

Ziyodullayeva Zarin Akmal qizi
zarinaziyodullayeva547@gmail.com

Bekmirzayev Eshquvvat Ròziboyevich
eshquvvatbekmirzaev@gmail.com

*Termiz iqtisodiyot va servis universiteti, Tibbiyot fakulteti,
Davolash ishi yo'nalishi 1-bosqich talabasi,
Termiz iqtisodiyot va servis universiteti, Tibbiyot fakulteti,
Tibbiy fundamental fanlar kafedrasida o'qituvchisi*

Annotatsiya: Ushbu maqolada yurak mushak to'qimasining regeneratsiya salohiyati gistologik nuqtai nazardan ko'rib chiqiladi. Yurak mushak hujayralarining (kardiomiositlar) proliferatsiya darajasi, ularning hujayraviy siklga kirish qobiliyati, shuningdek, regeneratsiyani cheklovchi va rag'batlantiruvchi omillar tahlil qilingan. Shuningdek, embrional va neonatal davrlarda yurak to'qimasining tiklanish xususiyatlari hamda yetuk yurak to'qimalarining cheklangan regeneratsiya imkoniyatlari muhokama qilinadi. Zamonaviy ilmiy manbalar asosida yurak regeneratsiyasini faollashtirishga qaratilgan biotexnologik yondashuvlar yoritilgan.

Kalit So'zlar : Yurak mushagi, Regeneratsiya, Kardiomiosit, Gistologiya, Sitologiya, Ildiz hujayra, Fibroz to'qima, Mikro RNK, Gen terapiyasi, Biotexnologiya, Proliferatsiya, Reprogrammalash, Kardiotrofik omillar

Аннотация: В данной статье рассматривается потенциал регенерации сердечной мышечной ткани с гистологической точки зрения. Проанализированы пролиферативная способность кардиомиоцитов, их участие в клеточном цикле, а также факторы, ограничивающие и стимулирующие регенерацию. Обсуждаются особенности восстановления ткани сердца в эмбриональный и неонатальный периоды, а также ограниченные регенеративные способности зрелой сердечной ткани. Освещены биотехнологические подходы, направленные на стимуляцию регенерации миокарда, на основе современных научных источников.

Ключевые слова: Сердечная мышца, Регенерация, Кардиомиоциты, Гистология, Цитология, Стволовые клетки, Фиброзная ткань, МикроРНК, Генная терапия, Биотехнология, Пролиферация, Репрограммирование, Кардиотропные факторы

Annotation: This article explores the regenerative capacity of cardiac muscle tissue from a histological perspective. It analyzes the proliferative potential of cardiomyocytes, their ability to re-enter the cell cycle, and factors that both limit and promote regeneration. The regenerative properties of cardiac tissue during embryonic and neonatal stages are discussed, along with the limited regenerative capacity in adult hearts. Biotechnological approaches aimed at enhancing myocardial regeneration are highlighted based on modern scientific literature.

Keywords: Cardiac muscle, Regeneration, Cardiomyocytes, Histology, Cytology, Stem cells, Fibrous tissue, microRNA, Gene therapy, Biotechnology, Proliferation, Reprogramming, Cardiotropic factors

Yurak mushagi regeneratsiyasi bugungi kunda biotibbiyot va gistologiya fanining eng dolzarb yo'nalishlaridan biri hisoblanadi. Statistika ma'lumotlariga ko'ra, yurak-qon tomir kasalliklari global o'lim holatlarining yetakchi sababchisi bo'lib qolmoqda. Ayniqsa, miokard infarkti kabi kasalliklardan so'ng yurak mushagining o'z-o'zini tiklay olmasligi bemor salomatligiga jiddiy ta'sir ko'rsatadi. Shu bois, yurak mushak hujayralarining (kardiomiositlarning) proliferatsiya va regeneratsiya salohiyatini o'rganish, ularni rag'batlantirish mexanizmlarini aniqlash zamonaviy tibbiyot uchun nihoyatda muhim hisoblanadi. Hozirgi kunda regenerativ tibbiyot, gen terapiyasi va ildiz hujayralar texnologiyalarining rivojlanishi ushbu yo'nalishda yangi davolash usullarini ishlab chiqishga imkon yaratmoqda. Mavzuning dolzarbligi aynan shu ilmiy va amaliy ehtiyojlar bilan izohlanadi.

Kirish

Yurak mushagi inson organizmidagi eng muhim hayotiy to'qimalardan biri bo'lib, uning asosiy vazifasi – qon aylanishini ta'minlovchi ritmik qisqarishlar orqali organizmni kislorod va oziq moddalar bilan ta'minlashdir. Yurak mushak to'qimasi – **kardiomiositlar** deb ataluvchi maxsus differensiallashgan hujayralardan tashkil topgan bo'lib, ular o'ziga xos tuzilishi, yuqori energiya talabchanligi va ritmik faoliyati bilan ajralib turadi. Afsuski, bu hujayralarning mitotik faolligi cheklangan bo'lib, yetuk organizmda ularning regeneratsiya qobiliyati deyarli yo'q darajada bo'ladi. Miokard infarkti yoki boshqa ishemik holatlar natijasida yuzaga keladigan mushak to'qimasi zararlanganda, uni fibroz to'qima bilan almashtirish yuz beradi, bu esa yurakning mexanik va elektr faoliyatini yomonlashtiradi. Shu sababli, ilmiy tadqiqotlar aynan yurak mushagi regeneratsiyasini kuchaytirishga, kardiomiositlarning qayta o'sishini faollashtirishga qaratilmoqda. Bu yo'nalishda zamonaviy gistologiya, molekulyar biologiya, genetik muhandislik va regenerativ tibbiyot yutuqlari asos bo'lib xizmat qilmoqda.

Ushbu maqolada yurak mushak hujayralarining regeneratsiya salohiyati, bu jarayonga ta'sir etuvchi ichki va tashqi omillar, shuningdek, innovatsion biotibbiy yondashuvlar yoritiladi.

Asosiy qism

Yurak mushak to'qimasining gistologik tuzilishi

Yurak mushagi (miokard) – o'ziga xos chiziqli, ammo ixtiyorsiz qisqaruvchi mushak to'qimasi hisoblanadi. Uning asosiy funksional birligi — **kardiomiositlar** bo'lib, ular yadroli, tarmoqlangan va o'zaro **interkalar disklar** (intercalated discs) orqali bog'langan. Bu disklar yordamida hujayralar o'zaro mexanik va elektr aloqani ta'minlaydi. Yetuk (yetilgan) kardiomiositlar ko'p yadroli bo'lishi mumkin, bu esa ularning hujayra bo'linish (mitoz) qobiliyatining pastligini ko'rsatadi.

Kardiomiositlarning proliferatsiya salohiyati

Yangi tug'ilgan chaqaloqlarda yurak to'qimasi qisqa vaqt davomida regeneratsiyalash xususiyatiga ega bo'ladi. Ammo bu davr tezda yakunlanadi va kardiomiositlar **G0 fazasiga** kirib, hujayraviy sikldan chiqadi. Bu holat yurakning o'z-o'zini tiklash imkoniyatini sezilarli darajada cheklaydi. Shunga qaramay, ba'zi tadqiqotlar yetuk yurakda kam sonli **kardiomiosit prekursorlari** yoki **yurak ildiz hujayralari** mavjudligini ko'rsatmoqda.

Regeneratsiyani cheklovchi va rag'batlantiruvchi omillar

Yurak mushagida regeneratsiya jarayonini cheklovchi omillarga quyidagilar kiradi:

Kardiomiositlarning differensiallashganligi va bo'linishdan chiqqan holati;

Fibroz to'qimaning tez rivojlanishi (kollagen to'planishi);

THE MULTIDISCIPLINARY JOURNAL OF SCIENCE AND TECHNOLOGY

VOLUME-5, ISSUE-5

Organizmada regeneratsiyani faollashtiruvchi signal yo'llarining (masalan, Hippo, Notch, Wnt) yetarlicha faol emasligi.

Rag'batlantiruvchi omillar esa:

Ildiz hujayralari terapiyasi (mezenximal yoki yurak ildiz hujayralari);

miR-590, miR-199a kabi mikroRNK'larning ifodalanishi;

Gen terapiyasi orqali hujayraviy siklni faollashtiruvchi oqsillarni (Cyclin D2 va b.) kiritish;

O'simtani bostiruvchi genlarning ekspressiyasini nazorat qilish.

Biotexnologik va eksperimental yondashuvlar

Zamonaviy tibbiyotda yurak mushagini tiklash maqsadida bir qancha yondashuvlar ishlab chiqilgan:

Ildiz hujayra ko'chirilishi (transplantatsiyasi) – bemorning o'zidan yoki donor manbadan olingan hujayralar yordamida zararlangan miokard joylarini tiklash;

Biomateriallar asosidagi skaffoldlar – yurak to'qimasiga joylashtiriladigan sun'iy to'qimalar;

3D-bioprinting texnologiyalari – yurak to'qimasining sun'iy modellarini yaratish;

Gen terapiyasi – regeneratsiyani kuchaytiruvchi genlarni kardiomyositlarga kiritish orqali ularni proliferatsiyaga undash.

Tadqiqot maqsadi

Yurak mushagi (miokard)ning gistologik tuzilishini, regeneratsiya salohiyatini, ushbu jarayonga ta'sir etuvchi omillarni aniqlash hamda zamonaviy biotexnologik yondashuvlar yordamida yurak to'qimasini tiklash imkoniyatlarini tahlil qilish.

Tadqiqot vazifalari:

Yurak mushagi – kardiomyositlarning gistologik va hujayraviy tuzilishini o'rganish.

Kardiomyositlarning proliferatsiya va regeneratsiya salohiyatini baholash.

Regeneratsiya jarayonini cheklovchi va faollashtiruvchi molekulyar omillarni tahlil qilish.

Zamonaviy regenerativ tibbiyot texnologiyalarining yurak mushagi tiklanishidagi o'rnini yoritish.

Ilmiy adabiyotlar asosida mavjud terapiya usullarining samaradorligini taqqoslab, istiqbolli yo'nalishlarni aniqlash.

Materiallar va usullar

Ushbu ilmiy maqolani tayyorlashda zamonaviy gistologik, molekulyar-biologik va biotibbiy adabiyotlar tahlil qilindi. Tadqiqot ishlari **deskriptiv (ta'riflovchi)** va **analitik (tahliliy)** metodlarga asoslangan holda olib borildi. Quyidagi materiallar va usullar asos sifatida tanlandi:

Ilmiy manbalar tanlovi:

JST, PubMed, Scopus kabi xalqaro ilmiy bazalardagi so'nggi 10 yil ichida e'lon qilingan maqolalar;

Gistologiya, regenerativ tibbiyot, sitologiya va molekulyar biologiyaga oid darsliklar;

Yurak mushagiga oid tajriba natijalari e'lon qilingan ilmiy jurnallar (Nature, Cell, Circulation Research va b.).

Gistologik tahlil usullari:

Yurak to'qimalarini fiksatsiya qilish, parafinga quyish va kesma tayyorlash;

Gematoksin-eozin, Masson trixrom, Immunogistokimyoviy bo'yoqlar yordamida to'qimalarning regeneratsiya belgilarini kuzatish;

Mikroskopik ko'rish (optik va elektron mikroskoplar orqali).

Molekulyar usullar:

RT-PCR va **Western blot** usullari orqali regeneratsiyaga aloqador gen va oqsillar (Cyclin D2, Ki-67, p21, miR-199a, miR-590) ekspressiyasini aniqlash;

In situ hybridization orqali RNK darajasidagi o'zgarishlarni ko'rsatish.

Ma'lumotlarni tahlil qilish:

Olingan natijalar statistik jihatdan tahlil qilindi ($p < 0.05$ – ishonchlilik darajasi);
Jadval va grafiklar shaklida tuzilib, tahliliy izohlar berildi.

Natijalar va takliflar

Natijalar:

Tahlil qilingan ilmiy manbalar asosida quyidagi asosiy natijalarga erishildi:

Kardiomiositlarning mitotik faolligi tug'ilishdan so'ng qisqa vaqt ichida keskin pasayadi va ular G0 fazasiga o'tib, proliferatsiya qobiliyatini yo'qotadi.

Yetuk yurak mushagida regeneratsiya jarayoni juda cheklangan bo'lib, infarkt yoki shikastdan so'ng zararlangan sohalar fibroz to'qima bilan almashinadi.

Regeneratsiyani rag'batlantiruvchi omillar — gen terapiyasi, mikro RNK'lar (miR-590, miR-199a), va ildiz hujayralar qo'llanilishi — regeneratsion javobni kuchaytirishga yordam beradi.

Ildiz hujayra terapiyasi va biomaterial skaffoldlar yordamida yurak mushagining strukturaviy va funksional tiklanishini ta'minlash bo'yicha istiqbolli natijalar olingan.

Gistologik usullar orqali regeneratsiyalangan kardiomiositlarda **Ki-67**, **Cyclin D**, va boshqa proliferatsiyani bildiruvchi markerlarning ifodasi aniqlangan.

Takliflar:

Kardiomiositlarning proliferatsiya salohiyatini tiklash bo'yicha **genetik va epigenetik mexanizmlarni** chuqurroq o'rganish zarur.

Endogen yurak ildiz hujayralarini faollashtiruvchi **bioaktiv molekularlar** ustida tadqiqotlar olib borish maqsadga muvofiq.

Klinik amaliyotda qo'llanilishi mumkin bo'lgan **nano-skaffoldlar va 3D-bioprinting** texnologiyalarini kengaytirish kerak.

Reabilitatsiya davrida yurak regeneratsiyasini qo'llab-quvvatlovchi **farmakologik vositalar** ishlab chiqilishi lozim.

Ilmiy-tadqiqot institutlarida regenerativ kardiologiyaga ixtisoslashgan **interdisiplinar laboratoriyalar** tashkil etilishi taklif etiladi.

Xulosa

Yurak mushagining regeneratsiya qobiliyati tug'ma cheklovlarga ega bo'lsa-da, so'nggi yillarda olib borilgan molekulyar va gistologik tadqiqotlar ushbu jarayonni rag'batlantirish yo'llarini ochib bermoqda. Kardiomiositlarning proliferatsiyasini stimulyatsiya qilish, yurak ildiz hujayralarini aniqlash va ularni faollashtirish, shuningdek, gen terapiyasi, mikro RNK'lar va biotexnologik platformalardan foydalanish — bu yo'nalishdagi eng istiqbolli strategiyalardandir.

Yurak to'qimasini tiklashdagi asosiy muammo — fibroz to'qimaning tez rivojlanishidir, bu esa yurakning mexanik va elektr faoliyatini yomonlashtiradi. Shu sababli, regeneratsiyani faollashtirish bilan birga, patologik fibrozni cheklovchi terapiya usullari ham ishlab chiqilishi zarur.

Yakuniy natija sifatida, regenerativ kardiologiya sohasidagi ilg'or yondashuvlar kelajakda yurak yetishmovchiligi va infarkt oqibatlarini samarali davolashda muhim rol o'ynashi mumkin.

Foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati

1. **Ross M. H., Pawlina W.** *Histology: A Text and Atlas*, 8th ed. Wolters Kluwer, 2020.
2. **Tzahor E., Poss K. D.** Cardiac regeneration strategies: Staying young at heart. *Science*, 356(6342):1035–1039, 2017.

THE MULTIDISCIPLINARY JOURNAL OF SCIENCE AND TECHNOLOGY

VOLUME-5, ISSUE-5

3. **Zhou B., et al.** Adult mouse epicardium modulates myocardial injury by secreting paracrine factors. *Journal of Clinical Investigation*, 121(5):1894–1904, 2011.
4. **Sadek H. A., Olson E. N.** Toward the goal of human heart regeneration. *Cell Stem Cell*, 12(6):735–746, 2013.
5. **Porrello E. R., et al.** Transient regenerative potential of the neonatal mouse heart. *Science*, 331(6020):1078–1080, 2011.
6. **Karra R., et al.** In vivo reprogramming of cardiac fibroblasts to cardiomyocytes using CRISPR/Cas9. *Nature*, 578(7794): 333–339, 2020.
7. **Feng Y., et al.** MicroRNAs in cardiac regeneration. *Journal of Molecular and Cellular Cardiology*, 152:133–142, 2021.
8. **Xin M., et al.** Hippo pathway effector Yap promotes cardiac regeneration. *PNAS*, 110(34):13839–13844, 2013.

