

MYELINATED NERVE FIBERS, NODES OF RANVIER, AND SALTATORY CONDUCTION OF NERVE IMPULSES

Utkirova Durdona Bakhtiyorovna

2nd year student of Eurasian multidisciplinary university

**Annotation:** *This article focuses on the structure of myelinated nerve fibers, the functional role of the nodes of Ranvier, and the mechanism of saltatory conduction of nerve impulses. Myelinated nerve fibers are characterized by a high conduction velocity due to the presence of a myelin sheath and regularly spaced nodes of Ranvier. The nodes of Ranvier contain a high density of sodium channels, which are essential for the generation and propagation of action potentials. The myelin sheath acts as an electrical insulator, forcing the nerve impulse to jump from one node of Ranvier to the next. This saltatory conduction mechanism increases conduction speed, improves signal precision, and reduces the energy consumption of neurons, making it essential for efficient nervous system function.*

**Keywords:** *myelinated nerve fibers, nodes of Ranvier, saltatory conduction, nerve impulse, sodium channels, axon, myelin sheath*

## KIRISH

Nerv tizimi organizmda turli to‘qimalar va a‘zolar o‘rtasida juda tez va aniq axborot almashinuvini ta‘minlovchi murakkab biologik tarmoqdir. Bu tizimning asosiy funksiyalaridan biri — tashqi va ichki muhitdan keladigan signalni tez yetkazishdir. Signal nerv tolalari orqali uzatiladi, bu tolalar esa neyronlarning o‘simtalaridan (aksariyat hollarda aksonlardan) iborat bo‘lib, ular maxsus glial hujayra qavatlari bilan qoplanadi. Bu qoplama — miyelin qavati — nerv impulsini o‘tkazish tezligini sezilarli darajada oshiradi va energiya samaradorligini yaxshilaydi.

Miyelin parda asosan lipiddan boy bo‘lib, uning asosiy vazifasi akson membranasini izolatsiya qilishdir. Bu izolatsiya tufayli ionlar faqat Ranvyede tugunlari deb ataladigan miyelinsiz bo‘laklarda membrananadan o‘tadi. Ranvyede tugunlari vaqtinchalik membrana yuzasini ochib, shu joyda ko‘p sonli natriy ( $\text{Na}^+$ ) va kaliy ( $\text{K}^+$ ) kanallarining to‘planishiga imkon beradi, bu esa har bir tugunda impulsni qayta kuchaytiradi.

Impulsning «sakrab o‘tishi» deb nomlangan bu jarayon — **saltator o‘tish** — miyelinli nerv tolalarida impuls uzatilishining maxsus va juda samarali mexanizmi bo‘lib, u signal tezligini ancha oshiradi. Miyelinli tolalarda impuls faqat Ranvyede tugunlarida qayta tiklanadi va har bir tugun o‘rtasidagi uzilish bu impulsning kelgusi tugunga «sakrab» o‘tishini ta‘minlaydi. Shu sababli saltator o‘tish jarayoni an‘anaviy, izchil o‘tishga nisbatan (non-miyelinsiz tolalarda kuzatiladi) ko‘p barobar tezroq ishlaydi, har bir signal uzoq masofaga energiya yo‘qotilmasdan yetkaziladi.

Miyelin qavati markaziy nerv tizimida oligodendrotsitlar tomonidan hosil qilinsa, periferik nerv tizimida bu rolni Shvann hujayralari bajaradi. Har bir Shvann hujayrasi faqat bitta aksonning bir bo‘lagini qoplaydi va uning atrofida ko‘p qavatli lipid-oqsil miyelin parda hosil qiladi, bu esa nerv tolalarining izolyatsion xususiyatini mustahkamlaydi.

Bu kirishdan ko‘rinib turibdiki, miyelinli nerv tolalari va Ranvyе tugunlari nerv impulsining yuqori tezlikda uzatilishida juda muhim ahamiyatga ega. Jumladan, impulsning saltator o‘tishi nevrologik jarayonlarning aniq, tez va energiya samarali bo‘lishini ta‘minlaydi, bu esa kompleks motor, sezgi va refleks funksiyalarining to‘g‘ri ishlashini kafolatlaydi.

## ASOSIY QISM

Miyelinli nerv tolalari nerv tizimining yuqori tezlikda va aniqlik bilan ishlashini ta‘minlaydigan eng muhim morfo-funksional tuzilmalardan biridir. Ularning asosini neyronning o‘simtasi — odatda akson tashkil etadi. Akson atrofida esa periferik nerv tizimida Shvann hujayralari, markaziy nerv tizimida oligodendrotsitlar tomonidan hosil qilingan maxsus qavat joylashadi. Aynan shu qavat miyelin pardani tashkil etadi. Miyelin oddiy qoplama emas, balki glial hujayra plazmolemmasining ko‘p marotaba konsentrik tarzda o‘ralishi natijasida shakllanadigan murakkab lipid-oqsil tuzilmadir. O‘ralish jarayonida hujayra sitoplazmasi siqilib tashqariga suriladi va natijada zich, bir-biriga yopishgan membrana qatlamlari hosil bo‘ladi. Shu sababli miyelin qavati tarkibida lipidlar ulushi juda yuqori bo‘lib, u kuchli elektr izolyator xususiyatiga ega.

Miyelinli nerv tolasi shakllanishi aksonning Shvann hujayrasi sitoplazmasiga botib kirishi bilan boshlanadi. Dastlab mezakson hosil bo‘ladi, keyinchalik u uzayib, akson atrofida spiral shaklda o‘raladi. Har bir yangi o‘ram oldingisiga nisbatan kengroq bo‘lib, barcha qatlamlar markazdagi o‘q silindr bilan bog‘langan holda saqlanadi. Shuni alohida ta‘kidlash kerakki, miyelin Shvann hujayrasi tomonidan alohida ajratib chiqarilgan modda emas, balki uning ko‘p qavatli plazmatik membranasidan iborat tuzilmadir. Miyelinli tolaning tashqi qismida Shvann hujayrasining yadrosi va sitoplazmasining yupqa qatlami saqlanib qoladi hamda butun tuzilma bazal membrana bilan o‘raladi.

Miyelinli nerv tolalarining eng muhim xususiyati — ularning butun uzunligi bo‘ylab bir tekis qoplanmaganligidir. Ma‘lum masofalarda miyelin qavati uziladi va bu joylar Ranvyе tugunlari deb ataladi. Har bir tugun ikki qo‘shni Shvann hujayrasi chegarasiga to‘g‘ri keladi. Aynan shu sohalarida akson membranasini tashqi muhit bilan bevosita aloqada bo‘ladi. Ranvyе tugunlarining molekulyar tuzilishi o‘ziga xos bo‘lib, bu yerda natriy kanallari juda katta zichlikda joylashgan. Miyelin bilan qoplangan segmentlarda esa bunday kanallar deyarli uchramaydi. Shu sababli harakat potentsiali faqat tugunlar sohasida yuzaga keladi va kuchaytiriladi.

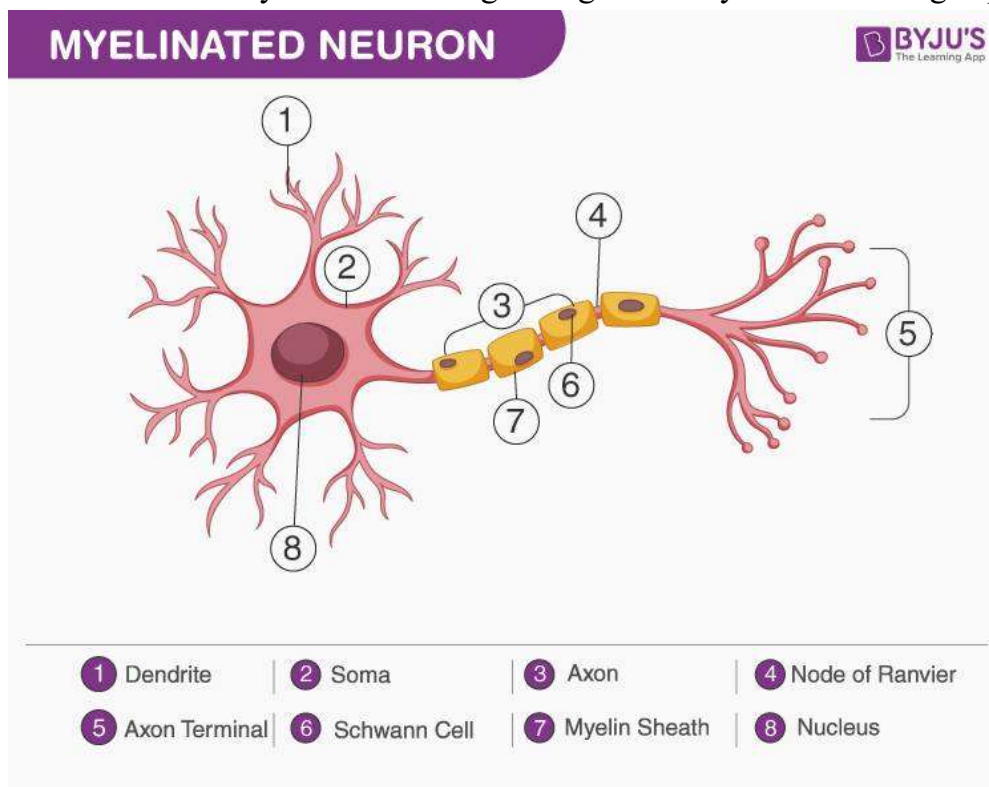
Impulsning miyelinli nerv tolalari bo‘ylab tarqalishi saltator o‘tish deb ataladi. Bu mexanizmida elektr qo‘zg‘alish har bir tugunda qayta hosil bo‘ladi va keyingi tugunga “sakrab” o‘tadi. Natijada signal uzluksiz siljish o‘rniga diskret tarzda, segmentdan segmentga ko‘chadi. Bu jarayon ikki muhim ustunlik beradi: birinchidan, impuls o‘tish tezligi sezilarli darajada oshadi; ikkinchidan, ion almashinuvi faqat tugun sohasida sodir bo‘lgani sababli energiya sarfi kamayadi. Miyelinsiz tolalarda impuls butun membrana bo‘ylab ketma-ket tarqaladi va tezligi ancha past bo‘ladi. Shunday qilib, miyelinli tolalar organizmda tezkor reflektor javoblar, murakkab harakat koordinatsiyasi va sezgi impulslerini markaziy nerv tizimiga tez yetkazishda hal qiluvchi ahamiyat kasb etadi.

Miyelinli tolalarning ichki tuzilishida ba’zan miyelin qatlamlari to’liq zich o’ralmagan joylar uchraydi. Bu sohalarda sitoplazmaning yupqa qatlami saqlanib qoladi va ular Shmidt-Lanterman kertiqlari sifatida ko’rinadi. Ular alohida mustaqil tuzilma emas, balki miyelin o’ralish jarayonining morfologik xususiyatidir. Bundan tashqari, har bir Ranvye tuguni orasidagi masofa tugunlararo segment deb ataladi va uning uzunligi akson diametriga bog’liq bo’ladi. Akson qanchalik yo’g’on bo’lsa, segment uzunligi ham shunchalik katta bo’ladi va impuls o’tish tezligi ortadi.

Miyelinli nerv tolalarining yana bir muhim jihati — ularning shikastlanish va tiklanish jarayonlaridir. Agar periferik nerv tolasi kesilsa, distal qismda Uoller degeneratsiyasi rivojlanadi. Bu jarayonda akson va miyelin parchalanadi, hosil bo’lgan qoldiqlar makrofaglar tomonidan yo’q qilinadi. Shu bilan birga, Shvann hujayralari saqlanib qoladi va faol ko’payishni boshlaydi. Ular ketma-ket joylashib, Byungner tasmalari deb ataladigan yo’naltiruvchi tuzilmani hosil qiladi. Aynan shu tasma bo’ylab proksimal segmentdan o’sib chiqqan yangi akson tolalari harakatlanadi.

Agar sharoit qulay bo’lsa — ya’ni neyron tanasi saqlangan, masofa katta bo’lmagan va chandiq to’qima to’sqinlik qilmagan bo’lsa — nerv tolasi qayta tiklanishi mumkin. Shvann hujayralari nafaqat mexanik yo’naltiruvchi rol o’ynaydi, balki neyrotrofik omillar ishlab chiqarib, akson o’sishini rag’batlantiradi.

Markaziy nerv tizimida esa regeneratsiya jarayoni ancha cheklangan. Oligodendrotsitlar Shvann hujayralariga o’xshab yo’naltiruvchi tasma hosil qilmaydi, shuningdek, glial chandiq shakllanishi o’sayotgan aksonlar uchun to’siq vazifasini bajaradi. Shu sababli bosh va orqa miyada shikastlangan miyelinli nerv tolalari to’liq tiklanmaydi. Bu farq periferik va markaziy nerv tizimining biologik xususiyatlari bilan bog’liq.



Rasmda miyelinli nerv tolasi bo‘ylab nerv impulsining qanday tarqalishi bosqichma-bosqich ko‘rsatilgan. Markazda joylashgan akson nerv impulsi o‘tadigan asosiy tuzilma bo‘lib, u neyron tanasidan chiqib, uzoq masofalarga signal uzatadi. Akson bevosita tashqi muhit bilan emas, balki uni o‘rab turgan miyelin qavati orqali himoyalangan holda joylashgan.

Miyelin qavati Shvann hujayrasining plazmolemmasi ko‘p marta spiral tarzda o‘ralishi natijasida hosil bo‘ladi. Rasmda bu qavatlar akson atrofida oq rangli yoki qatlamli tuzilma sifatida tasvirlanadi. Miyelin qavati elektr izolyator vazifasini bajaradi, ya’ni ionlarning akson membranasi orqali har qanday joyda erkin harakatlanishiga yo‘l qo‘ymaydi. Shu sababli impuls miyelin bilan qoplangan joylarda tarqalmaydi.

Rasmda miyelin qavati ma’lum masofalarda uzilib, Ranvyе tugunlari hosil qilgani aniq ko‘rinadi. Aynan shu joylar rasmning eng muhim funksional qismi hisoblanadi. Ranvyе tugunlari — ikki qo‘shni Shvann hujayrasi chegarasida joylashgan, miyelin bilan qoplanmagan akson bo‘laklaridir. Bu joylarda akson membranasi (aksolemma) ochiq bo‘ladi va rasmda odatda bu soha tor, qoramtir yoki alohida belgilangan segment sifatida tasvirlanadi.

Ranvyе tugunlarining aksolemmasida natriy ( $\text{Na}^+$ ) kanallari juda yuqori zichlikda joylashgan. Rasmda ular mayda nuqtalar yoki belgilar bilan ko‘rsatiladi. Nerv impulsi aynan shu natriy kanallari orqali yuzaga keladi. Tugunda membrana depolyarizatsiyalanadi, ya’ni  $\text{Na}^+$  ionlari hujayra ichiga kiradi va harakat potentsiali hosil bo‘ladi.

Impuls hosil bo‘lgach, u miyelin bilan qoplangan segment bo‘ylab asta-sekin tarqalmaydi, balki keyingi Ranvyе tugunigacha elektr maydon orqali yetib boradi. Natijada rasmda ko‘rsatilganidek, impuls bir tugundan ikkinchi tugunga sakrab o‘tadi. Bu jarayon saltator o‘tish deb ataladi. Rasmda bu odatda o‘qlar bilan ko‘rsatiladi va impulsning har bir tugunda qayta kuchayib borishi ifodalanadi.

*Saltator o‘tishning asosiy biologik ma’nosi shundaki:*

- impuls o‘tish tezligi keskin oshadi
- energiya sarfi kamayadi
- ion almashinuvi faqat Ranvyе tugunlarida sodir bo‘ladi

Rasmda shuningdek tugunlararo segmentlar ham ko‘rsatiladi. Bu — ikki Ranvyе tuguni orasidagi miyelin bilan qoplangan qism bo‘lib, uning uzunligi akson diametriga bog‘liq. Akson qanchalik yo‘g‘on bo‘lsa, segment shunchalik uzun bo‘ladi va impuls shunchalik tez o‘tadi.

Shunday qilib, rasm miyelinli nerv tolalarining tuzilishi bilan funksiyasi o‘rtasidagi bevosita bog‘liqlikni aniq ko‘rsatadi. Miyelin qavati impulsni izolyatsiya qiladi, Ranvyе tugunlari esa uni faol tarzda uzatadi. Bu ikki tuzilmaning uyg‘un ishlashi natijasida nerv tizimi yuqori tezlikda va ishonchli faoliyat ko‘rsatadi.

## XULOSA

Miyelinli nerv tolalari nerv tizimining morfologik va funksional jihatdan eng mukammal tuzilmalaridan biri hisoblanadi. Ularning asosiy tarkibiy qismi bo‘lgan akson atrofida Shvann hujayralari (periferik nerv tizimida) yoki oligodendrotsitlar (markaziy nerv tizimida) tomonidan hosil qilingan miyelin qavati joylashadi. Ushbu qavatning ko‘p

qatlamli va lipidga boy tuzilishi nerv impulsining tez, aniq va energiya tejamkor tarzda uzatilishini ta'minlaydi. Miyelin parda aksonni elektr jihatdan izolyatsiyalab, ion almashinuvini faqat maxsus joylar — Ranvyne tugunlari bilan cheklaydi.

Ranvyne tugunlari miyelinli nerv tolalarining funksional markazi bo'lib, aynan shu sohalarda natriy kanallarining yuqori zichlikda joylashuvi harakat potensialining hosil bo'lishi va qayta tiklanishini ta'minlaydi. Impulsning tugundan tugunga sakrab o'tishi — saltator o'tish mexanizmi — nerv impulsining o'tish tezligini bir necha barobar oshiradi va metabolik xarajatlarni kamaytiradi. Shu orqali miyelinli nerv tolalari murakkab reflekslar, tezkor harakatlar va sezgi impulslarining markaziy nerv tizimiga o'z vaqtida yetib borishini ta'minlaydi.

Bundan tashqari, miyelinli nerv tolalarining shikastlanish va regeneratsiya jarayonlari periferik va markaziy nerv tizimida keskin farq qiladi. Periferik nerv tizimida Shvann hujayralarining faolligi, Byungner tasmalari hosil bo'lishi va neyrotrofik omillarning ajralishi hisobiga nerv tolalarining ma'lum darajada tiklanishi mumkin. Markaziy nerv tizimida esa glial chandiqlik hosil bo'lishi va regeneratsiyani qo'llab-quvvatlovchi mexanizmlarning yetishmasligi tufayli bu jarayon juda cheklangan. Ushbu farqlar miyelinli nerv tolalarining biologik ahamiyatini yanada chuqurroq anglashga imkon beradi.

Umuman olganda, miyelinli nerv tolalari, Ranvyne tugunlari va impulsning saltator o'tishi nerv tizimi faoliyatining yuqori samaradorligini ta'minlovchi yagona va uzviy mexanizmni tashkil etadi. Ushbu mexanizmlarni chuqur o'rganish nafaqat normal fiziologiyani tushunishda, balki demiyelinizatsion kasalliklar, periferik nerv shikastlanishlari va ularni davolash strategiyalarini ishlab chiqishda ham muhim ilmiy va amaliy ahamiyatga ega.

## FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR:

1. Junqueira L.C., Carneiro J. Basic Histology: Text & Atlas. 15th ed. New York: McGraw-Hill Education; 2018.
2. Ross M.H., Pawlina W. Histology: A Text and Atlas. 8th ed. Philadelphia: Wolters Kluwer; 2020.
3. Ganong W.F. Review of Medical Physiology. 26th ed. New York: McGraw-Hill Education; 2018.
4. Guyton A.C., Hall J.E. Textbook of Medical Physiology. 14th ed. Philadelphia: Elsevier; 2021.
5. Kandel E.R., Koester J.D., Mack S.H., Siegelbaum S.A. Principles of Neural Science. 6th ed. New York: McGraw-Hill; 2021.
6. Young B., O'Dowd G., Woodford P. Wheater's Functional Histology. 6th ed. Philadelphia: Elsevier; 2014.
7. Wikipedia. Myelin.
8. Wikipedia. Node of Ranvier.
9. Wikipedia. Saltatory conduction.
10. Kenhub. Nodes of Ranvier – structure and function.