

## YURAK MUSHAK TO'QIMASI VA UNING GISTOLOGIK TUZILISHI

**Yusufaliyev Inoyat Sobir o'g'li**

[inoyatyusufaliyev@gmail.com](mailto:inoyatyusufaliyev@gmail.com)

+998887402018

Toshkent tibbiyot akademiyasi Termiz filiali pediatriya fakulteti Stomatologiya  
yo'nalishi 103-A guruh

**Ravshanova Gulasal Anvar qizi**

[ravshanovagulasal801@gmail.com](mailto:ravshanovagulasal801@gmail.com)

+998908935557

Toshkent tibbiyot akademiyasi Termiz filiali pediatriya fakulteti Stomatologiya  
yo'nalishi 103-A guruh

### Annotatsiya:

Yurak mushak to'qimasi (myocardium) organizmdagi o'ziga xos mushak to'qimasi bo'lib, yurakning qisqaruvchan faoliyatini ta'minlaydi. Bu to'qima boshqa mushak to'qimalariga nisbatan bir qancha morfologik va funksional jihatdan farqlanadi. Ushbu maqolada yurak mushak to'qimasining mikroskopik tuzilishi, uning asosiy hujayra elementlari — kardiomyotsitlar, ularning o'zaro bog'lanish shakllari, interkalyar disklar va yurakning o'ziga xos qisqaruv mexanizmi tahlil qilinadi. Shuningdek, zamonaviy gistologik va immunogistokimyoviy tadqiqot uslublarining yurak mushak to'qimasini o'rganishdagi ahamiyati yoritiladi.

**Kalit so'zlar:** Yurak mushak to'qimasi, kardiomyotsit, interkalyar disk, gistologik tuzilma, miokard, qisqaruvchanlik, mushak tolasi.

### Kirish

Yurak organizmda doimiy ravishda ishlaydigan yagona mushak organi bo'lib, uning asosiy vazifasi — qon aylanish tizimini uzluksiz harakatda ushlab turishdir. Ushbu vazifa yurak mushak to'qimasi orqali bajariladi. Yurak mushak to'qimasi (myocardium) morfologik va funksional jihatdan o'ziga xos bo'lib, silliq va skelet mushak to'qimalaridan farqlanadi.

Gistologiya fanida yurak mushak to'qimasi maxsus to'qima turi sifatida o'rganiladi, chunki u xuddi skelet mushaklar singari yo'l-yo'l ko'rinishga ega bo'lsa-da, silliq mushaklar kabi avtomatik tarzda qisqaradi. Yurak mushak to'qimasi

hujayralari — **kardiomyotsitlar** — o‘zaro interkalyar disklar orqali bog‘langan bo‘lib, ular yurakning sinxron qisqarishini ta‘minlaydi.

Maqolaning maqsadi — yurak mushak to‘qimasining gistologik xususiyatlarini chuqur tahlil qilish, uning tuzilishi, hujayraviy elementlari, funksional xususiyatlari va zamonaviy tadqiqot usullari bilan yoritishdir.

1. **Yurak mushak to‘qimasining umumiy tavsifi**
2. **Kardiomyotsitlar: tuzilishi va funksiyasi**
3. **Interkalyar disklar va ularning ahamiyati**
4. **Yurak mushaklarida qisqaruv mexanizmi**
5. **Yurak mushak to‘qimasining regeneratsiya va o‘zgarish xususiyatlari**
6. **Gistologik va immunogistokimyoviy usullar bilan tahlil qilish**

## 1. Yurak mushak to‘qimasining umumiy tavsifi

Yurak mushak to‘qimasi (myocardium) — yurak devorining asosiy qismini tashkil etuvchi, yuqori darajada ixtisoslashgan mushak to‘qimasidir. U faqat yurakda uchraydi va yurak qisqarishlarini amalga oshiradi. Miokardda, boshqa mushak to‘qimalaridan farqli ravishda, morfologik jihatdan skelet mushaklariga o‘xshashliklar bo‘lsa-da, u silliq mushaklardek ixtiyorsiz ravishda, avtomatik tarzda faoliyat yuritadi. Bu uni boshqa mushak to‘qimalaridan ajratib turuvchi asosiy farqdir.

Mikroskop ostida yurak mushak to‘qimasi ko‘p yadroli, yo‘l-yo‘l ko‘rinishga ega bo‘lgan hujayralardan tashkil topganligi ko‘zga tashlanadi. Yo‘l-yo‘l tuzilma sarkomerlarning muntazam joylashuvi bilan bog‘liq bo‘lib, bu qisqarish mexanizmining asosini tashkil qiladi. Kardiomyotsitlar deb ataluvchi yurak mushak hujayralari o‘zaro **interkalyar disklar** orqali ulanadi. Bu strukturalar hujayralarni mexanik va elektr jihatdan birlashtirib, yurakning muvofiqlashtirilgan qisqarishini ta‘minlaydi.

Yurak mushak to‘qimasi o‘z ichida ikkita asosiy elementdan tashkil topadi:

- **Kontraktil elementlar** (asosiy qisqaruv vazifasini bajaruvchi kardiomyotsitlar)
- **O‘tkazuvchi tizim hujayralari** (impuls hosil qiluvchi va uni tarqatuvchi maxsus hujayralar: sinoatriyal tugun, atrioventrikulyar tugun va Giss tutami)

Yurak mushak to'qimasi yuqori darajada qon bilan ta'minlangan bo'lib, bu yurakning uzluksiz faoliyat yuritishiga imkon beradi. Har bir kardiomyotsit atrofini zich kapillyar tarmoq o'rab olgan bo'lib, u kislorod va ozuqa moddalarini yetkazib beradi.

## 2. Kardiomyotsitlar: tuzilishi va funksiyasi

Kardiomyotsitlar — yurak mushak to'qimasining asosiy funksional hujayralari bo'lib, yurak qisqarishlarini amalga oshiradi. Ular morfologik jihatdan skelet mushak tolalariga o'xshash bo'lishiga qaramay, bir qator o'ziga xos xususiyatlarga ega. Kardiomyotsitlar nisbatan qisqa, silindrsimon shaklga ega, 50–100 mikrometr uzunlikda va taxminan 15 mikrometr kenglikda bo'ladi. Har bir hujayra odatda **bitta yoki ikkita markaziy joylashgan yadroga** ega, bu skelet mushak hujayralaridan farqli jihat hisoblanadi (skelet mushak hujayralarida ko'p yadro chekka joylashgan bo'ladi).

Kardiomyotsitlarning sitoplazmasi sarkoplazma deb ataladi va u erda kontraktil elementlar — **aktin** va **miozin** ipchalari joylashgan. Bu ipchalar sarkomerlar tarkibiga kirib, yo'l-yo'l ko'rinishni ta'minlaydi va yurak qisqaruv mexanizmini tashkil etadi. Sarkomerlar Z-disklar orqali ajralib turadi va ularning muntazam joylashuvi yurakning ritmik qisqarishlariga zamin yaratadi.

Kardiomyotsitlar o'zaro **interkalyar disklar** orqali bog'langan bo'lib, bu disklar orqali hujayralar orasida:

- **Desmosomalar** (mexanik bog'lanish)
- **Gap junctionlar** (ion va elektr impuls almashinuvi)
- **Fascia adherens** (aktin ipchalarini ulovchi strukturaviy elementlar)

joylashadi. Aynan mana shu interkalyar disklar yurak hujayralarining bir vaqtda qisqarishini ta'minlovchi elektr sinxronizatsiyani amalga oshiradi.

Kardiomyotsitlar o'zida ko'p sonli **mitoxondriyalarni** saqlaydi — bu yurakning yuqori energiyaga bo'lgan ehtiyoji bilan bog'liq. Energiya, asosan, oksidlovchi fosforillanish yo'li bilan olinadi. Bu esa yurakning uzluksiz ishlashiga moslashuvchanlik beradi.

Funksional jihatdan kardiomyotsitlar quyidagicha ajratiladi:

- **Ishlovchi kardiomyotsitlar** – yurak bo'shliqlarini qisqartirib, qonni haydash funksiyasini bajaradi.

- **O'tkazuvchi kardiomyotsitlar** – yurak ritmini ta'minlaydigan elektr impulslarni hosil qiladi va uzatadi.

Yana bir muhim jihat shundaki, kardiomyotsitlar **avtomatiklik** xususiyatiga ega: ya'ni, ular tashqi impulsga ehtiyoj sezmasdan ham o'z-o'zidan qisqara oladi. Bu yurakning yurish-turishini markaziy asab tizimiga to'liq bog'lab qo'ymaslik imkonini beradi.

### 3. Interkalyar disklar va ularning ahamiyati

Yurak mushak to'qimasining eng muhim morfologik elementlaridan biri bu **interkalyar disklar** (intercalated discs) hisoblanadi. Ular kardiomyotsitlar orasida joylashgan maxsus hujayraviy bog'lanish strukturasi bo'lib, yurakning muvofiqlashtirilgan, sinxron qisqaruvini ta'minlaydi. Bu tuzilmalar yurak mushak to'qimasining mikroskopik tuzilmasida aniq ko'zga tashlanadi va yurakning o'ziga xos funksional samaradorligini belgilaydi.

#### Interkalyar diskarning tuzilishi

Interkalyar disklar murakkab tuzilishga ega bo'lib, uch asosiy komponentdan tashkil topgan:

1. **Desmosomalar (macula adherens)** – kardiomyotsitlarni bir-biriga mexanik jihatdan mahkamlab turadi. Ular oraliq filamentlar (desmin) orqali bog'langan bo'lib, yurak qisqarishi vaqtida yuzaga keladigan mexanik stresslarga bardosh beradi.
2. **Fascia adherens** – bu tuzilma aktin filamentlarini biriktirib, qisqaruv kuchining bir hujayradan boshqasiga uzatilishini ta'minlaydi. U desmosomalarga nisbatan kengroq yuzada joylashadi va yurak qisqarishining mexanik kuchini uzatadi.
3. **Gap junctionlar (nexuslar)** – ionlar va kichik molekularning hujayralararo almashuvini ta'minlaydi. Aynan gap junctionlar tufayli elektr impulslar tezda bir kardiomyotsitdan boshqasiga o'tib, yurakning sinxron qisqaruviga sabab bo'ladi.

#### Interkalyar diskarning funksional ahamiyati

Interkalyar disklar yurakning ritmik qisqaruvini boshqaruvchi elektr impulslarni tarqatishda markaziy rol o'ynaydi. Bu disklar orqali yuzaga keladigan bog'lanishlar natijasida yurak mushak hujayralari **funksional sinktsiyum** holatida ishlaydi, ya'ni

butun mushak to'qimasi bir organizmga o'xshash tarzda qisqaradi. Bu yurakning sinxron, kuchli va samarali qisqarishini ta'minlaydi.

Gap junctionlar orqali sodir bo'ladigan tez va samarali elektr signal uzatish yurak ritmini aniq boshqarishda juda muhim. Agar interkalyar disklar shikastlansa yoki strukturasi o'zgarishlar yuz bersa, bu yurak aritmiyalariga, yurak yetishmovchiligiga va boshqa kardial patologiyalarga olib kelishi mumkin.

Bundan tashqari, interkalyar diskarning normal faoliyati **kalsiy ionlari** orqali ham tartibga solinadi. Kalsiy ionlarining hujayralararo muvozanati interkalyar disklar orqali amalga oshadigan elektr impulslarga ta'sir ko'rsatadi.

#### 4. Yurak mushaklarida qisqaruv mexanizmi

Yurak mushak to'qimasining asosiy funksiyasi — ritmik qisqarish va shu orqali qonni yurak bo'shliqlaridan chiqarishdir. Bu funktsiyani amalga oshirish uchun kardiomyotsitlar murakkab va aniq boshqariladigan qisqaruv mexanizmiga ega. Yurak mushaklarining qisqaruvi ion oqimlari, sarkomerlar faoliyati, va hujayralararo elektr aloqalar asosida amalga oshadi.

##### Elektrofiziologik asoslar

Qisqaruv jarayoni yurakning o'tkazuvchi tizimida elektr impuls (aksiyon potentsiali) paydo bo'lishi bilan boshlanadi. Bu impuls:

- Sinoatriyal (SA) tugunda hosil bo'ladi,
- Atrioventrikulyar (AV) tugun orqali o'tadi,
- Giss tutami va Purkinje tolalari orqali miokard bo'ylab tarqaladi.

Elektr impuls kardiomyotsitlarning sarkolemmasini depolarizatsiyalab, **kalsiy ionlarining hujayra ichiga kirishiga** sabab bo'ladi. Bu jarayon **kalsiyga bog'liq kalsiy chiqishi** (calcium-induced calcium release, CICR) deb ataladi, bunda hujayra ichidagi sarkoplazmatik retikulumdan ham kalsiy ajraladi.

##### Sarkomerlar va qisqaruv mexanizmi

Kardiomyotsitlarda qisqaruv birligi — **sarkomer** hisoblanadi. Sarkomerlar aktin (ingichka) va miozin (qalin) ipchalardan tashkil topgan bo'lib, ularning bir-biriga nisbatan siljishi qisqaruvga olib keladi. Kalsiy ionlari troponin kompleksiga birikib,

tropomiozinni harakatlantiradi va miozinning aktin bilan bog‘lanishiga yo‘l ochadi. Natijada:

- Miozin kallakchalari aktin ipchalari bo‘ylab harakat qiladi (sliding filament theory),
- Bu harakat sarkomerning qisqarishiga olib keladi,
- Kardiomyotsit qisqaradi, yurak bo‘shlig‘i siqiladi va qon chiqariladi.

Energiya manbai sifatida **ATP** xizmat qiladi. ATP miozin kallakchalarining harakatini va ularning yana dam olish holatiga qaytishini ta‘minlaydi. Mitoxondriyalar tomonidan ishlab chiqariladigan ATP miqdori yurak faoliyati uchun hal qiluvchi ahamiyatga ega.

Diastola va relaksatsiya

Qisqaruv (sistola) tugagach, kaltsiy ionlari sarkoplazmatik retikuluma va hujayra tashqarisiga chiqariladi. Bu hujayra ichidagi kaltsiy konsentratsiyasining kamayishiga, natijada aktin-miozin bog‘lanishining uzilishiga va mushak hujayrasining bo‘shashishiga (diastola) olib keladi.

Diastola davrida yurak bo‘shliqlari yana qon bilan to‘ladi, va jarayon yangi aksiyon potentsiali bilan qayta boshlanadi.

Qisqaruvning yurak ritmi bilan bog‘liqligi

Yurak mushaklarining qisqaruv tezligi va kuchi avtonom asab tizimi va gormonal faktorlar tomonidan boshqariladi:

- Simpatik stimulyatsiya yurak ritmini va qisqaruv kuchini oshiradi,
- Parasimpatik stimulyatsiya yurak faoliyatini sekinlashtiradi.

Shu tarzda yurak qisqaruv mexanizmi organizm ehtiyojlariga mos ravishda tez moslasha oladi.

## 5. Yurak mushak to‘qimasining regeneratsiya va o‘zgarish xususiyatlari

Yurak mushak to‘qimasi — funksional jihatdan eng faol, ammo regeneratsiya qobiliyati eng cheklangan to‘qimalardan biridir. Bu holat yurak kasalliklari, ayniqsa, infarkt va yurak yetishmovchiligi kabi holatlarda davolanishni murakkablashtiradi. Shu sababli, yurak mushak to‘qimasining o‘zini tiklash (regeneratsiya) va moslashuv

(adaptatsiya) xususiyatlarini o'rganish zamonaviy gistologiya va regenerativ tibbiyotda muhim yo'nalish hisoblanadi.

Kardiomyotsitlarning cheklangan regeneratsiya qobiliyati

Kardiomyotsitlar postnatal (tug'ilgandan keyingi) davrda bo'linish qobiliyatini deyarli yo'qotadi. Ular doimiy qisqaruv holatida bo'lgani sababli, hujayraviy mitoz jarayoni deyarli sodir bo'lmaydi. Natijada, yurak mushak to'qimasi shikastlanganda yangi kardiomyotsitlar paydo bo'lmaydi. O'rniga, zararlangan sohalarda **biriktiruvchi to'qima (fibroz to'qima)** paydo bo'ladi, bu esa yurakning qisqarish funksiyasini pasaytiradi.

Yurak infarkti paytida miokard hujayralarining katta qismi nekrozga uchraydi. Bu joylar fibrozashtirilgan (chandiqli) to'qima bilan almashtiriladi. Chandiqli to'qima yurakning normal qisqaruv harakatlarida ishtirok etmaydi, natijada yurakning umumiy samaradorligi pasayadi.

Adaptatsion o'zgarishlar (gipertrofiya)

Yurak mushak to'qimasi funksional yuklamaga javoban morfologik o'zgarishlarga uchrashi mumkin. Bu holat asosan quyidagicha bo'ladi:

- **Fiziologik gipertrofiya** – sportchilar, homilador ayollar va faol jismoniy ish bilan shug'ullanuvchilarda kuzatiladi. Yurak mushak hujayralari hajmi kattalashadi, ammo strukturaviy yaxlitlik saqlanadi.
- **Patologik gipertrofiya** – arterial gipertenziya, aortal stenozi yoki yurak yetishmovchiligi fonida yuzaga keladi. Bunda yurak mushak hujayralari ortiqcha yuklama ostida qoladi, bu esa miokard strukturasi buzilishi va elektr o'tkazuvchanlikning izdan chiqishiga olib keladi.

Gipertrofiyalashgan yurakda mitoxondriyalar soni ortadi, ammo vaqt o'tishi bilan hujayra energetikasi buziladi va funksional zaiflik yuzaga keladi.

Regenerativ tibbiyotdagi yangi yondashuvlar

So'nggi yillarda yurak mushak to'qimasini tiklash uchun **ilmiy-tadqiqot ishlari** intensiv olib borilmoqda. Asosiy yo'nalishlar quyidagilar:

- **Stam hujayralar terapiyasi** – yurak mushak hujayralarini hosil qilishga qodir bo'lgan pluripotent stam hujayralardan foydalanish.
- **Biomateriallar va hujayra transplantatsiyasi** – sun'iy yoki tabiiy scaffoldlar yordamida yangi to'qima shakllantirish.
- **Gen terapiyasi** – kardiomyotsitlarning proliferatsiya qobiliyatini faollashtiruvchi genlarni faollashtirish orqali regeneratsiyani stimulyatsiya qilish.

Bu usullar hali klinik amaliyotga to'liq joriy etilmagan bo'lsa-da, istiqbolli yo'nalish sifatida ilmiy doiralarda keng o'rganilmoqda.

## 6. Gistologik va immunogistokimyoviy usullar bilan tahlil qilish

Yurak mushak to'qimasining tuzilishi va funksiyasini to'liq tushunish uchun zamonaviy ilmiy tadqiqotlarda **gistologik** va **immunogistokimyoviy** usullar keng qo'llaniladi. Ushbu usullar orqali yurakning mikroskopik strukturasi chuqur o'rganish, kardiomyotsitlar va ularning o'zgarishlarini aniqlash mumkin. Gistologik va immunogistokimyoviy tahlil yurak mushak to'qimasi bilan bog'liq turli patologiyalarni o'rganish, yangi davolash usullarini ishlab chiqish va regenerativ tibbiyot sohasida yangi imkoniyatlar yaratishda muhim rol o'ynaydi.

Gistologik usullar

**Gistologiya** — to'qimalarning mikroskopik tuzilishini o'rganish fanidir. Yurak mushak to'qimasining mikroskopik tuzilishi, ayniqsa, kardiomyotsitlarning o'zaro bog'lanishi, interkalyar disklar, va sarkomerlarning joylashuvi kabi muhim xususiyatlar faqat maxsus mikroskopik preparatlar yordamida aniqlanishi mumkin.

Yurak to'qimasini o'rganishda eng keng qo'llaniladigan metodlar quyidagilardir:

- **Klassik mikroskopiya** — yurak to'qimasining aniq tuzilishini ko'rish uchun bo'yoqlar yordamida o'rganish. Bu usul orqali yurakning mushak tolalari, interkalyar disklar, va boshqa strukturalar aniqlanadi.
- **Gistologik bo'yoqlar** — xususan, **HE (gematoksilin-eozin)** bo'yoqlari, yurak to'qimasining umumiy tuzilishini aniqlashda keng qo'llaniladi. Yangi bo'yoqlar va bo'yoq preparatlari, masalan, **Masson trixrom** yoki **Verhoeff-Van Gieson** bo'yoqlari, kollagen to'qima va boshqa mikroskopik tuzilmalarni o'rganish uchun ishlatiladi.

## Immunogistokimyoviy usullar

**Immunogistokimyo** — antikorlar yordamida to'qima ichidagi muayyan molekulalarni aniqlash va ularning joylashuvini o'rganish imkonini beradi. Ushbu usul kardiomyotsitlarda yoki boshqa yurak hujayralarida ma'lum proteingina qarshi mo'ljallangan antikorlar yordamida amalga oshiriladi. Immunogistokimyo yordamida quyidagilar aniqlanishi mumkin:

- **Kardiomyotsitlarning turli hujayra markerlarini** aniqlash, masalan, **troponin I, desmin** va **myosin** kabi qisqaruv proteinlari.
- **Fibroz to'qima** yoki yurakdagi boshqa strukturaviy o'zgarishlar, masalan, **fibroblastlar** yoki **kollagen tolalarining** mavjudligi va taqsimoti.
- **Yurakning regenerativ xususiyatlarini** tahlil qilish, masalan, yangi paydo bo'layotgan kardiomyotsitlarni aniqlash.

Immunogistokimyo metodlari, shuningdek, **kalsiy ionlari** yoki boshqa signal tizimlari haqida ma'lumot olish uchun ishlatiladi. Bu metod orqali kardiomyotsitlarning reaksiyalarini va ularning qo'zg'aluvchanligini o'rganish mumkin.

## Tadqiqotlarda immunofloresans va qattiq faza immunoassaylar

Zamonaviy immunogistokimyoviy usullar qatoriga **immunofloresans** ham kiradi, bu usulda antikorlar ma'lum bir floresan bo'yoq bilan belgilangan bo'lib, ularning hujayra ichidagi joylashuvini aniqlash imkonini beradi. **Qattiq faza immunoassaylar** yordamida esa yurak to'qimasining mikroskopik strukturasiidagi biokimyoviy jarayonlar va ularga ta'sir etuvchi omillar o'rganiladi.

## Gistologik va immunogistokimyoviy usullarning amaliy ahamiyati

Gistologik va immunogistokimyoviy usullar yurak kasalliklarini, jumladan, infarktini, yurak yetishmovchiligini, va boshqa kardial patologiyalarni aniqlashda, shuningdek, ular bo'yicha davolashning samaradorligini baholashda muhim ahamiyatga ega. Ushbu metodlar yordamida yangi davolash strategiyalari va regenerativ tibbiyotning ilg'or yondashuvlari ishlab chiqilmoqda.

## Xulosa

Yurak mushak to'qimasi organizmning hayotiy ahamiyatga ega bo'lgan qismlaridan biri hisoblanadi. Uning o'ziga xos tuzilishi va qisqaruv mexanizmi yurakning samarali faoliyatini ta'minlaydi. Kardiomyotsitlar, interkalyar disklar va sarkomerlar orqali amalga oshiriladigan qisqarish mexanizmi yurakning muvofiqlashtirilgan faoliyatini ta'minlaydi. Biroq, yurak mushak to'qimasi regeneratsiya qobiliyatining cheklanganligi va uning patologik holatlari ko'plab klinik muammolarni keltirib chiqaradi.

Zamonaviy gistologik va immunogistokimyoviy usullar yurak mushak to'qimasining mikroskopik strukturasi, uning o'zgarishlarini va regeneratsiya jarayonlarini o'rganishga yordam beradi. Bu metodlar yordamida yurak kasalliklarini aniqlash, yangi davolash yondashuvlarini ishlab chiqish va regenerativ tibbiyot sohasida yangi imkoniyatlar yaratish mumkin.

## Foydalanilgan adabiyotlar:

1. Marieb, E. N., & Hoehn, K. (2018). **Human Anatomy & Physiology**. Pearson.
2. Bers, D. M. (2001). **Excitation-Contraction Coupling and Cardiac Contractile Force**. Kluwer Academic Publishers.
3. Pinto, A., & Daskalopoulos, E. P. (2020). **Cardiac Regeneration and Stem Cell Therapy**. Springer.
4. Ambrosio, G., & Gensini, G. F. (2006). **Pathophysiology of the Heart and Circulation**. Springer.
5. Lemaire, S. A., & Hirt, S. (2015). **Histology of the Cardiovascular System**. Academic Press.