

MUSHAK QISQARISHINING MORFOLOGIK ASOSI

Hikmatov No‘mon Saydullo o‘g‘li

Termiz iqtisodiyot va servis universiteti Tibbiyot fakulteti 1-kurs talabasi

ORCID ID: 0009-0003-7359-9608

Email: nomonhikmatov@gmail.com

Annotatsiya: Ushbu maqolada mushak qisqarishining morfologik asoslari tizimli va ilmiy yondashuv asosida yoritilgan. Mushak to‘qimalarining turlari, ularning morfologik va funksional farqlari, ayniqsa skelet mushaklaridagi sarkomer tuzilmasi keng tahlil qilingan. Mushak qisqarishida kaltsiy ionlari va ATF molekulasi ishtirokining molekulyar mexanizmlari chuqur o‘rganilgan. Sarkomer tarkibiy qismlarining o‘zaro joylashuvi, harakat mexanizmlari va ularning fiziologik ahamiyati haqida ma’lumotlar berilgan. Shuningdek, bu jarayonlardagi buzilishlarning sog‘liq uchun oqibatlari haqida ham fikr yuritilgan. Maqola talabalarga, biologiya va tibbiyot sohasidagi mutaxassislar hamda tadqiqotchilar uchun nazariy va amaliy ahamiyatga ega.

Kalit so‘zlar: mushak to‘qimalari, sarkomer, qisqarish mexanizmi, kaltsiy ionlari, ATF, aktin, miozin, troponin, mushak morfologiyasi, sarkoplazmatik reticulum

МОРФОЛОГИЧЕСКАЯ ОСНОВА СОКРАЩЕНИЯ МЫШЦ

Хикматов Нўмон Саидулло ўғли

Термезский университет экономики и сервиса

Факультет медицины, студент 1-го курса

ORCID ID: 0009-0003-7359-9608

Email: nomonhikmatov@gmail.com

Аннотация: В данной статье морфологические основы сокращения мышц освещены на основе системного и научного подхода. Проведен подробный анализ типов мышечной ткани, их морфологических и функциональных различий, особенно структуры саркомера в скелетных мышцах. Глубоко изучены молекулярные механизмы участия ионов кальция и молекулы АТФ в процессе сокращения мышц. Представлены данные о взаимном расположении компонентов саркомера, механизмах движения и их физиологическом значении. Также рассмотрены последствия нарушений данных процессов для здоровья. Статья имеет как теоретическое, так и практическое значение для студентов, специалистов в области биологии и медицины, а также исследователей.

Ключевые слова: мышечная ткань, саркомер, механизм сокращения, ионы кальция, АТФ, актин, миозин, тропонин, морфология мышц, саркоплазматический ретикулум.

MORPHOLOGICAL BASIS OF MUSCLE CONTRACTION

Hikmatov No‘mon Saydullo o‘g‘li

Termez University of Economics and Service Faculty of Medicine, 1st-year student

Email: nomonhikmatov@gmail.com

ORCID ID: 0009-0003-7359-9608

Annotation: In this article, the morphological basis of muscle contraction is discussed from a systematic and scientific approach. The types of muscle tissues, their morphological and functional differences, especially the sarcomere structure in skeletal muscles, are analyzed in detail. The molecular mechanisms of calcium ions and ATP molecules' involvement in muscle contraction are deeply explored. Information about the relative positioning of sarcomere components, movement mechanisms, and their physiological significance is provided. Additionally, the consequences of disturbances in

these processes for health are also discussed. The article holds theoretical and practical significance for students, specialists in biology and medicine, as well as researchers.

Keywords: Muscle tissues, sarcomere, contraction mechanism, calcium ions, ATP, actin, myosin, troponin, muscle morphology, sarcoplasmic reticulum.

Odam organizmidagi mushak to‘qimalari harakatni amalga oshirish, tana holatini ushlab turish, ichki organlar faoliyatini muvofiqlashtirish, yurak urishini va qon aylanishini ta‘minlashda asosiy rol o‘ynaydi. Mushaklar ixtiyoriy va ixtiyorsiz qisqarishlar orqali organizmning tashqi va ichki muhitga moslashuvchanligini ta‘minlab beradi. Ayniqsa, harakat-motor tizimi faoliyatining asosini tashkil etuvchi mushaklar qisqarish xususiyatiga ega bo‘lgan maxsus hujayralardan tashkil topgan. Ushbu hujayralar o‘z tuzilishi va funksiyasi jihatidan o‘ziga xos bo‘lib, ularning qisqarish mexanizmlari murakkab morfologik va molekulyar tuzilmalarga asoslangan.

Mushak qisqarishining mohiyatini anglash uchun, avvalo, mushak to‘qimalarining mikroskopik tuzilmasini, ularni tashkil etuvchi hujayralar — mushak tolalari, ularning sitoplazmasidagi maxsus qisqaruvchan oqsillar, aktin va miozin filamentlari, ularning sarkomer deb nomlanuvchi strukturaviy birliklarda qanday tartibda joylashganini o‘rganish zarur bo‘ladi.

Shuningdek, mushak qisqarishida ishtirok etuvchi kalsiy ionlari, ATF energiyasi, troponin-tropomiozin komplekslari va nerv impulsi bilan bog‘liq neyromuskulyar uzatma mexanizmlari bu jarayonni boshqaruvchi asosiy omillardir. Ularning har biri morfologik jihatdan o‘ziga xos tuzilmaga ega bo‘lib, birgalikda muvofiqlashtirilgan tarzda ishlaydi.

Mushak qisqarishining morfologik asoslarini chuqur o‘rganish nafaqat normal fiziologik jarayonlarni tushunish, balki patologik holatlarni aniqlashda, masalan, mushak distrofiyasi, neyromuskulyar kasalliklar, yurak yetishmovchiligi va boshqa ko‘plab klinik holatlarni to‘g‘ri baholashda ham muhim ahamiyatga ega. Shu sababli, mushak qisqarishining morfologik asoslari — ya‘ni turli mushak to‘qimalarining tuzilishi,

sarkomerlar darajasidagi filamentlararo o'zaro ta'sirlar, ularning energiya ta'minoti va neyron stimulyatsiya bilan bog'liq mexanizmlari batafsil tahlil qilinadi.

Odam organizmida uch turdagi mushak to'qimalari mavjud bo'lib, ularning har biri tuzilishi, joylashuvi va funksional xususiyatlariga ko'ra farqlanadi:

1. Ko'ndalang-targ'il (skelet) mushak to'qimasi-skelet mushaklari ixtiyoriy harakatlarni ta'minlaydi va odamning tayanch-harakat tizimida asosiy rol o'ynaydi. Bu mushaklar markaziy asab tizimi tomonidan boshqariladi va harakatga bo'lgan ongli buyruqlar asosida qisqaradi. Morfologik jihatdan skelet mushaklari quyidagicha tavsiflanadi: Har bir mushak **ko'p yadroli**, uzun, silindrsimon tolalardan iborat, tolalar orasida **sarkoplazmatik retikulum**, **miofibrillalar** va **mitoxondriyalar** ko'plab uchraydi, har bir tolada minglab **sarkomerlar** bo'lib, ular mushak qisqarishining asosiy morfologik birligi hisoblanadi, mikroskop ostida ko'ndalang chiziqlanish kuzatiladi — bu aktin va miozin filamentlarining tartibli joylashuvi bilan bog'liq, skelet mushaklari qisqa muddatda kuchli qisqaradi, lekin tez charchaydi.

2. Yurak mushak to'qimasi (Myokard) - faqat yurakda uchraydi va ularning asosiy funksiyasi – qonning yurakdan chiqarilishini ta'minlashdir. Yurak mushak to'qimasi ham ko'ndalang-targ'il tuzilmaga ega, lekin bir qator o'ziga xos xususiyatlarga ega: tolalari **bir yoki ikki yadroli** bo'ladi, yadro hujayra markazida joylashgan, hujayralar **tarmoqlangan** bo'lib, o'zaro **interkalar diskalar** (interkalyasion bo'lmachalar) orqali tutashadi. Bu diskalar hujayralararo elektr impulslarining tez tarqalishini ta'minlaydi, yurak mushaklari **avtomatik ritmik** qisqarishga ega — ya'ni markaziy asab tizimidan mustaqil tarzda o'z ritmini saqlab turadi, mitoxondriyalar soni ko'p bo'lib, bu yurak mushagining doimiy energiya talabini qondirish uchun xizmat qiladi, yurak mushaklari o'rtacha tezlikda qisqaradi va yuqori chidamlilikka ega.

3. Silliqlik mushak to'qimasi - asosan ichki organlar (oshqozon-ichak, bronxlar, siydik yo'llari, qon tomirlari) devorida joylashgan va ularning harakati ongimizdan mustaqil ravishda (ixtiyorsiz) amalga oshadi. Bu mushaklar vegetativ asab tizimi tomonidan boshqariladi.

Har bir hujayra **bitta cho‘zilgan, markazda joylashgan yadroga** ega, hujayralar **veretensimon** (torayib boruvchi) shaklda bo‘ladi, mikroskop ostida **ko‘ndalang chiziqlanish** kuzatilmaydi, chunki sarkomerlar tartibli joylashmagan, qisqarish **sekin va uzoq davom etuvchi**, lekin **charchashga chidamli** bo‘ladi, aktin va miozin filamentlari mavjud, lekin ular tartibsiz tarzda joylashgan bo‘lib, hujayra bo‘ylab tarqalgan **tana jismlari** (dense bodies) orqali bog‘langan.

Mushak to‘qimalarini o‘zaro taqqoslovchi jadval

Ko‘rsatkichlar	Skelet mushaklari	Yurak mushaklari	Silliq mushaklar
Harakat turi	Ixtiyoriy	Ixtiyorsiz (avtomatik)	Ixtiyorsiz
Yadro soni	Ko‘p	1–2	Bitta
Hujayra shakli	Uzun, silindrsimon	Tarmoqlangan	Tor, cho‘zilgan
Ko‘ndalang chiziqlanish	Mavjud	Mavjud	Mavjud emas
Qisqarish tezligi	Juda tez	O‘rtacha	Sekin
Charchashga chidamlilik	Kam	Yuqori	Yuqori
Boshqaruv tizimi	Somatik asab tizimi	Avtonom + yurak tugunlari	Vegetativ asab tizimi

Mushak tolalarining asosiy qisqaruvchan qismi bo‘lmish **sarkomer** – bu miofibrillaning strukturaviy va funksional birligi hisoblanadi. Har bir skelet va yurak mushagi tolasi minglab sarkomerlar ketma-ket joylashgan miofibrillalardan tashkil topgan. Aynan sarkomer darajasida mushak qisqarishi uchun zarur bo‘lgan filamentlararo o‘zaro ta’sirlar sodir bo‘ladi.

Sarkomerning tuzilishi quyidagicha: Sarkomer ikki **Z-chiziq (Z-disk)** orasida joylashgan bo‘lib, quyidagi asosiy tarkibiy qismlarga ega:

Z-chiziqlar – aktin filamentlarining bog‘lanish nuqtasi bo‘lib, har bir sarkomer Z-diskdan boshlanadi va undan keyingisi bilan tutashadi.

I-disk (I-band) – faqatgina aktin (ingichka) filamentlardan iborat bo‘lgan zona. Bu zona Z-disk atrofida joylashgan.

A-disk (A-band) – miozin (qalin) filamentlar joylashgan markaziy qism. Uning ustma-ust tushgan qismida aktin va miozin birga joylashadi.

H-zona – A-diskning markazidagi faqat miozin filamentlari mavjud bo‘lgan soha.

M-chiziq (M-line) – miozin filamentlarini bir-biriga bog‘lab turuvchi oqsillar yig‘indisi.

Mushak qisqarishi sarkomer darajasida aktin va miozin filamentlarining o‘zaro sirpanish mexanizmi orqali amalga oshadi. Bu jarayon quyidagi bosqichlarda kechadi: **Nerv impulsi** mushak tolasi membranasiga (sarkolemaga) etib boradi va **kalsiy ionlari** sarkoplazmatik retikulumdan sitoplazmaga chiqadi. Kalsiy **troponin** kompleksiga birikadi va **tropomiozin** oqsili aktin filamentdagi faol markazni ochib beradi. Miozinning "boshi" ATF molekulasini yeb, aktin bilan bog‘lanadi va sirpanish harakati sodir bo‘ladi — bu **power stroke** deyiladi. ATFning yangi molekulasi kelib, miozin boshini aktindan ajratadi va jarayon yana takrorlanadi.

Sarkomer qisqarishi natijasida: Z-chiziqlar bir-biriga yaqinlashadi, I-disk torayadi, H-zona qisqaradi, A-disk uzunligi o‘zgarmaydi (chunki miozin uzunligi o‘zgarmaydi).

Sarkomer – mushak qisqarishining asosiy morfologik birligi bo‘lib, uning tuzilmasidagi har qanday nuqson yoki genetik o‘zgarish mushak faoliyatining buzilishiga olib keladi. Ayniqsa, **miopatiyalar**, **mushak distrofiyalari** va boshqa irsiy kasalliklar sarkomer tarkibiy oqsillaridagi mutatsiyalar bilan bog‘liq bo‘lishi mumkin. Shuningdek, sport tibbiyotida sarkomer darajasidagi o‘zgarishlar mushak massasi o‘sishi (gipertrofiya) yoki kamayishi (atrofiya) jarayonlarida muhim rol o‘ynaydi.

Mushak qisqarishi — bu faqat mexanik harakat emas, balki molekulyar darajadagi murakkab biologik jarayondir. Uning muvaffaqiyatli amalga oshishi uchun ikkita asosiy omil zarur: **kalsiy ionlari (Ca^{2+})** va **adenozin trifosfat (ATF)**. Bu ikkala molekula

mushak tolalarida sarkomer darajasida sodir bo'ladigan filamentlararo harakatni faollashtiradi va energiya bilan ta'minlaydi. Kalsiy mushak qisqarishini boshlovchi va nazorat qiluvchi asosiy signal elementidir. Quydagi ketma-ketlikda ishtirok etadi:

Nerv impulsi mushak hujayrasiga kelganda, sarkolemada depolarizatsiya yuz beradi.

Bu signal **sarkoplazmatik retikulum** (SR) dan **Ca²⁺ ionlarining ajralishiga** olib keladi.

Kaltsiy ionlari **troponin-C** oqsiliga birikadi va natijada **tropomiozin** aktin filamentining faol markazini ochadi.

Bu aktin filamentining **miozin boshchalari bilan bog'lanishiga** imkon yaratadi va sarkomerning qisqarish bosqichi boshlanadi.

Shunday qilib, kalsiy – qisqarish uchun “kalit” vazifasini bajaradi. Qisqarish tugagach, Ca²⁺ ionlari **ATF yordamida** sarkoplazmatik retikulumga qaytariladi va mushak tolasi bo'shashadi.

ATF mushak qisqarishida ikki asosiy yo'nalishda ishtirok etadi:

Energiya manbai sifatida: ATF **miozin boshchasi** bilan bog'lanib, uni aktindan ajratadi. ATFning parchalanishi (gidroliz) energiya ajralishiga olib keladi va miozin boshchasining "yuklanish" holatini tiklaydi. Bu energiya "**power stroke**" — ya'ni miozin boshchasining aktin bo'ylab harakatlanishini ta'minlaydi.

Kalsiyni orqaga qaytarishda: Mushak bo'shashishida ATF **kalsiy pompasi** (Ca²⁺-**ATFaza**) yordamida sarkoplazmatik retikulumga Ca²⁺ ni aktiv transport qiladi. Bu jarayon kalsiyning hujayra ichida kamayishini ta'minlaydi va qisqarish to'xtaydi.

ATF zaxiralari tugasa (masalan, o'limdan keyingi holatda), miozin aktinga bog'langan holda qoladi va mushak bo'shasha olmaydi — bu holat "**rigor mortis**" (o'lik qotishmasi) deb ataladi.

Kalsiy ionlari mushak qisqarishining "**start tugmasi**" bo'lsa, ATF esa bu harakatni amalga oshirish uchun zarur **yoqilg'i** hisoblanadi. Ularning birgalikdagi ishi mushak tolalarining qisqarish va bo'shashish jarayonlarini aniq va sinxron boshqaradi. Kalsiy va ATF muvozanatining buzilishi mushak faoliyatining pasayishiga yoki to'liq izdan

chiqishiga olib keladi, bu esa tibbiy va klinik nuqtayi nazardan ham katta ahamiyat kasb etadi.

Xulosa. Mushak qisqarishining morfologik asoslarini o'rganish biologiya va tibbiyot fanlari uchun muhim ahamiyatga ega. Mushak to'qimalarining tuzilishi, ayniqsa sarkomerning ichki tarkibi va ularning funksional mexanizmlari organizmda harakat, qon aylanish, nafas olish va boshqa ko'plab hayotiy jarayonlarni ta'minlaydi. Kalsiy ionlari va ATF molekulalarining ishtiroki mushak qisqarishining molekulyar darajasida qanday sodir bo'lishini tushunishga yordam beradi. Ushbu jarayonlardagi har qanday buzilishlar sog'liq uchun salbiy oqibatlarga olib kelishi mumkin. Shuning uchun mushaklar tuzilishini chuqur o'rganish nafaqat nazariy bilim, balki amaliy sog'liqni saqlash va davolashda ham katta ahamiyat kasb etadi.

Foydalanilgan adabiyotlar:

1. Абдуллаев А.А., Эргашев Х.Х. «Анатомия человека» – Тошкент: Тиб. нашриёт, 2020.
2. Каримов А.Н. «Одам анатомияси ва гистологияси» – Тошкент: Ўзбекистон, 2019.
3. Tortora, G.J., Derrickson, B.H. "Principles of Anatomy and Physiology" – Wiley, 15th Edition, 2017.
4. Marieb, E.N., Hoehn, K. "Human Anatomy & Physiology" – Pearson, 11th Edition, 2018.
5. Alberts, B. et al. "Molecular Biology of the Cell" – Garland Science, 6th Edition, 2014.
6. Saladin, K.S. "Anatomy & Physiology: The Unity of Form and Function" – McGraw-Hill, 8th Edition, 2020.
7. Widmaier, E.P., Raff, H., Strang, K.T. "Vander's Human Physiology" – McGraw-Hill Education, 15th Edition, 2018.
8. Huxley, A.F., Niedergerke R. "Structural changes in muscle during contraction" – Nature, 1954.