

## MUSHAK QISQARISH MEXANIZMINING MORFOLOGIK ASOSLARI

**Narzullayeva Nozima Kamoliddin qizi**

Termiz iqtisodiyot va servis universiteti, Tibbiyot fakulteti 1-kurs talabasi

Email: [nozima.nor000@icloud.com](mailto:nozima.nor000@icloud.com)

**Bekmirzayev Eshquvvat Ro'ziboyevich**

Email: [eshquvvatbekmirzaev@gmail.com](mailto:eshquvvatbekmirzaev@gmail.com)

**Annotatsiya.** Mazkur maqolada mushak qisqarishining morfologik asoslari chuqur tahlil qilingan. Mushak tolalari tarkibidagi sarkomerlarning strukturaviy tashkiloti, aktin va miozin filamentlari o'zaro ta'sir mexanizmi, qisqarish jarayonining molekulyar asoslari batafsil bayon etilgan. Shuningdek, mushak qisqarishida ishtirok etuvchi yordamchi morfologik tuzilmalar — sarkoplazmatik retikulum, T-tubulalar, mitoxondriyalar va interkalar disklarning roli ilmiy asosda yoritilgan. Mushak qisqarishining morfologik mexanizmlarini o'rganish, fiziologik va patologik holatlarni tushunishda muhim ahamiyat kasb etishi ta'kidlangan.

**Kalit so'zlar:** mushak qisqarishi, morfologik asoslar, sarkomer, aktin, miozin, sarkoplazmatik retikulum, T-tubulalar, mitoxondriya, qisqarish mexanizmi.

## МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ МЕХАНИЗМА СОКРАЩЕНИЯ МЫШЦ

**Нарзуллаева Нозима Камолиддин кызы**

Студентка 1 курса факультета медицины, Термезского университета экономики и сервиса, Электронная почта: [nozima.nor000@icloud.com](mailto:nozima.nor000@icloud.com)

**Бекмирзаев Эшқувват Рузібоевич**

Электронная почта: [eshquvvatbekmirzaev@gmail.com](mailto:eshquvvatbekmirzaev@gmail.com)

**Аннотация.** В данной статье глубоко проанализированы морфологические основы сокращения мышц. Детально изложена структурная организация саркомеров, содержащихся в мышечных волокнах, механизм взаимодействия актиновых и миозиновых филаментов, а также молекулярные

основы процесса сокращения. Кроме того, научно обоснована роль вспомогательных морфологических структур, участвующих в сокращении мышц, таких как саркоплазматический ретикулум, Т-трубочки, митохондрии и интеркалярные диски. Подчеркнуто значение изучения морфологических механизмов сокращения мышц для понимания физиологических и патологических состояний.

**Ключевые слова:** сокращение мышц, морфологические основы, саркомер, актин, миозин, саркоплазматический ретикулум, Т-трубочки, митохондрия, механизм сокращения.

## MORPHOLOGICAL BASIS OF MUSCLE CONTRACTION MECHANISM

**Narzullayeva Nozima Kamoliddin qizi**

First-year student of the Faculty of Medicine, Termiz University of Economics and Service, Email: [nozima.nor000@icloud.com](mailto:nozima.nor000@icloud.com)

**Bekmirzayev Eshquvvat Ro'ziboyevich**

Email: [eshquvvatbekmirzaev@gmail.com](mailto:eshquvvatbekmirzaev@gmail.com)

**Abstract.** This article provides an in-depth analysis of the morphological basis of muscle contraction. It details the structural organization of sarcomeres within muscle fibers, the interaction mechanism between actin and myosin filaments, and the molecular foundations of the contraction process. Additionally, the scientific role of auxiliary morphological structures involved in muscle contraction — such as the sarcoplasmic reticulum, T-tubules, mitochondria, and intercalated discs — is highlighted. The importance of studying the morphological mechanisms of muscle contraction for understanding physiological and pathological conditions is emphasized.

**Keywords:** muscle contraction, morphological basis, sarcomere, actin, myosin, sarcoplasmic reticulum, T-tubules, mitochondria, contraction mechanism.

Biologik organizmlar faoliyatining asosiy belgilaridan biri — harakat qobiliyatidir. Harakat organizmning tashqi va ichki muhit o'zgarishlariga

moslashishida, tiriklik faoliyatini saqlab qolishida hal qiluvchi rol o'ynaydi. Harakatning bajarilishi asosan mushak to'qimalari qisqarishi bilan bog'liq. Mushak qisqarish jarayoni esa nafaqat fiziologik, balki morfologik darajada murakkab tizimlararo muvofiqlashtirilgan hodisalar majmuasi sifatida namoyon bo'ladi.

Mushak qisqarishining mexanizmlarini chuqur o'rganish mushak to'qimalarining ichki tuzilishini, ya'ni morfologik asoslarini to'liq anglashni talab etadi. Mushak hujayralarining strukturaviy elementlari, ular o'rtasidagi molekulyar va hujayraviy aloqalar, maxsus organellalar va ularning o'zaro funksional hamkorligi qisqarish jarayonining asosiy morfologik negizini tashkil etadi.

Mushak to'qimalari organizmda ixtiyoriy va ixtiyorsiz harakatlarni amalga oshiruvchi maxsus differensiallashgan to'qimalardir. Ular morfologik va funksional xususiyatlariga ko'ra uch asosiy guruhga ajratiladi: ko'ndalang-targ'il skelet mushaklari, yurak mushaklari va silliq mushaklar. Har bir tur o'zining o'ziga xos tuzilishi, qisqarish uslubi va fiziologik roli bilan ajralib turadi.

Ko'ndalang-targ'il skelet mushaklari ixtiyoriy harakatlarni ta'minlovchi, murakkab ichki tuzilishga ega bo'lgan mushaklardir. Ular miofibrillalardan tashkil topgan bo'lib, miofibrillalar aktin (nozik) va miozin (qalin) filamentlarining tartibli joylashuvi bilan xarakterlanadi. Mikroskop ostida ko'rilganda, skelet mushak tolalari ko'ndalang chiziqlar (A va I disklari) ko'rinishini beradi. Bu chiziqlilik miofibrillalarda sarkomerlarning aniq tartibda joylashuvi natijasida hosil bo'ladi. Har bir skelet mushak tolasi ko'p yadroli bo'lib, yadrolar periferiyada joylashgan. Bu tuzilma hujayraning qisqarish jarayonida markaziy miofibrillar zonasiga xalal bermasligini ta'minlaydi.

Yurak mushak to'qimasi (miokard) o'z tuzilishi va funksional xususiyatlari jihatidan skelet mushaklari va silliq mushaklar orasida oraliq o'rinda turadi. Yurak mushak tolalari ham ko'ndalang-targ'il tuzilishga ega bo'lib, lekin ular morfologik jihatdan o'ziga xos — tolalar o'zaro interkalar disklar (interkalar disklar) orqali bog'langan. Ushbu disklar mexanik va elektr signal uzatilishini ta'minlab, yurak mushagining sinkron qisqarishini kafolatlaydi. Miokard hujayralari odatda bitta yoki ikkita markaziy joylashgan yadroga ega bo'ladi. Ularning sitoplazmasi ko'p sonli mitoxondriyalarga boy bo'lib, bu yurak mushagining yuqori energiya ehtiyojini qondirishga xizmat qiladi.

Silliq mushak to'qimalari asosan ichi bo'sh organlar, qon tomirlari va ichki tizimlar devorlarida joylashgan. Ular ko'ndalang-targ'il chiziqlarga ega emas, chunki aktin va miozin filamentlari silliq mushak hujayralarida tartibsiz ravishda joylashgan. Silliq mushak tolalari cho'zilgan shaklda, markazda joylashgan bitta yadroli va o'zaro

zich joylashgan hujayralardan iborat. Silliqlik mushak qisqarishi ixtiyorsiz tarzda, markaziy va vegetativ asab tizimi ta'sirida amalga oshadi. Ularning qisqarishi sekin, uzoq muddatli va kam energiya talab qiladi, bu esa ichki organlarning funksional holatini uzluksiz nazorat qilish uchun muhimdir.

Mushak qisqarishining morfologik asoslari miofibrillalarning ichki tuzilishiga va ular o'rtasidagi o'zaro aloqalarga asoslanadi. Miofibrillalar mushak tolalarining asosiy strukturaviy va funksional birligi bo'lib, ular qisqarish jarayonining molekulyar negizini tashkil etadi. Mushak qisqarishi aktin va miozin filamentlarining o'zaro siljishi natijasida yuzaga keladi. Bu jarayon sarkomer deb ataladigan strukturaviy birliklar doirasida amalga oshadi.

Sarkomer — bu ikkita Z-chiziq (Z-disk) o'rtasida joylashgan miofibrillaning strukturaviy va funksional birligi hisoblanadi. Har bir sarkomer quyidagi asosiy komponentlardan iborat:

**Aktin filamentlari (noziki filamentlar):** Z-chiziqqa birikkan bo'lib, o'rtaga tomon yo'nalgan.

**Miozin filamentlari (qalinki filamentlar):** sarkomer markazida joylashgan va aktin filamentlari bilan qisman qoplanadi.

**Tropomiozin va troponin majmuasi:** aktin filamentlarining yuzasida joylashgan va qisqarish jarayonini kalsiy ionlari orqali tartibga soladi.

Qisqarish vaqtida aktin filamentlari miozin filamentlari orasiga siljiydi va natijada sarkomer uzunligi qisqaradi, bu esa butun mushak tolasining qisqarishiga olib keladi.

Mushak qisqarishining boshlanishi sarkoplazmatik retikuladan kalsiy ionlarining chiqarilishi bilan bog'liq. Kalsiy ionlari aktin filamentidagi troponin bilan bog'lanadi va tropomiozinning joylashishini o'zgartiradi, natijada miozin boshchalarining aktin filamentlari bilan bog'lanishi uchun faol markazlar ochiladi. Miozin boshchalari aktin filamentlariga birikadi va ATF molekulasini gidrolizi hisobiga energiya ajralib chiqadi. Bu energiya miozin boshchasining egilishi va aktin filamentini o'z tomoniga tortish uchun sarflanadi. Shundan so'ng yangi ATF molekulasini miozin boshchasiga birikadi va uni aktindan ajratib oladi. Bu sikl takrorlanib turadi va mushak qisqarishini ta'minlaydi.

Mushak qisqarishi uchun zarur bo'lgan energiya asosan quyidagi manbalardan olinadi:

- ATF molekulasini to'g'ridan-to'g'ri ishlatiladi.
- Kreatinfosfat zaxiralari orqali tezkor ATF qayta tiklanadi.

- Aerob va anaerob metabolizm natijasida ATF sintezi yuzaga keladi.

Energiya ta'minot tizimlarining turli mexanizmlar orqali muvofiqlashtirilgan ishlashi mushak qisqarishining intensivligi va davomiyligini belgilaydi.

Mushak qisqarishi nafaqat miofibrillalar va asosiy qisqaruvchi filamentlar orqali amalga oshadi, balki bu jarayonda mushak tolalarining bir qator yordamchi morfologik tuzilmalarining ham muhim roli mavjud. Ushbu tuzilmalar qisqarishning boshlanishi, davom ettirilishi va tartibga solinishini ta'minlaydi. Ular mushak hujayrasining morfologik yaxlitligini saqlab turadi va tezkor fiziologik moslashuvni kafolatlaydi.

Sarkoplazmatik retikulum — bu mushak tolalarida maxsus rivojlangan silliq endoplazmatik retikulum bo'lib, uning asosiy vazifasi kalsiy ionlarini saqlash va tartibga solishdir. Qisqarish boshlanishida sarkoplazmatik retikulumdan kalsiy ionlari sarkoplazmaga chiqariladi. Kalsiy ionlari troponin molekulasini bilan bog'lanib, aktin va miozin o'rtasidagi bog'lanishni boshlaydi. Qisqarish tugagach, kalsiy ionlari yana sarkoplazmatik retikulunga qayta pompalanadi, bu mushakning bo'shashishini ta'minlaydi. Sarkoplazmatik retikulumdagi kalsiy nasoslari (SERCA pompi) bu jarayon uchun asosiy energetik va tartibga soluvchi mexanizm hisoblanadi.

T-tubulalar — bu sarolemma (mushak tolasi plazmatik membranasi)dan mushak tolasi ichiga kirib boruvchi naychali invaginatsiyalardir. Ular har bir sarkomerning A va I disklari chegarasida joylashgan bo'lib, tashqi hujayra muhitidagi nerv impulsi to'liqlarini mushak hujayrasining ichki qismiga tez va samarali yetkazadi. T-tubulalar va sarkoplazmatik retikulum o'rtasidagi yaqin morfologik va funksional bog'liqlik tufayli nerv impulsi mushak qisqarishini tez va bir vaqtda boshlash imkonini beradi. Bu tizimning muvofiqlashtirilgan faoliyati mushak qisqarishining sinkron va kuchli bo'lishiga xizmat qiladi.

Mitoxondriyalar — mushak hujayrasining energiya stansiyalari hisoblanadi. Ayniqsa yurak mushaklari va tez charchamaydigan skelet mushaklarida mitoxondriyalar soni ko'p bo'lib, ular mushak qisqarishi uchun zarur bo'lgan ATF ni ishlab chiqaradi. Mitoxondriyalar miofibrillalar atrofida zich joylashgan va qisqarish uchun zarur bo'lgan energiyani tez yetkazib berishni ta'minlaydi. Ularning morfologik joylashuvi va soni mushak tolalarining funksional talablariga mos ravishda o'zgarib turadi.

Yurak mushak tolalarida maxsus yordamchi morfologik tuzilmalar — **interkalar disklar** mavjud. Ular hujayralararo mustahkam mexanik bog'lanish va elektr signallarini tez uzatishni ta'minlaydi.

Interkalar disklar uch asosiy komponentdan iborat:

- **Desmosomalar** (mexanik birikmalar)
- **Fazali birikmalar (gap junctions)** (elektrik signal uzatish)
- **Adherens birikmalar** (aktin filamentlarini bog'lash)

Bu tuzilma yurak mushagining ritmik va sinkron qisqarishiga morfologik asos yaratadi.

**Xulosa.** Mushak qisqarish mexanizmi o'zining murakkab morfologik asoslari bilan ajralib turadi. Asosiy qisqaruvchi elementlar — aktin va miozin filamentlarining o'zaro siljishi, sarkomer darajasida aniq tashkil etilgan tartib va struktura orqali boshqariladi. Bu jarayon mushak tolalari ichida sarkoplazmatik retikulum, T-tubulalar va mitoxondriyalarning o'zaro hamkorligi natijasida yuqori samaradorlik va tezlik bilan amalga oshadi.

Sarkoplazmatik retikulum kalsiy ionlarini saqlash va ularni sarkoplazmaga chiqarish orqali qisqarish va bo'shshishni tartibga soladi, T-tubulalar esa nerv impulslarini miofibrillalarga tez yetkazib berib, qisqarishning bir vaqtning o'zida va sinkron tarzda boshlanishini ta'minlaydi. Mitoxondriyalar mushak energiyasini doimiy yetkazib berish orqali qisqarish jarayonining uzluksiz davom etishiga xizmat qiladi.

Barcha bu morfologik tuzilmalar o'zaro murakkab integratsiyada ishlaydi va mushak qisqarishi uchun zarur bo'lgan yuqori darajadagi koordinatsiyani ta'minlaydi. Shu asosda mushak tolalari turli kuch, chidamlilik va tezlik xususiyatlariga ega bo'lib, organizmning harakat va hayotiy faoliyatini ta'minlashda muhim rol o'ynaydi.

Mushak qisqarish mexanizmining morfologik asoslarini chuqur o'rganish, nafaqat normal fiziologik jarayonlarni tushunishga, balki mushak tizimi bilan bog'liq kasalliklarni aniqlash va davolashda ham katta ahamiyat kasb etadi. Zamonaviy ilmiy tadqiqotlar ushbu morfologik tuzilmalarning yanada nozik molekulyar mexanizmlarini o'rganishga qaratilmoqda, bu esa kelajakda tibbiyot va biologiya sohasida yangi yutuqlarga zamin yaratadi.

#### Foydalanilgan adabiyotlar:

1. Alberts B. et al. *Molekulyar biologiyaning asoslari*. – T.: 2019.
2. Lodish H., Berk A., Kaiser C. A. *Molekulyar hujayra biologiyasi*. – Moscow: Binom, 2020.
3. Ross M. H., Pawlina W. *Histology: A Text and Atlas*. – Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, 2015.
4. Boron W. F., Boulpaep E. L. *Medical Physiology*. – Elsevier, 2017.

5. Purves D. et al. *Neuroscience*. – Sunderland: Sinauer Associates, 2018.
6. Standring S. *Gray's Anatomy: The Anatomical Basis of Clinical Practice*. – Elsevier, 2020.

