NERV TOLALARI VA SINAPSLARNING FIZIOLOGIK XUSUSIYATLARI

Mardonova Ruxshona Baxtiyor qizi
Buxoro innovatsion ta'lim va tibbiyot universiteti,
Davolash ishi yo'nalishi 2-kurs talabasi
https://doi.org/10.5281/zenodo.24360188

Annotatsiya: Mazkur maqolada nerv tolalarining tuzilishi, tasnifi va qo'zg'alishni o'tkazish mexanizmlari hamda sinapslarning morfofunksional xususiyatlari yoritilgan. Harakat potensialining hosil bo'lishi, mielinli va mielinsiz tolalarda qo'zg'alishning tarqalishi, kimyoviy va elektr sinapslarda axborot uzatilishi, asosiy neyromediatorlar va ularning retseptorlari tahlil qilingan. Shuningdek, sinaptik plastiklik va nerv-mushak uzatilishi buzilishlarining klinik ahamiyati ko'rsatib o'tilgan. Maqola davolash ishi yo'nalishi talabalari uchun neyrofiziologiyaning asosiy tushunchalarini tizimlashtirishga xizmat qiladi.
Kalit so'zlar: neyron, nerv tolasi, mielin, harakat potensiali, sinaps, neyromediator, retseptor, sinaptik plastiklik.

Аннотация: В статье рассмотрены строение и классификация нервных волокон, механизмы проведения возбуждения, а также морфофункциональные особенности синапсов. Проанализированы формирование потенциала действия, проведение возбуждения по миелинизированным и безмиелиновым волокнам, передача информации в химических и электрических синапсах, основные нейромедиаторы и их рецепторы. Отмечено клиническое значение нарушений нервно-мышечной передачи и синаптической пластичности.
Ключевые слова: нейрон, нервное волокно, миелин, потенциал действия, синапс, нейромедиатор, рецептор, синаптическая пластичность.

Abstract: This article reviews the structure and classification of nerve fibers, the mechanisms of impulse conduction, and the morphofunctional characteristics of synapses. The formation of the action potential, conduction along myelinated and unmyelinated fibers, information transfer at chemical and electrical synapses, and the main neurotransmitters and their receptors are analyzed. The clinical significance of disorders of neuromuscular transmission and of synaptic plasticity is also outlined.
Keywords: neuron, nerve fiber, myelin, action potential, synapse, neurotransmitter, receptor, synaptic plasticity.

Kirish

Inson organizmining barcha a'zo va tizimlari faoliyati nerv tizimi tomonidan muvofiqlashtiriladi. Bu tizim tashqi muhit va ichki a'zolardan keluvchi axborotni qabul qiladi, qayta ishlaydi va javob reaksiyalarini shakllantiradi. Axborot almashinuvining asosiy birligi — neyron bo'lib, odam miyasida ularning soni taxminan 86 milliardga yaqin deb baholanadi. Neyronlar o'zaro va ijrochi a'zolar bilan nerv tolalari hamda sinapslar orqali bog'lanadi.

Nerv tolasi — neyron o'simtasi (aksoni yoki dendriti) va uni o'rab turuvchi qobiqlardan iborat bo'lib, elektr signalini, ya'ni harakat potensialini uzoq masofaga o'tkazish vazifasini bajaradi. Sinaps esa ikki neyron yoki neyron bilan effektor hujayra (masalan, mushak tolasi) o'rtasidagi maxsus kontakt

© Ushbu material Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0) litsenziyasi asosida tarqatiladi.

bo‘lib, signalning bir hujayradan ikkinchisiga uzatilishini ta’minlaydi. Aynan tolalarning o‘tkazish xususiyatlari va sinapslardagi uzatish jarayonlari refleks yoyining tezligini, harakatlar aniqligini, xotira va o‘rganish kabi yuqori psixik funksiyalarni belgilaydi.

Davolash ishi yo‘nalishi talabalari uchun bu mavzu alohida ahamiyatga ega. Neyropatiyalar, nerv-mushak uzatilishi buzilishlari, mahalliy anestetiklar va ko‘plab dori vositalarining ta’sir mexanizmi aynan nerv tolalari va sinapslar fiziologiyasiga asoslanadi. Shu sababli ushbu bilimlarni chuqur o‘zlashtirish kelgusida klinik fanlarni tushunish uchun zarur poydevor hisoblanadi.

Maqsad va vazifalar

Maqolaning maqsadi — nerv tolalari va sinapslarning tuzilishi hamda fiziologik xususiyatlarini tizimli yoritish va ularning klinik ahamiyatini ko‘rsatishdir. Maqsadga erishish uchun quyidagi vazifalar belgilandi:

- nerv tolalarining tuzilishi va tasnifini o‘rganish;
- harakat potensialining hosil bo‘lishi va tarqalish mexanizmini tahlil qilish;
- kimyoviy va elektr sinapslarning tuzilishi hamda ishlash prinsipini yoritish;
- asosiy neyromediatorlar va ularning retseptorlarini taqqoslash;
- sinaptik uzatish buzilishlarining klinik oqibatlarini ko‘rsatish.

Material va usullar

Ishda neyrofiziologiya bo‘yicha xalqaro darsliklar va ilmiy adabiyotlar tahlil qilindi. Ma’lumotlar taqqoslash, umumlashtirish va tizimlashtirish usullari orqali qayta ishlandi hamda jadval ko‘rinishida jamlandi.

1. Neyron va glia hujayralari

Nerv to‘qimasi ikki asosiy hujayra turidan tashkil topgan: neyronlar va neyroglia hujayralari. Neyron tana (soma), dendritlar va akson qismlaridan iborat. Dendritlar boshqa hujayralardan axborotni qabul qiladi, soma uni integratsiya qiladi, akson esa hosil bo‘lgan signalni uzoqqa uzatadi. Aksonning somadan chiqish joyi — akson tepaligi bo‘lib, bu yerda qo‘zg‘aluvchanlik bo‘sag‘asi eng past bo‘ladi, shuning uchun harakat potensiali odatda aynan shu zonada hosil bo‘ladi.

Glia hujayralari neyronlarni qo‘llab-quvvatlaydi va ularning ish sharoitini ta’minlaydi. Astrositlar neyronlar atrofidagi ion muhitini va mediator miqdorini tartibga soladi, qon-miya to‘sig‘ini shakllantirishda ishtirok etadi. Oligodendrositlar markaziy nerv tizimida, Shvann hujayralari esa periferik nerv tizimida mielin qobig‘ini hosil qiladi. Mikroglia hujayralari immun himoya vazifasini bajaradi.

2. Nerv tolalarining tuzilishi va tasnifi

Nerv tolasining markazida akson silindri joylashgan bo‘lib, u hujayra membranasi (aksolemma) bilan o‘ralgan. Mielin qobig‘i mavjudligiga qarab tolalar ikki guruhga bo‘linadi: mielinli va mielinsiz. Mielin — lipidlarga boy, elektr o‘tkazmaydigan izolyator qatlam bo‘lib, u akson bo‘ylab uzluksiz emas, balki 1–2 mm oraliqlarda Ranvye bo‘g‘imlari deb ataladigan kichik uzilishlar bilan joylashadi.

O‘tkazish tezligi, tola diametri va vazifasiga ko‘ra tolalar Erlanger va Gasser tasnifi bo‘yicha A, B va C guruhlarga ajratiladi. A guruhi mielinli yo‘g‘on tolalar bo‘lib, ular alfa, beta, gamma va delta kichik guruhlarga bo‘linadi. B guruhi mielinli ingichka tolalardan, C guruhi esa mielinsiz eng ingichka tolalardan iborat. Sezuvchi tolalar uchun Lloyd va Xant taklif qilgan I–IV tasnif ham qo‘llaniladi.

© Ushbu material Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0) litsenziyasi asosida tarqatiladi.

1-jadval. Nerv tolalarining tasnifi va xususiyatlari (taxminiy qiymatlar)

Guruh	Diametri (mkm)	O'tkazish tezligi (m/s)	Asosiy vazifasi
Aα	12–20	70–120	skelet mushaklarining motor innervatsiyasi, mushak va payning propriosepsiyasi
Aβ	5–12	30–70	teri teginish va bosim sezgisi
Aγ	3–6	15–30	mushak urchuqlarining motor innervatsiyasi
Aδ	2–5	12–30	o'tkir (tez) og'riq, sovuq sezgisi
B	1–3	3–15	preganglionar vegetativ tolalar
C	0,3–1,3	0,5–2	sekin og'riq, issiqlik sezgisi, postganglionar vegetativ tolalar

Jadvaldan ko'rinib turibdiki, tola diametri qancha katta bo'lsa, o'tkazish tezligi shuncha yuqori bo'ladi. Mielinli tolalarda tezlik taxminan diametrning har 1 mkm iga 6 m/s ni tashkil etadi. Shu sababli tez bajariladigan harakatlar va proprioseptiv axborot yo'g'on mielinli tolalar orqali, sekin kechadigan jarayonlar esa ingichka tolalar orqali uzatiladi.

3. Nerv tolalarining fiziologik xususiyatlari

Nerv tolasi to'rtta asosiy fiziologik xususiyatga ega: qo'zg'aluvchanlik, o'tkazuvchanlik, refrakterlik va labillik. Qo'zg'aluvchanlik — tolaning ta'sirotga harakat potensiali hosil qilish bilan javob berish qobiliyati. Ta'sirotning eng kichik yetarli kuchi bo'sag'a kuchi deyiladi. Bo'sag'adan past ta'sirotlar faqat mahalliy, tarqalmaydigan o'zgarishlarni keltirib chiqaradi.

Refrakterlik — qo'zg'alish paytida va undan keyin qisqa muddat davomida tola qo'zg'aluvchanligining pasayishi. Absolyut refrakter davrda (taxminan 1 ms) tola hech qanday kuchdagi ta'sirotga javob bermaydi, bunga Na^+ kanallarining inaktivatsiyasi sabab bo'ladi. Nisbiy refrakter davrda esa faqat bo'sag'adan kuchli ta'sirot qo'zg'alish hosil qila oladi. Refrakterlik tufayli impulslar bir yo'nalishda tarqaladi va bir-birining ustiga qo'shilib ketmaydi.

Labillik (funksional harakatchanlik) tushunchasini N. E. Vvedenskiy kiritgan bo'lib, u tolaning vaqt birligida hosil qila oladigan maksimal impulslar sonini bildiradi. Nerv tolasi sekundiga yuzlab impuls hosil qilishi mumkin. Nerv tolasi o'tkazish jarayonida deyarli charchamaydi, chunki bir impuls uchun sarflanadigan energiya juda kam.

Nerv tolasi bo'ylab qo'zg'alish o'tkazilishining uchta qonuni mavjud:

- tolaning anatomik va fiziologik yaxlitligi qonuni: tola kesilsa yoki narkoz ta'sirida o'tkazuvchanlik buzilsa, qo'zg'alish o'tmaydi;
- ikki tomonlama o'tkazish qonuni: tolaning o'rtasiga berilgan ta'sirot impulsni ikkala yo'nalishda tarqatadi, biroq organizmda impuls sinaps tufayli bir yo'nalishda ketadi;
- izolyatsiyalangan o'tkazish qonuni: nerv tanasidagi tolalar bir-biriga qo'zg'alishni o'tkazmaydi, bu esa signallarning aralashib ketmasligini ta'minlaydi.

© Ushbu material Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0) litsenziyasi asosida tarqatiladi.

4. Harakat potensialining hosil bo‘lishi

Tinch holatdagi neyron membranasining ichki yuzasi tashqi yuzasiga nisbatan manfiy zaryadlangan bo‘lib, tinchlik potensiali neyronlarda taxminan −70 mV ni, skelet mushak tolalarida esa taxminan −90 mV ni tashkil etadi. Uning asosiy sababi — K^+ ionlarining konsentratsiya gradienti bo‘yicha hujayradan chiqishi, membrananing tinch holatda K^+ uchun yaxshi o‘tkazuvchanligi hamda Na^+/K^+-nasosning ishlashidir. Bu nasos har bir sikl davomida uchta Na^+ ionini hujayradan chiqaradi va ikkita K^+ ionini kiritadi, shu orqali ion gradientlarini saqlaydi.

Harakat potensiali bir necha bosqichdan iborat:

1. Bo‘sag‘aga yetish. Ta’sirot ta’sirida membrana potensiali kritik darajaga (taxminan −55 mV) ko‘tarilsa, kuchlanishga bog‘liq Na^+ kanallari ochila boshlaydi.

2. Depolyarizatsiya. Na^+ ionlarining hujayra ichiga ommaviy kirishi potensialni tez ko‘taradi, u nolga yetib, qisqa muddat musbat qiymatga (taxminan +30...+40 mV) o‘tadi.

3. Repolyarizatsiya. Na^+ kanallari inaktivatsiyalanadi, kuchlanishga bog‘liq K^+ kanallari ochiladi va K^+ ionlarining chiqishi potensialni dastlabki holatga qaytaradi.

4. Giperpolyarizatsiya (iz potensiali). K^+ kanallari sekin yopilgani uchun potensial qisqa muddat tinchlik darajasidan ham pastga tushadi, so‘ngra tiklanadi.

Harakat potensiali «hammasi yoki hech narsa» qonuniga bo‘ysunadi: bo‘sag‘aga yetgan ta’sirot har doim bir xil amplitudali impuls hosil qiladi, ta’sirot kuchi esa impulslar chastotasida kodlanadi. A. Xodjkin va E. Xaksli 1952-yilda kalmar aksoni ustida o‘tkazgan tadqiqotlarida bu jarayonning ion asoslarini miqdoriy ravishda ta’riflab berdi.

5. Qo‘zg‘alishning nerv tolasi bo‘ylab tarqalishi

Mielinsiz tolalarda qo‘zg‘alish uzluksiz tarqaladi. Membrananing qo‘zg‘algan qismi bilan unga qo‘shni tinch qismi o‘rtasida mahalliy elektr toklari (aylanma toklar) hosil bo‘ladi. Bu toklar qo‘shni uchastkani bo‘sag‘agacha depolyarizatsiya qiladi va u yerda yangi harakat potensiali paydo bo‘ladi. Jarayon butun tola bo‘ylab ketma-ket takrorlanadi, shuning uchun tezlik past (0,5–2 m/s) bo‘ladi.

Mielinli tolalarda esa mielin elektr toklarining membrana orqali chiqib ketishiga to‘sqinlik qiladi. Kuchlanishga bog‘liq Na^+ kanallari asosan Ranvye bo‘g‘imlarida to‘plangan, shu sababli harakat potensiali faqat bo‘g‘imlarda hosil bo‘ladi va tola ichida bir bo‘g‘imdan ikkinchisiga «sakrab» o‘tadi. Bunday o‘tkazish saltator (sakrovchi) o‘tkazish deyiladi. U ikki muhim afzallikka ega: birinchidan, impuls tezligi o‘nlab marta ortadi (120 m/s gacha); ikkinchidan, ion almashinuvi faqat bo‘g‘imlarda sodir bo‘lgani uchun energiya sarfi sezilarli kamayadi.

Mielin qobig‘ining shikastlanishi (demielinizatsiya) o‘tkazish tezligini keskin pasaytiradi yoki uni butunlay to‘xtatadi. Markaziy nerv tizimida bu holat ko‘p o‘choqli skleroz, periferik nerv tizimida esa Gilyen–Barre sindromi va ba’zi neyropatiyalar bilan kechadi. Bu kasalliklarda harakat va sezuvchanlik buzilishlari aynan tola o‘tkazuvchanligi yomonlashuvi natijasida rivojlanadi.

6. Sinapslar: tarixi, tuzilishi va tasnifi

«Sinaps» atamasini 1897-yilda ingliz fiziologi Ch. Sherrington fanga kiritgan. Keyinchalik O. Levi (1921) birinchi marta kimyoviy uzatilish mavjudligini isbotladi, B. Katts esa sinaptik uzatilishning kvant nazariyasini yaratdi. Hozirgi kunda sinaps neyronlar o‘rtasidagi axborot almashinuvining asosiy tuzilmasi sifatida o‘rganiladi.

Kimyoviy sinaps uch qismdan iborat: presinaptik tugma (akson uchi), sinaptik yoriq va postsinaptik membrana. Presinaptik tugmada mediator bilan to‘lgan sinaptik pufakchalar (vezikulalar) va

© Ushbu material Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0) litsenziyasi asosida tarqatiladi.

mitoxondriyalar joylashadi. Sinaptik yoriq kengligi taxminan 20–40 nm ni tashkil etadi. Postsinaptik membranada mediatorni tanib oluvchi maxsus retseptor oqsillar mavjud.

Sinapslar bir necha belgi bo'yicha tasniflanadi:

- uzatish usuliga ko'ra: kimyoviy, elektr va aralash sinapslar;
- joylashuviga ko'ra: aksodendritik, aksosomatik, aksoaksonal va neyromushak sinapslar;
- ta'siriga ko'ra: qo'zg'atuvchi va tormozlovchi sinapslar;
- ajraladigan mediatorga ko'ra: xolinergik, adrenergik, dofaminergik, glutamaterjik, GABAergik va boshqalar.

Elektr sinapslarda ikki hujayra membranasi oraliq kontaktlar (gap junction) orqali bog'langan bo'lib, yoriq kengligi atigi 2–4 nm. Kontaktlar konneksin oqsillaridan hosil bo'lgan kanallardan iborat, ular orqali ionlar bevosita bir hujayradan ikkinchisiga o'tadi. Shu sababli elektr sinapslarda uzatish deyarli kechikishsiz va ikki yo'nalishda ketadi. Bunday sinapslar yurak mushagida, silliq mushaklarda va ba'zi miya tuzilmalarida uchraydi. Odamda kimyoviy sinapslar son jihatdan ustun turadi.

7. Kimyoviy sinapsda uzatish mexanizmi

Kimyoviy sinapsda signal uzatilishi ketma-ket bir necha bosqichda kechadi:

1. Presinaptik tugmaga harakat potensiali yetib keladi va uni depolyarizatsiya qiladi.
2. Kuchlanishga bog'liq Ca^{2+} kanallari ochiladi va Ca^{2+} ionlari tugma ichiga kiradi.
3. Ca^{2+} sinaptotagmin oqsiliga bog'lanadi, sinaptik pufakchalar presinaptik membrana bilan qo'shilib (SNARE oqsillari: sinaptobrevin, sintaksin va SNAP-25 ishtirokida), mediatorni sinaptik yoriqqa chiqaradi (ekzotsitoz).
4. Mediator yoriq bo'ylab diffuziyalanib, postsinaptik retseptorlarga bog'lanadi.
5. Retseptorlar faollashishi natijasida postsinaptik membranada ion o'tkazuvchanligi o'zgaradi va postsinaptik potensial hosil bo'ladi.
6. Mediator ta'siri tugatiladi: u fermentlar yordamida parchalanadi, presinaptik tugmaga yoki glia hujayralariga qayta so'riladi yoki diffuziya orqali uzoqlashadi.

Sinaptik kechikish, ya'ni impuls presinaptik tugmaga yetgandan postsinaptik javob boshlanguncha o'tgan vaqt, taxminan 0,3–0,5 ms ni tashkil etadi. Bu kechikishning asosiy qismi Ca^{2+} kirishi va ekzotsitoz jarayoniga sarflanadi.

Postsinaptik javob mediator va retseptor turiga bog'liq. Qo'zg'atuvchi sinapslarda Na^{+} (va ba'zan Ca^{2+}) kanallari ochilib, qo'zg'atuvchi postsinaptik potensial (QPSP) hosil bo'ladi va membrana depolyarizatsiyalanadi. Tormozlovchi sinapslarda esa Cl^{-} kanallari ochiladi yoki K^{+} o'tkazuvchanligi ortadi, natijada tormozlovchi postsinaptik potensial (TPSP) paydo bo'lib, hujayra giperpolyarizatsiyalanadi va qo'zg'alish ehtimoli kamayadi.

Nerv-mushak sinapsi (motor oxirgi plastinka) kimyoviy uzatishning eng yaxshi o'rganilgan namunasidir. Unda mediator — atsetilxolin bo'lib, u mushak tolasining nikotin tipidagi retseptorlariga ta'sir qiladi va oxirgi plastinka potensialini hosil qiladi. Bu potensial odatda mushak tolasida harakat potensialini keltirib chiqarish uchun yetarli bo'ladi. Atsetilxolinesteraza fermenti atsetilxolinni atsetat va xolinga parchalaydi, xolin esa presinaptik tugmaga qayta so'riladi.

8. Neyromediatorlar va retseptorlar

Neyromediatorlar — sinaptik uzatishni amalga oshiruvchi kimyoviy moddalar. Ular kichik molekulali moddalar (atsetilxolin, aminokislotalar, monoaminlar) va neyropeptidlar guruhlariga bo'linadi. Retseptorlar ikki katta oilaga ajraladi: ionotrop retseptorlar bevosita ion kanalini ochib, tez

© Ushbu material Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0) litsenziyasi asosida tarqatiladi.

(millisekundlar ichida) javob beradi; metabotrop retseptorlar esa G-oqsillar va ikkilamchi xabarchilar orqali sekinroq, ammo uzoqroq davom etuvchi ta'sir ko'rsatadi.

2-jadval. Asosiy neyromediatorlar va ularning ahamiyati

Mediator	Asosiy retseptorlari	Asosiy ta'siri	Klinik ahamiyati
Atsetilxolin	nikotin (ionotrop), muskarin (metabotrop)	nerv-mushak uzatilishi, parasimpatik ta'sir, xotira	miasteniya gravis, organofosfatlar bilan zaharlanish
Glutamat	AMPA, NMDA, kainat, metabotrop	asosiy qo'zg'atuvchi mediator	epilepsiya, ishemik shikastlanishda eksitotoksiklik
GABA	GABA-A (ionotrop), GABA-B (metabotrop)	markaziy asosiy tormozlovchi mediator	benzodiazepinlar va antikonvulsantlar ta'sir nishoni
Glitsin	glitsin retseptori (Cl^- kanali)	orqa miyada tormozlash	qoqshol toksini ta'sirida buziladi
Dofamin	D1–D5	harakatlar nazorati, motivatsiya	Parkinson kasalligi, shizofreniya
Noradrenalin	α va β adrenoretseptorlar	simpatik ta'sir, hushyorlik	gipertoniya va depressiya terapiyasi
Serotonin	5-HT oilasi	kayfiyat, uyqu, og'riq modulyatsiyasi	depressiya, xavotir (SSRI preparatlari)

Bir mediator turli retseptorlarda turli ta'sir ko'rsatishi mumkin. Masalan, atsetilxolin skelet mushaklarida nikotin retseptorlari orqali qisqarish keltirib chiqarsa, yurakda muskarin retseptorlari orqali ritmni sekinlashtiradi. Shuning uchun dori vositasining samarasi nafaqat mediatorga, balki retseptor turiga ham bog'liq.

9. Sinaptik integratsiya va plastiklik

Neyron bir vaqtning o'zida yuzlab va minglab sinapslardan signal oladi. Ularning umumiy natijasi summatsiya orqali aniqlanadi. Fazoviy summatsiyada bir necha sinapsdan bir vaqtda kelgan potensiallar qo'shiladi, vaqt bo'yicha summatsiyada esa bitta sinapsdan ketma-ket kelgan impulslar natijasi jamlanadi. Agar akson tepaligida umumiy depolyarizatsiya bo'sag'aga yetsa, neyron harakat potensiali hosil qiladi; tormozlovchi ta'sirlar ustun bo'lsa, neyron jim qoladi.

Tormozlanish markaziy nerv tizimining ajralmas qismi bo'lib, u qo'zg'alishning haddan tashqari tarqalishini cheklaydi va harakatlarni muvofiqlashtiradi. Postsinaptik tormozlanish TPSP orqali, presinaptik tormozlanish esa akson uchida mediator ajralishini kamaytirish orqali amalga oshadi.

© Ushbu material Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0) litsenziyasi asosida tarqatiladi.

Kimyoviy sinapslarning umumiy xususiyatlari quyidagilar: qo‘zg‘alishni bir tomonlama o‘tkazish (presinaptik tuzilmadan postsinaptikka), sinaptik kechikish, summatsiya, ritmni o‘zgartirish, yuqori charchoqqa moyillik va kimyoviy moddalarga yuqori sezgirlik. Aynan oxirgi xususiyat tufayli sinapslar ko‘pgina dori vositalari va toksinlarning ta’sir nishoni hisoblanadi.

Sinaptik plastiklik — sinaptik uzatish kuchining faoliyatga qarab o‘zgarishi. Uning eng yaxshi o‘rganilgan shakli uzoq muddatli potensiatsiya (UMP, inglizcha LTP) bo‘lib, u glutamaterjik sinapslarda NMDA retseptorlari faollashuvi va Ca^{2+} kirishi bilan bog‘liq. Bunda sinaptik uzatish samaradorligi soatlar va kunlar davomida oshgan holda qoladi. Bu mexanizm o‘rganish va xotira shakllanishining hujayraviy asosi deb hisoblanadi.

10. Nerv tolalari va sinapslar buzilishlarining klinik ahamiyati

Nerv tolalari va sinapslar fiziologiyasini bilish bir qator kasalliklar va dori vositalarining ta’sirini tushunishga yordam beradi.

- **Mahalliy anestetiklar** (masalan, lidokain) kuchlanishga bog‘liq Na^+ kanallarini to‘sib, impuls o‘tkazilishini to‘xtatadi. Ingichka tolalar (og‘riq, harorat) odatda yo‘g‘on motor tolalarga qaraganda oldinroq bloklanadi.
- **Miasteniya gravis** — nerv-mushak sinapsidagi nikotin retseptorlariga qarshi autoantitanalar hosil bo‘lishi natijasida mushak kuchsizligi va tez charchash bilan kechadigan autoimmun kasallik. Davolashda atsetilxolinesteraza ingibitorlari qo‘llaniladi.
- **Lambert–Iton sindromi** — presinaptik Ca^{2+} kanallariga qarshi antitanalar tufayli atsetilxolin ajralishi kamayadi; u ko‘pincha o‘pka saratoni bilan bog‘liq.
- **Botulizm toksini** SNARE oqsillarini parchalab, atsetilxolin ajralishini to‘sadi va bo‘shashgan falajni keltirib chiqaradi. Qoqshol toksini esa tormozlovchi interneyronlardan GABA va glitsin ajralishini buzib, spastik qisqarishlarga sabab bo‘ladi.
- **Organofosfatlar** atsetilxolinesterazani ingibirlab, atsetilxolin to‘planishi va xolinergik kriz (so‘lak oqishi, bradikardiya, mushak fassikulyatsiyalari) rivojlanishiga olib keladi. Kurare esa nikotin retseptorlarining raqobatli antagonisti sifatida mushaklarni bo‘shashtiradi.
- **Parkinson kasalligi** qora modda dofaminergik neyronlarining nobud bo‘lishi bilan bog‘liq bo‘lib, dofamin yetishmovchiligini to‘ldirishga qaratilgan terapiya (levodopa) qo‘llaniladi.
- **Demielinizatsiyalanuvchi kasalliklar** (ko‘p o‘choqli skleroz, Gilyen–Barre sindromi) nerv tolalaridagi saltator o‘tkazuvchanlik buzilishiga olib keladi.

Xulosa

Nerv tolalari va sinapslar nerv tizimining ikki asosiy funksional elementi bo‘lib, ular birgalikda axborotning tez va aniq uzatilishini ta’minlaydi. Tola diametri va mielin qobig‘i o‘tkazish tezligini belgilaydi: mielinli tolalarda saltator o‘tkazish tufayli impuls sekundiga 120 metrgacha tezlikda tarqaladi. Sinapslarda esa elektr signal kimyoviy signalga aylanib, mediator va retseptor turiga qarab qo‘zg‘atuvchi yoki tormozlovchi ta’sir ko‘rsatadi. Sinaptik plastiklik o‘rganish va xotira jarayonlarining hujayraviy asosini tashkil etadi. Nerv-mushak uzatilishi, demielinizatsiya va mediator almashinuvi buzilishlari ko‘plab klinik sindromlarni keltirib chiqargani uchun bu bilimlar kelajakdagi shifokor uchun muhim ahamiyatga ega.

© Ushbu material Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0) litsenziyasi asosida tarqatiladi.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Hall J. E., Hall M. E. Guyton and Hall Textbook of Medical Physiology. 14th ed. Philadelphia: Elsevier, 2020.
2. Kandel E. R., Koester J. D., Mack S. H., Siegelbaum S. A. Principles of Neural Science. 6th ed. New York: McGraw-Hill, 2021.
3. Purves D., Augustine G. J., Fitzpatrick D. et al. Neuroscience. 6th ed. Sunderland: Sinauer Associates, 2018.
4. Bear M. F., Connors B. W., Paradiso M. A. Neuroscience: Exploring the Brain. 4th ed. Philadelphia: Wolters Kluwer, 2016.
5. Barrett K. E., Barman S. M., Brooks H. L., Yuan J. X.-J. Ganong's Review of Medical Physiology. 26th ed. New York: McGraw-Hill, 2019.
6. Hodgkin A. L., Huxley A. F. A quantitative description of membrane current and its application to conduction and excitation in nerve. Journal of Physiology. 1952; 117(4): 500–544.
7. Südhof T. C. Neurotransmitter release: the last millisecond in the life of a synaptic vesicle. Neuron. 2013; 80(3): 675–690.
8. Sherrington C. S. The Integrative Action of the Nervous System. New Haven: Yale University Press, 1906.

© Ushbu material Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0) litsenziyasi asosida tarqatiladi.