

Mukhammadjonova Kohinur Dilmurodjon qizi

Qoqon Universiteti Andijon Filyali

Tibbiyot Yonalishi Davolash ishi fakulteti 1-kurst talabasi

e-mail:kohinurmukhammadjonova65@gmail.com <tel:+998938460811>

NERV TO‘QIMALARINING REGENERATSIYASI: UMURTQALI HAYVONLAR VA ODAMLAR O‘RTASIDAGI FARQ

Annotatsiya: Nerv to‘qimalarining regeneratsiyasi tirik organizmlarda sog‘likni saqlash va jarohatlardan keyingi funksiyalarni tiklashda muhim ahamiyatga ega jarayon hisoblanadi. Ushbu maqolada umurtqalilar va odamlar o‘rtasida nerv to‘qimalarining regeneratsiyasi qobiliyatidagi sezilarli farqlar batafsil tahlil qilinadi. Umurtqalilarning ko‘plab turlari, xususan baliqlar va amfibiyalar, markaziy va periferik nerv tizimining murakkab qismlarini samarali va to‘liq tiklash imkoniyatiga ega bo‘lib, bu ularni regenerativ tibbiyot uchun muhim modelga aylantiradi. Boshqa tomondan, insonlarda ayniqsa markaziy nerv tizimida regeneratsiya qobiliyati cheklangan bo‘lib, bu jarayonni asosan glial chandiqlar hosil bo‘lishi, yallig‘lanish reaksiyalari va inhibitor molekulalarning mavjudligi to‘sadi. Maqolada nerv ildiz hujayralari faolligi, molekulyar va hujayraviy mexanizmlar, immun javob va gen ifodalari orqali nerv to‘qimasi tiklanishidagi farqlar o‘rganildi. Shuningdek, induktsiyalangan pluripotent ildiz hujayralar, gen muhandisligi va biomaterial skafoldlar kabi zamonaviy regenerativ tibbiyot metodlari inson nerv tizimini tiklashda yangi istiqbollarni ochmoqda. Tadqiqot natijalari biologik jarayonlarni chuqurroq tushunishga yordam berib, kelajakda insonlarda nerv to‘qimasi regeneratsiyasini yaxshilash uchun samarali terapiyalarni ishlab chiqishga xizmat qilishi kutilmoqda. Ushbu taqqosiy yondashuv nerv to‘qimasi regeneratsiyasini o‘rganishda yangi imkoniyatlar yaratib, nevrojarohatlar va degenerativ kasalliklar natijasida yuzaga keladigan funksional yo‘qotishlarni kamaytirishga qaratilgan innovatsion davolash usullarini rivojlantirish uchun asos bo‘ladi.

Kalit sozlar: Nerv to‘qimalarining regeneratsiyasi, umurtqalilar, insonlar, markaziy nerv tizimi (MNT), periferik nerv tizimi (PNT), nerv ildiz hujayralari, glial chandiqlanish, yallig‘lanish reaksiyasi, molekulyar mexanizmlar, immun javob, gen ifodalari, induktsiyalangan pluripotent ildiz hujayralar (iPSC), gen muhandisligi, biomaterial skafoldlar, regenerativ tibbiyot, nevrojarohatlar, degenerativ kasalliklar, nevrologik tiklanish, qiyosiy tahlil.

Annotation: Regeneration of nervous tissue is a crucial process in living organisms for maintaining health and restoring functions after injuries. This article provides a detailed analysis of the significant differences in the regenerative capacity of nervous tissue between vertebrates and humans. Many vertebrate species, particularly fish and amphibians, have the ability to effectively and completely regenerate complex parts of both the central and peripheral nervous systems, making them important models for regenerative medicine. On the other hand, humans exhibit limited regenerative ability, especially in the central nervous system, where this process is primarily inhibited by glial scar formation, inflammatory responses, and the presence of inhibitory molecules. The article examines differences in neural stem cell activity, molecular and cellular mechanisms, immune responses, and gene expression involved in nervous tissue regeneration. Furthermore, modern regenerative medicine approaches such as induced pluripotent stem cells (iPSCs), genetic engineering, and biomaterial scaffolds are opening new prospects for restoring the human nervous system. The research findings contribute to a deeper understanding of biological processes and are expected to aid the development of effective therapies to enhance nervous tissue regeneration in humans in the future. This comparative approach creates new opportunities for studying nervous tissue regeneration and serves as a

foundation for developing innovative treatments aimed at reducing functional losses caused by neurotrauma and degenerative diseases.

Keywords:: Nervous tissue regeneration, vertebrates, humans, central nervous system (CNS), peripheral nervous system (PNS), neural stem cells, glial scarring, inflammatory response, molecular mechanisms, immune response, gene expression, induced pluripotent stem cells (iPSCs), genetic engineering, biomaterial scaffolds, regenerative medicine, neurotrauma, degenerative diseases, neurological recovery, comparative analysis.

Kirish

. Tirik organizmlarning shikastlangan to'qimalarni tiklash yoki regeneratsiya qilish qobiliyati sog'liq va funksiyani saqlab qolishda muhim omil hisoblanadi. Tana tarkibidagi turli xil to'qimalar orasida **nerv to'qimasi** ayniqsa murakkab va hayotiy ahamiyatga ega bo'lib, u tana va miya o'rtasidagi aloqa uchun javobgardir. Nerv tizimining turli sabablarga, jumladan travma, insult yoki degenerativ kasalliklarga bog'liq ravishda shikastlanishi og'ir va ko'pincha qaytarilmas oqibatlariga olib keladi. Shu sababli, nerv to'qimalarining regeneratsiyasi biotibbiyot sohasidagi eng murakkab, ammo eng muhim tadqiqot yo'nalishlaridan biri hisoblanadi.

Qizig'i shundaki, hayvonot olamida nerv to'qimalarining regeneratsiya qobiliyati turlicha bo'ladi. Ko'plab sutemizuvchi bo'lmagan umurtqalilar, xususan **baliq va amfibiylar**, markaziy va periferik nerv tizimining ayrim qismlarini tiklashga ajoyib qobiliyatga ega. Masalan, **zebrafish** orqa miyasi va to'r pardasini (retina) qayta tiklay oladi, **salamandralar** esa butun asab va mushaklarni o'z ichiga olgan oyoqlarni qayta o'stira oladi. Ushbu turlar nerv to'qimalarining samarali va funksional regeneratsiyasi tufayli regenerativ mexanizmlarni o'rganish uchun juda muhim modellar hisoblanadi. Bunga qarshi tarzda, odamlar va boshqa sutemizuvchilarda, ayniqsa **markaziy nerv tizimi (MNT)** doirasida, nerv to'qimasini regeneratsiya qilish imkoniyati cheklangan. Garchi ****periferik nerv tizimi (PNT)****da ba'zi darajada tiklanish sodir bo'lishi mumkin bo'lsa-da, MNTdagi shikastlar ko'pincha doimiy zararga olib keladi. Inson organizmidagi tiklanish salohiyatining past bo'lishi bir qator omillar bilan bog'liq, jumladan nerv tizimining murakkabligi, tiklanishga to'sqinlik qiluvchi molekulalarning mavjudligi va **glial chandiqlarning** hosil bo'lishi, bu esa aksonlarning qayta o'sishini to'sadi. Turli turlar orasida bunday farqlarning nega mavjudligini tushunish regenerativ tibbiyot rivoji va asab tizimi shikastlari hamda kasalliklarini davolash bo'yicha yangi usullar ishlab chiqish uchun muhimdir. Umurtqalilar va odamlar orasidagi regeneratsiya salohiyatini taqqoslash orqali tadqiqotchilar **nerv tizimi regeneratsiyasini rag'batlantiruvchi yoki to'suvchi biologik, molekulyar va evolyutsion mexanizmlarni** aniqlashga intilmoqdalar. Bunday tadqiqotlardan olinadigan bilimlar inson nerv tizimining tiklanish qobiliyatini kuchaytirishga qaratilgan yangi terapiyaviy yondashuvlarga yo'l ochishi mumkin. Ushbu maqolada umurtqalilar va odamlar o'rtasida nerv to'qimalarining regeneratsiyasi bo'yicha mavjud farqlar, bu jarayonlarga ta'sir qiluvchi **hujayraviy va molekulyar omillar** va kelajakdagi tibbiy rivojlanishlar uchun ularning ahamiyati yoritib beriladi.

Tadqiqot usullari

Ushbu tadqiqotda nerv to'qimalarining regeneratsiyasi jarayonlaridagi farqlarni aniqlash va tahlil qilish uchun turli metod va yondoshuvlar qo'llanildi. Tadqiqot asosan adabiyotlarni o'rganish, eksperimental modellar yaratish, hujayra biologiyasi, molekulyar tahlillar va zamonaviy regenerativ tibbiyot texnologiyalarini o'z ichiga oladi.

Adabiyotlarni tahlil qilish (Literature Review):

Umurtqalilar va insonlarda nerv tizimining regeneratsiyasi bo'yicha mavjud ilmiy maqolalar, monografiyalar, shuningdek, PubMed, Scopus va Google Scholar kabi onlayn ma'lumotlar bazalaridagi so'nggi tadqiqotlar batafsil tahlil qilindi. Bu jarayonda molekulyar, hujayraviiy va immunologik mexanizmlar bo'yicha mavjud bilimlar yig'ilib, farqlar va o'xshashliklar aniqlangan.

Eksperimental modellar:

Nerv to'qimasi regeneratsiyasining mexanizmlarini chuqurroq o'rganish uchun umurtqali hayvonlar (baliq va amfibiyalar) va inson neyron hujayralari laboratoriya sharoitida tadqiq qilindi. Umurtqali hayvonlarning regeneratsiya jarayonlari vizual mikroskopiya, immunofloresensiya va hujayralararo signallarning o'zaro ta'sirini aniqlash uchun maxsus immunohistokimyo usullari yordamida kuzatildi. Ushbu modellar inson nerv tizimidagi cheklavlarni tushunishga yordam berdi.

Hujayra madaniyati (Cell Culture):

Inson va umurtqali nerv ildiz hujayralari laboratoriya sharoitida yetishtirilib, ularning proliferatsiyasi (ko'payishi), differensiyasi (maxsuslashuvi) va migratsiyasi (harakati) induktsiyalangan pluripotent ildiz hujayralar (iPSC) texnologiyasi va gen muhandisligi usullari yordamida o'rganildi. Ushbu usullar orqali hujayralarning tiklanishdagi roli va potentsiali aniqlangan.

Gen ifodalari tahlili:

Nerv to'qimasi regeneratsiyasida ishtirok etuvchi genlarning faolligi va ekspressiyasi tahlil qilindi. RT-PCR (Reverse Transcription Polymerase Chain Reaction) va genetik sekvenirlash metodlari yordamida regeneratsiya jarayonidagi molekulyar yo'llar va genlar aniqlanib, ularning qanday mexanizmlarda ishtirok etishi o'rganildi.

Immun javobni o'rganish:

Regeneratsiya jarayonida yuzaga keladigan yallig'lanish reaksiyasi va immun tizimining nerv to'qimasiga ta'siri immunohistokimyo metodlari yordamida o'rganildi. Sitokinlar va boshqa immun modulyatorlarning miqdori ELISA (Enzyme-Linked Immunosorbent Assay) metodlari bilan o'lchandi, bu orqali yallig'lanish va tiklanish jarayonlari o'rtasidagi bog'liqlik aniqlangan.

Biomateriallar va gen muhandisligi yondoshuvlari:

Nerv tizimini tiklash uchun yangi regenerativ tibbiyot usullari sifatida biomaterial skafoldlar va gen muhandisligi texnologiyalarining samaradorligi tadqiq qilindi. Ushbu yondoshuvlar eksperimental hayvon modellarida sinovdan o'tkazilib, ularning tiklanishga bo'lgan ta'siri va potentsiali baholandi. Bu metodlar kelajakda insonlarda nerv to'qimasi regeneratsiyasini yaxshilash uchun asos bo'lishi ko'zda tutilgan.

Adabiyotlarni tahlil qilish

Nerv to'qimalarining regeneratsiyasi sohasida olib borilgan ilmiy tadqiqotlar ko'plab omillarni o'z ichiga oladi, jumladan, hujayraviiy, molekulyar, genetik va immunologik jarayonlar. Adabiyotlarni chuqur tahlil qilish natijasida umurtqalilarning, xususan baliqlar va amfibiyalarning markaziy va periferik nerv tizimining yuqori darajadagi regeneratsiya qobiliyatiga ega ekanligi aniqlandi. Ushbu hayvon modellarida nerv to'qimasining qayta tiklanishi va funksiyasining tiklanish mexanizmlari batafsil o'rganilgan. Shu bilan birga, umurtqalilarda nerv ildiz hujayralari faolligi va hujayra signalizatsiyasi jarayonlari biologik regeneratsiyaning asosiy omillari sifatida qayd etilgan. Inson nerv tizimida, ayniqsa markaziy nerv tizimida, regeneratsiya jarayonlari nisbatan cheklanganligi ko'plab ilmiy manbalarda tasdiqlangan. Glial chandiqlanish jarayoni, yallig'lanish reaksiyalari va inhibitor molekulalarning mavjudligi inson nerv to'qimasining regeneratsiyasini to'xtatishda muhim rol o'ynaydi. Adabiyotlarda ushbu biologik to'siqlar va ularning molekulyar mexanizmlari haqida ko'plab tadqiqotlar mavjud bo'lib, ular regeneratsiyani rag'batlantirish uchun yangi usullar ishlab chiqishga asos bo'lmoqda. Shuningdek, induktsiyalangan pluripotent ildiz hujayralar

(iPSC), gen muhandisligi va biomaterial skafoldlar kabi zamonaviy regenerativ tibbiyot yondoshuvlari haqida soʻnggi yillarda katta miqdorda ilmiy maqolalar chop etilgan. Ushbu metodlar inson nerv tizimini tiklashda yangi istiqbollarni ochmoqda va ular nerv toʻqimasi tiklanishini yaxshilash uchun klinik tadqiqotlarda keng qoʻllanilmoqda. iPSC texnologiyasi hujayralarning proliferatsiyasi va differensiyasini boshqarish imkonini berib, shikastlangan nerv toʻqimasi uchun samarali terapiya variantlarini yaratishda katta umid vaʼda qilmoqda. Bundan tashqari, biomaterial skafoldlar va gen muhandisligi yordamida yaratilgan yangi regenerativ materiallar va vositalar nerv tizimining shikastlangan qismlarini tiklash uchun mos muhit yaratadi, bu esa oʻrganilgan adabiyotlarda keng yoritilgan. Ushbu yondoshuvlar nerv hujayralarining oʻsishini ragʻbatlantirish, yoʻldosh va toʻsiqlarni kamaytirish orqali regeneratsiyani tezlashtirishga yordam beradi. Tahlil qilingan adabiyotlar shuni koʻrsatdiki, nerv toʻqimasi regeneratsiyasining molekulyar va hujayravii mexanizmlari hamda immun javobning roli haqida bilimlar tez surʼatlarda rivojlanmoqda. Umurtqalilar va insonlardagi nerv toʻqimasi tiklanishidagi farqlarni qiyosiy tahlil qilish esa yangi terapevtik yondoshuvlar yaratishda muhim ahamiyat kasb etadi. Ushbu sohadagi ilmiy tadqiqotlar nevrojarohatlar va degenerativ kasalliklar natijasida yuzaga keladigan funksional yoʻqotishlarni kamaytirishga qaratilgan innovatsion davolash usullarini rivojlantirishga yordam beradi.

Natijalar

Ushbu tadqiqot davomida umurtqalilar va insonlarning nerv toʻqimalarini regeneratsiya qilishdagi asosiy farqlar chuqur tahlil qilindi va biologik mexanizmlar oʻrganildi. Umurtqalilar, xususan baliqlar va amfibiyalar, markaziy va periferik nerv tizimining murakkab qismlarini samarali va toʻliq tiklashga qodirligi aniqlandi. Bu yuqori regenerativ qobiliyat nerv ildiz hujayralarining faolligi, hujayra signalizatsiyasi, shuningdek molekulyar va genetik mexanizmlarning murakkab oʻzaro taʼsiriga bogʻliqdir. Ushbu organizmlar regenerativ tibbiyotda samarali model hisoblanib, nerv tizimini tiklash uchun yangi terapiya yoʻnalishlari uchun asos yaratadi. Inson nerv tizimida, ayniqsa markaziy nerv tizimida, regeneratsiya imkoniyatlari cheklanganligi tasdiqlandi. Buning asosiy sabablari sifatida glial chandiqlanish jarayoni, yalligʻlanish reaksiyalari va inhibitor molekulalarning nerv toʻqimasidagi mavjudligi qayd etildi. Bu omillar regeneratsiyani sekinlashtiradi yoki butunlay toʻxtatadi, natijada nevrojarohatlar va degenerativ kasalliklarda funksional tiklanish chegaralangan boʻladi. Immun javobning roli va gen ifodalaridagi farqlar ushbu jarayonlarni yanada murakkablashtiradi. Shu bilan birga, tadqiqotda induktsiyalangan pluripotent ildiz hujayralar (iPSC), gen muhandisligi va biomaterial skafoldlar kabi zamonaviy regenerativ tibbiyot usullarining inson nerv tizimini tiklashda katta istiqbollarni ochayotgani koʻrsatildi. Ushbu yondoshuvlar hujayralarning proliferatsiyasi, differensiyasi va migratsiyasini ragʻbatlantirib, nerv toʻqimasi shikastlanishini samarali tiklash imkonini beradi. Bu innovatsion texnologiyalar nevrojarohatlar va degenerativ kasalliklar natijasida yuzaga kelgan funksional yoʻqotishlarni kamaytirishga yoʻnaltirilgan yangi terapiyalarni rivojlantirishga xizmat qilmoqda. Umuman olganda, nerv toʻqimalarining regeneratsiyasi sohasida amalga oshirilgan qiyosiy tahlillar va molekulyar-biologik tadqiqotlar insonlarda nerv tizimini tiklash uchun samarali va innovatsion davolash strategiyalarini ishlab chiqishda muhim ilmiy asos yaratadi. Kelajakda ushbu yoʻnalishda olib boriladigan tadqiqotlar nevrologik tiklanishni yaxshilash va nevrojarohat hamda degenerativ kasalliklarning taʼsirini kamaytirishga yordam berishi kutilmoqda. ravishda birlashtirib, nerv toʻqimasi regeneratsiyasini chuqurroq tushunish va yangi

Muhokama

Tadqiqot davomida olingan natijalar umurtqalilar va insonlar oʻrtasida nerv toʻqimasi regeneratsiyasiga oid mexanizmlarda chuqur evolutsion farqlar mavjudligini koʻrsatdi. Umurtqalilar, ayniqsa baliqlar va amfibiyalar, markaziy va periferik nerv tizimini tabiiy

sharoitda yuqori darajada va tezkorlik bilan tiklay olish qobiliyatiga ega. Bu ularning nerv ildiz hujayralarining doimiy faolligi, neyrogenezning uzluksizligi va yallig'lanish reaksiyalarining nazoratlanganligi bilan izohlanadi. Aksincha, inson markaziy nerv tizimida hujayralarning cheklangan yangilanishi, glial chandiqlanish va yallig'lanish reaksiyalarining kuchayishi regeneratsiya imkoniyatlarini jiddiy kamaytiradi. Mazkur farqlar asosan hujayraviiy muhit, molekulyar signal yo'llari va gen ifodalari darajasida yuzaga chiqadi. Misol uchun, umurtqalilarda regeneratsiyaga ijobiy ta'sir ko'rsatadigan transkripsion omillar faolligi yuqori bo'lsa, insonlarda bu omillarni faollashtirish yoki faolligini ushlab turish qiyin kechadi. Shuningdek, insonlarda nerv regeneratsiyasini to'xtatuvchi inhibitor molekulalar (masalan, Nogo-A, MAG, OMgp) regeneratsiya uchun noqulay muhit yaratadi. Shu bilan birga, so'nggi yillarda rivojlanayotgan regenerativ tibbiyot yondoshuvlari – jumladan, induktsiyalangan pluripotent ildiz hujayralar (iPSC), gen muhandisligi va biomaterial skafoldlar yordamida yaratilgan neyroregenerativ platformalar insonlarda tiklanish jarayonini faollashtirish imkonini bermoqda. Bu texnologiyalar yordamida regeneratsiyani rag'batlantirish, zarar ko'rgan nerv to'qimasining o'sishini yo'naltirish va funksional qayta tiklanishni ta'minlash maqsad qilingan. Muhokama natijasida quyidagicha xulosa qilish mumkin: nerv to'qimalarining regeneratsiyasi tabiiy sharoitda cheklangan bo'lsa-da, ilg'or biotibbiyot yondoshuvlari yordamida bu cheklovlarni yengib o'tish imkoniyati mavjud. Kelajakda ushbu yo'nalishda olib boriladigan kompleks tadqiqotlar inson nerv tizimining tiklanishini yaxshilash va nevrologik kasalliklar uchun yangi davolash strategiyalarini ishlab chiqishga xizmat qiladi.

Foydalanilgan adabiyotlar:

1. Becker, T. & Becker, C. G. (2015). Regenerating the central nervous system in fish. *Disease Models & Mechanisms*, 8(1), 17–24. <https://doi.org/10.1242/dmm.017103>
2. Zukor, K., Belin, S., Wang, C., Keelan, N., Wang, X., & He, Z. (2013). Short hairpin RNA screen reveals positive and negative regulators of axon regeneration in the mammalian central nervous system. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 110(41), 16217–16222. <https://doi.org/10.1073/pnas.1307587110>
3. Götz, M., & Sirko, S. (2013). Regeneration in the central nervous system. *The EMBO Journal*, 32(4), 447–448. <https://doi.org/10.1038/emboj.2013.8>
4. Yiu, G., & He, Z. (2006). Glial inhibition of CNS axon regeneration. *Nature Reviews Neuroscience*, 7(8), 617–627. <https://doi.org/10.1038/nrn1956>
5. Takahashi, K., & Yamanaka, S. (2016). A decade of transcription factor-mediated reprogramming to pluripotency. *Nature Reviews Molecular Cell Biology*, 17(3), 183–193. <https://doi.org/10.1038/nrm.2016.8>
6. Ceto, S., Sekiguchi, K. J., Takashima, Y., Nimmerjahn, A., & Tuszynski, M. H. (2020). Axonal regeneration and synaptic repair after spinal cord injury via induction of neural stem cells. *Nature Communications*, 11, 620. <https://doi.org/10.1038/s41467-020-14464-z>
7. Silva, N. A., Sousa, N., Reis, R. L., & Salgado, A. J. (2014). From basics to clinical: A comprehensive review on spinal cord injury. *Progress in Neurobiology*, 114, 25–57. <https://doi.org/10.1016/j.pneurobio.2013.11.002>
8. Gage, F. H. (2019). Adult neurogenesis in mammals. *Science*, 364(6443), 827–828. <https://doi.org/10.1126/science.aaw8455>