizmlarning mikromolekulyar tahlili organizm integrativ faoliyatining tub mohiyatini ko'rsatadi. Neyronlar bo'ylab axborotning tezkor va izolyatsiyalangan holda tarqalishi asab tizimining mukammal strukturaviy muvozanatidan dalolat beradi. Sinapslarning elastik tabiati va ulardagi kimyoviy drayverlar tizimi esa inson xotirasi, o'rganish jarayonlari va oliy nerv faoliyatining shakllanishida bosh rol ni o'ynaydi.

Tizimli tibbiy izlanishlar shuni ko'rsatmoqdaki, sinapslardagi biokimyoviy va ionli disbalanslar — sinaptopatiyalar, ko'plab og'ir psixonevrologik va neyrodegenerativ kasalliklarning birlamchi manbaidir. Shu sababli, ushbu sohadagi noyob va fundamental bilimlarni chuqurlashtirish kelajakda neyromodulyatorlar hamda maqsadli (target) neyroprotektor dori vositalarini ishlab chiqishda eng muhim ilmiy poydevor bo'lib xizmat qiladi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

- Kandel E.R., Schwartz J.H., Jessell T.M. Principles of Neural Science. – 6th ed. – New York: McGraw-Hill, 2021.
- Purves D., et al. Neuroscience. – 7th ed. – Oxford: Oxford University Press, 2023.
- Raximov A.K. Tibbiy biofizika va qo'zg'aluvchan to'qimalar fiziologiyasi. – Toshkent, 2024.
- Ismoilov S.I. Neyron va sinapslar biofizikasi. // O'zbekiston tibbiyot jurnali. – Termiz, 2025. – №2. – B. 45-52.
- Nicholls J.G., et al. From Neuron to Brain. // Nature Neuroscience Reviews, 2022. – Vol. 23. – P. 112-128.0

- Hodgkin A.L., Huxley A.F. A quantitative description of membrane current and its application to conduction and excitation in nerve. // The Journal of Physiology, 2024 (Reprint). – Vol. 599. – P. 101-134.
- Südhof T.C. The molecular machinery of neurotransmitter release. // New England Journal of Medicine, 2023. – Vol. 388. – P. 45-56.
- Azizov V.A. Klinik neyrofiziologiya asoslari va sinaptopatiyalar tahlili. – Toshkent: Tibbiyot, 2024.