

INSON MUSHAK TO‘QIMALARINING MORFOFUNKTSIONAL, STRUKTURA TUZILISHI VA BOKIMYOVIY ASOSLARI

**Toshkent Tibbiyot Akademiyasi Termiz Filiali
talabasi Boyxonov Shohruh Bo`riboy o`g`li ,
Ilmiy rahbar , Assistent : Abdunazrov Mirjalol
Xudaysho`ko`r o`g`li.**

Annotatsiya: Ushbu maqolada inson mushak to‘qimalarining morfologik va funksional xususiyatlari, ularning tuzilish darajalari hamda biokimyoviy asoslari batafsil tahlil etilgan. Mushak to‘qimalari — silliq, yurak va skelet mushaklari — har biri o‘ziga xos tuzilish va funksiyaga ega bo‘lib, ularning hujayraviy, to‘qima darajasidagi tuzilmalari va ular orqali amalga oshiriladigan fiziologik jarayonlar o‘rganilgan. Shuningdek, mushaklarning energiya manbalari, metabolik yo‘llari (anaerob va aerob), ATF sintezi, kreatinfosfat tizimi va glikogenez jarayonlari biokimyoviy nuqtai nazardan ko‘rib chiqilgan. Maqolada mushak to‘qimalarining inson organizmidagi harakat, mushaklarni qisqarish mexanizmi biokimyosi, klinik xolatlar va biokimyoviy o‘zgarishlar yoritilgan.

Kalit so‘zlar: mushak to‘qimalari, endomysium, miofibrilla, sarkomer, mushak turlari, energiya almashinuvi, ATF, qisqarish va bo‘shashish, skelet mushaklari, yurak mushagi, miozin, aktin, myoglobin, mushak distrofiyasi, Atrofiya, Kreatinuriya.

Annotation: This article provides a detailed analysis of the morphological and functional properties of human muscle tissue, their structural levels and biochemical basis. Muscle tissue – smooth, cardiac and skeletal muscles – each has its own unique structure and function, and their cellular and tissue-level structures and physiological processes carried out through them are studied. Also, the energy sources of muscles, metabolic pathways (anaerobic and aerobic), ATP synthesis, creatine phosphate system and glycogenesis processes are considered from a biochemical point of view. The article covers the movement of muscle tissue in the human body, the biochemistry of the muscle contraction mechanism, clinical conditions and biochemical changes.

Keywords: muscle tissue, endomysium, myofibril, sarcomere, muscle types, energy metabolism, ATP, contraction and relaxation, skeletal muscle, cardiac muscle, myosin, actin, myoglobin, muscular dystrophy, Atrophy, Creatinuria.

Аннотация: В данной статье дается подробный анализ морфологических и функциональных свойств мышечной ткани человека, их структурных уровней и биохимической основы. Мышечная ткань — гладкая, сердечная и скелетная мышцы — каждая имеет свою уникальную структуру и функцию, и изучаются их клеточные и тканевые структуры и физиологические процессы, осуществляемые через них. Также с биохимической точки зрения рассматриваются источники энергии мышц, метаболические пути (анаэробные и аэробные), синтез АТФ, креатинфосфатная система и процессы гликогенеза. В статье рассматривается движение мышечной ткани в организме человека, биохимия механизма сокращения мышц, клинические состояния и биохимические изменения.

Ключевые слова: мышечная ткань, эндомиоцит, миофибрилла, саркомер, типы мышц, энергетический обмен, АТФ, сокращение и расслабление, скелетная мышца, сердечная мышца, миозин, актин, миоглобин, мышечная дистрофия, атрофия, креатинурия.

Turli hayot shakllari uchun harakatchanlik xos xususiyat hisoblanadi; mitotik apparatdagi xromosomalarning aniq to‘g‘rilanishi va tarqalishi, burganing sakrashi, shuningdek odam qo‘llarining ajoyib harakatlari va oyoq mushaklarining og‘ir ishini ko‘rsatish mumkin. Lekin bu turli-tuman funksiyalarni amalga oshirishda ko‘p bo‘lmagan kimyoviy mexanizmlar qatnashadi. Umurtqalilar skelet mushaklari qisqaruvchi apparati eng yaxshi o‘rganilgan sistema hisoblanadi.

Mushaklar funksiyalari va vazifalari:

-Harakatni ta'minlaydi – tana va uning qismlarini harakatlantiradi.

-Tana holatini saqlaydi – tik turish va muvozanatni ushlab turadi.

-Ichki organlar faoliyatini boshqaradi – yurak urishi, nafas olish, hazm jarayoni va boshqalar.

-Issiqlik hosil qiladi – tana haroratini me'yorda ushlab turadi.

-Ichki organlarni himoya qiladi – zarbalardan saqlaydi

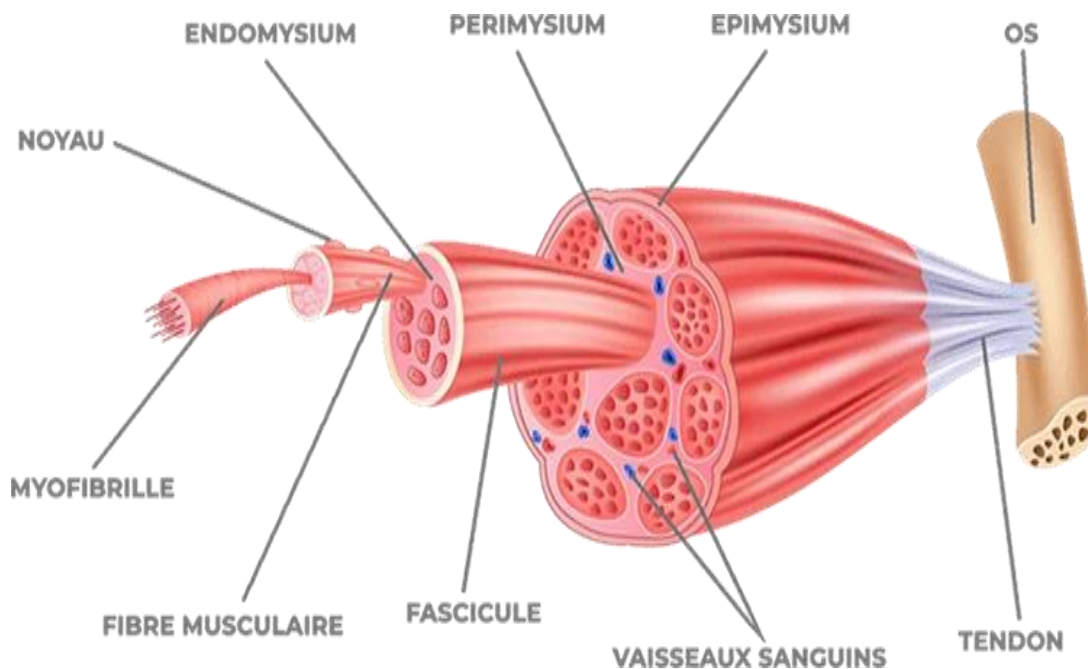
Mushak turlarining biokimyosi

-Oq mushak tolalari (tez qisqaruvchi, Type II)

Anaerob energiya manbalaridan foydalanadi. Tez, kuchli harakatlarda faol.

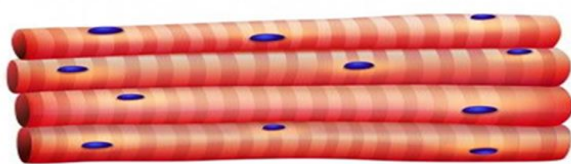
-Qizil mushak tolalari (sekin qisqaruvchi, Type I)

Mitoxondriyalar ko‘p, aerob metabolizm rivojlangan. Uzoq davom etuvchi harakatlarga moslashgan.

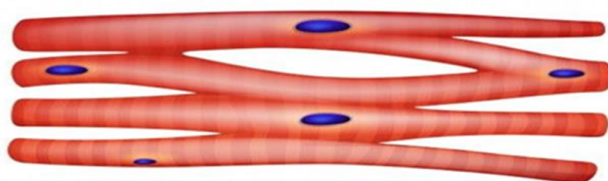
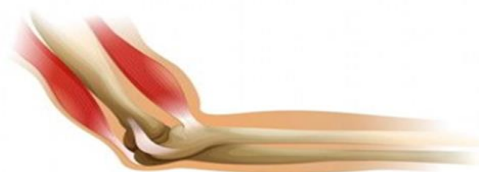


Mushak qatlamlari : epimizey, perimizey, endomizey.

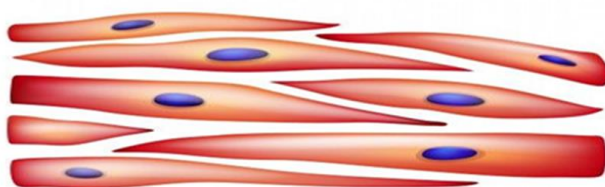
Types of Muscle Cells



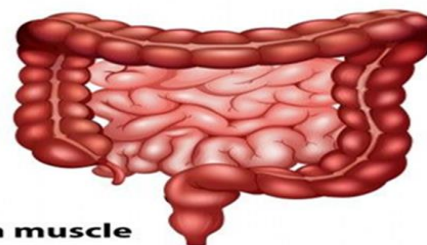
skeletal muscle



cardiac muscle



smooth muscle



Inson organizmida :

3 – turdagi mushaklar bo`lib, bir-biridan quyidagicha farq qiladi:

-Skelet mushagi;

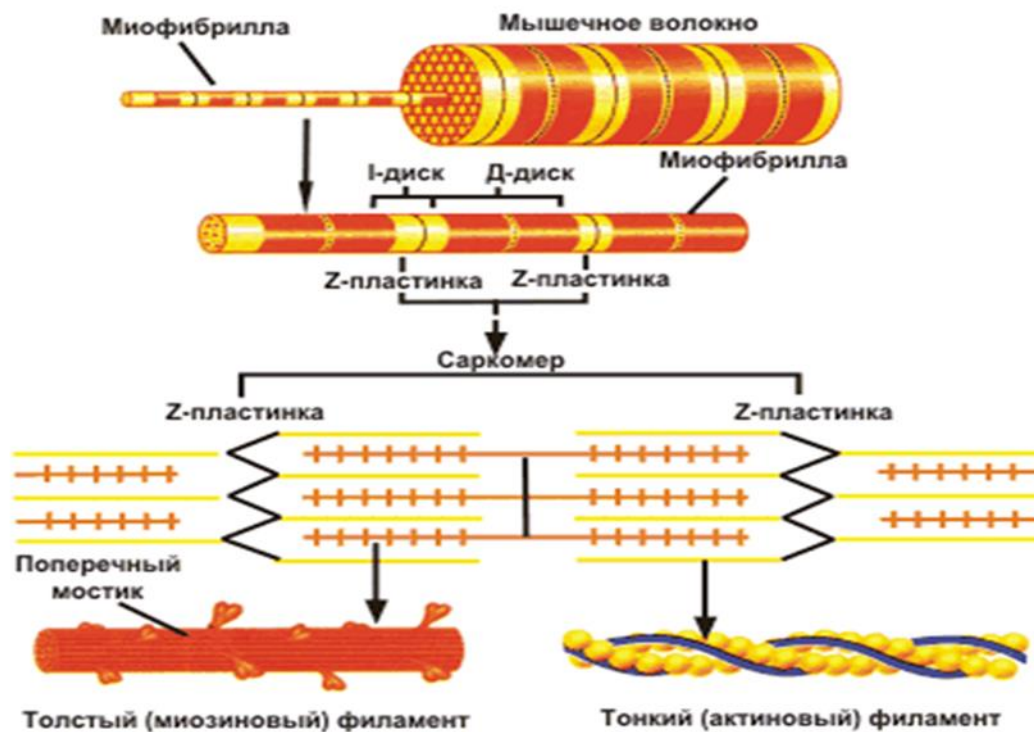
-Yurak mushagi;

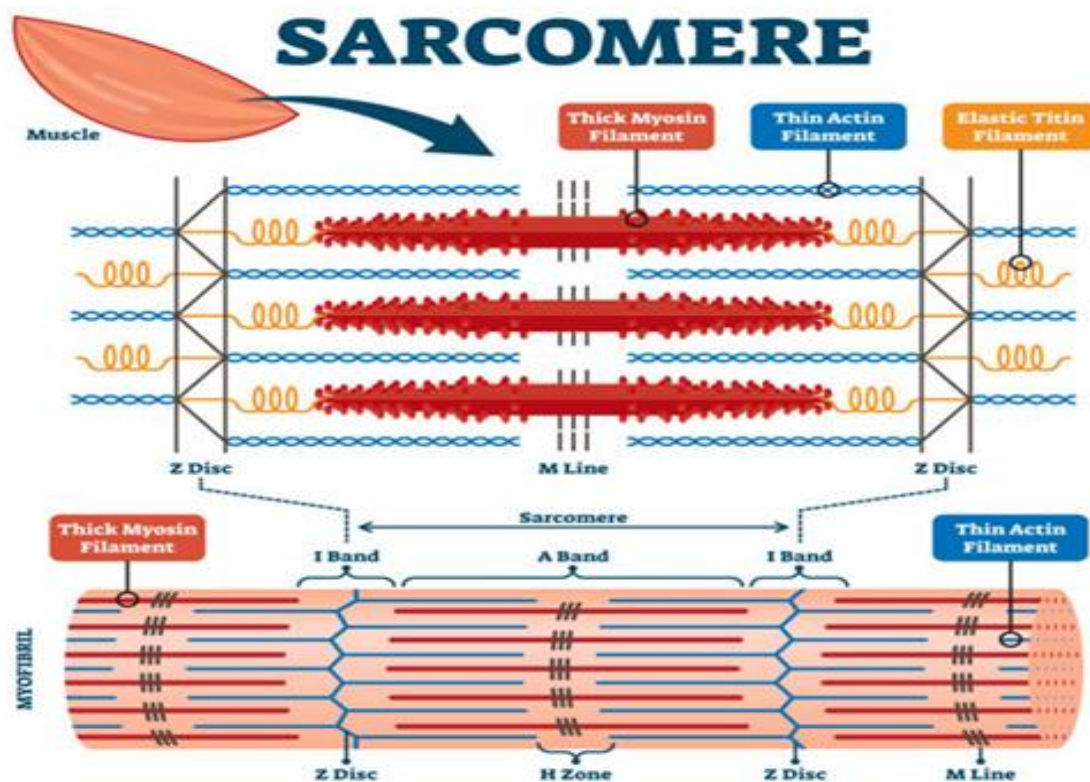
- Silliq mushak.

Mushak tolalari – diametri 1 mkm bo`lgan, ko`ndalang joylashgan fibrillalardan tuzilgan, ularda ketma-ket keluvchi qora va oq disklar ko`rinadi. Qora disklar ikkilamchi nur sindirish qobiliyatiga ega bo`lib, **A**-(anizotrop) disklar deb ataladi; oq disklar ikkilamchi nur sindirish qobiliyatiga ega emas. Ular **I**-(izotrop) disklar deb ataladi. I disk o`rtasida kengligi taxminan 80 nm bo`lgan pishiq **Z** chiziq joylashgan. Bu chiziq tolani butun ko`ndalangi bo`yicha kesib o`tib, fibrillalarni bir boylamda ushlab turadi hamda bir vaqtda ko`p fibrillalar A- va I-disklarining joylashishini tartibga soladi.

Elektron mikrosko‘pda miofibrill strukturalarning agregatlar sifatida mavjudligi aniqlandi. Ular diametri 14 nm, uzunligi 1500 nm va birbiridan 20-30 nm oraliqda joylashgan yo‘g‘on filamentlar va ular o‘rtasida diametri 7-8nm bo‘lgan ingichka filamentlardan iborat.

Tinch holatda **H** zonada ingichka, **I** diskda esa qalin filamentlar bo‘lmaydi. Qalin filamentlar **miozindan**, ingichkalar – **aktindan** iborat. Qisqarishda sarkomer o‘zining birlamchi uzunligiga nisbatan 25-30%ga kaltalashadi. Maksimal qisqarishda to‘qnash keluvchi ingichka filamentlar bir-biri bo‘icha siljiydi va qisman bir-birini yopadi. Ayni vaqtda qalin filament uchlari sarkomer ikkala Z-chiziqlari bilan bog‘lanadi.





Qisqarish (kontraktsiya):

Asosiy moddalar: ATP, Ca^{2+} (kalsiy), aktin, miozin.

Jarayon:

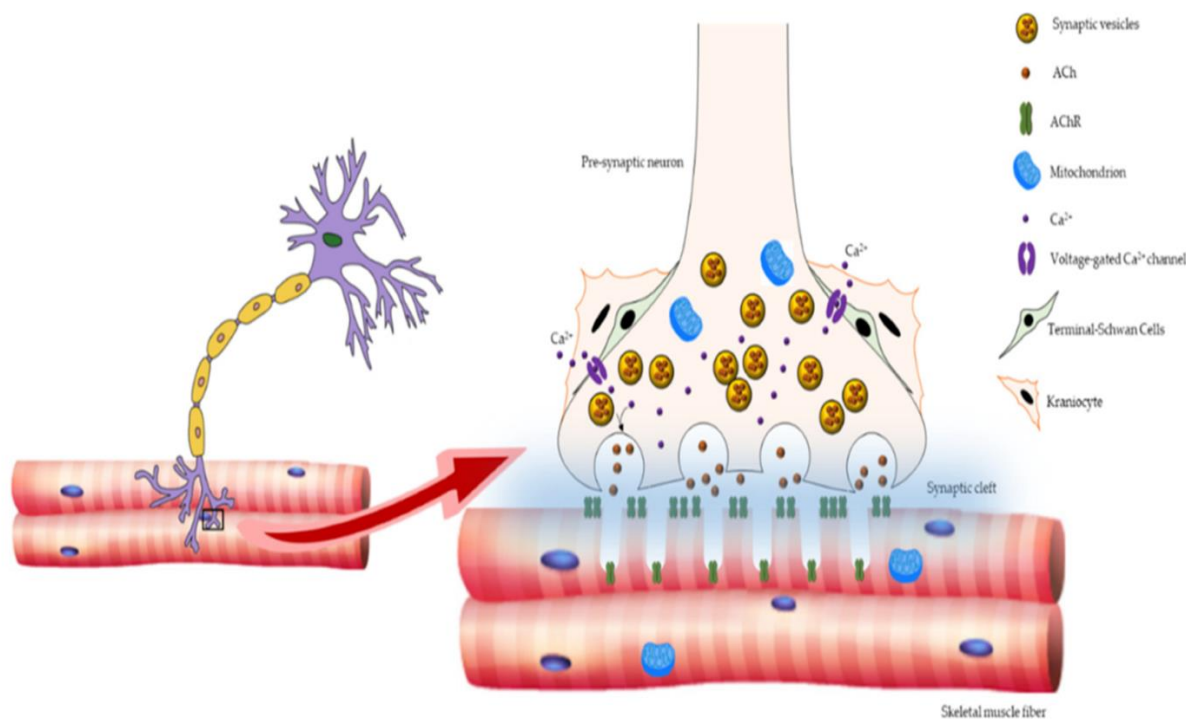
Nerv impulsi mushakka keladi.

Sarkoplazmatik retikulumdan Ca^{2+} ajraladi.

Ca^{2+} **troponin** bilan bog‘lanadi → **tropomiozin** aktin yo‘lidan chiqadi.

Miozin boshchasi ATP ni parchalab, energiya oladi va **aktin bilan bog‘lanadi**.

Miozin harakat qiladi → **mushak qisqaradi**.



Nerv impulsi qabul qilingandan keyin sarko‘plazmatik retikulum membranasi o‘tkazuvchanligi tez o‘zgaradi va Ca^{2+} ionlari sarko‘plazmaga chiqadi. Bunda sodir bo‘ladigan mushak qisqarishi miofibrillalarning Ca^{2+} konsentratsiyasi 10^{-5} – 10^{-6} Mda bo‘lganda ATF bilan bog‘lanish qobiliyatiga bog‘liq bo‘ladi. Aktomiozin sistemasining Ca^{2+} ionlariga sezuvchanligi -aktin iplarida troponin oqsilining mavjudligiga bog‘liqdir. Kalsiy troponin bilan bog‘lanadi va uning molekulasida konformatsion o‘zgarishlar vujudga keladi. Bu esa troponin-tropomiozin kompleksining F-aktin tarmoqida harakatlanishiga olib keladi va aktin faol markazlari bloksizlanadi, miozin bilan birikish qobiliyatiga ega bo‘ladi.

Bo‘shash (relaksatsiya): Nerv impulsi to‘xtaydi.

Ca^{2+} yana **sarkoplazmatik retikulumga qaytadi** (ATP yordamida).

Troponin va tropomiozin **avvalgi holatga qaytadi.**

Aktin va miozin ajraladi, mushak bo‘shashadi.

Kalsiy konsentratsiyasi kamayganda erkin tropomiozin aktin faol markazini

berkitadi va natijada aktomiozin hosil bo‘lishiga to‘sqinlik qiladi. Bu mushak bo‘shashining asosiy sababidir.

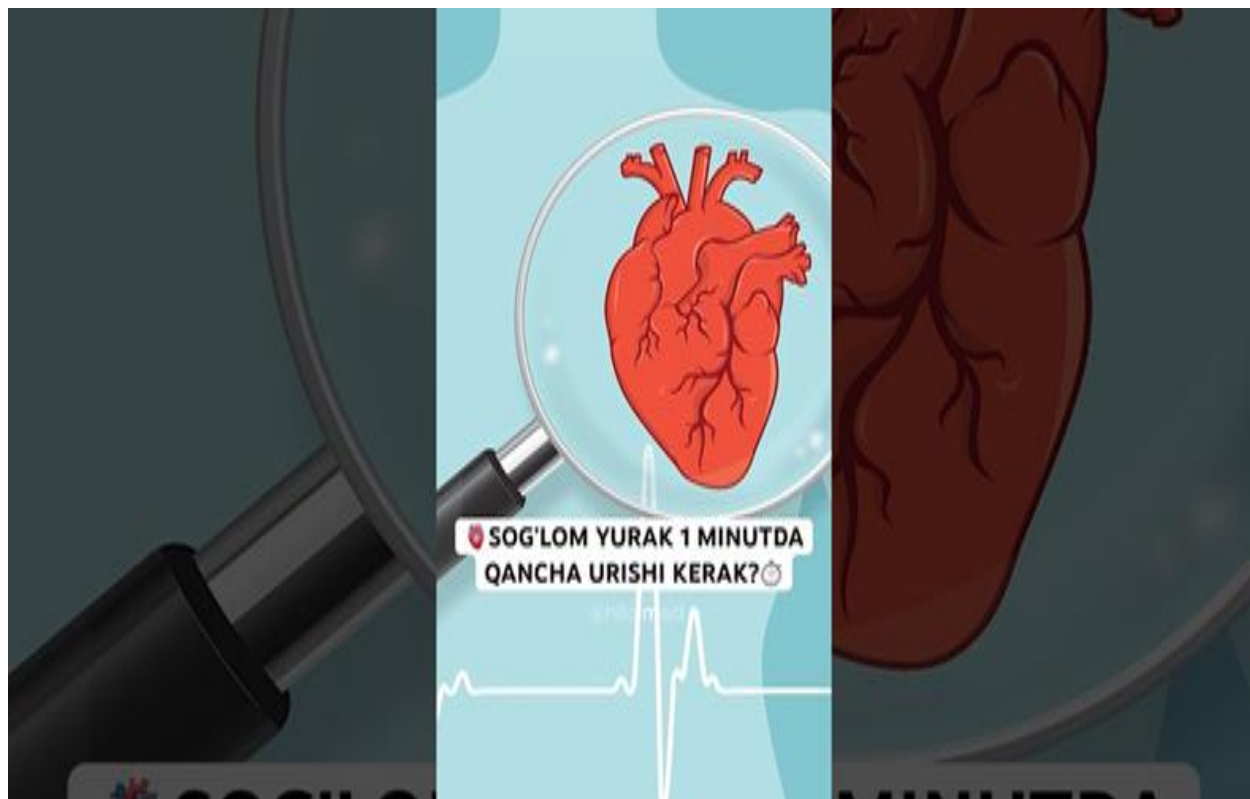
Muhim:

ATP har ikkala jarayon (qisqarish va bo‘shash) uchun zarur.

Agar ATP bo‘lmasa (masalan, o‘limda) → **mushaklar bo‘shamaydi** .

Mushaklardagi energetik almashinuvning o‘ziga xos tomonlari Mushaklarning qisqarishi va bo‘shashishi uchun energiya ATF sifatida bo‘ladi. Zaxira energiya ko‘p bo‘lmagan miqdordagi ATF va kreatinfosfat holatida bo‘ladi. Bu zaxira 10-12 soniyaga yetadi. Mushak beto‘xtov ishlaganda 40-50 soniyadan keyin glikogenning anaerob parchalanishi eng yuqori ko‘rsatkichda bo‘ladi, 60-70 soniyadan keyin ishlayotgan mushakka O₂ transporti ortishi hisobiga aerob jarayonlar ustun turadi. Mushak tolasini ko‘p miqdorda o‘ragan mitoxondriyalarda aerob parchalanish natijasida ATF hosil bo‘ladi. ATFning resintezi ADFning kreatinfosfat bilan transfosforlanishi hisobiga boradi. Ushbu reaksiyalarni kreatinkinaza fermenti katalizlaydi: Kreatinfosfat + ADF → kreatin + ATF ATFning bunday resintezlanish yo‘li juda tez va samaralidir

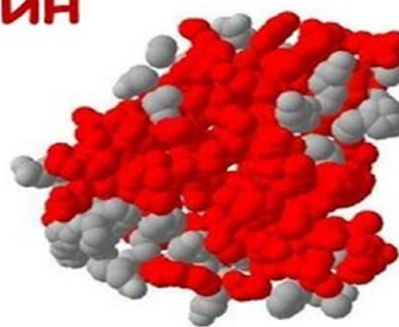
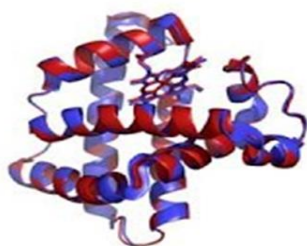
Muskulda umumiy ATF miqdori muskul massasining 1g ga taxminan 5 mk mol ni tashkil etadi. ATF sintezi to‘xtaganida bu miqdor taxminan 445 l sekundli ishga yetadi. Bundan 1 g muskulga har sekundda 5 mkmol atrofida ATF sintezlanib turishi kerak degan xulosa kelib chiqadi. Mana shunga asoslanib, tanadagi muskullarning 1/3 qismi (taxminan 10 kg muskul) ishga tushadigan va ish 10 daqiqa davom etadigan bo‘lsa, shu vaqt ichida 1,5 kg atrofida ATF sintezlanishini (va xuddi shunchasi ADFga aylanishini) hisoblab chiqish mumkin. Bu raqam taxminiy bir kattalik bo‘lib, ko‘p darajada ishning jadalligiga bog‘liq bo‘ladi.



Yurak mushagida ATF va kreatinfosfatning miqdori skelet mushagiga nisbatan kam, ATFning sarflanishi esa yuqori. Shuning uchun miokarda ATFning resintezi skelet mushagiga nisbatan jadalroq boradi. Yurak mushagi uchun energiyaga boy fosforli birikmalarning hosil bo‘lish yo‘li bo‘lib, kislorodni sarflanishi bilan bog‘liq bo‘lgan oksidlanuvchi fosforlanish hisoblanadi. Shuning uchun ham yurak mushagi kislorodning yetishmovchiligiga juda sezgir. Skelet mushagiga nisbatan yurak mushagidagi modda almashinuvining o‘ziga xos tomoni bo‘lib, unda yog‘ kislotalarining oksidlanishi hisoblanadi. Yurak mushagida yog‘ kislotalarning oksidlanishi uchun 65-70%, uglevodlarning oksidlanishi uchun esa 30- 35% kislorod sarflanadi. Olein kislota miokarda juda yaxshi oksidlanadi.



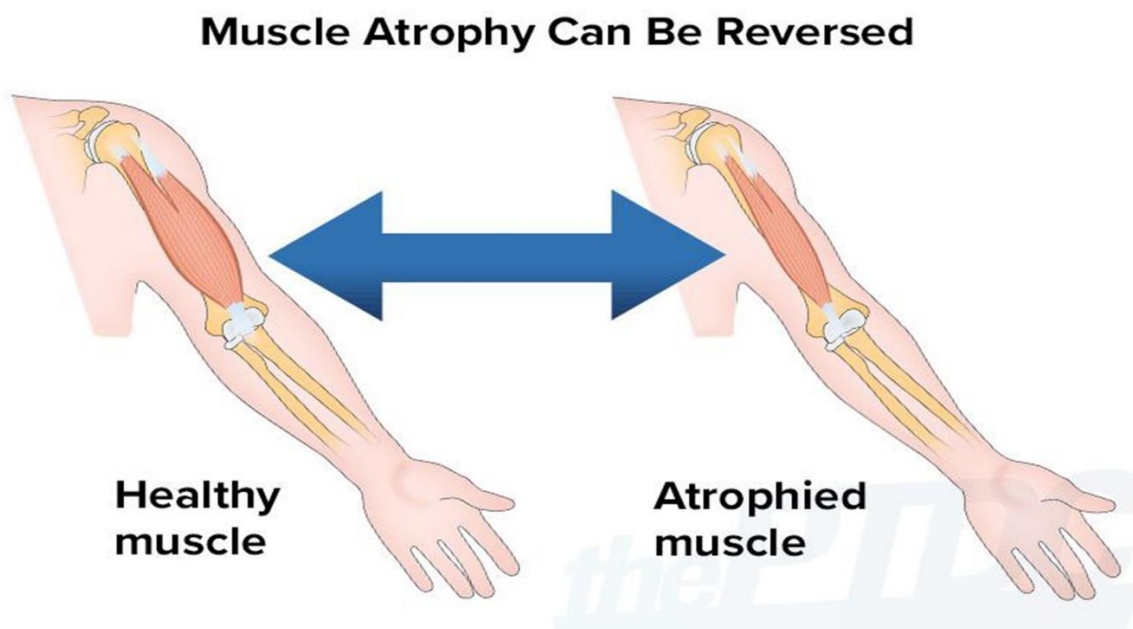
Миоглобин



Миоглобин oqsilining asosiy vazifasi mushaklarda kislorodni tashish. Mushak qancha ko‘p ish bajarsa, ularda mioglobin miqdori shuncha ko‘p, shuning uchun ular qizil rangga bo‘yalgan. Organizmga tushayotgan kislorodning 14% mioglobinda saqlanadi. Bu oqsilning kislorod bilan faol bog‘lanish qobiliyati (gemoglobinga nisbatan kislorod bilan bog‘lanishi 5 marotaba yuqori) mushak to‘qimasida kislorod zaxirasini hosil qilishga imkon beradi.

Mushak distrofiyasi va denervatsiyasidagi biokimyoviy o‘zgarishlar Mushak distrofiyasi va denervatsiyasida miofibrillar va ba’zi sarko‘plazmatik oqsillarning, shuningdek mioalbuminning miqdori keskin kamayadi. ATF va kreatinfosfat konsentratsiyasi, karnozin va anzerin miqdori pasayadi. Mushak to‘qimasining parchalanishi bilan bog‘liq bo‘lgan rivojlanuvchi mushak distrofiyalarida mushak fosfolipid tarkibida o‘zgarishlar kuzatiladi: fosfotidilxolin va fosfotidiletanolamin konsentratsiyasi keskin kamayadi, sfingomiyelin va lizofosfatidilxolin ko‘payadi. E-avitaminoz davrida, muskullar denervatsiyalanganda, qimirlashi chegaralanganda (gips qo‘yilganda), paylar kesilganda muskul tolalari 446 zo‘r berib parchalanadi. E-avitaminozda muskullar atrofiyasi muskul lizosomalari membranalarning peroksid ishtirokida lipidlar oksidlanishi mahsulotlari bilan

zararlanishiga bog‘liq, chunki antioksidant (vitamin E) bo‘lmaganida bunday oksidlanish ancha faol holda boradi.



Atrofiya — to‘qimalar oziqlanishining buzilishi oqibatida a‘zolarning kichrayib, hujayralar sifatining o‘zgarishi. Fiziologik va patologik atrofiya tafovut qilinadi.

Fiziologik atrofiya – a‘zolar faoliyatining to‘xtashi natijasida ro‘y beradi. Chunonchi, organizm o‘shishdan to‘xtaganda, ayrisimon bez atrofiyalanib, yog‘ to‘qimasi ko‘payadi. Odam qarigan sari a‘zolar faoliyati susayishi natijasida bezlar va ichki a‘zolar hajmi kichrayadi, teri elastikligi yo‘qolib, ajin paydo bo‘ladi.

Patologik atrofiyaga -turli kasalliklar (sil, o‘smalar, zaharlanish va boshqalar) sabab bo‘ladi. Bunda a‘zolar hajmi kichrayadi. Atrofiya sabablari yo‘qotilsa, a‘zolar asli holiga qaytishi mumkin, jumladan, singan suyak bitgandan so‘ng atrofiyalangan mushaklar tiklanib, harakat me‘yorlashadi. Atrofiyaning oldi olinmasa, hayot uchun xavf tug‘dirishi mumkin. Masalan, ko‘z nervi atrofiyasi ko‘rlikka, mushaklar atrofiyasi falajlikka, jinsiy bezlar atrofiyasi bepushtlikka sabab bo‘ladi.

Kreatinuriya –mushak to‘qimasi patologiyalari uchun kreatin metabolizmining o‘zgarishi va uning siydik bilan ko‘p miqdorda chiqarilishi (kreatinuriya) xos hisoblanadi. Uning miqdori bir kecha-kunduzda 2 g ga boradi. Miopatiyasi bo‘lgan kasallarda kreatinuriya kreatinning skelet mushagida ushlanib turishi va

fosforlanishining buzilishi natijasidir. Kreatinfosfat sintezi buzilgan bo‘lsa, kreatinin hosil bo‘lmaydi va uning miqdori siydikda keskin pasayadi. Kreatinuriya va kreatin sintezi buzilishi natijasida siydikning kreatin ko‘rsatkichi keratin/keratinin keskin ortadi.

Morfofunktsional va strukturaviy asoslarni o‘rganishning ahamiyati

Mushak to‘qimalarining turi (skelet, yurak, silliq mushaklar) va ularning mikroskopik tuzilishini o‘rganish orqali turli kasalliklarni tashxislashda yordam beradi. Hujayra yadrosi, miofibrillalar, sarkolemma, sarkoplazmatik retikulum va mitoxondriyalar kabi tuzilmalarning funksional ahamiyati o‘rganiladi. Mushak qisqarishi, energiya ishlab chiqarish va qayta tiklanish jarayonlari chuqur o‘rganiladi. Harakat, kuch, chidamlilik va mushak tonusiga bog‘liq fiziologik jarayonlar tahlil qilinadi.

Biokimyoviy asoslarni o‘rganishning ahamiyati

ATP, kreatinfosfat, glikoliz, oksidativ fosforlanish va sut kislotasi ishlab chiqarish kabi energiya almashinuvi mexanizmlarini tahlil qilish mushak faoliyatining asosiy yo‘nalishlaridan hisoblanadi. Mushak to‘qimalaridagi oqsillar (aktin, miozin, troponin, tropomiozin) sintezi va ularning funksional muvozanatini o‘rganish. Mushaklar o‘sishi, regeneratsiyasi va atrofiyasiga ta’sir qiluvchi biokimyoviy faktorlar — masalan, gormonlar (testosteron, IGF-1), sitokinlar, ozuqaviy moddalarning roli.

Sport va jismoniy tayyorgarlikda qo‘llanilishi: Mushaklarning ishlash mexanizmini chuqur o‘rganish orqali sportchilarda optimal yuklama va tiklanish strategiyalarini yaratish mumkin. Mushak massasi va kuchini oshirish bo‘yicha aniq, ilmiy asoslangan dasturlar tuziladi.

Tibbiyot va rehabilitatsiyada: Mushak atrofiyasi, miopatiyalar, distrofiyalar kabi mushak kasalliklarining kelib chiqish sabablari va davolash yo‘llari aniqlanadi. Neyromushak kasalliklarida regeneratsiya va protez-mushak interfeyslarini o‘rganish imkoniyati kengayadi.

Gerontologiya yo‘nalishida: Keksayish bilan bog‘liq mushak zaiflashuvi (sarkopeniya)ni oldini olish uchun individual profilaktika va terapiya ishlab chiqiladi.

Kelajakdagi istiqbollar

Sun’iy mushaklar: biotexnologik usullar bilan ishlab chiqilayotgan sun’iy mushaklar protezlar va robototexnika uchun muhim.

Mushak biosensorelari: mushakdagi faoliyatni real vaqt rejimida o‘lchovchi sensorlar reabilitatsiya va sportda ishlatilmoqda.

Xulosa

Mushak bioximiyasi mushaklar harakati, energiya ishlab chiqarish, qisqarish va tiklanishni ta’minlovchi kimyoviy jarayonlarni o‘rganadi. Inson mushak to‘qimasi o‘zining murakkab morfologik va biokimyoviy tuzilishi orqali harakat va organizmning hayotiy funksiyalarini ta’minlaydi. Mushaklarning tuzilishi va energiya almashinuvi jarayonlari ularning samarali ishlashiga asos bo‘lib, sog‘liq va harakat qobiliyatining kafolatidir. Mushaklarning normal faoliyatini saqlash uchun ularning morfofunktsional va biokimyoviy xususiyatlarini chuqur o‘rganish zarur. Asosiy energiya manbalari — ATP, kreatin fosfat, glikoliz va yog‘ kislotalari hisoblanadi. Bu jarayonlardagi buzilishlar mushak kuchsizligi, og‘riq va 228erment kasalliklar (distrofiyalar, miopatiyalar)ga olib keladi. Mushak bioximiyasi klinik diagnostika va davolashda muhim rol o‘ynaydi.

Adabiyotlar ro‘yxati

1. Sabirova R.A, Yuldashev N.M, Inoyatova F.X “Biokimyo “ darsligi .Toshkent – 2024 . 247-271- sahifalar.
2. Axmedov, S., & Tursunov, R. “Mushaklarning bioenergetikasi va metabolizmi.” Toshkent-2020, O‘zbekiston tibbiyot nashriyoti. 85-95-sahifalar.
3. Rasulova, M. “Mushak to‘qimasining biokimyoviy xususiyatlari.” Biologiya va tibbiyot jurnali, 15-son, 45-53-sahifalar.
4. Qodirov, B. “Mushaklarning mushak oqsillari va ularning 228ermentative faolligi.” Toshkent-2021, Fan va texnologiyalar nashriyoti.
5. Mustafayev, A. “Mushaklarning molekulyar biokimyosi va signal o‘tkazish mexanizmlari.” Tibbiyot fanlari jurnali, 7-son, 60-68-sahifalar.