

O'ZBEKISTON DAVLAT JISMONIY TARBIYA INSTITUTI

# SPORT BIOXIMIYASI

TOSHKENT – 2010

Muallif:

*To'ychiboyev M.U. – biologiya fanlari doktori, professor.*

Taqrizchilar:

*Valixonov M.N. – biologiya fanlari doktori, professor.*

*Sultanova Yu.M. – biologiya fanlari nomzodi, dotsent.*

Darslik O'zbekiston Respublikasi Oliy va o'rta maxsus ta'lim hamda O'zbekiston Respublikasi madaniyat va sport ishlari vazirliklari tomonidan tasdiqlangan sport biokimyosining namunaviy dasturi asosida tayyorlangan. Quyidagi bo'limkarni o'z ichiga oladi: muskul va muskulning qisqarish biokimyosi; muskul ish faoliyatidagi bioenergetik jarayonlar; muskul ish faoliyatidagi biokimyoviy jarayonlarning dinamikasi; toliqishning biokimyoviy asoslari; sportchilarning tezkorlik-kuchlilik sifatlari, chidamkorligi va ularni rivojlantirish uslublarining biokimyoviy asoslari; sport mashqlanish jarayonidagi biokimyoviy adaptatsiyaning qonuniyatlari; sportchilar ovqatlanishining biokimyoviy asoslari va sportda biokimyobiy nazorat.

Darslik jismoniy tarbiya institutlari magistrantlari va yosh o'qituvchilar uchun mo'ljallangan. Lekin ushbu darslik boshqa o'quv yurtlarining jismoniy tarbiya fakultetlarining talabalari, barcha sport trenerlari va sport sohasida ishlayotgan shifokorlar uchun ham foydali qo'llanma bo'la oladi.

## MUQADDIMA

Keyingi yillarda biokimyo fanining tez rivojlanishi yangi eksperimental faktlarning to'planishi, bir qator muhim qonuniyatlarning o'rnatilishi, yangi konsepsiya va nazariyalarning paydo bo'lishi bilan xarakterlanadi. Bularning hammasi ko'p jihatdan sport biokimyosiga tegishli. Shu sababli sport biokimyosi sohasidagi bilimlarning zamonaviy darajasini yetarli to'la miqyosda aks ettiradigan yangi darslikni tayyorlash va nashr etish zaruriyati tug'ildi.

Ushbu darslik "Sport biokimyosi"ni tayyorlash vaqtida magistrantlarda biokimyoning bakalavrlar kursi hajmida kerakli maxsus tayyorgarligi borligi hisobga olingan. O'quv materiallarini bayon qilishda turli jismoniy mashqlar bilan shug'ullanish jarayonida odam organizmining organ va to'qimalarda sodir bo'ladigan biokimyoviy jarayonlarning funksional aspektlarini muallif iloji boricha to'laroq aks ettirishga harakat qilgan.

Ushbu darslikni ishlash jarayonida muallif bu darslik "Sport biokimyosi" jismoniy tarbiya institutlarining magistrantlari, trenerlar, shifokorlar va boshqa jismoniy tarbiya va sport mutaxassislari uchun mo'ljallanganligini diomo yodda tutgan. Shu sababli u asosiy e'tiborni muskul faoliyati uchun bevosita energiya manbai (ATP) bo'lib xizmat qiladigan aerob va anaerob bioenergetik mexanizmlarni ochish va boshqarish yo'llarini takomillashtirishga, sportchilarning tezkorlik-kuchlilik sifatlari va chidamkorligini rivojlantirish va yaxshilashga yo'naltirilgan uslub va vositalarini biokimyoviy asoslab berishga, sportchilarning ratsional balanslashtirilgan ovqatlanishining asosiy prinsiplarini aniqlashga, sport ish qobiliyatini oshirish yo'llari va vositalarini izlab topishga, biokimyoviy nazoratni tashkil qilish hamda o'tkazishga va boshqalarga qaratgan.

Darslikda muallifning uzoq yillar davomida O'zbekiston Dablat jismoniy tarbiya institutida sport biokimyosi bo'yicha o'qigan ma'ruzalar kursi asos qilib olingan.

Magistrantlar biokimyoviy bilimlarni yaxshi o'zlashtirishlari uchun har bir bo'limning oxirida asosiy tushuncha va terminlarning lug'atini, nazorat savollari va topshiriqlar hamda o'zini tekshirib ko'rishi uchun test topshiriqlarini keltirilgan.

# 1. MUSKUL VA MUSKULLARNING QISQARISH BIOKIMYOSI

## 1.1. Muskullarning tuzilishi

Tana og'irligining 40-42% ini muskul to'qimasi tashkil qiladi. Muskullarning asosiy funksiyasi – qisqarish va bo'shashish yo'li bilan barcha harakatlarni ta'minlash. Kimyoviy energiyaning mexanik energiyaga aylanish yo'li bilan muskullarning qisqarishida ish bajariladi.

Muskul huddi dvigatel kabi juda yuqori foydali ish koefisientiga ega – f.i.k. (30-50 b). Alohida ajratib olingan muskulning f.i.k. 53% ni tashkil qiladi. Odamlarning barqaror holatida f.i.k. 49% ga etadi. Odam qo'li bilan yaratilgan birona mashina bunday yuqori f.i.k. ga ega emas. Mashinalar uchun eng yuqori f.i.k. 35% ga teng. Odam qo'li bilan yaratilgan mashinalarda moddalarning potensial energiyasi (kimyoviy energiyasi) oldin issiqlik energiyasiga aylanadi va so'ngra – mexanik energiyaga. Shu bilan birga ko'p energiya yo'qoladi. Muskullarda esa organic moddalarning kimyoviy energiyasi to'g'ridan-to'g'ri mexanik energiyaga aylanadi va energiyaning yo'qotilishi nisbatan ancha kam. Muskullarni qisqarishida energiya muskul qisqartiruvchi oqsillarini o'zaro tortilish kuchini o'zgarishiga va fazoda birgalikda joylashishiga sarflanadi.

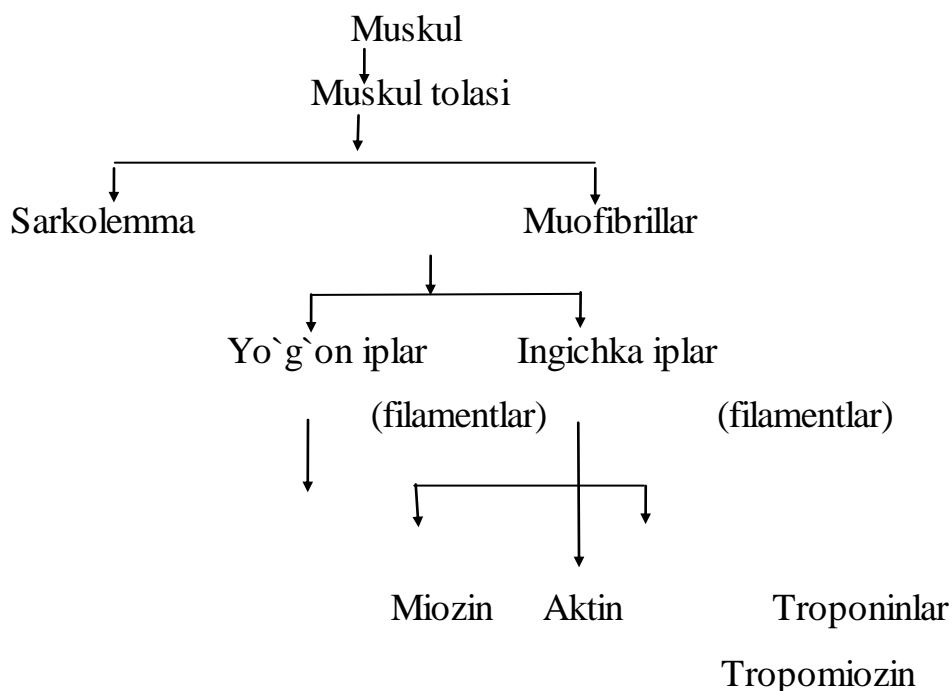
Evalyutsiya jarayonida to'qimalarning differensiyasi paydo bo'lgan. Qisqarish farayonini ta'minlaydigan to'qima – bu muskul to'qimasi.

Odam va hayvonlarda ikki tipdagi muskullar bo'ladi – **ko'ndalang-targul** (skelet) va **silliqlik muskullar**. Sport biokimyosi uchun skelet muskullari muhim ahamiyatga ega.

Muskullarning struktura – funksional birligi bo'lib **muskul tolalari hizmat qiladi**. Muskul tolalari uch hil bo'ladi: **oq tez qisqaradigan (FT)**, **qizil sekin qisqaradigan (ST)** va **oraliqlik (FR)** muskul tolalari. Biokimyoviy nuqtai nazaridan ular asosan muskul qisqarishining energetik ta'minotini bioenergetik mehanizmlari bilan o'zaro farqlanadi. Masalan, FT tolalarida asosan anaerob oksidlanish jarayonlarining fermentlari ko'p bo'ladi (glikoliz jarayoni fermentlari, sarkoplazmatik kreatinkinaza va boshqalar), ST tolalarda esa – asosan aerob

oksidlanish jarayoning fermentlari (uchkatbon kislotalar sikli, oksidlanishli – fosforlanish, moy kislotalarining B-oksidlanishi), hamda bularda mitoxondriyalarning soni va hajmi ko`p bo`ladi va mioglobulin oqsilini miqdori ham yuqori bo`ladi. Manashu oqsil ST tolalarga qizil rang beradi. Boshqa tomonidan olganda, bu har ikkala tur – FT va ST tolalarini har hil motoneyronlar innervatsiya qilganligi sababli ular turli vaqtda ishga kirishadi va tolalarning qisqarish tezligi har hil bo`ladi. Har hil muskullar o`zlarini tarkibida bu tolalarni turli nisbatda tutadi. Bu omil, yani odam muskullarida FT va ST tolalarni turli nisbatda tutilishi genetik moyil omil bulib, organizimning individual rivojlanish jarayonida va sport mashqlanish jarayoning ta`sirida o`zgarmaydi.

Har bir muskul birnecha ming muskul tolalaridan tashkil topgan bo`lib ularni biriktiruvchi qatlamlar va qobiqlar birlashtirib turadi. Muskul ko`p komponentli kompleks hisoblanadi. Muskulni tuzilishi haqida elementar tushuncha bo`lishi uchun, uning tarkibiga kiradigan strukturalarni va uni barcha tashkil etish darajalarini o`rganish maqsadga muvofiq bo`ladi (1-sxema).



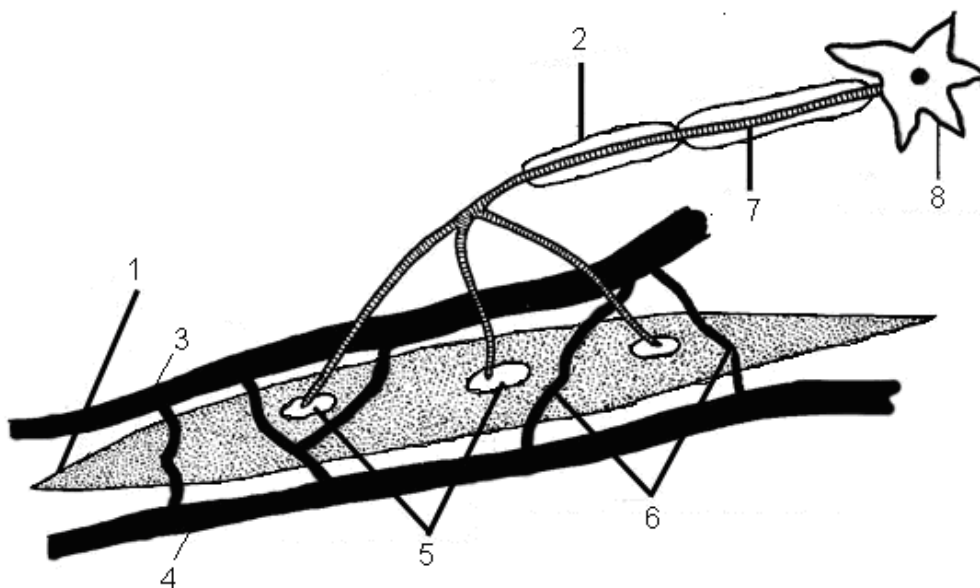
1-sxema.

## 1.2. Muskul tolasining strukturasi va funksiyalari

Har bir muskul tolasini – bu ko'p yadroli gigant hujayra bo'lib, u rivojlanish jarayonida ko'p hujayralarning qo'shilishidan hosil bo'lgan. Har bir muskul bir necha ming muskul tolalaridan tashkil topgan va uning ishi barcha muskul tolalarining ishini qo'shilishidan hosil bo'ladi.

Muskul tolasini hujayrasi arqonga o'xshash ko'rinishga ega. Bu ko'p yadroli hujayraning uzunligi **0,1 dan to 2-3 sm** (boldir muskuli 12 sm) gacha va yo'ng'onligi **0,01 dan 0,2 millimetrgacha** bo'ladi (1-rasm).

Hujayra sarkolemma qobug'i bilan o'raglan. Hujayraning ichida yadrosi (mag'izi), miofibrillari bo'ladi. Miofibrillar va yadrolar orasidagi bo'shliq sarkoplazma suyuqligi bilan to'lgan bo'lib, unda mitoxondriyalar, ribosomalar, sarkoplazmatik retikulum, goldji apparati va boshqa hujayra organoidlari joylashgan.



1-rasm. Alohida muskul tolasini nervlarning oxiri va qon tomirlari bilan

1 – muskul tolasini – sarkolemma yuzasidagi kollagen iplarining to'rlari bilan;  
2 – mielin qobig'i; 3 – vena; 4 – arteriya; 5 – nervlarning oxiri; 6 – qon tashuvchi kapillyarlar; 7 – akson; 8 – motoneyron.

Muskul tolasi hujayrasining har bir struktura komponentlari o`zining maxsus funksiyalarini bajaradi.

**Sarkolemma** – bu ikki qavatli oqsil – lipid membranasi bo`lib uning qalinligi 100 Å atrofida bo`ladi. Yarim utkazuvchan membrana hisoblanadi, chunki u turli moddalarning hujayraga kirishi va undan tashqariga hujayralararo bo`shlikka chiqishini boshqarib turadi. Dielektriklik vazifasini bajaradi, yani ikkita ionlar havzasini bir-biridan ajratib (izolyasiya qilib) turadi. Boshqa membranalarga o`xshab turli anorganik va organik kation va anionlarni tanlab o`tkazish xususiyatiga ega. U orqali yuqori molekulari moddalar o`tmaydi (oqsillar, polisaxaridlar va boshqalar), lekin glyukoza, sut va pirouzum kislotalari, keton tanachalari, aminokislotalar, qisqa peptidlar va boshqa kichik molekulari moddalar o`tadi.

Sarkolemma orqali moddalarni tashilish faol hususiyatga ega, yani energiya (ATPning energiyasi) sariflanishi yo`li bilan bo`ladi. Bu hujayralararo bo`shliqdagiga nisbatan hujayralarning ichida bazi moddalarni yuqori konsentrasiyada to`plashga imkoniyat tug`diradi. Sarkolemmani tanlab o`tkazuvchanligi muskul tolasi qo`zg`aluvchanlikni paydo bo`lishida muhim ahamiyatga ega. Sarkolemma hujayra ichida ko`p miqdorda to`planadigan  $K^+$  ionlari uchun o`tkazuvchan. Shu bilan bir vaqtda o`zida  $Na^+$  ionlarini hujayradan chiqaradigan “ion nasosini” ( $K^+$ ,  $Na^+$  ATPazasini) tutadi. Natriy ionlarining hujayralararo bo`shliqdagi konsentrasiyasi  $K^+$  ionlarining hujayra ichidagi konsentrasiyasidan yuqori, bundan tashqari, muskul tolasi hujayrasining ichki qismida ko`p miqdorda organik anionlar (sut va pirouzum kislotalari, fosfatlar va boshqalar) bo`ladi. Bularning hammasi sarkolemmaning tashqi yuzasida musbat zaryadlarni va ichki sirtida manfiy zaryadlarni hosil bo`lishiga olib keladi. Ularning farqi membrana potentsiallarini hosil bo`lishiga olib keladi, muskul tolalarining tinch holatida ular taxminan 90-100 *mv* ni tashkil etadi va qo`zg`alishni hosil bo`lishi va uzatilishini zaruriy sharoiti hisoblanadi.

Sarkolemmaning tashqi yuzasida membrana bilan bog`langan fermentlar – transport ATPazalari, adenilatsiklazalar va bir qator gormonlar, vitaminlar va boshqa biologik faol moddalarning retseptorlari mujassamlashgan.

Sarkolemmani yuzasida harakatlantiruvchi neyronlarning uchi tamomlanib, markaziy nerv sistemasidan (MNS) muskullarga nerv signallarini o`tkazishni ta'minlaydigan nerv – muskul apparati – **sinapsni** hosil qiladi.

**Sarkoplazma** – bu murakkab oqsil eritmasi. Unda glikogen, yog` tomchilari va hujayra strukturalari – yadro, mitoxondriya, ribosomalar, SR, lizosomalar, Goldji apparati va boshqalar joylashgan. Ularning funksiyalari maxsus muskul oqsillarini sinteziga ta`sir qilish yo`li bilan muskul tolalaridagi moddalar almashinuvini boshqarishdan iborat.

Bulardan tashqari sarkoplazmada uglevodlarning anaerob oksidlanish jarayonining (glikolizning) fermentlari, kreatinfosfat va ADPning perefosforlanishini boshqaradigan ferment – kreatinkinaza, oqsillar, yog` kislotalari va nukleotidlar biosintezida ishtirok etadigan fermentlar va h.k.

**Yadro (mag`iz)** – irsiyatni saqlash va nasldan naslga o`tkazishga javobgar.

**Mitoxondriya** – hujayraning “**kuch stansiyasi**”, ya'ni ATPning sintezlanish joyi. Hujayrada sintezlanadigan ATPning – 90% mitoxondriyada sintezlanadi. Ularning miqdori mashqlangan muskullarda mashqlanmaganlarga nisbatan ko'proq bo'ladi.

**Ribosomalar** – oqsillarning sintez markazi.

**Lizosoma** – ularning pufakchalarida oqsillar, lipidlar va uglevodlarni parchalaydigan fermentlar (gidrolazalar) mujassamlashgan. Kerak bo`lgan sharoitda, ya'ni jadal muskul ishi bajarilganda lizosomalarning membranalari buziladi yoki ularning o`tkazuvchanligi oshadi va sarkoplazmaga ularda mujassamlashgan biopolimerlarni (glikogen, yog`lar, oqsillar)ni parchalaydigan fermentlar chiqib, hujayraning energiyaga bo`lgan ehtiyojini ta'minlaydi.

**Miofibrillar** – muskullarni qisqartiruvchi elementi hisoblanadi. Ularning uzunligi odatda muskul tolasining uzunligiga teng, yo`g`onligi 1-2 mikrometrni tashkil qiladi. Muskul tolasida miofibrillarning soni 2000 atrofida bo'ladi. Mashqlanmagan organizimlarning muskul tolalarida miofibrillar betartib joylashgan, mashqlanganlarda esa – Kongeym bog`lamlarida tartib bilan joylashgan.



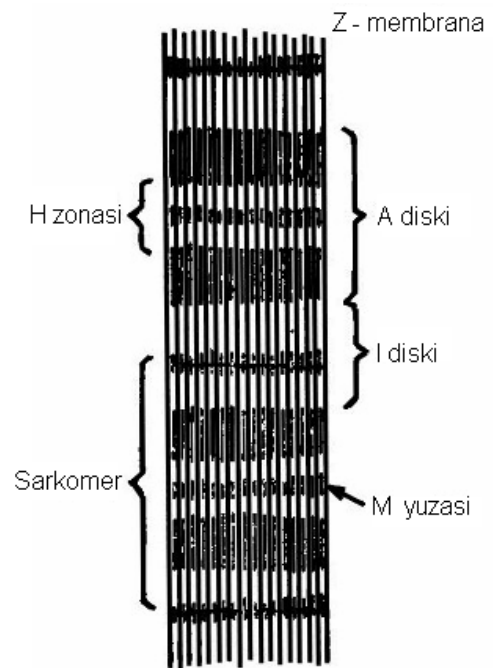
O'zlarining tuzilishi bo'yicha miofibrillar ko'ndalang-targ'il ko'rinishida bo'lib, xuddi ikki xil disklardan tuzilgan – yorug` disklar I va qorong`u – A disklar (2-rasm). Keyingisi yorug`lik nurlarini ikki marta sindiradi.

Electron mikroskop ostida shu narsa tasdiqlanganki, yorug` disklar ingichka iplardan (ingichka filamentlardan), qorong`u disklar esa – yo`g`on iplardan (yo`g`on filamentlardan) tashkil topgan.

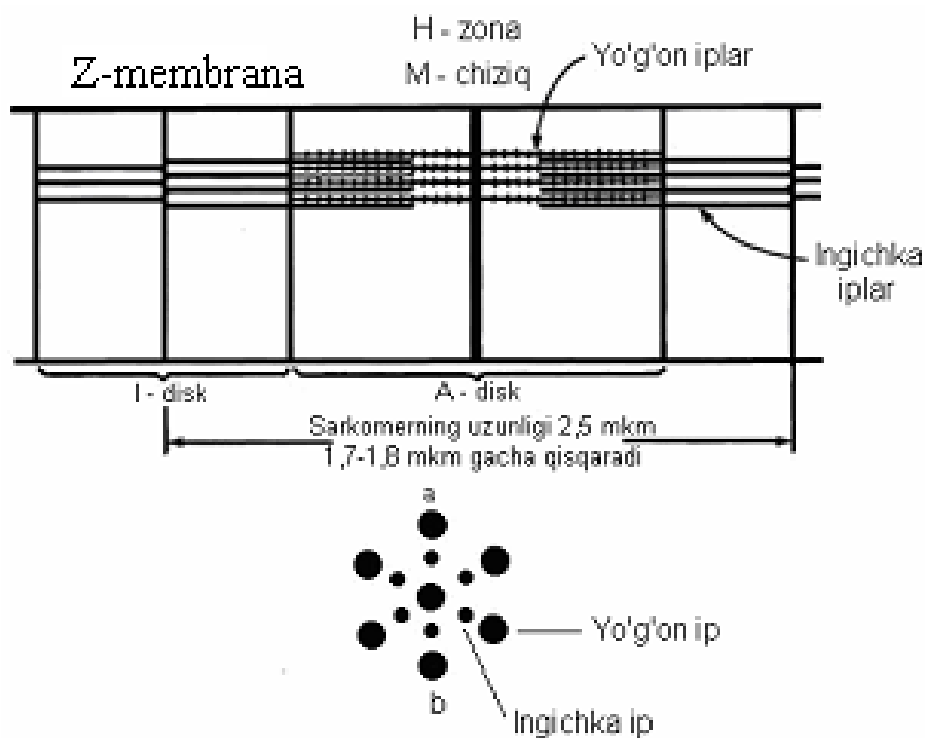
Ingichka iplardan yorug` diskning o`rtasidan Z-membranasi kesib o`tadi. Ikkita Z-membrana oralig`dagi masofa **sarkomer** deb ataladi (3-rasm). Tinch holatdagi muskullarda uning uzunligi 1,8-2,5 mikronni tashkil qiladi. A diskning o`rtasida yorug`roq H zona bo'lib, uning o`rtasida qorong`uroq M chizig`i o`tadi. Bitta miofibrillada 1000-1200 gacha sarkomer bo`ladi. Sarkomerning yo`g`on iplarining (protofibrillarning) diametri 11-14 *nm* va uzunligi 1500 *nm* atrofida, ingichka iplarniki – diametri 4-6 *nm*, uzunligi 1000 *nm* bo`ladi. Miozin oqsilidan tuzilgan yo`g`on iplarning bir uchida “to`g`no-g`ichsimon” boshchasi bor, aktin oqsilidan tuzilgan ingichka iplar – mokisimon bo`lib, muskullar qisqarganda ular o`zaro ko`ndalang ko`prikchalarni hosil qiladi.

Muskullar qisqargan vaqtda A diskning uzunligi uzgarmaydi, chunki yo`gon iplarning uzunligi doimiy. Yo`gon iplarning oralig`iga kirish hisobiga I disklarning uzunligi qisqaradi. o`tacha qisqargan sarkomerning uzunligi 1,5 *mkm* atrofida bo`ladi. O`ta qisqargan vaqtda esa sarkomerning uzunligi 1 *mkm* atrofida bo`lishi mumkin. Qisqarganda miofibrillarda ikkita Z membranalar oraligidagi masofa qisqaradi.

Ikkita yapon olimlari Soichiro Tsukito va Masafumi Yano electron mikroskopda muskullarni qisqarishi va bo`shashishi aktin iplarini miozin iplariga nisbatan siljishi natijasi ekanligini eksperimental isbotlab berishdi.



2-rasm. Miofibrill ayrim uchastkasining sxematik tuzilishi



3-rasm. Sarkomerning tuzilishi.

*a – sarkomerning strukturasini sxematik ko'rinishi;*

*b – yo'g'on va ingichka iplarning joylashishi (ko'ndalang kesimi).*

### 1.3. Muskullarning kimyoviy tarkibi

Katta yoshdagi odamlarning muskul to'qimasining 72-80% ini suv, 20-28% ini quruq qoldiqlar va ularning 85% ini oqsillar, qolgan 15% ini esa boshqa organik va anorganik moddalar tashkil qiladi.

Muskul oqsillarining 40% – miofibrillarga, 30% – sarkoplazmaga, 14% – mitoxondriyalarga, 15% – sarkolemmaga, qolgan qismi – yadro, ribosomalar va boshqa hujayra organidlariga to'g'ri keladi.

Maydalangan muskullardan suv bilan ekstraksiya qilib sarko-plazmaning oqsillari (glikoliz va aminokislotalarni faollash jarayoni-ning fermentlari – oqsillari, mioglobin zahira albuminbar va h.k.) tuzlarning konsentrlangan eritmaları (0,6-1,0 m KCl yoki NaCl eritmasi) bilan – miofibrillarning oqsillari, ishqoriy eritmalar bilan esa – yadro oqsillari – nukleoproteudlar ajratib olinadi. Cho'kmada paylarning erimaydigan oqsillari – kollagen va elastinlar qoladi. Bu oqsillar

miostrominlar deb atalib, elastiklik xususiyatiga ega va muskullarning qisqarganidan so`ng uni bo`shashida ahamiyatga ega.

*1-jadval*

### **Sutemizuvchilarning muskullarini kimyoviy tarkibi**

Moddaning nomi	Miqdori, %	Moddaning nomi	Miqdori, %
Suv	72-80	Erkin amiyokislotalar	0,1-0,7
Oqsillar	16,3-20,9	Siydikchil	0,002-0,2
Glikogen	0,3-2,0	Sut kislotasi	0,01-0,02
Fosfatidlar	0,4-1,0	Anorganik tuzlar	1,0-1,5
Xolesterin	0,03-0,23	Shu jumladan:	
Kreatin+kreatinfosfat	0,2-0,55	K	0,32
Kreatinin	0,003-0,005	Na	0,08
ATP	0,25-0,40	Ca	0,007
Karnozin	0,2-0,3	Mg	0,02
Anserin	0,09-0,15	Cl	0,02
Karnitin	0,02-0,05	P	0,2
Purin asoslari	0,07-0,23		

Muskul tolasi hufayrasida tuzilishi va funksiyasi bo`yicha qonning gemoglobiniga o`xshash oqsil – mioglobin bo`ladi. U o`zining funksiyasini faqat muskul tolasi hufayrasi darajasida bajaradi, ya`ni kislorodni qonning gemoglobinidan mitoxondriyalar va undan CO<sub>2</sub> gazini gemoglobinga tashiydi.

**Ekstraksiya qilinadigan moddalardan** tarkibida azot tutgan birikmalar alohida ahamiyatga ega. Bularga ATP (0,25-0,40%) va kreatinfosfat (0,4-1,0%) kiradi. Muskul to`qimasining o`zida azot tutgan moddalariga yana ikkita qisqa peptid – karnozin va anserin kiradi. Ular oldindan toliqish natijasida pasaygan muskulning qisqarishi amplitudasini kuchaytiradi.

Muskullarning muhim ahamiyatli azotsiz birikmalariga glikogen va uning almashinuv mahsulotlari (piroyzym va sut kislotalari), yog`lar, xolesterin, keton

tanachalari va mineral moddalar kiradi. Muskullarda glikogenning miqdori keng darajada 0,2% dan to 3% gacha o'zgarib to'radi va sportchining mashqlanganlik darajasiga bog'liq bo'ladi. Mashqlangan muskullarda glikogenning miqdori mashqlanmaganiga nisbatan ancha ko'p bo'ladi.

**Lipidlar** – muskul tolasida 1% gacha sarkoplazmaning oqsil strukturalari bilan bog'langan sarkoplazmatik yog' bo'ladi. U muskul ishi vaqtida va och holda ishlatilmaydi. Hujayrada fosfolipidlar va xolesterin ham bo'ladi. Uzoq muddatli ishda chidamlilikka maxsus mashqlangan sportchilarning muskullarida zahira yog'lari to'planishi mumkin.

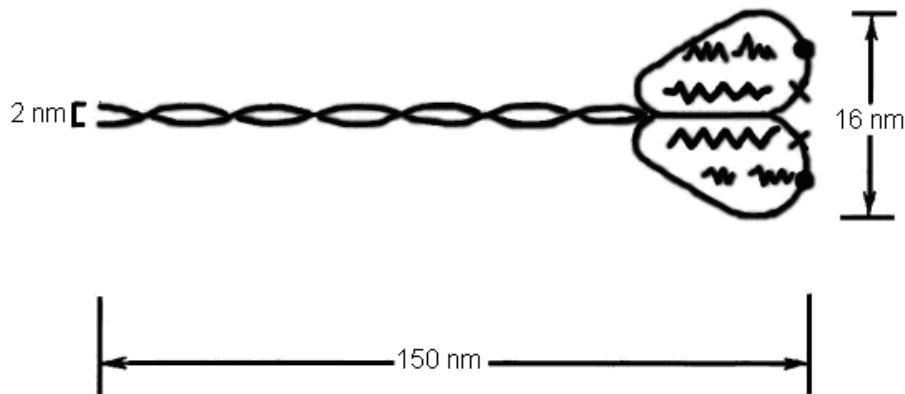
**Mineral moddalardan** muskullarda asosan K, Na, Ca, Mg, Cl,  $H_2PO_4^-$ ,  $HPO_4^{2-}$  va boshqalar bo'lib, ular muskulning umumiy og'irligini 1-1,5% ini tashkil qiladi. Ular qisqarayotgan muskullarda biokimyoviy jarayonlarni boshqarishda qatnashadi.

#### 1.4. Miofibrillar oqsillarining struktura tuzilishi va xususiyatlari

Miofibrillar oqsillar guruhiga kiradi: miozin, aktin, tropomiozin, troponinlar (C, I, T),  $\alpha$ - va  $\beta$ -akteninlar. Bular muskullarning qisqartiruvchi oqsillari hisoblanadi.

**Miozin** – muskullarning asosiy qisqartiruvchi oqsili bo'lib, barcha miofibrillar oqsillarning 55% ini tashkil qiladi. U molekulyar massasi 470000 Da bolgan fibrillar (ipsimon) oqsil. Miozinning molekulasining uzunligi 150 nm va yo'g'onligi 2 nm, bir uchida (spirallashtirilmagan) “to'g'onog'ichsimon boshchasi” bo'lib (16 nm), har biri 1800 aminokislota qoldig'ni tutgan bir xil ikkita polipeptid zanjiridan tashkil topgan (4-rasm). Miozin molekulasining tarkibida monoamindikarbon kislotalari, ayniqsa glutamin kislotasi ko'p, ya'ni miozinni molekulasi ko'proq manfiy zaryadga ega. Miozinning “to'g'onog'ichsimon boshchasi” fermentativ – ATP-aza faolligiga ega va o'zida ikkita markaz – substratni bog'lab olish va katalitik faollik markazini tutadi. Miozinni boshchasi  $Mg^{2+}$  ionlari yordamida ATP yoki ADP molekulasini bog'lab olish qobiliyatiga

ega. Miozin oqsilidan sarkomerning yo`g`on iplari (ptotofibrillari) tuzilgan (5-rasm).



4-rasm. Miozin molekulasining tuzilishi



5-rasm. Sarkomerning yo`g`on (miozin) ipining tuzilish sxemasi

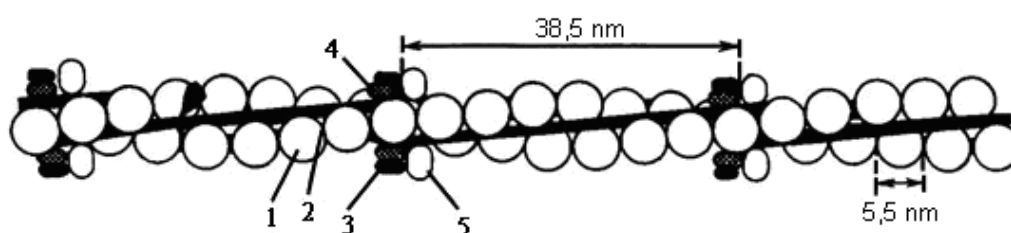
**Aktin** – ikkinchi muhim qisqartiruvchi oqsil bo`lib, miofibrill oqsillarini 25% ini tashkil qiladi. U globulyar (G) oqsil, molekulyar massasi 42000 *Da*. G-aktinni molekulasi 374 aminokislota qoldiqlaridan tashkil topgan, bitta polipertid zanjiridan tuzilgan. Ikkita G-aktinni molekulasi o`zaro ADP orqali bog`lanib, dimerni hosil qiladi. G-aktining dimerlaridan ikki zanjirli strukturaga ega bo`lgan fibrillyar F-aktin hosil bo`ladi (6-rasm).

**Troppomiozin** – uning miqdori muskullarda uncha ko`p emas – miofibrill oqsillarini 4-7% ini tashkil etadi, xolos. Troppomiozinning molekulyar massasi 65000 *Da* ga teng, uning molekulasi ikkita  $\beta$ -spirallashgan zanjirlardan tashkil topgan va 40 *nm* uzunlikdagi o`zak ko`rinishiga ega.



6-rasm. F-aktinning qo'sh spirali

**Troponinlar** – molekulyar massasi 80000 *Da* boʻlgan globulyar (G) oqsillar. Ularning muskullardagi miqdori juda kam, yaʼni barcha miofibrill oqsillarning taxminan 2% ini tashkil qiladi. Molekulalari sferik koʻrinishga ega va uchta har xil subedisiyalardan tashkil topgan – Tn-I (ingibirlovchi), Tn-C (kolsiy bogʻlovchi) va Tn-T (tropomiozin bogʻlovchi). Miofibrillarda F-aktin, tropomiozin va troponinlardan sarkomerning ingichka iplari (filamentlari) hosil boʻladi (7-rasm). Troponin – tropomiozin kompleksi aktomiozin kompleksiga  $Ca^{2+}$  ionlariga sezuvchanlikni taʼminlaydi.

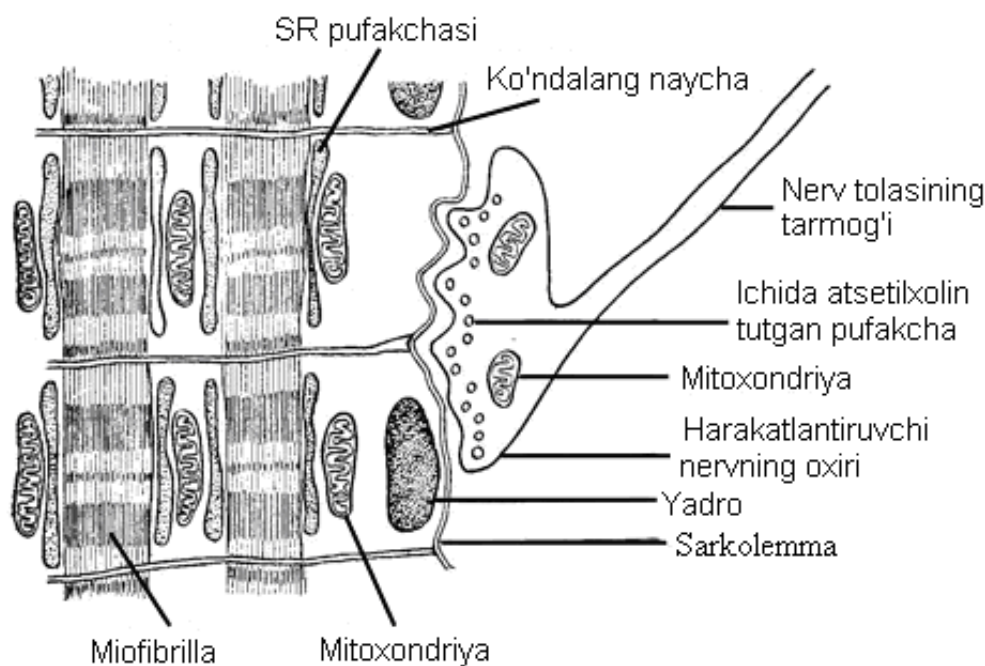


7-rasm. Sarkomerning ingichka (aktin) ipini struktura tuzilishi  
 1 – aktin; 2 – tropomiozin; 3 – troponin C; 4 – troponin I; 5 – troponin – T

### 1.5. Muskul qisqarishining mexanizmi

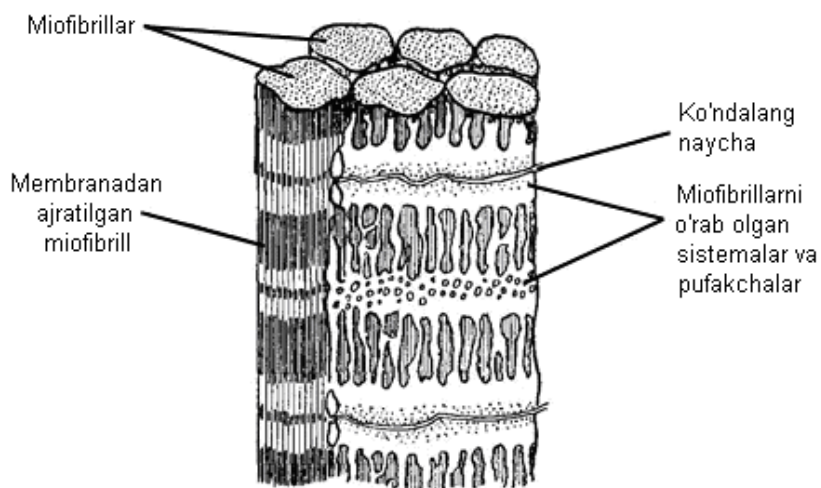
Hozirgi zamon tushunchasi boʻyicha muskullarning qisqarish jarayoni quydagicha amalga oshadi.

Markaziy nerv sistemasidan nerv-muskul apparati – **sinopsiga** (8-rasm) kelayotgan elektr impulslari muskul qisqarishini chaqiradi. Elektr impulslari sinapsiga yetib kelishi bilan maxsus pufakchalarning bir qismi yorilib, undan neyromediator – atsetilxolin ajralib chiqadi va presinaptik membranadagi maxsus teshikchalar orqali hujayralararo boʻshliqqa oʻtib, postsinaptik membranadagi (sarkolemmadagi) maxsus retseptor oqsili bilan bogʻlanadi. Retseptor oqsil – atsetilxolin kompleksi hosil boʻlishi retseptor oqsilining komformatsiyasini oʻzgarishiga olib keladi, natijada sarkolemmani  $Na^+$  ionlari uchun oʻtkazuvchanligi oshadi va ular muskul tolasi hujayrasi ichiga kiraboshlab, sarkolemmani ichki yuzasidagi manfiy zaryadlar sonini kamaytiradi. Depolyarizatsiya boʻlib, taʼsir toki



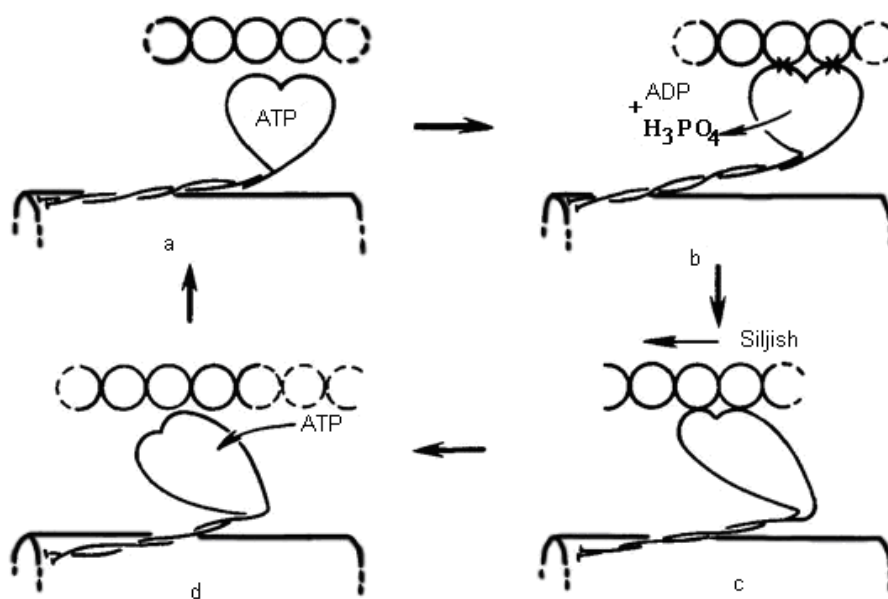
8-rasm. Nerv-muskul apparati – sinapsning tuzilish sxemasi

hosil bo`ladi va u miniatyur potentsiallar shaklida aktin va miozin iplarini o`zaro ta`sir qiladigan miofibrillarning qismini o`rab olgan sarkoplazmatik retikulumni (9-rasm) T-sistemalari, sisternalari va pufakchalarining barcha membranalarigacha tarqaladi. Sarkoplazmatik retikulumning pufakcha va sistenalarida  $Ca^{2+}$  bog`lab oladigan oqsil bo`lib, u  $Ca^{2+}$  - ATR-azasi yoki kalsiy pompasi yoki kalsiy nasosi yoki bo`shashish omili deb yuritiladi. Sarkoplazmatik retikulumning pufakcha va sistenalariga elektr qo`zg`lishi (ta`sir toki) yetib kelishi bilan kalsiy nasosi ishlab  $Ca^{2+}$  ionlarini bo`shatib yuboradi. Sarko-plazmada  $Ca^{2+}$  ionlarini konsentrasiyasi ko`payadi (tinch holatdagi muskullarda  $Ca^{2+}$  ionlarining konsentrtasiyasi  $\sim 10^{-7}$  M bo`ladi,  $10^{-6}$ - $10^{-5}$  M konsentrasiyada esa muskulning qisqaruvchanlik faolligi eng yuqori darajada bo`ladi). Bo`shalgan  $Ca^{2+}$  troponin C-ga bog`lanib konfar-matsion o`zgarishni chaqiradi, ya`ni troponin – tropomiozin o`qining buralishi sodir bo`ladi va ingichka protofibrilldagi (ipdagi) G-aktinning faol markazi bilan yo`g`on protofrilldagi miozining “boshchasi” o`rtasida ko`ndalang ko`prikcha hosil bo`ladi (10-rasm). Shu bilan birga miozin ATP-azasi ishga tushib ATP ni ADP va anorganik fosfatga parchalaydi va energiya ajratib chiqaradi. Shu energiya hisobiga miozinning “boshchasini” konformatsiyasi o`zgaradi, yani  $90^{\circ}$  burchak bilan (rasm



9-rasm. Sarkoplazmatik retikulumning tuzilish sxemasi

10b) aktin ipining tegishli markaziga bog`lanib olgan miozin boshchasi  $45^{\circ}$  buralib miozin ipi bo`ylab o`zi bilan aktin ipini tortadi (tahminan bitta elementar qadam –  $11\text{ nm}$  atrofida bo`ladi) (10-rasm, c). Aktin ipi bitta “qadam” qilgandan keyin aktomiozin kompleksidan ADP va fosfor kislotasi ajralib chiqadi. Keyin miozin-ning boshchasiga ATPning yangi molekulasini  $\text{Mg}^{2+}$  ionlari ishtirokida (10-rasm, d) birikadi va jarayon miozin molekulasining keyingi boshchasi bilan takrorlanadi shu bilan birga miozin boshchasi bilan aktin o`rtasida qancha ko`p ko`ndalang ko`prikchalar hosil bo`lsa, muskul qisqarishini kuchi shuncha katta bo`ladi.



10-rasm. Muskularning qisqarish va bo`shashishida yo`g`on ipdagi miozin “boshchasini” ishlash sxemasi



Muskulni bo'shshishi uchun harakatlantiruvchi nervdan kelayotgan impuls to'xtashi kerak va sarkoplazmada  $Ca^{2+}$  ionlarni miqdorini kamaytirish lozim. Bu sarkoplazmatik retikulumning pufakchalari va sisternalaridagi  $Ca^{2+}$  - ATP-azasi  $Ca^{2+}$  ionlarini aksincha bog'lab olish yo'li bilan sodir bo'ladi. Shuni aytish kerakki,  $Ca^{2+}$  ionini sarkoplazmatik retikulumning pufakchalari va sisternalarini ichiga tashilishi bir molekula ATPni parchalanganda ajralib chiqqan energiya hisobiga bo'ladi. Shunday qilib, skelet muskullarini qisqarishiga qancha energiya sarflangan bo'lsa, ularning bo'shshishiga ham shuncha energiya sarflanadi.

Muskullarning qisqarishi jarayonining o'zi quydagi ko'rinishga ega: harakatlantiruvchi impulsni uzatishi to'xtashi bilan  $Ca^{2+}$  SR sisternalari iciga o'tib oladi. Troponin-C o'ziga bog'langan  $Ca^{2+}$  ionlarini yo'qotadi, buning natijasida troponin-tropomiozin kompleksida konfarmasion o'zgarish yuz beradi va troponin-I G-aktinni faol markazini boshchasi bilan bog'lanishga yo'l qo'ymaydi. Sarko-plazmada  $Ca^{2+}$  ionlarning konsentratsiyasi boshlang'ichdan ( $\sim 10^{-7}$  M dan) kamayib ketadi va muskul tolalari ko'ndalang ko'prikchalar hosil qilish qobiliyatini yo'qotadi. Bunday sharoitda qisqarish vaqtida deformatsiyalashgan stromaning elastik kuchlari ustunlik qiladi va muskul bo'shshadi. Shu vaqtda miozinning boshchasi oldingi konformatsiyasini egallaydi, ingichka aktin ipi esa o'zining boshlang'ich holatiga qaytib keladi. Muskul ingichka va uzunroq bo'lib qoladi, ya'ni boshlang'ich yo'g'onligi va uzunligini egallaydi.

Shunday qilib, muskullarning qisqarish va kelgusi bo'shshishi jarayonida ingichka aktin iplari miofibrillarning yo'g'on miozin iplari bo'ylab sirpanadi, natijada ikkita Z-membranalar orasidagi masofa qisqaradi.

Muscul ishi vaqtida ATPning sarflanish tezligi juda katta va minutiga 1 g muskulga 10 *mmol* ni tashkil qiladi. Muskuldagi ATPning zahirasi ko'p emas (0,25-0,40% atrofida), demak muskulning normal ishini ta'minlash uchun ATP qanday tezlik bilan sarflansa, shunday tezlikda uning zahirasi tiklanib turishi kerak.

Shunday qilib, skelet muskullarining qisqarish va bo'shshish jarayonida sodir bo'layotgan reaksiyalarning ketma-ketligini sxematik ravishda quyidagicha ifodalash mumkin:

- nerv impulslerini hosil bo`lishi va nerv-muskul apparati – sinapsga uzatilishi;

- qo`zg`alishlarni uzatuvchi – neyromediator atsetilxolinni bo`shlab chiqishi;

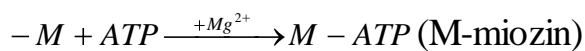
- atsetilxolinning akseptor oqsili konformatsiyasining o`zgarishi va sarkolemmaning  $\text{Na}^+$  ionlari uchun o`tkazuvchanligini oshishi;

-  $\text{Na}^+$  ionlarini hujayra ichiga oqimi va sarkolemmaning ichki yuzasidagi manfiy zaryad sonini kamayishi – depolyarizatsiya;

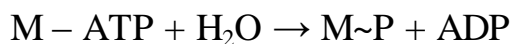
- ta`sir tokini hosil bo`lishi SR pufakchalari va sisternalarining barcha membranalariga tarqalishi;

-  $\text{Ca}^{2+}$  ionlarini ajralib chiqishi va sarkoplazmada uning konsentratsiyasining ortishi. Kalsiyni troponin-C bilan bog`lanishi;

-  $\text{Mg}^{2+}$  ionlarining ishtirokida miozin boshchasi bilan ferment-substat kompleksini hosil bo`lishi;



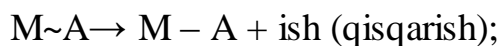
- miozinga ATP molekulasidan energiyani ko`chirilishi;



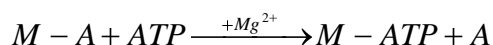
- miofibrillning ingichka ipi g-aktining faol markazi bilan miozin boshchalari o`rtasida ko`ndalang ko`prikchani (makroergik aktomiozin kompleksini) hosil bo`lishi;



- muskulning qisqarishi, ya`ni ATPning kimyoviy energiyasi mexanik ishga aylanishi;



- miozin boshchasi bilan aktin o`rtasidagi ko`ndalang ko`prikchani uzilishi - booshashish



### **Asosiy tushunchalar va mavzuning atamallari**

**Muskul tolasi** – ko`p yadroli gigant hujayra yoki hujayraviy tuzilma – simplast, uzunligi 0,1 santimetrdan 2-3 santimetrgacha (ayrim hollarda 12 *sm*)

gacha) va giametri – 0,01-0,2 *mm*. U skelet muskullarining struktura – funksional birligi hisoblanadi.

**Miofibrillar** – muskullarning qisqartiruvchi elementi. Ularning uzunligi muskul tolasi hujayralarining uzunligiga teng, diametri – 1-2 *mkm*.

**Sarkomer** – miofibrillardagi ikkita Z-membranalari oraliq`idagi masofa. Miofibrillarning struktura funksional birligi. Odamning tinch holatdagi muskulida uning uzunligi 1,8-2,5 *mk* atrofida bo`ladi.

**Miozin** – miofibrillarning asosiy qisqartiruvchi oqsili bo`lib, uning hissasiga myofibril oqsillarining 55% to`g`ri keladi. 470000 *Da* molekulyar massali fibrillyar oqsil. Undan sarkomerning yo`g`on iplari hosil bo`ladi.

**Aktin** – ikkinchi muhim qisqartiruvchi oqsil. 42000 *Da* molekulyar massali globulyar (*g*) oqsil. G-aktinning dimeridan sarkomerning ingichka ipining asosi – fibrillyar F-aktin hosil bo`ladi.

**Tropomiozin** – uchinchi qisqartiruvchi oqsil; molekulyar massasi – 70000 *Da*. Uning molekulasi ikkita har xil  $\beta$ -spiralli polipeptid zanjrlaridan tashkil topgan. Sarkomerning ingichka ipining tarkibiga kiradi.

**Troponin** – 80000 *Da* molekulyar massali globulyar oqsil. Molekulasi uchta har xil subedisalardan (C, I, T) tashkil topgan. Muskullarning qisqarish mexanizmida qatnashadi.

**Miozin ATP-azasi** – ATPning parchalanish reaksiyasini katalizlash qobiliyatiga ega bo`lgan miozinning to`g`nog`chsimon boshchasi miozin ATP-azasi nomi bilan yuritiladi.

### Savollar va topshiriqlar

1. Muskul to`qimasining qanday turlarini siz bilasiz? Ularning biologik funksiyalari nimalardan iborat?
2. Skelet muskullarining struktura-funksional birligi bo`lib nima xizmat qiladi?
3. Muskul tolalarining turlarini ko`rsating. Ular o`zlarining qanday biokimyoviy xususiyatlari bilan bir-birlaridan farqlanadi?

4. Muskul tolasining o`zi nima bilan ifodalanadi? Uning tarkibiga qanday hujayra organellari (strukturalari) kiradi va ular qanday biologik funksiyalarni bajaradi?

5. Miofibrillning miozin va aktin iplarini struktura tuzilishini ifodalab bering.

6. Nima uchun odamning skelet muskullaridagi FT va ST tolalarning nisbatini va sarkomerning uzunligini genetik moyil omil deb ataladi?

7. Muskulning qisqarish va bo`shashida sodir bo`ladigan kimyoviy reaksiyalarning ketma-ketligini sxematik ravishda ifodalang.

8. Muskullarning qisqarishida  $Ca^{2+}$  ionlari va troponin oqsilini ahamiyati nimadan iborat?

9. Muskullarning bo`shashish jarayonida stroma oqsillari kollagen va elastinlarning ahamiyati nimadan iborat?

10. Muskul ish faoliyatida ATPning qanday ahamiyati bor va nima uchun uning muskullaridagi konsentratsiyasi ma`lum bir darajada bo`lishi kerak?

### **O`zingizni tekshirib ko`ring**

1. Muskullarning bajaradigan asosiy funksiyasi – bu; a) himoya; b) struktura; c) qisqarish; d) to`plash.

2. Muskullarning struktura-funksional birligi bo`lib xizmat qiladi: a) sarkomer; b) miofibrillar; c) muskul tolasini; d) sarkolemma.

3. Oq tez qisqaradigan (FT) va qizil sekin qisqaradigan (ST) tolalari o`zaro bir-biridan asosan nima bilan farqlanadi? a) oqsil biosintezining mexanizmlari; b) kreatinfosfatning umumiy zahirasi; c) uglevodlarning zahirasi; d) energiya o`zgarishining bioenergetik mexanizmlari.

4. Muskulning qisqartiruvchi elementi bo`lib xizmat qiladi: a) miofibrill; b) muskul tolasini; c) sarkomer; d) mitoxondriya.

5. Sarkomer deb ataladi: a) A va I disklar orasidagi masofa; b) ikkita A disklar orasidagi masofa; c) ikkita Z-membranalar orasidagi masofa; d) ikkita H-zona o`rtasidagi masofa.

6. Sarkomerning yo`g`on va ingichka iplari qaysi oqsillardan tashkil topgan?  
a) aktin va mioglobin; b) miozin va aktin; c) tropomiozin va miozin; d) aktin va aktomiozin.

7. Miozin molekulasining to`g`nog`chsimon boshchasi qaysi fermentning faolligiga ega? a) ATP-azaning; b) fosfatazaning; c) proteinkinazaning; d) geksookinazaning.

8. Sarkoplazmatik retikulumning pufakchalari va sisternalarida joylashgan maxsus oqsil qaysi bir ionlarni bog`lab olish va bo`shatish funksiyalarini bajaradi?  
a)  $K^+$ ; b)  $Mg^{2+}$ ; c)  $Na^+$ ; d)  $Ca^{2+}$ .

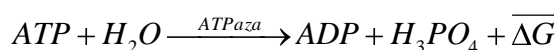
9. Muskulning qisqarishi natijasida sodir bo`ladi: a) miozin iplarining kaltayishi; b) aktin iplarining miozin iplari bo`ylab sirpanishi; c) miozin iplarining cho`zilishi; d) aktin iplarining bo`shashishi.

10. Muskulning qisqarishi qaysi parchalanish reaksiyasida ajralib chiqqan energiya hisobiga sodir bo`ladi? a)  $KrP \rightarrow Kr + ADP + \Delta G$ ; b)  $ATP \rightarrow AMP + H_4P_2O_7 + \Delta G$ ; c)  $UTP \rightarrow UDP + H_3PO_4 + \Delta G$ ; d)  $ATP \rightarrow ADP + H_3PO_4 + \Delta G$ .

## 2. MUSKUL ISH FAOLIYATIDAGI BIOENERGETIK JARAYONLAR

### 2.1. Muskul ishi uchun energiya manbalari

Muskulning qisqarishi va bo'shishi uchun bevosita energiya manbai bo'lib makroerg birikma – adenzin trifosfat (ATP) yoki ATP-ning parchalanish reaksiyasi xizmat qiladi.



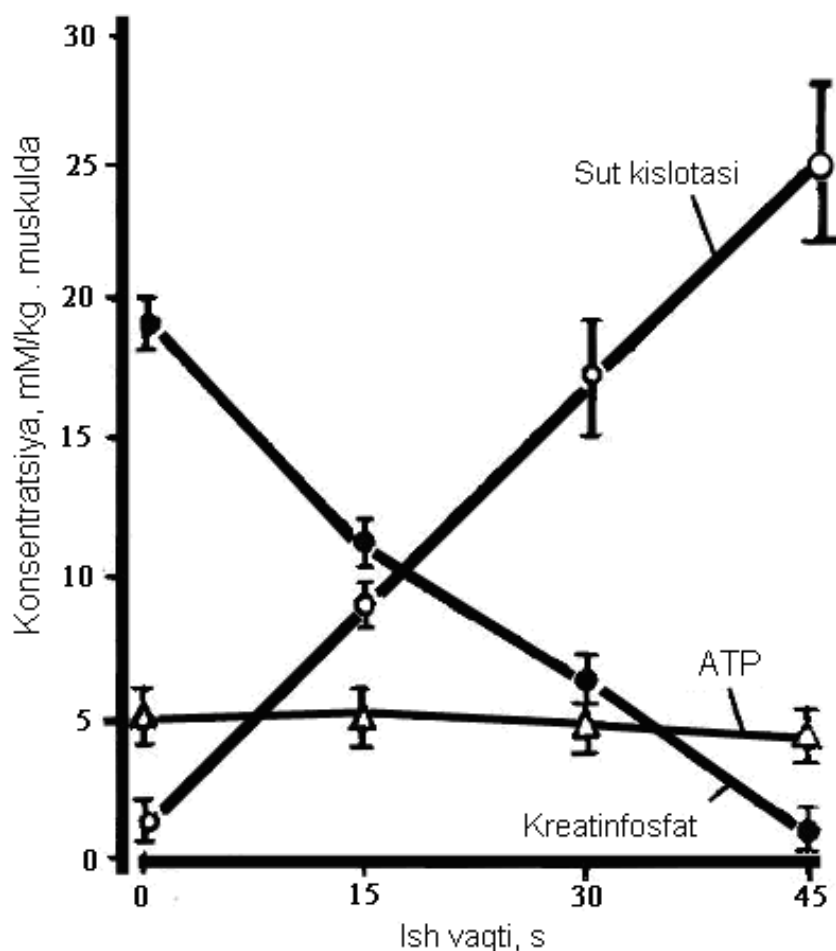
tenglamasi bo'yicha ATP fermentativ parchalanganda muskulning qisqarish jarayonida mexanik ishga aylanadigan energiya ajralib chiqadi. Oxirgi (uchinchi) makroerg fosfat bog'i uzilganda har bir *mol* ATP dan 30 dan 46 kilojulgacha energiya ajralib chiqadi. Odatda qabul qilinishicha, odam organizmida normal fiziologik sharoitda 1 *mol* ATP parchalanishidan ajralib chiqqan energiya ~40 *kJ* ni tashkil qiladi.

Muskullarda ATPning miqdori ko'p emas va 5 *mM/kg* atrofida yoki 0,25-0,40% ni tashkil qiladi. Biroq, bir tomondan, muskullar o'zida ko'p miqdorda (5 *mM/kg* dan ko'p) ATPni yig'olmaydi, chunki bunday holatda miozin ATP-azaning substratli ingibirlanishi ro'y beradi. Bu esa muskullarning qisqarishi va bo'shish jarayonining tezligini pasaytiradi, bajarilayotgan muskul ishining tezligi va intensivligini susaytiradi. Shu bilan birga muskullarda ATPning miqdori 2 *mM/kg* dan kamayishi mumkin emas. Chunki bunday holatda SR pufakchalari va sisternalaridagi "kalsiy nasosi" ( $Ca^{2+}$ -ATP-azasi) ishlamay qoladi va muskul to ATP zahirasini butunlay tamom bo'lishigacha va Rigor holatini rivojlanishigacha qisqaradi. Muskul toshdek qotib qolgan holatga keladi va qisqarish hamda bo'shish qobiliyatini yo'qotadi.

Shu sababli muskul uzoq vaqt davomida ishlay olishi uchun qisqarishlar oralig'ida ATPning resintezi uzluksiz sodir bo'lib turishi va uning ishlayotgan muskullardagi zahirasi doimo to'ldirilib turishi kerak.

## 2.2. ATP resintezining anaerob va aerob yo'llari

Yuqorida ko'rsatilganidek, muskuldagi ATPning zahirasi ko'p emas va 5 *mM/kg* atrofida yoki 0,25% ni tashkil qiladi. Bu miqdordagi ATP faqat 3-4 yolg'iz maksimal kuchli qisqarishga yetadi. Shu bilan birga muskullarda mikrobionsiya usulini qo'llash yo'li bilan shu narsa aniqlandiki, ishlayotgan muskullarda ATPning konsentratsiyasi ishni boshlanishida biroz kamayib, so'ngra o'zgarmasdan bir darajada doimiy saqlanadi, kreatinfosfatning konsentratsiyasi esa ish boshlanishi bilan keskin kamayadi, sut kislotasining miqdori, aksincha, ko'payib boradi (11-rasm). Bundan shunday xulosa qilinadi: muskul ish faoliyati davomida ishlayotgan muskullarda ATP qanday tezlik bilan sarflansa, taxminan shu tezlikda uning zahirasi tiklanib (rezistezlanib) turadi.



11-rasm. Skelet muskullarining ishi vaqtida ATP, kreatinfosfat va sut kislotalarining konsentratsiyasining o'zgarishi

Haqiqatdan ham odam organizmida ATPni resintezlab turadigan bioenergetik jarayonlar borligi aniqlangan. Muskul ish faoliyatida ATPning resintezi anaerob sharoitda boradigan reaksiyalar davomida hamda kislorodni ist'emoi bilan bog'liq bo'lgan hujayradagi oksidlanish jarayonlari hisobiga amalga oshishi mumkin. Odamning skelet muskullarida ATPning resintezlanishi mumkin bo'lgan uchta anaerob va bitta aerob jarayon borligi aniqlangan:

- kreatinkinaza reaksiyasi (alaktat anaerob jarayon) – ATPning resintezi kreatinfosfat (KrP) va ADPlarni perefosforlanishi hisobiga amalga oshadi;

- glikoliz (laktatsid anaerob jarayon) – ATPning resintezi uglevodlarning (glyukoza yoki glikogenni) sut kislotasigacha fermentativ parchalanishi davomida amalga oshadi;

- miokinaza reaksiyasi – ikki molekula ADPning perefosforlanish hisobiga ATP resintezlanadi;

- aerob jarayon – ATPning resintezi mitoxondriyada to'qimaning nafas olishida, ya'ni o'ksidlanishli fosforlanish jarayoni davomida amalga oshadi.

Muskul ish faoliyatida ATP resintezining anaerob va aerob jarayonlarini miqdoriy baholash uchun uchta biokimyoviy kriteriyadan foydalaniladi:

- quvvat kriteriyasi – har bir jarayondagi energiya o'zgarishining (ATP resintezining) tezligini ko'rsatadi;

- hajm kriteriyasi – energiya resurslarini umumiy zahirasini ifodalaydi;

- samaradorlik kriteriyasi – berilgan jarayonda ajralgan umumiy energiya bilan ATPning resinteziga sarflangan energiyani o'zaro nisbatini ko'rsatadi.

ATP resintezining anaerob va aerob mexanizmlari o'zlarining quvvat, hajm va samaradorlik parametrlari bilan bir-biridan ancha farq qiladi.

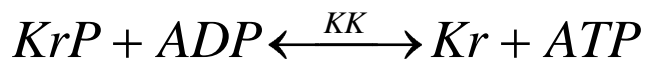
Quyida muskulda ATPning barcha resintez jarayonlarini va ularni ishga tushish tartibini ko'rib chiqamiz.

### **2.2.1. Kreatinkinaza reaksiyasida ATPning resintezi**

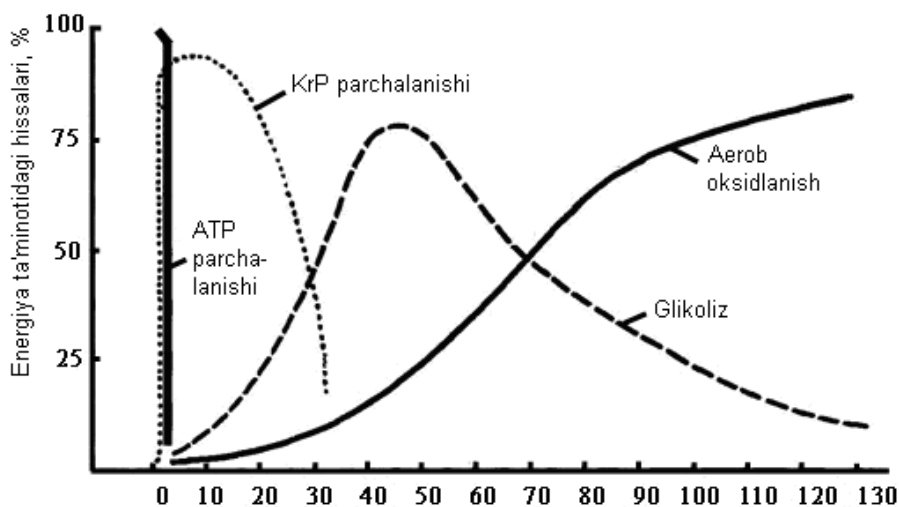
Muskullarda ATPdan tashqari yana bitta makroerg birikma – kreatinfosfat (KrP) bo'ladi, uning miqdori ATPnikidan 3-4 marta ko'p, ya'ni 15-16 *mM/kg* ni



tashkil qiladi. Har bir muskul faoliyatining boshida ATPning miqdori kamayishi bilan energiya ta'minotiga kreatinkinaza reaksiyasi kirishadi. Bu reaksiyada ATPning resintezi kreatinkinaza fermenti (KK) katalizlaydigan KrP va ADPning perefosforlanish reaksiyasi hisobiga amalga oshadi.



Ishlayotgan muskullarda kreatinkinaza reaksiyasining tezligi bajarilayotgan ishning intensivligiga va muskul kuchlanishining kattaligiga to'g'ri proporsional bo'ladi. Kreatinkinaza reaksiyasi o'zining eng yuqori tezligini ishning 2-3 sekundlarida namoyon qiladi (12-rasm). Kreatinkinaza fermenti muhitning pH ko'rsatkichini o'zgarishiga juda sezgir, ya'ni o'zining maksimal faolligini kuchsiz ishqoriy muhitda namoyon qiladi va hujayraichi pH ni pasayishi uni fa'oligini keskin pasaytiradi. Muskulning qisqarganida ajralib chiqqan  $Ca^{2+}$  ionlari fermentni aktivatori bo'lib xizmat qiladi.



12-rasm. Ishlayotgan muskullarda mashqlarning davomiyligiga qarab energiya bilan ta'minlovchi jarayonlar tezligining o'zgarishi

Muskul ishi boshlanish momentidayoq birinchi bo'lib kreatinkinaza reaksiyasi ATP resintezi jarayonida ishga kirishadi va muskullarda KrPning zahirasi ancha kamayguncha o'zining maksimal tezligi bilan ishlaydi. Ayniqsa sportning sport o'yinlari turlarida, qayerda bajariladigan mashqlarning tezligi

sharoitga qarab ko'p marta yo tezlashib, yo sekinlashib, o'zgarib turadi. Kreatinkinaza reaksiyasi yo ATP resintez jarayoniga kirishib (to'g'ri reaksiya), yo bu reaksiyadan chiqib, orqaga yo'nalgan reaksiya – KrP zahirasini tiklashga olib keladigan ATPning ishlatilish tezligini keskin o'zgarib turishi sharoitida uning muskullardagi konsentratsiyasining doimiyligini ta'minlab turadigan o'ziga xos "energetik bufer" vazifasini bajaradi.

Kreatinkinaza reaksiyasining eng katta quvvati  $3,8 \text{ kDj/kg.min}$  ni tashkil qiladi. Uning maksimal hajmi esa, ya'ni muskul kreatinfosfatning umumiy zahirasi maksimal intensivlikdagi mashqni berilgan quvvatini pasaytirmasdan 10-15 sekund davomida bajarishga yetadi.

Ishning boshlanishi birinchi sekundlarida, hali muskullarda kreatinfosfatning konsentratsiyasi yuqori, kreatinkinazaning faolligi yuqori darajada ushlab turadi. ATPning parchalanishida hosil bo'lgan ADPning deyarlik barcha miqdorida ATP resintezining boshqa jarayonlarini to'sib (blokirovka qilib), mana shu jarayonga – kreatinaza reaksiyasiga jalb qilinadi. Muskullarda KrP zahirasining  $\frac{1}{3}$  qismi tugallanishi bilanoq kreatinkinaza reaksiyasining tezligi pasaya boshlaydi, bu esa o'z navbatida ATP resintezining boshqa yo'llari – glikoliz va aerob jarayonlarni ishga kirishini tezlashtiradi.

Kreatinkinaza reaksiyasi oson orqaga qaytadi. Mashqlarni bajarish vaqtida ATP va kreatinni hosil qiladigan to'g'ri reaksiya ustunlik qiladi, lekin ishning sekinlashishi yoki tugashi va muskulda ATPning ortiqcha miqdori paydo bo'lishi bilan KrP zahirasini boshlang'ich ish oldi darajasigacha tiklashga olib keladigan orqaga yo'nalgan reaksiya ustunlik qila boshlaydi.

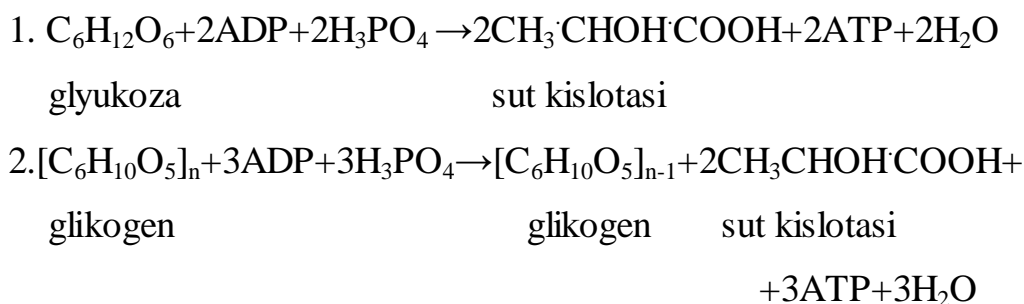
Kreatinkinaza reaksiyasi qisqa muddatli maksimal quvvatli mashqlarni energiya ta'minotida asosiy, muhim ro'lni o'ynaydi, jumladan: qisqa masofaga yugurish, sakrash, disk uloqtirish, og'ir atletika mashqlari, gimnastika va akrobatika elementlarini bajarish, velotrek, finisholdi tezlashishi va h.k.

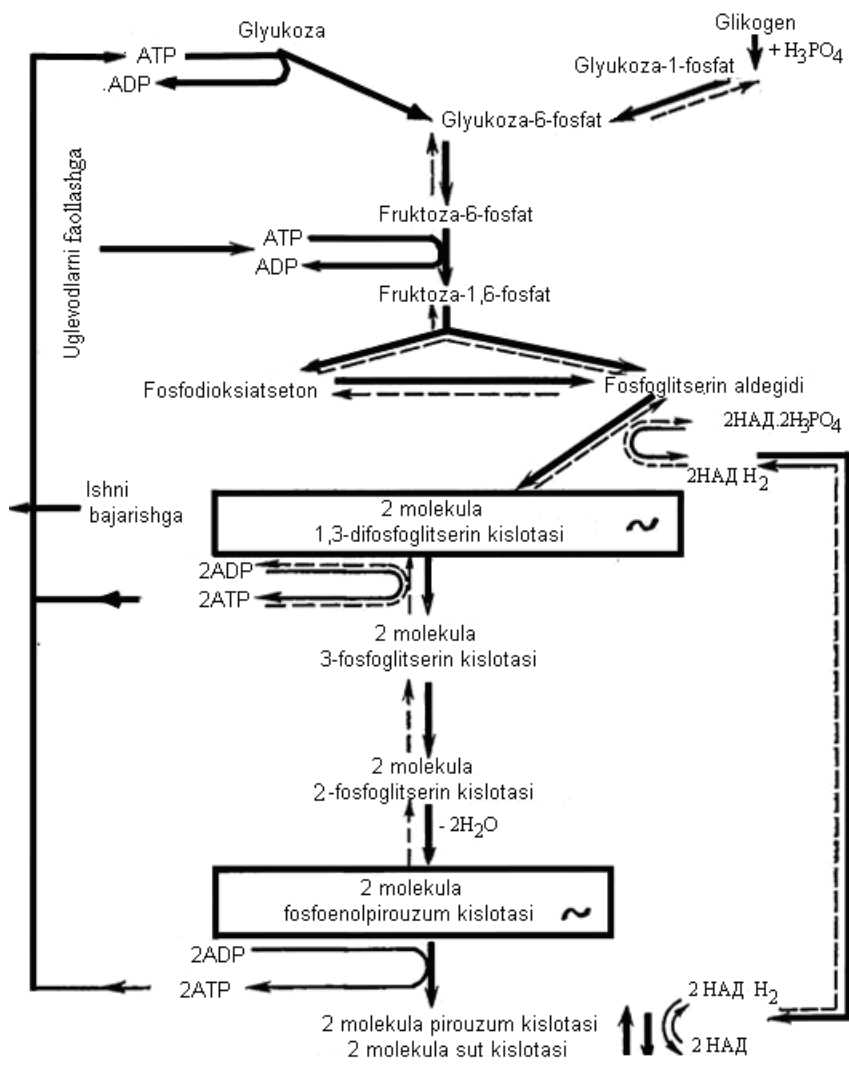
### 2.2.2. Glikoliz jarayonida ATPning sintezi

Muskuil ish faoliyatida kreatinkinaza reaksiyasining tezligi pasayib borishi bilan energiya ta'minoti jarayoniga tobora anaerob glikoliz ko'proq jalb qilinadi. Glikoliz jarayonida muskuil ichidagi glikogenning zahirasi va qondan kirayotgan glyukoza fermentativ yo'l bilan ikki molekula pirouzum yoki ikki molekula sut kislotasigacha parchalanadi. Glikoliz yoki glikogenni fosforolizidan (glikogenoliz) yoki erkin glyukozani fosforlanishidan (geksokinaza reaksiyasi) boshlanishi mumkin. Glikoliz (glikogenoliz) jarayonining ayrim reaksiyalarini katalizlaydigan fermentlarning ko'pchiligi SR membrana-larida va sarkoplazmada to'plangan. Muskuil qisqarishini faollashtirish jarayonida sarkoplazmada ADP, anorganik fosfat, katexolaminlar (adrenolin va noradrenalin) va  $\text{Ca}^{2+}$  ionlarining konsentrasiyasi oshganda anaerob glikolizning muhim fermentlari faollashadi, bu o'z navbatida muskuil ishini boshlanishi bilan glikolizni ATPning sintezlanish jarayoniga tez jalb qilishga imkoniyat tug'diradi.

Glikolizning boshlang'ich etaplarida 2 molekula ATP sarflanadi (glyukoza va fruktoza-6-fosfatlarni fosforlanishiga), glikogenolizda esa 1 molekula ATP (fruktoza-6-fosfatli fosforlanishiga). Jarayonning yakunlovchi bosqichlarida oraliq metabolitlar – difosfoglitserin va fosfoenolpirouzum kislotalarining defosforlanishi hisobiga kislotalarning har bir *mol* iga 1 *mol* dan ATP sintezlanadi. Glikoliz (glikogenoliz) jarayonining sxemasi va uning energetik samaradorligi 13-rasmda keltirilgan.

Glikoliz va glikogenolizning jamlangan tenglamalarni quyidagi tenglamalar ko'rinishida ifodalash mumkin:





13-rasm. Glikoliz jarayoni va uning samaradorligi

Glikoliz jarayoning energetik samaradorligini hisoblaganda ATP-ning glyukoza va fruktoza-6 fosfat molekularini fosforlanishga sarflangan ATPning miqdorini inobatga olish lozim (13-rasmga qarang). Agar ATPning ana shu miqdorini yangitdan resitezlanayotgan APPning miqdoridan ayirib tashlansa, har 1 mol parchalanayotgan glyukoza ekvivalentiga glikoliz uchun 2 mol ( $4-2=2$ ) va glikogenoliz uchun esa 3 mol ( $4-1=3$ ) ATP to`g`ri keladi.

ATPning glikolitik yo`l bilan resintanishi maksimal quvvati kreatinkinaza reaksiyasining quvvatidan bir necha pastroq bo`lib, 2,5 kDf/kg.min ni tashkil qiladi, lekin aerob jarayonning quvvatidan 2-3 marta ko`p. Jadal muskul ishini boshlagandan so`ng 20-30-sekundlarida glikoliz jarayoni o`zining eng yuqori tezligiga erishadi va ishning 1-minutlari oxirida yangitdan resintezlanayotgan

ATPning asosiy manbai bo`lib qoladi. Ammo muskullarda nisbatan uncha ko`p bo`lmagan glikogenning zahirasini tez tugallanishi va hosil bo`layotgan sut kislotasi hamda hujayraichi pH ning pasayishining ta'sirida glikoliz zanjiri asosiy fermentlarining faolligini kamayishi mashqning davomiyligini oshishi bilan glikolizni tezligi pasayadi. Muskel ishi boshlanganidan 15 *min* o`tgandauoq glikoluzning tezligini yarmisi qoladi.

Organizmdagi uglevodlarning umumiy zahirasi va hujayraichi pH ko`rsatkichlarini stabilizatsiya qilib turadigan buffer sistemalarining hajmi 30 sekunddan to 2-3 minutgacha intervaldagi mashqlarni berilgan intensivligini pasaytirmasdan bajarishni ta'minlaydi. Demak, ATP resintezining glikolitik yo`lini hajmi ATP resintezining alaktat anaerob yo`lining hajmidan bir tartibga (10 martadan oshiqroq) ko`p.

Glikoliz jarayoni nisbatan unchalik yuqori bo`lmagan energetik samaradorligi bilan ajralib turadi. Chunki, 1 molekula glyukoza (yoki glikogenning bitta glyukoza qoldig`i) ikki molekula pirouzum yoki sut kislotasigacha anaerob jarayonida parchalanganida umumiy 2860 *kJ/mol* energiyaning 240 *kJ/moli* ajralib chiqadi. Qolgan energiya esa keyinchalik pirouzum (sut) kislotasining aerob oksidlanish jarayonida ajraladi. Demak, glikoliz davomida ajralgan umumiy energiya (240 *kJ/mol*)ning 84 dan 125 *kJ* li ATPning makroerg fosfat bog`lariga aylanadi, ya'ni glikoliz jarayonida 2 molekula ATP (~80 *kJ*) va glikogenolizda 3 molekula ATP (~120 *kJ*) hosil bo`ladi. Shunday qilib, glikoliz jarayonining yoki ATP resintezning glikolitik yo`lini energetik samaradorligi umumiy ajralgan energiyaning 35-52% ini tashkil qiladi yoki foydali ish koeffitsienti bo`yicha 0,35-0,52 ko`rsatkichi bilan ifodalanadi.

Zo`riqqan muskul ishi sharoitida glikolitik yo`l bilan parcha-lanayotgan uglevodlarning asosiy miqdori sut kislotasiga aylanadi. Shu bilan birga hosil bo`layotgan sut kislotasining har bir molekulasini 1-1,5 molekula ATPni sinteziga teng. Anaerob ishda sut kislotasining to`planish darajasi bajarilayotgan mashqning intensivligi va davomiyligi bilan to`g`ri proporsional bog`langan.

Sut kislotasi boshqa barcha organik kislotalari kabi suv muhitida dissotsiasiyaga uchraydi:



Intensiv muskul ishi faoliyatida ko`p miqdorda sut kislotasi to`plana boshlaydi. Bu esa hujayraichi muhitida vodorod ionlarining konsentrasiyasini o`zgarishiga olib keladi. pH ko`rsatkichini uncha katta bo`lmagan (o`rtacha) kislotalik tomonga siljishi mitoxondriyadagi nafas olish siklining fermentlarini faolligini oshiradi, lekin ko`proq o`zgarganda miozin ATP-azasi, kreatinaza va muskullarning qisqarish qobiliyatini boshqaradigan glikolizning muhim fermentlarini faolligini va ATPning anaerob resintezining tezligini pasaytiradi.

Muskul tolasining sarkoplazmasida sut kislotasining konsentra-tsiyasini keskin ko`payishi osmatik bosimni o`zgarishiga olib keladi, ya'ni suv hujayralararo bo`shlig`dan hujayra ichiga kirib uni shishiradi va tarangligini oshiradi. Osmotik bosimni ancha o`zgarishi muskullarda og`riqni paydo bo`lishini sababchisi bo`ladi.

Sut kislotasi oson diffuziyalanib, hujayra membranasi orqali gradient bo`yicha qon tomirlariga o`tadi va u yerda birinchi navbatda bikarbonat bufer sistemasi bilan o`zaro ta'sir qilib, "nometabolik ortiqcha CO<sub>2</sub>" (ExcCO<sub>2</sub>)ni ajratib chiqaradi.



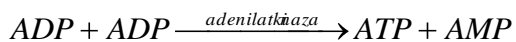
Ishlayotgan muskullarda glikolizning kuchayishini aks ettiruvchi omillar (sut kislotasining to`planishi, ExcCO<sub>2</sub> ni paydo bo`lishi, pH ning o`zgarishi va o`pkaning giperentilyasiyasi) odatda bajarilayotgan mashqning quvvati kritik quvvatning ~50% ni tashkil qilganda namoyon bo`ladi. Yuklamaning bu darajasini "anaerob almashinuv bo`sag`asi" (AAB) deb yuritiladi. Qancha oldin AABga erishsa, ishlayotgan muskullarda sut kislotasini to`planishi va toliqishni rivojlanishi bilan sodir bo`ladigan dlikoliz jarayoni shuncha tez rivojlanaboshlaydi.

Shunday qilib, bajariladigan vaqti 30 sekunddan to 2-3 minutgacha bo`lgan mashqlarni (o`rta masofaga yugurish, 100 va 200 metrga suzish, trekda velosiped haydash, uzoqroq muddatli finisholdi tezlashish va boshqalar) asosiy energiya

manbai bo`lib, submaksimal quvvatli ishlarni energiya ta`minotida glikoliz jarayoni muhim rol o`naydi.

### 2.2.3. Miokinaza reaksiyasida ATPning resintezi

Sarkoplazmada hali ADPning konsentrasiyasi yetarli darajada yuqori va ATP resintezi boshqa yo`llarini imkoniyati diyarlik qolmaganda, ya`ni yaqqol toliqish holati ro`y berganda miokinaza reaksiyasi yuzaga chiqishi mumkin. Bu reaksiyaning asosiy mohiyati shundan iboratki, unda adenilatkinaza (yoki miokinaza) fermenti yordamida ikki molekula ADPning perefosforlanishi natijasida ATP va AMP hosil bo`ladi.



Miokinaza reaksiyasini “avariya” mexanizmi deb qarash mumkin. Bu reaksiyani samaradorligi juda kam va organizm uchun nihoyatda foydasiz. Chinki, ikkita molekula ADPdan bitta molekula ATP hosil bo`ladi, ya`ni muskullarda ATPning umumiy zahirasini kamayishiga olib keladi. Hosil bo`lgan AMP, asosan, dezaminirlanishga uchrab, energiya almashinuvining substrati bo`lmagan – inozin kislotasiga aylanadi. Shu bilan birga, sarkoplazmada AMPning ma`lum bir konsentrasiyasi uglevodlarning anaerob parchalanishini asosiy fermentlarini aktivatori hisoblanadi va shu sababli ATP resintezi glikolitik yo`lining tezligini oshirishga imkoniyat yaratib beradi.

Miokinaza reaksiyasi, xuddi kreatinkinaza reaksiyasidek oson orqaga qaytadigan reaksiya, shuning uchun ham undan ATPning hosil bo`lish va ishlatilish reaksiyalarining tezligini keskin farqlarini buferlashda (tekislashda) foydalanish mumkin.

### 2.2.4. Aerob jarayonda ATPning resintezi

ATP resintezi aerob mexanizmi o`zining eng yuqori samaradorligi bilan ajralib turadi. Uning hissasiga hujayrada resentezlanayotgan ATPning umumiy miqdorini tahminan 90% to`g`ri keladi. Aerob jarayoning fosforlanish bilan bog`liq bo`lgan fermentlari mitoxondriyalarda to`plangan va ichki membraning qirralarida

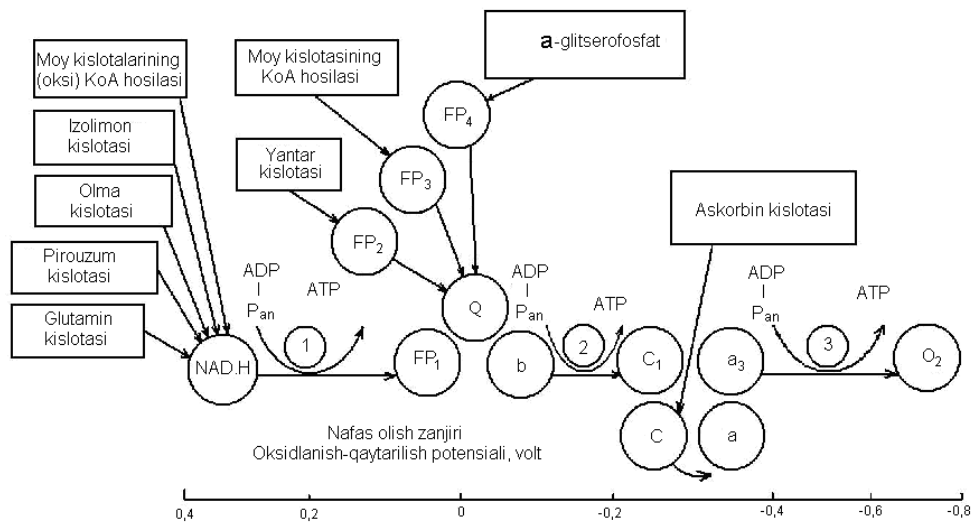
qat'iy tartibda joylashgan. Shu tufayli nafas olish zanjiri bo'ylab va mediator (terminal) oksidlanish bilan bog'langan holda elektron va protonlar izchil ketma-ketlikda tashiladi. Aerob oksidlanish sistemasining fermentlari substratli va mediamor (terminal) oksidlanish sikllariga bo'linadi. Birinchi holda degidrogenaza fermentlari ta'sirada turli metabolitlarni almashinuvi davomida ulardan ajralib chiqqan vodorodni NAD (nikotinamid adenine dinukleotid) yoki FAD (flavinadenin di nukleotid) bog'lab oladi, ikkinchi holda esa degidrogenirlanish reaksiyalarida NAD yoki FAD bilan bog'langan vodorod, nafas olish sistemasi fermentlari orqali kislorodga uzatiladi va suv hosil bo'ladi.

Nafas olish zahjirida uchta energiyani o'zgarish punktlari bo'lib elektronlarni tashilishida ajralib chiqqan energiya hisobiga ATP sintezlanish mumkin (14-rasm). Birinchi energiyani o'zgarish punkti vodorodni NAD dan FADga tashilish qismida joylashgan, ikkinchi punkt-sitoxrom "b" bilan sitoxrom "C<sub>1</sub>" oralig'ida va uchunchi ener-giyani o'zgarish punkti – nafas olish zanjirining tugallanish (yakun-lanish) etapida, ya'ni vodorodni sitoxrom a<sub>3</sub> dan kislorodga uzatish qismida joylashgan. NAD vodorodning elektrton va protonlarini moy kislotalarining K<sub>O</sub>A hosilalari (oksi), izolimmon, β-ketoglyutar, olma, pirouzum, glutamin kislotalaridan qabul qilib oladi, FAD – moy kislotalarining K<sub>O</sub>A hosilalari, yantar kislotasi va β-gliserofosfatdan vodorodning elektron va protonlarini qabul qiladi, askorbin kislotasi o'zining vodorod elektronlarini sitoxrom "C"ga beradi. Shunday qilib, o'zlarining elektronlarini NADga berib oksidlanadigan substratlardan nafas olish zanjirida ikkita vodorod atomi tashilganda 3 molekula ATP sintezlanadi, o'zlarining elektronlarini nafas olish zanjirida qatnashayotgan flavin kofermentlari (FAD, FMN)ga beradigan boshqa substratlardan faqat 2 molekula ATP hosil bo'ladi. askorbin kislotasi oksidlanganda vodorodning akseptori bo'lib sitoxrom C xizmat qiladi va atigi 1 molekula ATP sintezlanadi, xolos.

Mitoxondriyaning ichki membranasida substratlarni asosiy oksidlanish yo'li bilan bir qatorda sitoxrom C, FP<sub>5</sub>-sitoxrom b<sub>5</sub> sistemasi va sitoxromoksidaza fermenti qatnashadigan mitoxondriya-ning tashqi membranasida joylashgan oksidlanishning boshqa yo'li ham bor. Bu yo'lning faollanishi ATPning sintezi



bilan bogʻlanmagan boʻlib, mitoxondriyadan tashqaridagi NAD<sup>H</sup> ni oksidlanisiga olib keladi va ajralgan barcha energiya issiqlik sifatida tarqalib ketadi.



14-rasm. Skelet muskullarining mitoxondriyalarida nafas olish zanjiri fermentlarini ishtirokida turli substratlarning oksidlanishi

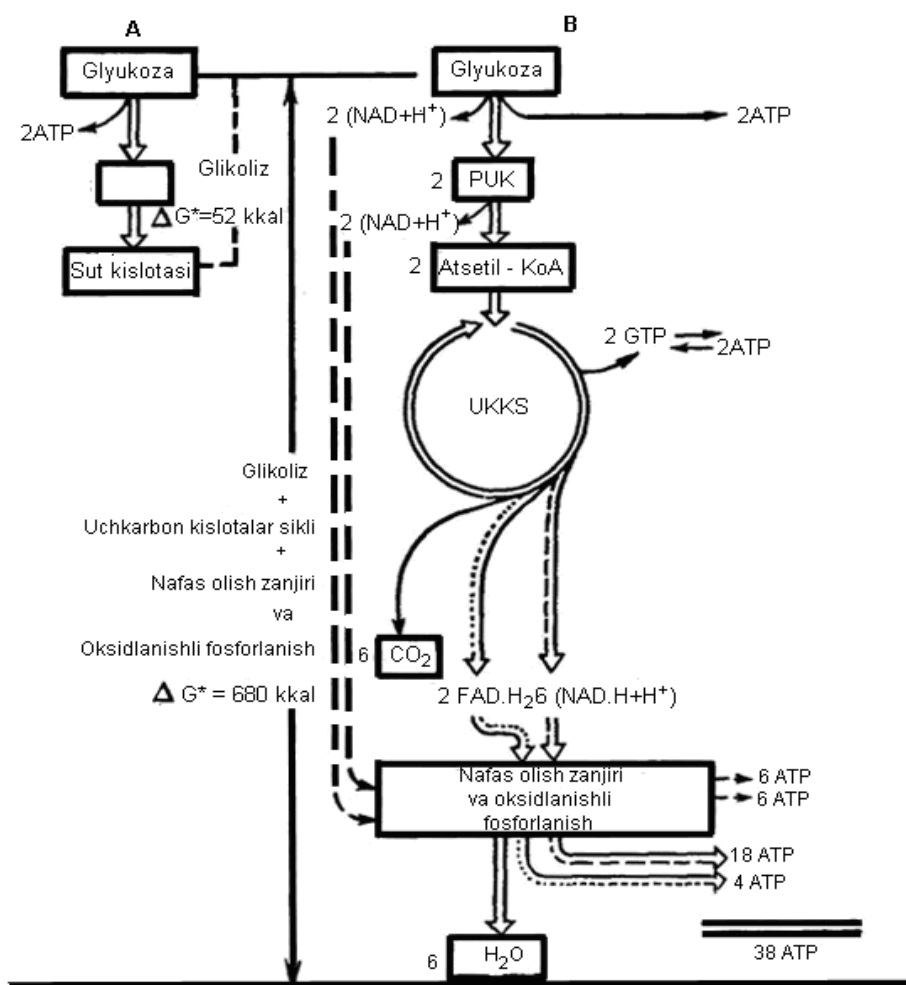
Maʼlumki, nafas olishning intensivligi hujayradagi ATP/ADP nisbati bilan boshqarilib turiladi. Bu nisbat qancha kichik boʻlsa ATPning ishlab chiqarilishini taʼminlaydigan nafas olish zanjirida elektronlarni tashish intensevligi shuncha yuqori boʻladi. Umuman olganda, ATP va ADP nisbati hujayraning energiyaga boʻlgan ehtiyojiga qarab electron tashish zanjirining ish faoliyatini boshqarib turadi.

Shu narsani taʼkidlash kerakki, odam organizmida har xil sharoitda oksidlanishli fosforlanish jarayoning bir-biridan ajratib yuboradigan turli omillar taʼsirida ATPning hosil boʻlishini blokirovka qilib qoʻyishi mumkin. Skelet muskullarining mitoxondriyalarida oksidlanishli fosforlanish jarayonida fosforlanishni oksidlanishdan ajratib qoʻyish taʼsiriga ega boʻlgan anashundau omillarga qalqonsimon bezning gormoni – tiroksin, toʻyinmagan moy kislotalari, lizofosfolipidlar, yuqori konsentrasiyadagi sut kislotasi, dinitrofenol, oligomisin, rotenone, amital, antimisin A, sianid va boshqalar kiradi. Bu agentlarning taʼsirida nafas olish zanjirida elektronlarni tashilishi tezlashadi, lekin ATP hosil boʻlmaydi, oksidlanishning ajralgan energiyasi issiqlik shaklida tarqalib ketadi. Fosforlanishni

oksidlanishdan ajralish jarayoni kuchli toliqqanda, ya'ni uzoq muddatli intensiv muskul ishini bajarganda sodir bo'lishi mumkin.

ATP resentezi aerob yo'lining energetik samaradorligi 15-rasmda ko'rsatilgan.

15-rasmda keltirilgan ma'lumotlarga ko'ra, 1 molekula glyukoza to'la  $6\text{CO}_2$  va  $6\text{H}_2\text{O}$  gacha parchalanganda hammasi bo'lib 38 molekula ATP hosil bo'ladi. shundan, ya'ni 38 molekula ATPdan 2 molekulasi 1 molekula glyukoza ikki molekula sut kislotasigacha anaerob sharoitda (glikolizda) hosil bo'ladi, qolgan 36 molekulasi esa aerob jarayonida sintezlanadi. Demak, ATP resintezining aerob yo'lini energetik samaradorligi 36 molekula ATPni yoki umumiy ajralib chiqqan energiyaning 55-60% ni tashkil qiladi (f.i.k.=0,55-0,60).



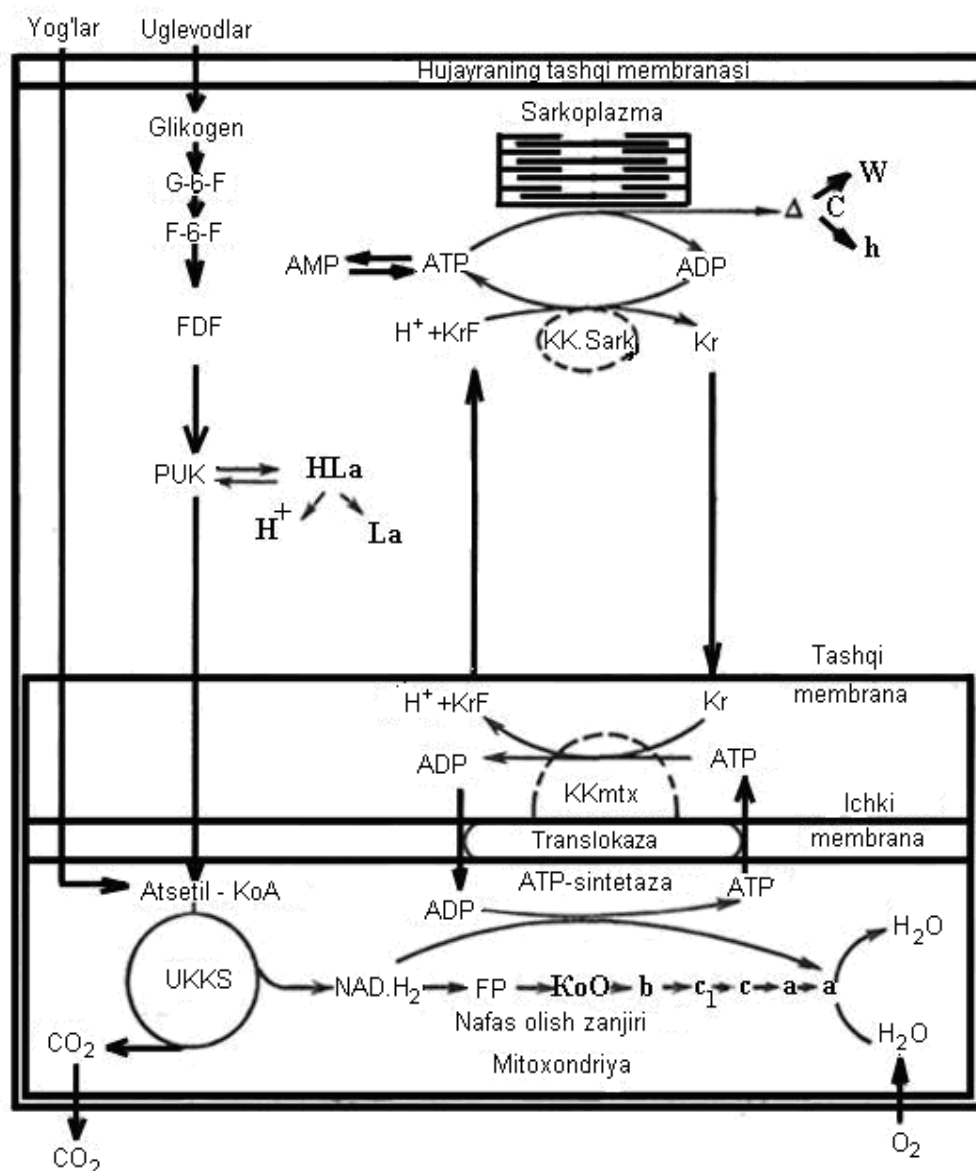
15-rasm. Muskul ishida uglevodlarning anaerob va aerob parchalanisining energetik balansi

Aerob jarayonning tezligi muskul ishi boshlangandan keyingi 60-90-sekundlarda o`zini eng yuqori darajasiga etadi. Katta va mo`tadil quvvatli uzoq muddatli ishni bajatayotganda aerob jarayonning maksimal quvvati  $1,25 \text{ kDj/kg.min}$  ni tashkil qiladi. Aerob jarayonning maksimal quvvatini darajasi hujayrada kislorodni foydali ishlatilish (utilizasiya) tezligiga va to`qimalarga kislorodni yetkazib berish tezligiga bog`liq bo`ladi.

Ishlayotgan muskullarda aerob oksidlanishning substratlari sifatida faqat glikogening muskul ichidagi zahirasi emas, balki glyukogenning jigardagi zahirasi qondagi glyukoza, yog`lar, bazi bir hollarda, hatto muskulning struktura oqsillari ishlatilishi mumkin. Shunday ekan aerob jarayonning umumiy metabolik hajmi juda katta, yoki cheksiz deb aytish mumkin.

Shu narsaga e`tibor berish kerakki, mitoxondriyaning ichki membranasi qutublangan nikleotidlarni o`tkazmasligi sababli, mitoxondriyada oksidlanishli fosforlanish jarayonida hosil bo`lgan ATP muskul tolasi hujyrasining sarkoplazmasida joylashgan ATPazalar uchun substrat bo`la olmaydi (mitoxondriyadan sarkoplazmaga o`taolmagani uchun). Shu sababli kreatinfosfat resentezining “makili” mexanizmi nomini olgan ATPni mitoxondriyaning matriksidan sarkoplazmaga faol tashish sistemasi bor (16-rasm). Avvalo mitoxondriyaning ichki membranasida joylashgan translokaza fermenti ATPni matriksdan ichki membrana orqali membranalar aro bo`shliqqa transport qiladi. Bu yerda ATP va sarkoplazmadan kirgan kreatin o`rtasida perefosforlanish sodir bo`ladi. Shu ATP va kreatinning perefosforlanish reaksiyasini mitoxondriyaning tashqi membranasida mujassamlashgan mitoxondrial kreatinkinaza katalizlaydi. Hosil bo`lgan kreatinfosfat yana (qaytadan) sarkoplazmaga o`tadi va bu yerda KrP va ADPning qaytadan perefosforlanish reaksiyasi bo`lib, natijada ATP va kreatin hosil bo`ladi. Bu reaksiyani sarkoplazmatik kreatinkinaza katalizlaydi.

Oksidlanishli fosforlanish jarayonida ATP resintezi samaradorligi muskullarni kislorod bilan ta`minlash darajasiga bog`liq. Ishlayotgan muskullarda kislorodning zahirasi uncha ko`p emas: biroz miqdordagi kislorod sarkoplazmada erigan va asosiy qism kislorod muskullarning mioglobini bilan bog`langan holda

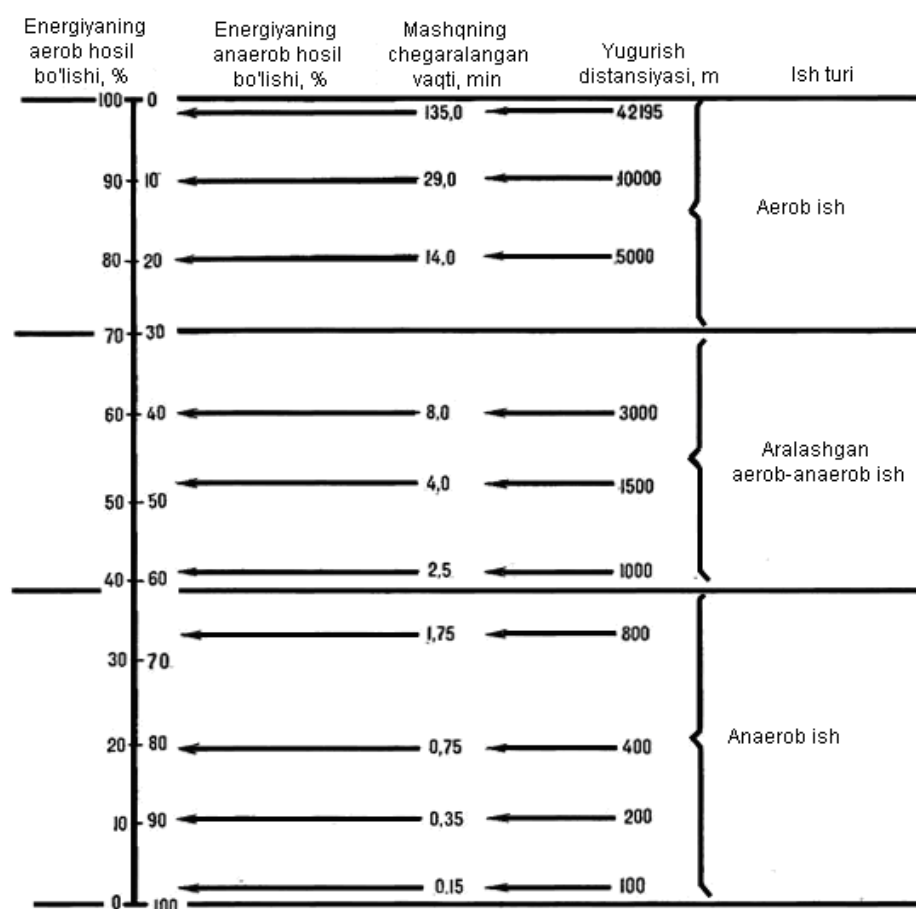


16-rasm. Skelet muskullarida anaerob va jarayonlarning o'zaro bog'liqligi: kreatinkinazaning mitoxondrial va miofibrillar izofermentlari ishtirokida energiya tashish "makili" mexanizmi

bo`ladi. ATPning aerob resintezi uchun muskulga kerak bo`lgan kislorodning asosiy miqdori o`pka nafas olish va qon aylanish sistemalari orqali etkazib beriladi. Oksidlanishli fosforlanish jarayonida 1 molekula ATPni hosil bo`lishi uchun ~ 3,45 l O<sub>2</sub> talab qilinadi; bu miqdordagi kislorod tinch holatda 10-15 min davomida, intensiv muskul ish faoliyatida 1 minutda istemol qilinadi. Davomiyligi 3 minutdan birnecha soatgacha bo`lgan muskul ishini bajarish uchun ATP bilan asosiy ta`minlovchi bo`lib oksidlanishli fosforlanish jarayoni xizmat qiladi.

### 2.3. Har xil quvvatli va davomiylikdagi mashqlarda ATP resintezining anaerob va aerob jarayonlarini nisbatlari

Muskul ishida energiya hosil bo'lish dinamikasida ma'lum qonuniyat kuzatiladi: ishni boshlanishi bilan va uning bajarilishini birinchi sekundlarida (birinchi 5-10 sek) mashiqni energetikasida kreatinkinaza reaksiyasi ustunlik qiladi (17-rasm). So'ngra glikoliz jarayoni tobora ko'proq rolni o'ziga olaboshlaydi va ishning 30 sekundidan 2,5 minutigacha bo'lgan oralig'ida o'zining eng katta quvvatiga erishadi. Sut kislotasini to'planaborishi va ishlayotgan muskullarga kislorodni yetkazib berishi kuchayishi bilan glikolizning tezligi asra-sekin kamayadi va ishning 2-3 minutlarida energiya ta'minotini aerob jarayon o'z zimmasiga oladi. Mashqlarning davomiyligi 5-6 minutgacha oshishi bilan energiyaning aerob hosil bo'lish jarayoning tezligi tez oshadi va so'ngra kam o'zgaradi yoki deyarlik o'zgarmaydi.



17-rasm. Mashqlarning umumiy energiya balansida aerob va anaerob jarayonlarning qo'shgan hissalari

Sport amaliyotida ishning energiya boʻlgan ehtiyojini 60% dan koʻprogʻini alaktat va glikolitik anaerob jarayonlar taʼminlaydigan mashqlarni odatda **anaerob hususiyatli mashqlar** deb belgilanadi. Aerob jarayoning energiya sarflanishidagi hisyasi 70% dan oshgan mashqlarni **aerob hususiyatli mashqlar** deb ataladi. Energiya taʼmi-notida anaerob va aerob jarayonlarning hissalarini taxminan bir xil boʻlgan mashqlarni energiya taʼminoti **aralashgan tipdagi** mashqlar deyiladi. Birinchisiga – 100-800 m ga yugurish, ikkinchisiga – 5000 m va undan uzoq masofa va uchunchisiga – 1000-3000 m masofalar kiradi.

### **Asosiy tushunchalar va mavzuning atamaları**

**ATP (adenozintrifosfor kislota)** – muskullarning qisqarishi va boʻshashishi uchun bevosita energiya manbai boʻlib xizmat qiladigan – makroerg birikma.

**Kreatinfosfat (KrP)** – muskullarda zahira holida yigʻiladigan makroerg birikma.

**Kreatinkinaza reaksiyasi** – kreatinkinaza fermenti yordamida KrP va ADP perefosforlanib ATP va Kr hosil boʻladigan reaksiya.

**Miokinaza reaksiyasi** – bu reaksiyada adenilatkinaza (yoki miokinaza) fermenti ishtirokida ikki molekula ADPdan perefosforlanish hisobiga ATP va AMP hosil boʻladi.

**Glikoliz** – glyukoza ning ikki molekula pirouzum yoki sut kislotasigacha anaerob (kislordsiz) sharoitda parchalanish jarayoni boʻlib, unda har bir molekula glyukoza uchun 2 molekuladan ATP sintezlanadi.

**Aerob jarayoni** – bu substratlarni bevosita kislorod ishtirokida oxirgi mahsulotlar  $\text{CO}_2$  va  $\text{H}_2\text{O}$  gacha fermentative parchalanish jarayoni. Agarda uglevodlarni aerob oksidlanish jarayonini olganda, glikoliz (glikogenoliz)da hosil noʻlgan pirouzum kislotasi oksiflanishli dekarboksillanishga jalb qilinadi va unda hosil noʻlgan atsetil-KoA soʻngra Krebs siklida oxirgi mahsulotlar  $\text{CO}_2$  va  $\text{H}_2\text{O}$  gacha parchalanadi.

**Oksidlanishli fosforlanish** – nafas olish zanjirida energiyaning xemosmarik oʻzgarish yoʻli bilan ATPning sintezlanish jarayoni.

**Quvvat kriteriyasi** – har bir jarayondagi energiya o'zgarishini (ATP resintezini) tezligini ifodalaydi.

**Hajm kriteriyasi** – energiya resurslarini umumiy zahirasini ifodalaydi.

**Samaradorlik kriteriyasi** – berilgan jarayonda ajralgan umumiy energiya bilan ATPning resintaziga sarflangan energiyani o'zaro nisbatini ko'rsatadi.

**AAB (anaerob almashinuv bo'sag'asi)** – birinchi marotaba anaerob glikolizni tezlashishi kuzatiladigan mashqning quvvati.

**Exc CO<sub>2</sub>** – sut kislotasini qonning bikarbonat buffer sistemasi bilan o'zaro ta'sir qilganda ajralib chiqadigan CO<sub>2</sub> ni metabolic ortiqchasi.

### **Savollar va topshiriqlar**

1. ATPning muskullardagi konsentratsiyasi qanday va nima uchun muskul ish faoliyatida deyarli o'zgarmaydi?

2. Muskullarda ATP resintezining anaerob yo'llarini sanang va ularning har biriga qisqacha xarakteristika bering.

3. Kreatinkinaza reaksiyasining quvvati, hajmi va samaradorliklarini qanday biokimyoviy omillar aniq belgilaydi? Ana shu reaksiyaning tenglamasini yozing.

4. Miokinaza reaksiyasining mohiyati nimadan iborat va nima uchun u ATP resintezining "avariya" mexanizmi deb ataladi?

5. Glikoliz jarayonining sxemasida ATP resintezlanadigan joylarni ko'rsating va o'sha tenglamalarni yozing.

6. Quyidagi koeffitsientlardan foydalanib (1 molekula glyukoza ikki molekula sut kislotasigacha parchalanganda 240 *kJ* energiya ajraladi va undan ~80 *kJ* ATPning resinteziga ishlatiladi), glikoliz jarayonining energetic samaradorligini hisoblang.

7. Aerob oksidlanishi uchun sunstrat sifatida ishlatilishi mumkin bo'lgan uglevodlar, lipidlar (yog'lar) va oqsillar almashinuvining oraliq moddalari nomini ko'rsating.

8. Krebs siklining substratli degidrogenirlanishga uchraydigan yoki ATP sintezlanadigan reaksiyalarining tenglamalarini yozing.

9. Nafas olish zanjirini sxema shaklida ifodalab, uning qaysi joylarida (punktlarida) ATPning hosil bo'lishini ko'rsating.

10. Muskul ish faoliyatida qaysi bir omillar ta'sirida fosforlanish oksidlanishdan ajralishi mumkin?

### O'zingizni tekshirib ko'ring

1. Qaysi moddaning parchalanish reaksiyasi muskullarning qisqarishi va bo'shashishi uchun bevosita energiya manbai bo'lib xizmat qiladi? a) GTP; b)  $\beta$ -glitserofosfat; c) ADP; d) ATP.

2. Muskul ATPni ko'p miqdorda ( $5 \text{ mm/kg}$  dan ortiq) jamg'ara olmaydi, chunki bunday holatda sodir bo'ladi: a)  $\text{Ca}^{2+}$  – ATP-azasini ingibirlanishi; b) miozin ATP-azasining substratli ingibirlanishi; c)  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$  – ATP-azasining faollanishi; d) glikoliz jarayonini sekinlashishi.

3. Muskulda ATPning konsentratsiyasi  $2 \text{ mmol/kg}$  dan kamayib ketishi mumkin emas, chunki bunday holatda ..... ishlaymay qoladi: a) SR dagi kalsiy nasosi; b) signallarni sinapsdan uzatilishi; c) miozin ATP-azasi; d)  $\text{Mg}^{2+}$  ionlari.

4. Maksimal quvvatli mashqlarda kreatinkinaza reaksiyasining eng yuqori quvvati .....  $\text{kDj}$  ni tashkil qiladi: a) 2,5; b) 3,6; c) 4,5; d) 3,8.

5. ATP resintazining qaysi bir yo'lida energiya o'agarishining (ATP resintezining) tezligi  $2,5 \text{ kDj/kg min}$  ga yetadi? a) miokinaza reaksiyasida; b) aerob jarayonda; c) glikolizda; d) kreatinkinaza reaksiyasida.

6. 30 sekunddan 2,5 minutgacha oraliqdagi muskul ishini berilgan intensivligini pasaytirmasdan bajarilishi organizmdagi ..... ning zahirasi hisobiga bo'ladi: a) ATP; b) oqsillar; c) yog'lar; d) uglevodlar.

7. ATP resintezining aerob yo'lini maksimal hajmi cheksiz, chunki uning energetic substratlari bo'lib xizmat qiladi: a) oqsillar, uglevodlar, yog'lar; b) uglevodlar, yog'lar, ATP; c) oqsillar, yog'lar, sut kislotasi; d) keton tanachalari, glitserofosfat, kreatinfosfat.

8. ATP resintezining aerob yo'li o'zining maksimal quvvatiga muskul ishining ..... -nchi sekundlarida erishadi: a) 2-3; b) 60-90; c) 40-60; d) 20-40.



9. Kreatinkinaza reaksiyasi energiya bilan asosan ta'minlaydi: a) 2-3 minutgacha davom etadigan submaksimal quvvatli ishlarni; b) 20-30 *sek* davomidagi mo'tadil quvvatli ishlarni; c) 10-15 *min* davomidagi maksimal quvvatli ishlarni; d) har qanday muskul ishini boshlang'ich etaplari, sprint, sakrash, gimnastika va akrobatika elementlarini bajarish va boshqalar.

10. Katta va mo'tadil quvvatli uzoq davomiylikdagi muskul ishlari energiya bilan asosan ..... hisobiga ta'minlanadi: a) miokinaza reaksiyasi; b) glikoliz; c) aerob jarayon; d) kreatinkinaza reaksiyasi.

### **3. MUSKUL ISH FAOLIYATIDA ORGANIZMDAGI BIOKIMYOVIY JARAYONLARNING DINAMIKASI**

#### **3.1. Muskul ishida biokimyoviy o'zgarishlarning yo'nalishi**

Muskul ish faoliyatidagi biokimyoviy o'zgarishlar faqat iashla-yotgan muskullardagina emas, balki organizmning boshqa organ va to'qimalarida ham sodir bo'ladi. Buning ustiga bu o'zgarishlar faqat mashqlarni bajargan vaqtdagina emas, balki u ish boshlanishdan oldin, ya'ni startoldi holatida sodir bo'la boshlaydi. Startoldi o'zgarishlari bosh miya qobig'ini moddalar almashinuviga ta'siriga misol bo'ladi.

Fiziologik nuqtai nazardan startoldi holatidayoq bir qator endokrin bezlarining faoliyati faollashadi (junladan, gipotiz va buyrak usti bezining mag'iz qismi) va adrenal gormonining ishlab chiqarilishi va qonga o'tishi kuchayadi.

Simpatik nerv sistemasi va adrenalinning birgalikdagi ta'siri yurakning qisqarish chastotasi va aylanayotgan qonning almashinuvini tezlashtirishga olib keladi. Energiya almashinuvining oraliq mahsulotlarini (AMP, CO<sub>2</sub>, sut kislotasi) muskullarda hosil bo'lishi va qonga o'tishi, K<sup>+</sup> ionlarini chiqarib tashlanishi va atsetoxolinnig ajralishini kuchayishi muskullardagi kapillyarlarning devorlariga mahalliy ta'sir qilib, ularni kengayishga olib keladi. Shu vaqtning o'zida adrenal ichki organlarning tomirlarini toraytiradi. Natijada muskil ishi boshlanishi bilan organizmda qon oqimi qaytadan taqsimlanib, ishlayotgan muskullarni qon bilan ta'minlanishi yaxshilanadi.

Biokimyoviy nuqtai nazardan startoldi holatida gaz almashinuvining kuchayishi aerob oksidlanish jarayonining intensivligining ortganidan dalolat beradi. Ko'pincha anaerob glikolizning kucha-yishidan dalolat beruvchi sut kislotasining miqdorini ko'payishi ham kuzatiladi. Boshqa startoldi biokimyoviy o'zgarishlar (qonda keton tanachalarining konsentratsiyasini o'zgarishi va boshq.) ham kuzatilishi mumkin. Bir qator tatqiqotchilar o'zlarining ilmiy ishlarida shu narsani tasdiqladilarki, ya'ni startoldi biokimyoviy o'zgarishlar va mashqlarni bajarganda ro'y beradigan biokimyoviy o'zgarishlarning xarakteri o'rtasida o'zaro

chambarchas bog'liqlik bor. Bundan tashqari, jismoniy mashqni bajarayotganda qonda qaysi bir metabolitning miqdori ko'paysa, staroldi holatida ham ana shu metabolitning miqdori ko'payadi. Masalan, sport o'yinlari bilan shug'ullanuvchi sportchilarda (xokkeychilar, boleybolchilar, futbolchilar va boshq.) musobaqa davomida ularning qonida sut kislotasi va glyukozaning konsentratsiyasini keskin ortishi kuzatiladigan bo'lsa, staroldi holatida ham shu agentlarni qondagi miqdori keskin ko'payadi. Stendda otish musobaqalarida mashqni bajarish davomida sportchining qonida, jumladan, sut kislotasining miqdori deyarli o'zgarmayotgan bo'lsa, staroldi holatida ham uning o'zgarishi kuzatilmaydi.

Shu narsani ta'kidlab o'tish kerakki, startoldi biokimyoviy o'zgarishlarning katta-kichikligi bir qator omillarga bog'liq, jumlagan:

- oldinda turgan jismoniy yuklamaning xarakteri (sport turiga bog'liqligi, ya'ni sportchi qaysi tipdagi mashqni bajaradi);
- sportchini o'zining shu yuklamaga bo'lgan munosabati;
- musobaqaning kategoriyasi (javobgarligi) (olimpiya o'yinlarimi, dunyo, qit'a, mamlakat chempionatimi, o'rtoqlik uchrashuvimi yoki oddiy mashqlanish mashg'ulotlarimi);
- sport staji va sportchining psixologik tayyorgarlik darajasiga.

Musobaqa oldidagi startoldi o'zgarishlari mashqlanish mashg'ulotlari o'zgarishidan katta bo'ladi. Yana bundan tashqari, musobaqaning javobgarligi qancha katta bo'lsa, startoldi biokimyoviy o'zgarishlar shuncha katta bo'ladi.

Endigina sport bilan shug'ullanishni boshlagan tajribasiz sportchilarda ushbu startoldi biokimyoviy o'zgarishlar tajribali sportchilarnikiga nisbatan kichikroq bo'ladi. Biroq buni to'g'ri tushunish kerak emas. Chunki ba'zi hollarda endigina sport bilan shug'ullana boshlaganlarda qondagi qandning miqdorini oshishi bilan start oldidan gaz almashinuvining kuchayishi tajribali yuqori malakali sportchilardagiga nisbatan ancha keskin ifodalanishi mumkin. Lekin bu reaksiya oldinda turgan yuklamani bajarilishi bilan sodir bo'ladigan biokimyoviy o'zgarishlarga to'g'ri kelmaydi.

Umuman olganda, moddalar almashinuvining shartli reflektiv startoldi o'zgarishlari o'ziga xos "psixik razminka" rolini bajarib, organizmning funksional imkoniyatlarini jalb etishga yordam beradi. Shu bilan birga yuqori malakali sportchilar mo'tadil, lekin juda aniq startoldi o'zgarishlari bilan yaxshi sharoitda bo'ladi.

Shunday xulosa qilish mumkinki, ya'ni sport mashqlarini bajarayotgan vaqtda sportchi organizmining holati uchun startoldi o'zgarishlarning katta-kichikligi muhim ahamiyatga ega.

### **3.2. Muskul ish faoliyatida organizmning energetik resurslarini jaib qilinishi**

Skelet muskullaridagi moddalar almashinuvi birinchi navbatda qisqarish va bo'shashish uchun bevosita energiya manbai sifatida ATPni ishlab chiqarishga yo'naltirilgan. Ikkinchi jadvalda odam organizmidagi energiya zahiralari keltirilgan.

*2-jadval*

**Odam organizmidagi energiya zahiralari (M.T. Kalinskiy bo'yicha, 1989)**

Energiya manbai	Energetik qiymati, <i>kDj/g</i>	To'qimalardagi konsen tratsiya	To'qimaning massasi	Energiya zahirasi, <i>kDj</i>
Skelet muskullari glikogeni	17	18 <i>g/kg</i>	28 <i>kg</i>	8440
Jigar glikogeni	17	70 <i>g/kg</i>	2 <i>kg</i>	2345
Qon glyukozasi	17	1 <i>g/kg</i>	5 <i>l</i>	84
Yog' to'qimalarining triglitseridlari	38	900 <i>g/kg</i>	10 <i>kg</i>	339000
Muskullarning triglitseridlari	38	9 <i>g/kg</i>	28 <i>kg</i>	9496
Qondagi erkin moy kislotalari va triglitseridlar	38	1 <i>g/l</i>	5 <i>l</i>	188

2-jadvalda keltirilgan ma'lumotlardan ko'rinib turibdiki, skelet muskularining yonilg'isi sifatida ularning faollik darajasiga qarab glyukoza, glikogen, erkin moy kislotalari yoki keton tanachalari ishlatilishi mumkin. Tinch holatdagi muskullarda energiya almashinuvining asosiy substratlari bo'lib, jigardan qon bilan yetkazib berilayotgan erkin moy kislotalari yoki keton tanachalari xizmat qiladi. Bu substratlar oksidlanish yo'li bilan parchalanib, atsetil-K<sub>o</sub>Aga aylanadi. So'ngra atsetil-K<sub>o</sub>A uchkarbon kislotalar siklida CO<sub>2</sub> gacha oksidlanadi. Bir vaqtda baravariga sodir bo'ladigan nafas olish zanjirida elektronlarni kislorodga tashilishi oksidlanishli fosforlanish jarayonini va ADPni ATPga aylanishini energiya bilan ta'minlaydi.

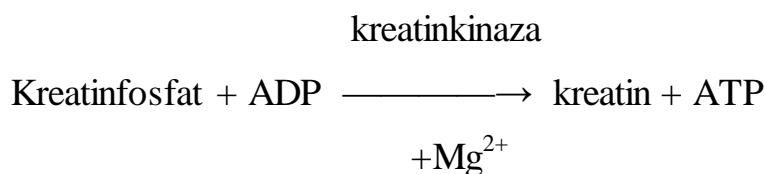
Mo'tadil quvvatli mashqni bajarganda muskullar moy kislotalari va keton tanachalariga qo'shimcha qondagi glyukozani ham ishlatadi. Bunday sharoitda glyukoza ATP ishtirokida fosforlanib glikoliz davomida pirouzum kislotasigacha parchalanadi va atsetil-K<sub>o</sub>A oqrali uchkarbon kislotalar siklida oksidlanadi.

Maksimal quvvatli muskul ishini bajarayotganda muskullarning qiaqarishi va bo'shashishida sarflanayotgan ATPning miqdori shuncha ko'payib ketadiki, qon bilan energetik substratlar va kislorodni yetkazib berish tezligi orqada qoladi, ya'ni yetarli bo'lmaydi. Bunday sharoitda muskullarning o'zida jamg'arilgan glikogen ishlatila boshlanadi va u anaerob glikoliz yo'li bilan sut kislotasigacha parchalanadi. Agarda glikogen fosforilaza fermenti ta'sirida fosforoliz reaksiyasiga jalb qilingan bo'lsa, u holda har bitta parchalangan glyukoza qoldig'iga 3 molekuladan ATP hosil bo'ladi. Shunday qilib, anaerob glikoliz (glikogenoliz) energiya almashinuvining Krebs siklida boshqa substratlarning aerob oksidlanishida ishlab chiqarilayotgan ATPning asosiy miqdorini ustiga ATPning qo'shimcha miqdorini hosil qiladi. Glikogenoliz jarayoni adrenalinning sekretsiyasi kuchayganda, Ca<sup>2+</sup> ionlari, AMP va atsetilxolinlarning konsentratsiyasi oshganda faol-lashadi. Adrenalin gormoni jigarda glikogendan qonga o'tadigan glyukozani hosil bo'lishini, muskul to'qimasida esa glikogenni sut kislotasigasha parchalanishni stimulyatsiya qiladi. Skelet muskullarida glyukoza-6-fosfataza fermenti

bo'lmaganligi sababli muskul glikogeni glikolitik yo'l bilan faqat energiya ishlab chiqarishga mo'ljallangan.

Biroq, uzoq muddatli mashqlarni bajarganda muskullarning glikogen zahirasi yetmay qolishi mumkin; bunday holda muskullardagidan boshqa energiya manbalari ishlatila boshlanadi, birinchi navbatda jigarining glikogeni. Jigarning glikogenolizi adrenalin va glyukogon gormonlari bilan stimulyatsiya qilinadi; jigar glikogenining parchalanishidan hosil bo'lgan glyukoza qon oqimi bilan ishlayotgan muskullarga yetkazib berib turiladi. Shu bilan birga, sut kislotasining to'planishi va u bilan bog'liq bo'lgan pH pasayishi hamda juda yuqori muskul faolligida sodir bo'ladigan haroratni oshishi muskullardagi almashinuv jarayonlarning samaradorligini pasaytiradi.

Odam organizmida boshqa yo'l ham bor, ya'ni kritik sharoitda yoki eng katta quvvatli qisqa muddatli mashqlarni bajarayotganda skelet muskullarini maksimal miqdordagi ATP bilan ta'minlaydigan yo'l ham bor. Bu yo'l ATPning kreatinkinaza reaksiyasida sintezlanishidir. Yuqorida (2.2.1-qism) ko'rsatilganidek, muskullarda ATPdan tashqari yana bir makroerg birikma – kreatinfosfat bo'ladi. Uning muskullardagi zahirasi ATPnikidan 3-4 marta ko'p. Kreatinfosfat kreatinkinaza fermenti yordamida tez perefosforlanish qobiliyatiga ega. Bu reaksiya  $Mg^{2+}$  ionlari ishtirokida borib, kreatinfosfat o'zining fosfat gruppasini ADPga beradi va natijada ATP va kreatin hosil bo'ladi.



Skelet muskullarining qisqarish faolligi va glikolizning intensivligini yuqori davrlarida bu reaksiya deyarli faqat o'ng tomonga qarab, ya'ni ATPni hosil bo'lishini, tiklanish davrida esa, aksincha, chap tomonga – ATPdan kreatinfosfatni resintezini ta'minlaydi.

Shunday qilib, odam organizmida uchta turli energiya manbalari – alaktat anaerob, glikolitik anaerob va aerob bor. Ularning har biri berilgan jarayondagi

energiya ajratib chiqish tezligi, substratlarning miqdori va ulardan foydalanish samaradorligi bilan o'zaro bir-biridan keskin farqlanadi.

### 3.3. Muskul ish faoliyatida kislorodning iste'moli

Muskul ish faoliyati boshlanishi bilan organizmning kislorodga bo'lgan ehtiyoji ko'p marta oshib ketadi. Kislorodni yetkazib berish va ishlatilish tezligi ishlayotgan muskullarni energiya bilan ta'minlash imkoniyatlarini belgilovchi muhim omillardan biri hisoblanadi. Nafas olayotgan havodagi kislorod alveolyar havo va qondagi porsial bosimining farqi natijasida o'pka alveolalari va qon tashuvchi kapillyarlarning devorlari orqali qonga o'tadi. Alveolalar havodagi kislorodning porsial bosimi 100-106 *mm sim. ust.* ni tashkil qiladi, tinch holatda o'pkaga kelayotgan qonda esa – 70-80 *mm sim.ust.* ga teng, muskul ishi vaqtida qonda kislorodning bosimi ancha past bo'ladi.

Nafas olayotgandagi kislorodning asosiy qismi (98,5% atrofida) eritrotsitlarning gemoglobini bilan bog'lanib, uni oksigemoglobinga aylantiradi. Shu narsani hisobga olish kerakki, har bir molekula gemoglobin 4 molekula kislorodni bog'lab olish qobiliyatiga ega.



Normal sharoitda katta yoshdagi odamlarning (erkaklarning) qonini 100 millilitrida 14-16 g gemoglobin bo'ladi. Harorat O°C va bosim 760 *mm sim.ust.* bo'lganda 100 g gemoglobin 134 ml kislorodni bog'lab olish qobiliyatiga ega. Shundan qonning kislorod hajmini hisoblab chiqarish mumkin. Qonning kislorod hajmi, ya'ni 100 ml qonning bog'lab olgan kislorodining umumiy miqdori (hajmi) 21-22 ml ga teng bo'ladi (erkak kishilarda). Ayollarning qonida bu ko'rsatkich bir oz kamroq, ya'ni ularning 100 ml qonida 13-14 g gemoglobin bo'ladi (ayollarning 100 ml qonida 18-19 ml O<sub>2</sub> bo'ladi). Gemoglo-binning kislorodni bog'lab olish qobiliyatiga qonning pH ko'rsatkichi va temperaturasi ta'sir qiladi: temperatura

qancha past va pH yuqori bo'lsa, gemoglobin shuncha ko'p kislorodni bog'lay olishi mumkin.

O'pkada qon kislorodga to'yinib katta qon aylanish doirasiga tushadi. Odatda tinch holatda yurak minutiga 5-6 l qonni haydaydi, ya'ni o'pkadan to'qima va organlarga 250-300 ml kislorodni tashiydi. Yuqori intensivlikdagi muskul ishi vaqtida tashilayotgan qonning hajmi minutiga 30-40 litrga yetadi, qon bilan tashilayotgan kislorodning miqdori – to 5-6 l/minutiga, ya'ni 20 marta ko'payadi.

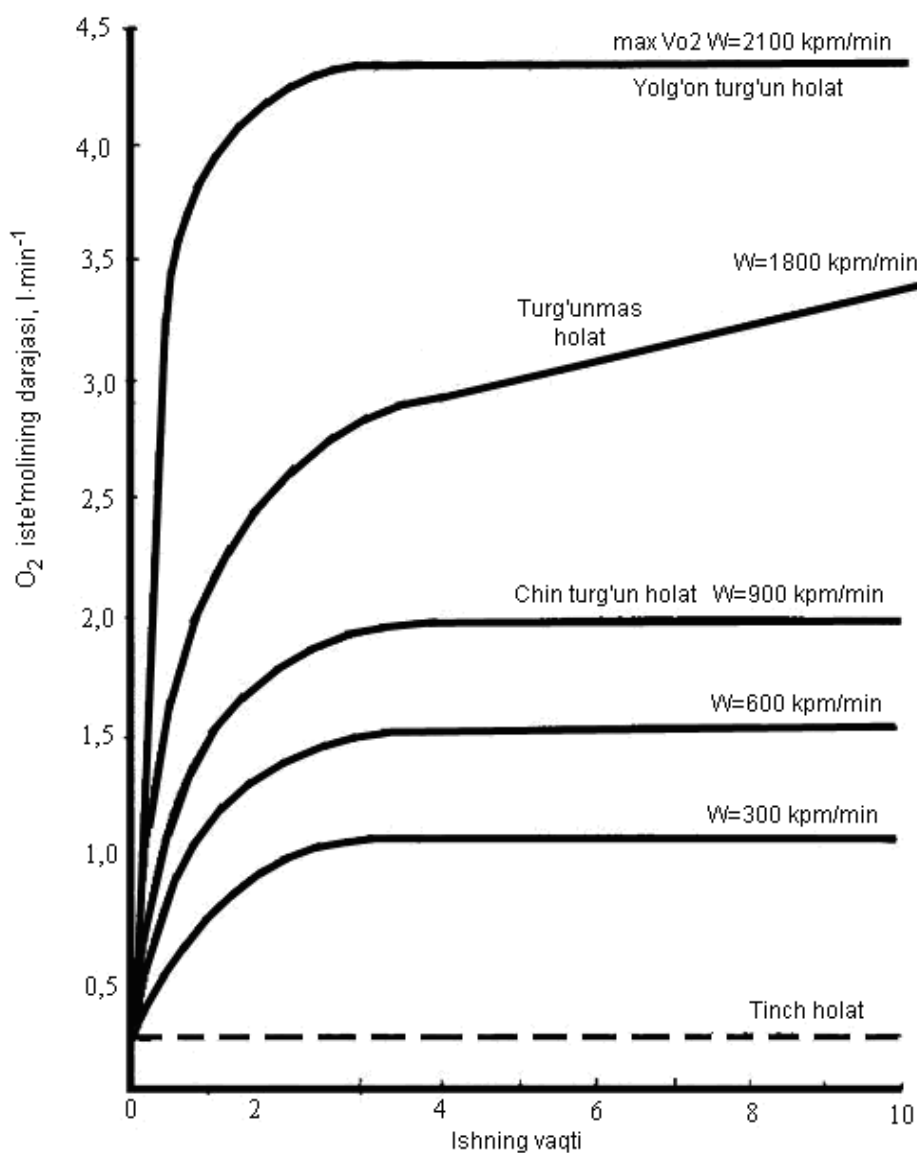
Muskul tolasining kapillyarlarida CO<sub>2</sub> miqdorini va temperaturaning oshishi oksigemoglobinni parchalanishi va erkin kislorodni hosil bo'lishiga sharoit tug'diradi. To'qima kapillyarlaridagi erkin kislorodning konsentratsiyasi hujayra ishi bo'shligida yuqori bo'lgani uchun u muskul tolasi hujayrasiga diffuziya orqali kiradi. Muskul tolasi hujayrasida boshqa oqsil – mioglobin O<sub>2</sub> bog'lab olib, hujayraning mitoxondriyasiga tashiydi. Mitoxondriyada u bevosita kislorod ishtirokida (aerob sharoitda) boradigan jarayonlarda ishlatiladi. Mioglobin o'zida kislorodni saqlashi (deponizovat qilishi) mumkin, chunki u gemoglobinga nisbatan ko'proq kimyobiy o'xshashlikka ega. Bu esa qon bilan yetkazib berilayotgan kislorodni to'qimalar yanada to'laroq ishlatilishini ta'minlaydi.

Bir me'yordagi ishni bajarayotganda, agarda yurak urishining chastotasi minutiga 150 urishdan oshmasa, kislorodning iste'mol qilish tezligi metabolik jarayonlarni turg'un holati o'rnatilmaguncha oshaveradi. Metabolik jarayonlarda turg'un holat o'rnatilishi bilan kislorodni iste'mol qilinish tezligi o'zining doimiy darajasiga yetadi va har bir ma'lum vaqt orasida organizmning kislorodga bo'lgan ehtiyoji bir xil bo'ladi. Bunday turg'un holat “**haqiqiy**” (yoki “**chin**”) turg'un holat deyiladi.

Turg'un holatdagi kislorodni iste'mol qilish darajasi bajarila-yotgan mashqning quvvatiga bog'liq bo'ladi (18-rasm).

Yurak urish chastotasi minutiga 150-180 urish bo'lgan ancha yuqori intensivlikdagi ishlarda turg'un holat o'rnatilmaydi va kislorodni iste'mol qilinishi to ishning oxirigacha yoki kislorodni maksimal iste'moli (KMI) darajasiga yetguncha oshib boraveradi. KMIga yetib borgan vaqtda kislorodni iste'mol qilini-





18-rasm. Bajarilayotgan ishning quvvatini kislorod iste'molining tezligiga ta'siri

shu bir oz vaqt (6-10 *min*) davomida maksimal darajada ishlab turishi bilan ifodalanadigan “**yolg'on turg'un holati**” kuzatilishi mumkin. Bunday holat organizm-ning kislorodga bo'lgan ehtiyojini to'la ta'minlashdan emas, balki toqimalarga O<sub>2</sub> etkazib beradigan yurak-qon tomirlari sistemasining imkoniyatlarini tamom bo'lganidan sodir bo'ladi. Bunday imkoniyatlar ko'pchilki hollarda muskul hujayralarining kislorodni iste'mol qilishini chegaralab qo'yadi, lekin ayrim hollarda ishlayotgan muskul hujayralarining o'zini oksidlash (oksidlanish) imkoniyatlari, jumladan, mitoxondriyadagi nafas olish fermentlarini faolligi,

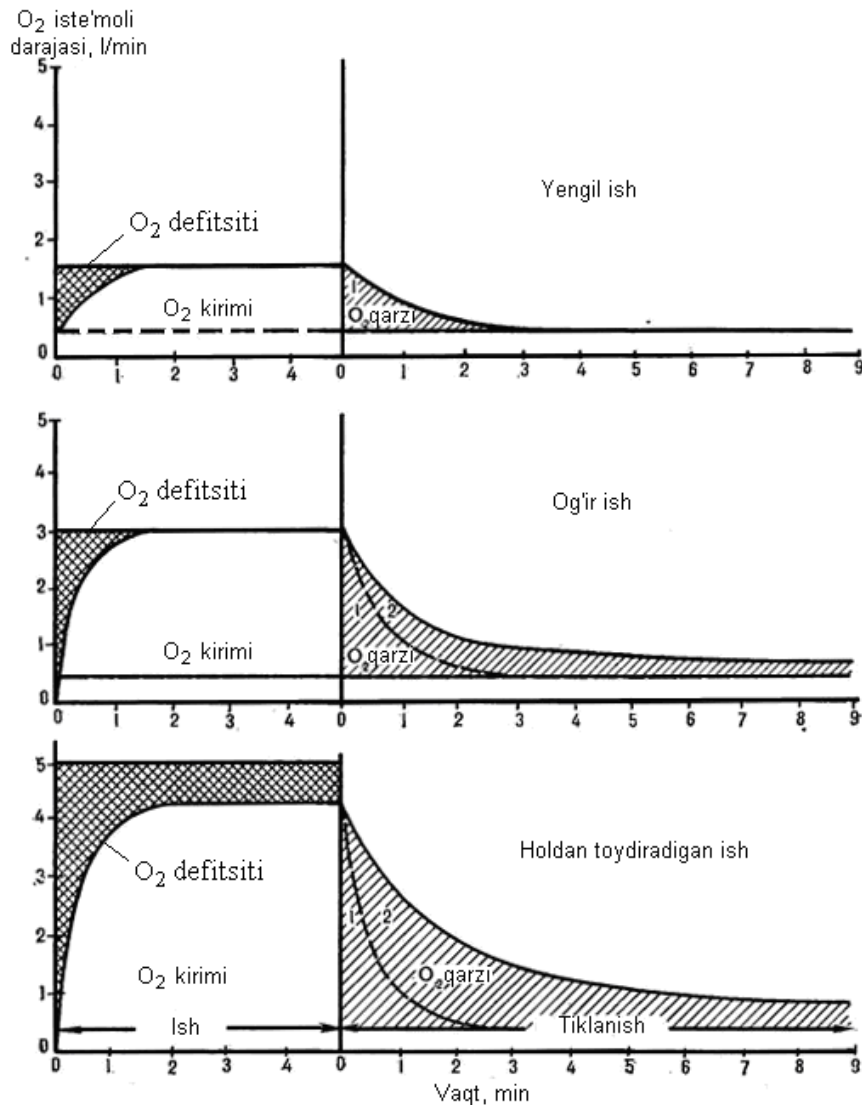
belgilovchi (limitlovchi) omil bo'lib ishlaydi. Biroq, intensiv ishni bajarishda kislorod iste'molining maksimal darajasi uzoq ushlanib qolinmaydi. Uzoq davom etadigan ish vaqtida toliqishni rivojlanishi sababli u pasayadi.

Har bir muskul ishini bajarish uchun ma'lun miqdordagi kislorod talab qilinadi. Organizmning energiyaga bo'lgan ehtiyojini aerob jarayonlar hisobiga to'la ta'minlashga kerak bo'lgan kislorodning miqdori **ishning kislorodga bo'lgan talabi** (yoki ishning kislorod ehtiyoji) nomini olgan. Intensiv ishni bajarganda kislorodning real iste'moli (ishning kislorod kirimi) ishning kislorodga bo'lgan talabidan doimo kichik (kam). Ishning kislorodga bo'lgan talabi bilan real iste'mol qilingan kislorodning farqi **kislorod defitsiti** deb ataladi. Kislorod defitsiti bajarilayotgan mashqlarning quvvatiga bog'liq, ya'ni mashqning quvvati qancha katta bo'lsa, kislorod defitsitining katta-kichikligi shuncha katta bo'ladi. Kislorod defitsiti sharoitida ATP resintazining anaerob jarayonlari faollashadi.

Muskul ish faoliyati jarayonida energetik resurs (KrP, glikogen, yog'lar) zahirasi sarflanadi va hujayra metabolizmining oraliq mahsulotlari to'planadi (ADP, AMP,  $H_3PO_4$ , sut kislotasi, keton tanachalari va h.k.). Mana shu metabolitlarni yo ularni oxirgi mahsulotlargacha ( $CO_2$  va  $H_2O$ ) to'la oksidlash yo'li bilan yoki boshlang'ich moddalargacha resintezlash yo'li bilan hamda sarflangan energetik substratlarning zahiralarini to'ldirish yo'li bilan to'la bartaraf qilish uchun qo'shimcha miqdorda kislorod kerak. Mana shu tiklanishga kerak bo'lgan ortiqcha kislorod – **kislorod qarzi** deb ataladi. Kislorod qarzi doimo kislorod defitsitidan katta va ishning intensivligi va davomiyligi qancha yuqori va uzoq bo'lsa, o'rtadagi tafovut shuncha katta bo'ladi (19-rasm).

Turg'un holatini o'rnatish mumkin bo'lgan ishlardan so'ng kislorod iste'molining pasayishi tez bo'ladi. Kislorod qarzining yarmisi 27-30 *sek*, hammasi esa 3-5 *min* uziladi. Inrensivroq muskul ishida kislorod iste'molining kamayish egri chizig'ida (19-rasmga qarang) ikkita faza namoyon bo'ladi – boshlang'ich tez pasayish va ishgacha bo'lgan darajaga sekinroq qaytish jarayoni. **Alaktat  $O_2$ -qarzi** nomi bilan yuritiladigan  $O_2$  qarzining tez komponenti muskullarda kreatin-fosfatning zahirasini tiklash uchun kerak bo'lgan ortiqcha kislorodning miqdorini

aks ettiradi,  $O_2$  qarzining sekin (laktat) komponenti nisbatan qisqa muddatli isgda glikolitik jarayonning rivojlanishini aks ettiradi. U yarmisigacha 15-25 min davomida va butunlayin 1,5-2 soatda tugallanadi.



19-rasm. Ishning kislorod kirimi, kislorod defitsiti va kislorod qarzlarning hajmlarini bajarilayotgan ishning quvvatiga bog'liqligi

### 3.4. Ish paytidagi biokimyoviy o'zgarishlarning xarakteri bo'yicha mashqlarni sistemaga solish

Muskul ish faoliyatida sodir bo'ladigan metabolik jarayonlar tezligining o'zgarishini katta-kichikligi ishda qatnashayotgan muskullarning umumiy miqdoriga, ishning rejimiga (izometrik yoki izotlinik), ishning intensivligi va

davomiyligiga, mashqlarni takrorlash soniga va ularning orasidagi dam olish pauzasiga bog'liq bo'ladi.

Ishda qatnashayotgan muskullarning miqdoriga qarab uni **lokal**, **regional** va **global** ishlarga bo'lishadi.

Lokal ish, qayerda tananing barcha muskullarini j qismidan kamrog'i qatnashadi (miltiq otganda tepkisini bosish, shohmot figuralarini surib qo'yish va h.k.), ishlayotgan muskulda katta bo'lmagan o'zgarishlarni chaqirish mumkin, ammo butun organizmdagi biokimyoviy o'zgarishlar juda kichik yoki sezilarli darajada bo'lmaydi. Regional ish, qayerda barcha tana muskullarining j dan to s qismigachasi qatnashadi (koptokni tik turib tepish, gimnastika va akrobatika mashqlarining turli elementlarini bajarish va boshqalar) lokal ishga nisbatan ancha kattaroq biokimyoviy o'zgarishlar chaqiradi. Global ish, uni bajarganda barcha tana muskullarining s dan ko'proq qismi qatnashadi, organizmning barcha to'qima va organlarida katta biokimyoviy o'zgarishlarni chaqiradi. Regional ishni bajarayotganda energiya manbalari sifatida asosan energiya hosil bo'lishining anaerob mexanizmlari, ya'ni kreatinkinaza reaksiyasi va anaerob glikoliz jarayoni ishlatiladi. Bajarayotganda nafas olish va yurak-qon tomirlari sistemasi faoliyatining kuchayishi kuzatiladigan global ish asosan ATP resintezining aerob mexanizmi hisobiga energiya bilan ta'minlanadi.

Ishning rejimi biokimyoviy o'zgarishlarning katta-kicikligiga kuchli ta'sir ko'rsatadi. Masalan, ishning dinamik rejimida to'qimalarni kislorod bilan ta'minlash yaxshilangan holda, energiya manbai sifatida ko'proq aerob jarayondan foydalaniladi. Ishning bunday rejimidan so'ng sportchining dam olishi uchun tinch holat kerak. Ishning statik rejimi kapillyarlarni siqib muskullarni kislorod va oziqa moddalar bilan ta'minlashni yomonlashtiradi. Bu ishdan so'ng dam olish uchun, aksincha, dinamik ish bajarish kerak. Masalan, shtangachi katta og'irlikdagi shtangani ko'targandan so'ng tezroq dam olish uchun bir oz yurib turishi kerak.

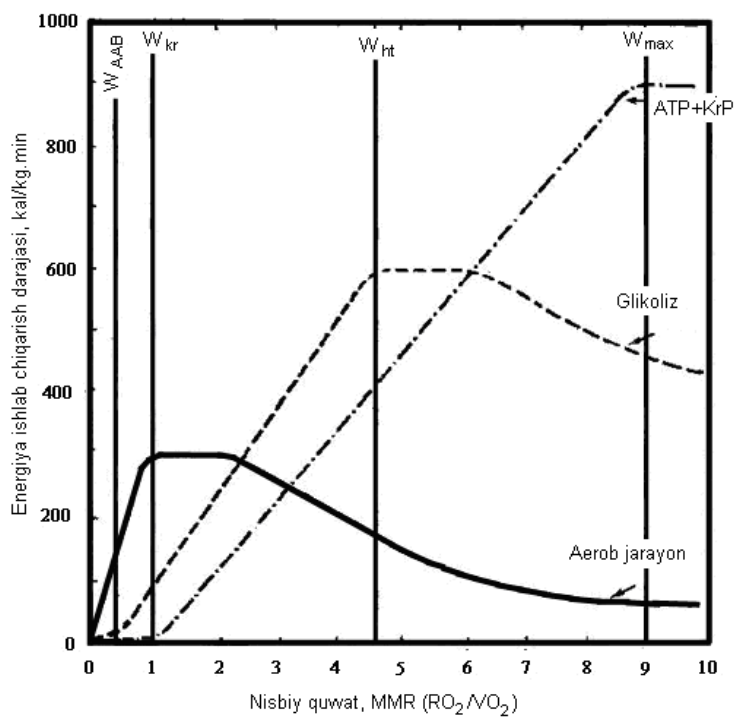
Ma'lumki, bajarilayotgan ishning quvvati uning bajarilish vaqtiga teskari proporsional. Shunday ekan, biokimyoviy jarayonlarning bajarayotgan mashqlarining quvvatiga va uning davomiyligiga bog'liqligi bor. Bu bog'liqlik quyidagidan

iborat: qancha quvvat ko'p bo'lsa, ya'ni ATPning parchalanish tezligi qancha yuqori bo'lsa, organizmning energiyaga bo'lgan ehtiyoji aerob jarayonlar hisobiga ta'minlash imkoniyati shuncha kam bo'ladi va energiyaning anaerob hosil bo'lish jarayonlari (glikoliz va kreatinkinaza reaksiyasi) shunchalik yuqori darajada bo'ladi. Bajarilayotgan mashqlarning quvvatini oshishi bilan kislorodni iste'mol qilish darajasi va energiyani aerob yo'l bilan ta'minlash tezligi o'zlarining maksimal ko'rsatkichlariga ko'tariladi va ma'lum vaqt oralig'ida o'zgarmaydi, ya'ni doimiy qoladi (20-rasm). Keyin kislorodning iste'mol qilish darajasi ham, ATPning aerob resintezlanish tezligi ham pasayaboradi. Kislorodning maksimal iste'moliga yetgandagi mashqlarning quvvatini **kritik quvvat** ( $W_{kq}$ ) deb ataladi. Kritik quvvat darajasiga yetish uchun bajarilayotgan ishning og'irligini har qanday oshirish aerob jarayonlarning kuchayishi bilan birga sodir bo'ladi, kritik quvvatdan oshganda esa ishning og'irligi faqat anaerob jarayonlar hisobiga oshadi.

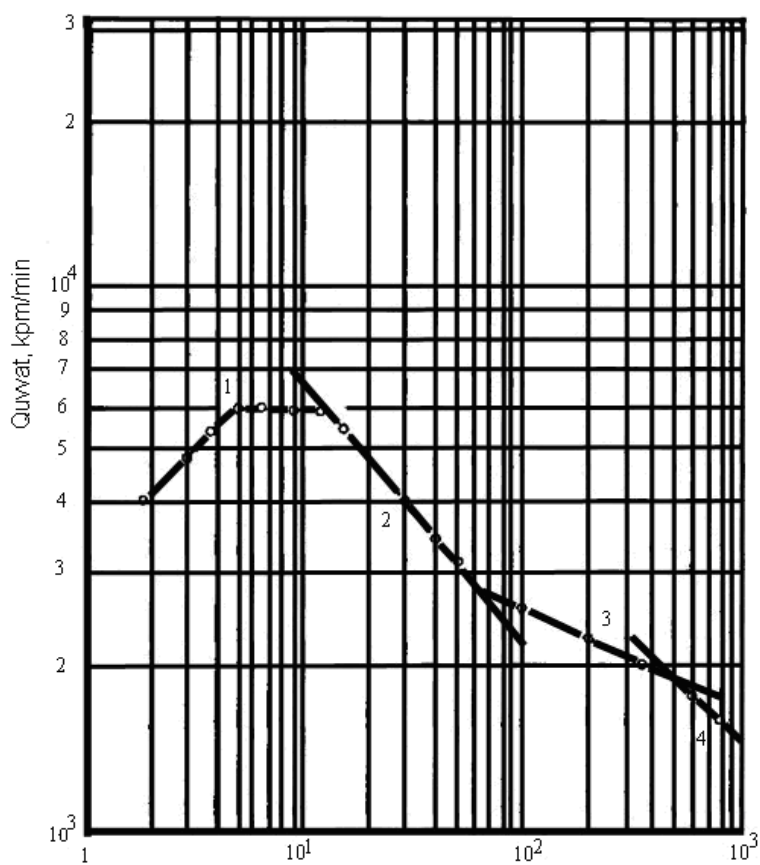
Birinchi marta anaerob glikolizning kuchayishi kuzatiladigan mashqlarning quvvati **anaerob almashinuv bo'sag'asi** (**AAB** yoki **PANO**) deb ataladi. Sport bilan shug'ullanmagan kishilarda u kritik quvvatning 45-50% ini tashkil qiladi, sportchilarda – 60-75%, lekin chidamlilik bilan bog'liq bo'lgan sport turlarida ayrim yuqori malakali sportchilarda AAB 90% va ortiqroqqa yetishi mumkin.

Glikoliz jarayonning eng yuqori ko'rsatkichi kuzatiladigan mashqlarning quvvatini – **holdan toyish quvvati** ( $W_{ht}$  yoki  $W_{ist}$ ) deyiladi. Odam uchun maksimal mumkin bo'lgan quvvat **maksimal anaerob quvvat** (**MAQ**) nomini olgan. Bu quvvatli mashqlarda ATPning kreatinkinaza reaksiyasidagi resintezi o'zining maksimal ko'rsatkichiga erishadi.

Yuqorida ko'rsatilganidek, ishning quvvati uning bajarish vaqtiga teskari proporsional, ya'ni mashq quvvati qancha yuqori bo'lsa, uning bajarish vaqti shuncha qisqa bo'ladi. Agarda mana shu bo'g'liqlikni grafikda ifodalab (21-rasm), vertikal chizig'i bo'ylab quvvat ko'rsatkichining logarifmlarini va gorizontaal chizig'i boylab ishning vaqtini logarifmlarini belgilasak, hosil bolgan egri chiziq to'rtta bo'lakka bo'lingan siniq chiziq ko'rinishida bo'ladi va har biri nisbiy quvvatning to'rtta zonasiga to'g'ri keladi: maksimal, submaksimal, katta va



20-rasm. Bajarilayotgan mashqlarning nisbiy quvvatiga qarab turli metabolik jarayonlarda energiya hosil tezligining o'zgarishi



21-rasm. Ishning nisbiy quvvati bilan bajariladigan vaqti orasidagi logarifmik bog'liqlik

mo'tadil zonalari. Ana shu nisbiy quvvatning zonalarida ishning chegaralangan bajarish vaqti 15-20 *sek*, 20 *sek* – 2-3 *min*, va to 30 *min* va 4-5 soatgacha bo'ladi (yuqorida keltirilgan tartib bo'yicha).

Nisbiy quvvatning har bir zonasi, berilgan zonada organizmning ish qobiliyatini belgilaydigan o'zlarining spetsifik omillari bilan xarakterlanadi. Masalan, **maksimal quvvat zonasidagi** ish ATP va K<sub>r</sub>P, ya'ni kreatinkinaza reaksiyasi va qisman glikoliz hisobiga energiya bilan ta'minlanadi (chunki bu zonada glikoliz o'zining maksimumiga yetmaydi). Shu sababli qonda sut kislotasining konsentratsiyasi 1-1,5 *g/l* oshmaydi, glyukozaning miqdori esa deyarli normadan oshmaydi. Kislorod qarzi – maksimal yuqori kislorod ehtiyojini 90-95% tashkil qiladi (7-14 *l* – kislorod ehtiyoji, 6-12 *l* – kislorod qarzi).

**Submaksimal quvvat zonasida** ishning energiya ta'minoti asosan glikoliz jarayonining hisobiga amalga oshadi. Qonda ko'p miqdorda (to 2,5 *g/l* va undan ko'proq) to'planadi. Glyukozaning miqdori 2 *g/l* ga yetadi. Jigarning glikogeni shiddat bilan ishlatiladi. Siydikda yetarli ko'p miqdorda (to 1,5%) oqsil paydo bo'ladi. Kislorod ehtiyoji to 20-40 *l* ga yetadi, energiya sarfining darajasi energiyaning aerob ishlab chiqarishini maksimumudan 4-5 marta yuqori, kislorod qarzi yana yuqori va kislorod ehtiyojini 50-80% ni tashkil qiladi. Ishning oxiriga kelib ishning energiya ta'minotida aerob jarayonlarning hissasi ko'paya boshlaydi.

**Katta qubbat zonasi** – aralashgan tipdagi energiya ta'minoti bilan ifodalanadi. Ishning energiyaga bo'lgan talabi glikolizning ribojlanishi yetarli yuqori darajada bo'lsa ham, asosan aerob jarayonlari hisobiga ta'minlanadi. Ammo, ishning davomiyligi uzayishi bilan ishning energiya ta'minotiga qo'shayotgan glikoliz jarayonining hissasi keskin kamaya boshlaydi. Bu quvvat zonasida ishning kislorod ehtiyoji to 50-150 litrgacha oshib ketishi mumkin, kislorod qarzi kislorod ehtiyojining 10-30% ni tashkil qiladi. Energiya sarfining hajmi aerob ishlab chiqarishning maksimumidan 1,5-2 marta ko'p. Qonda sut kislotasining konsentratsiyasi 1,8-1,5 *g/l*, glyukoza – 1,5 *g/l* va oqsil – 0,6% gacha kamayadi.

**Mo'tadil quvvat zonasida** – asosiy energiya yetkazib beruvchi bo'lib ATP resintezining aerob yo'li xizmat qiladi. Ishning kislorod ehtiyoji to 500-1500 *l* ga

yetishi mumkin, kislorod qarzi esa kislorod ehtiyojini 5-10% oshmaydi va ish davomida to'la yo'qotilishi mumkin. Qonda sut kislotasining konsentratsiyasi 0,6-0,8 g/l tashkil qiladi va ish davomida yo'qolib ketishi mumkin. Glyukozaning qondagi miqdori ishning oxirida normaning pastki chegarasi (0,8 g/l) dan ham kamayib ketishi mumkin.

### **Asosiy tushunchalar va mavzuning terminlari**

**Adrenalin** – buyrakusti bezining mag'iz qismi ishlab chiqaradigan gormon.

**Gormon** – bu maxsus to'qimalar ishlab chiqarib, albatta qon orqali boshqa to'qimalar – mishenlarga borib o'zining spetsifik faolligini ko'rsatadigan turli kimyobiy tabiatli moddalar.

**Asetixolin** – nerv impulslarini muskul to'qimasiga o'tkazuvchi neyromediator.

**Qonning kislorod hajmi** – 100 ml qonning biriktirib olgan kislorodning umumiy miqdori (21-22 ml O<sub>2</sub>).

**KMI** – kislorodning maksimal iste'moli.

**Ishning kislorod ehtiyoji** – organizmning energiyaga bo'lgan ehtiyojini aerob jarayonlar hisobiga to'la ta'minlashga kerak bo'lgan kislorodning miqdori.

**Ishning kislorod kirimi** – ish vaqtida real iste'mol qilingan kislorodning miqdori.

**Kislorod defitsiti** – ishning kislorod ehtiyoji bilan real iste'mol qilingan kislorodning farqi.

**Kislorod qarzi** – ish vaqtida to'planib qolgan anaerob almashi-nuvining oraliq moddalarini to'la oksidlash yoki ularni boshlang'ich moddalargacha resintezlash hamda sarflangan energetik moddalar zahirasini tiklash uchun kerak bo'lgan kislorodning miqdori.

**Lokal ish** – tananing barcha muskullarini j qismidan kamrog'i qatnashadigan muskul ishi.

**Regional ish** – tana muskullarining j-s atrofidagi qismi qatnashadigan ish.



**Global ish** – tana muskullarining s dan ko'proq qismi qatnashadigan muskul ishi.

**Kritik quvvat** ( $W_{kr}$ ) – KMIga yetgandagi mashqlarning quvvati.

**Holdan toyish quvvat** ( $W_{ht}$ ) – anaerob glikoliz eng yuqori darajaga erishgandagi mashqlarning quvvati.

**Maksimal anaerob quvvat** (MAQ) – odam uchun maksimal mumkin bo'lgan quvvat.

**Anaerob almashinuv bo'sag'asi** (AAB yoki PANO) – birinchi marta anaerob glikolizning kuchayishi kuzatiladigan mashqlarning quvvati.

**Maksimal quvvat zonasi** – asosiy energiya manbai – kreatinkinaza reaksiyasi; kislorod ehtiyoji – 7-14 l, kislorod qarzi – kislorod ehtiyojini 90-95%; qondagi sut kislotasining miqdori – 1-1,5 g/l; glyukozaniki – norma atrofida.

**Submaksimal quvvat zonasi** – asosiy energiya manbai – glikoliz jarayoni; kislorod ehtiyoji – to 20-40 l; kislorod qarzi kislorod ehtiyojini – 50-80%; qonda sut kislotasining miqdori – to 2,5 g/l va undan ko'proq bo'lishi mumkin; glyukoza – to 2 g/l; siydikda 1,5% gacha oqsil paydo bo'ladi.

**Katta quvvat zonasi** – energiya ta'minoti aralashgan tipda, ya'ni glikoliz rivojlanish darajasi yetarli yuqori bo'lsada, asosiy energiya manbai aerob jarayon hisoblanadi; kislorod ehtiyoji – 50-150 l; kislorod qarzi – kislorod ehtiyojini – 10-30%; qonda sut kislotasining konsentratsiyasi 1,8-1,5 g/l, glyukoza – 1,5 g/l kamayadi. Siydikda oqsilning miqdori 0,6% ni tashkil qiladi.

**Mo'tadil quvvat zonasi** – asosiy energiya manbai – aerob jarayon; kislorod ehtiyoji – to 500-1500 l; kislorod qarzi – kislorod ehtiyojining 5-10% va ish davomida butunlay bartaraf bo'lishi mumkin; sut kislotasining miqdori – 0,6-0,8 g/l va ish davomida tamoman yo'qolishi mumkin. Qonda glyukozaning miqdori, ishning oxirida normadan ham kamayadi.

### **Tekshirish uchun savollar va topshiriqlar**

1. Startoldi holatida sportchining organizmida qanday biokimyoviy va fiziologik o'zgarishlar sodir bo'ladi?

2. Staroldi biokimyoviy o'zgarishlarning katta-kichikligi qanday omillarga bog'liq?

3. Odam organizmida qaysi moddalarning zahirasi muskul faoliyati uchun energiya manbai bo'lib xizmat qiladi va ishning bajarilish davomida qanday ketma-ketlikda ishlatiladi?

4. Qaysi bir energetik substratlar tinch holatda va maksimal, submaksimal, katta va mo'tadil quvvat zonalarida mashqlarni bajar-ganda asosiy energiya manbai bo'lib xizmat qiladi?

5. Organizmda kislorod qanday tashiladi?

6. Organizmda kislorod iste'molining chin va yolg'on turg'un holatlari qanday biokimyoviy xususiyatlari bilan bir-biridan ajralib turadi?

7. Sportchilarning organizmida kislorod qarzining hosil bo'lishi asosida qanday biokimyoviy jarayonlar yotadi?

8. Lokal, regional va global ishlarga biokimyoviy xarakteristika bering va ish vaqtidagi biokimyoviy o'zgarishlarga muskul faoliyati rejimining ta'sirini ifodalang.

9. Biokimyoviy jarayonlarning bajarilayotgan muskul ishining quvvati va uning davomiyligiga bog'liqligi nima bilan belgilanadi (ifodalanadi)?

10. Nisbiy quvvatning maksimal, submaksimal va mo'tadil zonalariga qisqacha biokimyoviy xarakteristika bering.

### **O'zingizni tekshirib ko'ring**

1. Qonning kislorod hajmi (100 ml qonning birikrilib olgan O<sub>2</sub> ning miqdori) teng: a) 16-19 ml O<sub>2</sub>; b) 10-15 ml O<sub>2</sub>; c) 21-22 ml O<sub>2</sub>; d) 25-30 ml O<sub>2</sub>.

2. Ishning kislorod ehtiyoji – bu: a) mo'ljallangan ishni bajarish uchun kerak bo'lgan O<sub>2</sub> miqdori; b) organizmning energiyaga bo'lgan ehtiyojini aerob jarayonlar hisobiga to'la ta'minlashga kerak bo'lgan O<sub>2</sub> miqdori; c) ish vaqtida utilizatsiya qilingan O<sub>2</sub> miqdori; d) barcha javoblar to'g'ri.

3. Kislorod defitsiti deb ataladi: a) ishning kislorod ehtiyoji bilan KMI o'rtasidagi tafovut; b) KMI va O<sub>2</sub> qarzi o'rtasidagi farq; c) ishni to'la bajarish

uchun yetmagan kislorodi ortiqchasi; d) kislorod ehtiyoji bilan real iste'mol qilingan kislorod farqi.

4. Ishdan so'ng dam olish vaqtida anaerob almashinuvning mahsulotlarini to'la oksidlashda yoki ularni boshlang'ich moddalarga resintezlash uchun hamda ish vaqtida sarflangan energetik substratlarni zahirasini tiklashda ishlatiladigan  $O_2$  miqdori nima deb ataladi? a)  $O_2$  qarzi; b) kislorod ehtiyoji; c) KMI; d)  $O_2$  defitsiti.

5. Ishning kislorod kirimi – bu: a) KMI; b) kislorodning real iste'moli; c)  $O_2$  qarzi; d) kislorod ehtiyoji.

6. Muskul faoliyatida energetik resurslar quyidagi tartibda ishlatiladi: a) yog'lar→oqsillar→KrP→jigar glikogeni→muskul gliko-geni; b) oqsillar → KrP→→yog'lar→muskul glikogeni→jigar glikogeni; c) jigar glikogeni→muskul gliko-geni→yog'lar→oqsillar→KrP; d) KrP→muskul glikogeni→jigar glikogeni →→yog'lar→oqsillar.

7. Kritik quvvat nima? a) birinchi marta glikolizni kuchayishi kuzatiladigan mashqlarni quvvati; b) glikolizning rivojlanishi o'zining eng yuqori darajasiga yetadigan mashqlarning quvvati; c) KMI darajasiga yetadigan mashqlarning quvvati; d) kreatinkinaza reaksiyasi o'zining maksimal tezligiga yetadigan mashqlarning quvvati.

8. Anaerob glikolizning rivojlanishi eng yuqori darajasiga yetadigan mashqlarni quvvati nima deb ataladi: a) maksimal anaerob quvvat; b) holdan toyish quvvati; c) anaerob almashinuv bo'sag'asi; d) kritik quvvat.

9. Odamning maksimal anaerob quvvatida o'zining maksimal ko'rsatkichiga erishadi: a) kreatinkinaza reaksiyasi; b) miokinaza reaksiyasi; c) anaerob glikoliz; d) aerob jarayon.

10. Birinchi marta anaerob glikolizning kuchayishi kuzatiladigan mashqlarning quvvati qanday nom bilan yuritiladi? a) holdan toyish quvvati; b) maksimal anaerob quvvat; c) kritik quvvat; d) anaerob almashinuv bo'sag'asi (AAB).

## 4. TOLIQISH VA ISHDAN SO'NG DAM OLISH DAVRIDA ORGANIZMDA SODIR BO'LADIGAN BIOKIMYOVIIY O'ZGARISHLAR

### 4.1. Toliqish davridagi biokimyoviy o'zgarishlar

**Toliqish** – uzoq davom etgan yoki zo'riqqan ish faoliyati natijasida ro'y beradigan organizmning holati bo'lib, ish qobiliyatini pasayishi bilan sodir bo'ladi.

Toliqishni charchash bilan yanglishtirish kerak emas. Chunki, toliqish obyektiv narsa va faqat ish qobiliyatini pasayishi bilan sodir bo'ladi. Charchash esa subyektiv. Charchaganlik sezgisi ish qobiliyatini pasayishi bilan sodir bo'lmasligi mumkin. Yoki ish qobiliyatini pasayishi bilan sodir bo'layotgan toliqishda charchash sezgisi bo'lmasligi mumkin.

Toliqish organizmning himoya reaksiyasi hisoblanadi. Chunki u organizmda yaqinlashib kelayotgan noqulay biokimyoviy va funksional o'zgarishlardan dalolat beradi va ularni oldini olish uchun avtomatik ravishda muskul faoliyati intensivligini pasaytiradi.

Toliqish harakatlantiruvchi impulslarni hosil bo'lishi va ularni ishlayotgan muskullarga uzatilishlarining buzilishida namoyon bo'ladi. Natijada nerv signallarining qayta ishlash tezligi sekinlashadi va markaziy nerv sistemasi (MNS)ning harakatlantiruvchi markazlarida “**himoyalovchi tormozlanish**” rivojlanadi. U nerv markazlarida alma-shinuv jarayonlarini buzilishi bilan ifodalanadi: ATP/ADP nisbatini va kreatinfosfatning miqdorini kamayishi bilan sodir bo'ladigan nerv markazlaridagi ATPning parchalanish va resintezlanish jarayonlarining nisbati buziladi. Umuman olganda, makroerglarning miqdori kamayadi. “Himoyalovchi tormozlanish”ning rivojlanishi oddiy sharoitda nerv to'qimalaridagi moddalar almashinuvining normal metaboliti bo'lgan  $\gamma$ -aminomoy kislotasining (GAMK) miqdorini nerv hujayralarida muskul ish faoliyatida kuzatiladigan o'zgarishlariga ham bog'liq bo'ladi. Qiziq, GAMKning miqdori bajarilayotgan ishning quvvati va davomiyligiga qarab turlicha o'zgarar ekan. Masalan, qisqa muddatli maksimal quvvatli ish chaqirgan toliqishda GAMKning miqdori sezilarli kamayadi. Va aksincha, uzoq davom etgan toliqtiradigan ishdan

uning miqdori ancha ko'payadi. Nerv hujayralarida GAMKning konsentratsiyasining o'zgarishi bir qator endokrin bezlarning faoliyatini juda pasaytirishga (ya'ni fermentlarning faolligini o'zgartirishga) olib keladi deb hisoblanadi.

Agarda ana shu barcha o'zgarishlar bitta yoki bir guruh muskullarni innervatsiya qilayotgan unchalik ko'p bo'lmagan nerv hujayralarida sodir bo'lsa, bu **mahalliy charchash** sifatida (qo'lim "charchadi", ko'krak qafasi yoki bel muskullari "charchadi" va h.k.), bordi-yu bosh miya po'stlog'ining katta qismini egallab olsa, **umumiy charchash** sifatida qabul qilinadi.

Ishning turiga qarab toliqishning mexanizmlari har xil bo'lishi mumkin. Odatda toliqishni 4 turga bo'lishadi: **aqliy** (shohmot va shashka o'yinlari vaqtida, sportchi-merganlarning o'q otish davrida), **sensor**, turli analizatorlarning faoliyati bilan bog'liq bo'lgan (ko'rish, eshitish, hid bilish va boshqalar), **emotsional** (emotsiya sport faoliyatining ajralvas hamrohi sigatida) va **jismoniy** – muskul ishi ta'sirida ro'yobga chiqadigan.

Jismoniy toliqish bir xil emas va u: muskul ishining turiga, ishda qatnashayotgan muskullarning miqdoriga va ishning intensivligi va davom etish vaqtiga bog'liq bo'ladi.

Bundan tashqari toliqishning ikkita fazasi bo'ladi: **yashirin** va **yaqqol** toliqish. Yashirin toliqishda ish qobiliyati pasaymaydi, charchash subyektiv sezilmaydi va u faqat oksidlanish fermentlarining faolligini pasaytiradi xolos. Yaqqol toliqishda esa ish qobiliyatini pasayishi kuzatiladi, toliqish obyektiv sezilarli va oksidlanish jarayonlarining borishini buzilishi bilan sodir bo'ladi.

Shunday qilib, toliqishning rivojlanishida markaziy tutgan o'rin markaziy nerv sistemasining faoliyati bilan bog'langan. Biroq, toliqishning ro'yobga chiqishi va rivojlanish jarayonida ishlayotgan muskullarning o'zida sodir bo'layotgan biokimyoviy jarayonlar muhim ahamiyatga ega. Jumladan:

1. Eng avval ishlayotgan muskullarda, ayniqsa kuch ishlatadigan (zo'raki) mashqlar chaqirgan toliqishda miozin ATP-azasining faolligi pasayadi. Bu esa ATPning kimyoviy energiyasini safarbar qilish imkoniyatini va uning muskul qisqarishini mexanik energiyaga aylanishini kamayishiga olib keladi.

2. Aerob fosforlanishning fermentlarini faolligi pasayadi. Bu kislotalik mahsulotlari (sut kislotasi)ni to'planishi bilan sodir bo'ladigan anaerob glikolizning ikkinchi marta kuchayishiga olib kelishi mumkin.

3. Qonda siydukchilning miqdorini anchagina ko'payib ketishi ham toliqishning biokimyoviy belgilaridan biri hisoblanadi. Siydikchilni qonda ko'payishi oqsillar katabolizmi va aminokislotalar dezaminlanish jarayonlarining kuchayishining oqibati bo'lib, ish tugallangandan keyin uzoq (bir necha soatlardan to bir kecha-kunduz va ko'proq) vaqt davomida saqlanib turadi.

4. Energetik resurslarning (kreatinfosfatning, glikogenning) zahiralari tugallanib qoladi.

5. Ularning parchalanishi mahsulotlari (sut kislotasi, keton tanachalari, ADF,  $H_3PO_4$  va boshqalar) to'planadi.

6. Hujayraning ichki muhiti, qon va hujayralararo suyuqligining pH ko'rsatkichlari keskin o'zgaradi.

7. Ishlayotgan muskullarning energiya ta'minoti bilan bog'liq bo'lgan jarayonlarning boshqarilishi (regulyatsiyasi) buziladi.

8. Nafas olish va qon aylanish sistemalarida yaqqol o'zgarishlar yuz beradi.

Umuman aytganda, muskul faoliyatidagi toliqishning rivojlanishini sabablari hali to'la aniq emas. Uni kompleks hodisa sifatida qabul qilish mumkin. Jumladan, qisqa muddatli intensiv muskul ishida toliqishning asosiy sabablari bo'lib GAMKning hosil bo'lishi bilan bog'langan ATP/ADP balansining buzilishi natijasida markaziy nerv sistemasida "himoyalovchi tormozlanishni" rivojlanishi va ishlayotgan muskullarda miozin ATP-azasining faolligining keskin pasayishiga xizmat qilishi mumkin.

Mo'tadil quvvatli uzoq davom etadigan muskul ishlarida toliqishni rivojlanishiga ko'proq olib keladigan sabab quyidagilar hisoblanadi:

1. Energiya ta'minotining buzilishi bilan bog'liq bo'lgan omillar, ya'ni: muskullardagi glikogen zahirasining tugallanishi, qonda glyukoza konsentratsiyaning pasayishi va to'la oksidlanmagan mahsulotlarning to'planishi.

2. Oqsillar almashinuvi bilan bog'liq bo'lgan omillar: oqsillarning sintezi va parchalanishining bir-biriga to'g'ri kelmay qolishi, ya'ni parchalanishni sunteylanish ustidan ustunlik qilishi natijasida ish uchun muhim bo'lgan struktura oqsillarri (ayniqsa aktin) va ferment-oqsillarning miqdorining kamayishi hamda organizmda oqsillar katabolizmi mahsulotlari – siydikchil, ammiak, siydik kislotasi va boshqalarning to'planishi. Ular organizmga salbiy ta'sir ko'rsatadi. Bundan tashqari, bu o'zgarishlar, ayniqsa aerob jarayon hisobiga, jumladan, oksidlanishli fosforlanish bilan o'zaro bog'lanishining buzilishi hisobiga energiya almashinuvida namoyon bo'ladi.

3. Lipidlar almashinuvi bilan bog'liq omillar – organizmda yog'lar almashinuvining oraliq mahsulotlari – atsetosirka,  $\beta$ -gidroksimoy kislotalari va atseton (keton tanachalari) to'planishi. Agarda atsetosirka kislotasi lipidlar almashinuvining normal mahsuloti hisoblanib muskullar va boshqa to'qimalar uchun energiya manbai sifatida “msmnuniyat bilan” foydalanishsa,  $\beta$ -gidroksimoy kislotasi va atseton lipidlar almashinuvining buzilishidan hosil bo'lgan mahsulotlar hisoblanadi va ularning organizmga ta'sirini ijobiy ta'sirlar qatoriga kiritish mumkin emas.

4. Suv va mineral moddalarni yo'qotish bilan bog'liq bo'lgan omillar. Masalan, chang'ichi, velosipedchi va uzoq masofaga yuguruvchilarda suvni yo'qotish 3 va undan ko'proq litrga yetishi mumkin. Suv organizmning ichki muhiti hisoblanadi, suv muhitida hayot faoliyatining asosida yotadigan barcha kimyoviy reaksiyalar sodir bo'ladi. Aylanayotgan qon tarkibidagi suv parchalanish mahsulotlarni chiqarib tashlab oziqa moddalarni tarqatib transport funksiyasini bajaradi. Barcha hujayra strukturalarining tarkibida ancha ko'p miqdorda suv bo'ladi. Shuning uchun suvning yo'qotilishi organizmning hojatiga, unda turli kimyoviy reaksiyalarni borishiga yomon ta'sir ko'rsatadi.

Organizm mineral moddalarni yo'qotilishiga yanada ham ko'proq sezgir bo'ladi. Ular qo'zg'olishni paydo bo'lishi va o'tkazishda ishtirok etadi, ba'zi bir fermentlarning tarkibiga kirib, ularning aktivatorlari va ingibitorlari vazifasini bajaradi. Masalan, miozin oqsili o'zining ATP-aza faolligini muhitda  $\text{Ca}^{2+}$  ionlari

ishtirokida namoyon qiladi, to'qimadagi nafas olish jarayonlarida qatnashadigan ko'pchilik fermentlarni  $Mg^{2+}$ ,  $Mn^{2+}$ ,  $Co^{2+}$ ,  $Fe^{2+}$  ionlari faollashtiriladi yoki  $Cu^{2+}$ ,  $Zn^{2+}$ ,  $Pb^{2+}$ ,  $Hg^{2+}$ ,  $Ag^{2+}$  ionlari esa ingibirlaydi.

Umuman aytganda, toliqish – bu markaziy nerv sistemasi boshqarishida rivojlanadigan organizmning bir butun reaksiyasi. Shu bilan birga, ish qancha og'ir bo'lsa, ishlayotgan muskullarda sodir bo'layotgan o'zgarishlar shuncha katta ahamiyatga ega bo'ladi. Yana bir bor ta'kidlash mumkinki, toliqish – organizmning himoya reaksiyasi bo'lib, uni hayot uchun xavfli haddan tashqari darajadagi holdan toyishdan saqlaydi.

Toliqish – mo'tadil intensivlikda uzoq davom etadigan ishlar natijasida sekin va qisqa muddatli va qizg'in ishlar natijasida tez rivojlanishi mumkin. Yuqorida qayd qilinganidek, toliqishning bu shakllarini o'rtasida bir qator biokimyoviy o'zgarishlar bor.

Lekin, faoliyatning barcha turlari uchun toliqishning rivojlanishining yagona sababi shu vaqtgacha ham aniqlanmagan.

Bir qator farmatsevtik dori moddalar – nerv sistemasining stimulyatorlari yordamida toliqishning boshlanishini uzoqlashtirish mumkin. Ammo shu narsani qayd qilib o'tish kerakki, deyarli ular hammasi odamning sog'lig'i uchun o'ta zararli. Shu sababdan ular dopinglar sinfiga kiritilgan va ulardan katta sportda foydalanish tegishli xalqaro shartnomalar bilan qat'iy man qilingan.

#### **4.2. Muskul ishidan so'ng dam olish vaqtidagi biokimyoviy o'zgarishlar**

Muskullarning ish faoliyatida sodir bo'lgan organizmning muskul va boshqa organ va to'qimalaridagi biokimyoviy o'zgarishlar ishdan so'ng dam olish vaqtida tugatiladi. Muskul ishi vaqtida katabolizm jarayonlari ustunlik qiladi, ajralib chiqayotgan energiyaning bir qismi organizm foydalanishi uchun qulay forma – makroerg fosfat bog'lariga, ya'ni ATPga aylanadi, dam olish vaqtida esa energiya sarflashni talab qiluvchi anabolik jarayonlar ustunlik qiladi.

Muskul ishi davomida ATPning resintezlanishi uchun har xil moddalar intensiv sarflanadi: muskullarda – kreatinfosfat, glikogen, moy kislotalari, keton



tanachalari; jigarda glikogen glyukozagacha parchalanib, qon orqali ishlayotgan muskullarga, yurakka va bosh miyaga yetkazib beriladi; yog'lar kuchli parchalanadi va moy kislotalari oksidlanadi va h.k. Bir vaqtning o'zida organizmda moddalar almashinuvining oraliq mahsulotlari – sut va fosfor kislotalari, karbon kislotasi, ADP, AMP, siydikchil va boshqalar to'planadi.

Muskul ishi moddalar almashinuvining reaksiyalarini kataliz-laydigan bir aqtor fermentlarning faolligini oshirish bilan sodir bo'ladi; ATP-aza, fosforilaza, turli degidrogenazalar, sitoxromoksidaza, proteinaza va lipaza fermentlarining faolligi oshadi; glikoliz va aerob oksidlanish jarayonlar shiddat bilan ro'y beradi.

Dam olish davri aerob oksidlanish va oksidlanishli fosforlanishlarning yuqori intensivligi bilan xarakterlanib faol borayotgan plastik jarayonni energiya bilan ta'minlaydi. Masalan, dam olish vaqtida ATP, kreatinfosfat, glikogen, fosfor-lipidlar, muskul oqsillari resintezlanadi, organizmning suv-elektrolit balansi oldingi holati – normaga qaytadi, ish vaqtida parchalangan hujayra strukturalari tiklanadi va boshqalar.

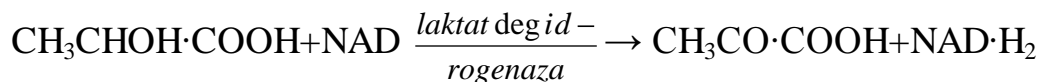
Organizmdagi biokimyoviy o'zgarishlarning umumiy yo'nalishi va normaga qaytish uchun kerak bo'lgan vaqtiga qarab tiklanish jarayonlarini ikkita tipga ajratiladi – **shoshilinch** va **qoldirilgan** tiklanishlar.

**Shoshilinch tiklanish** – ishdan so'ng dam olishning birinchi 0,5-1,5 soatlarini o'z ichiga oladi. Bu tiklanish davrida ish vaqtida to'planib qolgan anaerob parchalanishning mahsulotlari, eng avval sut kislotasi va hosil bo'lgan  $O_2$  qarzi bartaraf qilinadi.

Ish tamom bo'lgandan keyin kislorodning iste'moli tinch holatdagiga nisbatan yuqoriligicha davom etadi. Kislorod iste'molining mana shu ortiqchasi **kislorod qarzi** nomini olgan. Kislorod qarzi kislorod defitsitidan doimo katta va ishning intensivligi va davom etishi qancha katta va uzoq bo'lsa, bu faza shuncha kattaroq bo'ladi (3.3. bo'limga qarang).

Muskullarda ish vaqtida yig'ilib qolgan sut kislotasining taqdiriga kelsak, kislorodning yuqori darajadagi iste'moli saqlanib, muskul-larning oksidlanish sistemalarini kislorod bilan ta'minlash oshadi. Bunday sharoitda kofermenti NAD

bo'lgan laktatdehidrogenaza fer-menti sut kislotasini to pirouzum kislotasigacha oksidlaydi.



Pirouzum kislotasi

Qaytarilgan  $\text{NAD}\cdot\text{H}_2$  bu vodorod atomlarini nafas olish zanjiriga uzatadi va u yerda har bir juft vodorod elektronlariga 3 molekuladan ATP sintezlanadi, hosil bo'lgan pirouzum kislotasi esa aerob sharoitda to  $\text{CO}_2$  va  $\text{H}_2\text{O}$  gacha oksidlanadi.

Sut kislotasidan tashqari ish vaqtida to'planib qolgan boshqa metabolitlar – yantar kislotasi,  $\beta$ -gliserofosfat va glyukozalar ham oksidlanishga jalb qilinadi; tiklanishning kechki etaplarida moy kislotalari ham oksidlana boshlaydi.

**Qoldirilgan tiklanish** – muskul faoliyatidan so'ng dam olishning ko'p soatlarini o'z ichiga oladi. Qoldirilgan tiklanishning tub ma'nosi organizmda plastik almashinuv jarayonlarining kuchayayotganligi va ish vaqtida buzilgan ion – endokrin muvozanatini tiklashdan iborat. Mana shu davrda organizmning energetik resurslarini ishgacha bo'lgan darajasiga qaytishi tugallanadi, ish vaqtida parchalangan struktura va ferment oqsillari va boshqa hujayra strukturalarining sintez jarayonlari kuchayadi.

Muskul ish faoliyatidan so'ng dam olish davrida ish vaqtida sarflangan har xil energetik substratlarning tiklanish jarayonlari har xil tezlik bilan boradi va turli vaqtlarda tugallanadi (3-jadval). Birinchi navbatda organizmning  $\text{O}_2$  zahirasi va ishlayotgan muskullardagi kreatinfosfatning zahirasi tiklanadi, so'ngra muskul-larning glikogen zahirasi va faqat oxirgi navbatda yog'larning rezervlari va ish vaqtida parchalangan ferment va struktura oqsillari tiklanadi.

Muskul ishidan so'ng dam olish davrida biokimyoviy ingridi-yentlarning ana shunday tartibda tiklanishi muhim biologik qonuniyat bo'lib, sport biokimyosida **getexronizm hodisasi** nomi bilan yuritiladi. Geteroxronizm hodisasi sport mashqlanish jarayonida katta ahamiyatga ega.

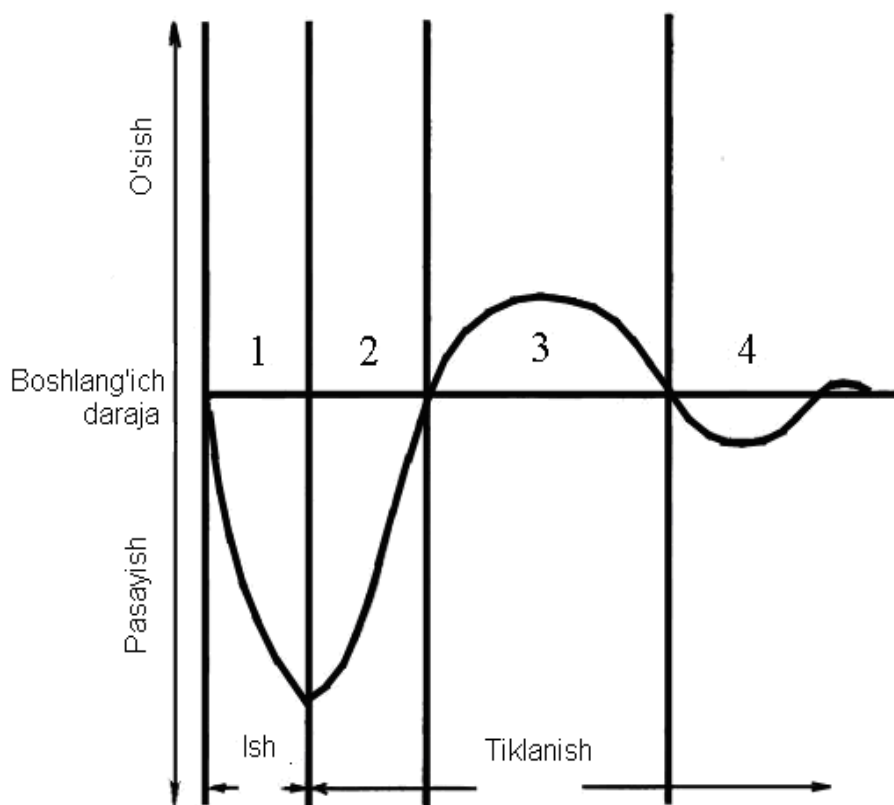
Ishdan so'ng dam olish davrida tiklanish jarayonlarining borish tezligi va energetik moddalarning zahiralarini to'lish muddatlari ularning jismoniy mashqlar-

**Qizg'in ishdan so'ng dam olish davrida turli biokimyoviy jarayonlarning tiklanishini tugallanishi uchun kerak bo'lgan vaqtlar**

№	Jarayonlar	Tiklanish vaqti
1.	Organizmda O <sub>2</sub> zahirasini tiklanishi	10-15 sek
2.	Muskullarda alaktat anaerob rezervlarining tiklanishi	2-3 min
3.	Alaktat O <sub>2</sub> qarzini to'lash	3-5 min
4.	Sut kislotasini yo'qotish	0,5-1,5 s
5.	Laktat O <sub>2</sub> qarzini to'lash	0,5-1,5 s
6.	Muskullardagi glikogen zahirasini resintezlash	12-48 s
7.	Jigardagi glikogenning zahirasini tiklash	12-48 s
8.	Isg vaqtida parchalangan va ferment oqsilla-rining sintezini kuchayishi	12-72 s

ni bajarish vaqtidagi sarflanish intensivligiga bog'liq bo'ladi (**Engelgard qoidasi**). Ishdan so'ng dam olishning ma'lum momentida energetik moddalarning zahirasi o'zlarining ishgacha bo'lgan (boshlang'ich) darajasidan oshib ketadi. Bu hodisa **superkompensatsiya** yoki **o'ta tiklanish** nomi bilan yuritiladi (22-rasm).

Superkompensatsiya – o'tkinchi hodisa. Ish vaqtida kamaygan energetik substratlarning miqdori dam olishning ma'lum davrida boshlang'ich (ish oldi) darajasidan oshib ketadi (22-rasm, 3-faza). So'ngra u to'lqinsimon yo'l bilan ish oldi darajasiga qaytib keladi. Ish vaqtida energiya kuchli sarflansa, energiya manbalarining resintezi shuncha tez bo'ladi va superkompensatsiya fazasida ish oldi darajasidan oshishi shuncha ko'proq bo'ladi. Lekin, bu qoidani barcha hollarda qo'llash mumkin emas. Masalan, yaxshigina toliqishga olib keladigan va juda katta energiya sarfi hamda parchalanish mahsu-lotlarini to'planishi bilan bog'liq bo'lgan haddan tashqari zo'riqish bilan bajariladigan ishlarda tiklanish jarayonlarining tezligi pasayadi, superkompensatsiya fazasiga ancha kechroq erishiladi va kichik darajada ifodalanadi.



22-rasm. Muskul ish faoliyatida energetik manbalarning sarflanish va tiklanish jarayonlarining sxemasi  
 1 – sarflash; 2 – tiklanish; 3 – superkompensatsiya (o'ta tiklanish);  
 4 – boshlang'ich darajaga qaytish.

Superkompensatsiya fazasining davom etish vaqti ishning bajarilishini qancha davom etishi va organizmda u chaqirayotgan biokimyoviy o'zgarishlar chuqurligiga bog'liq bo'ladi. Qisqa muddatli yuqori intensivlikdagi ish toliqishni tez boshlanishi va superkom-pensatsiya fazasini tez tugallanishiga olib keladi. Masalan, mana shunday ishda ishlayotgan muskullarda ish boshlanishigacha bo'lgan darajasidan ortishi, ya'ni glikogenning superkompensatsiya dam olishning 3-4 soatlarida boshlanadi va 12 soatdan so'ng glikogen o'zining boshlang'ich – ishgacha bo'lgan darajasiga qaytadi. Mo'tadil quvvatli uzoq davom etadigan ishlarda esa glikogenning superkompensatsiyasi 12 soatdan so'ng boshlanadi va ish tugagandan keyin 24-72 soatgacha davom etadi. Ehtimol, superkompensatsiya hodisasining kelib chiqish sabablari dam olish davridagi gormonlarning yuqori konsentratsiyasi (qaysiki intensiv muskul faoliyatida yetarli daraja ko'p miqdorda

hosil bo'lgan) va organizmdagi energetik resurslarning tiklanish jarayonlarini nazorat qilib turadigan oqsil-fermentlar sintezini gormonal induksiyasi bilan boh'liq bo'lishi mumkin. Masalan, glikogenning superkompensatsiyasini sababini eng avvalo insulinning ishdan so'nggi yuqori (oshgan) konsentratsiyasi bilan bog'lashadi; ishning xarakteriga qarab insulinning eng yuqori konsentratsiyasi ish tugagandan so'ng dam olishning 30-120-minutlariga to'g'ri keladi. Insulin glikogensintetaza fermentining faolligini oshiradi. Uning maksimal faolligi resintezning boshlang'ich fazasida – birinchi 10 soatlar davomida kuzatiladi. Ragozkinning fikri bo'yicha muskullarda glikogenning resintezini tezligi ish tugallangandan so'ng birinchi 2 soat oralig'ida o'zining maksimumiga erishadi. Boshqa mualliflarning (B.M. Zatsiorskiy, 1990) ma'lumotlariga ko'ra quvvat, davomiyligi va yo'nalishlari har xil bo'lgan jismoniy yuklamalarda tiklanish davrining birinchi uchdan bir qismida 60% atrofida, ikkinchisida – 30% va uchinchisida – 10% tiklanish reaksiyalari sodir bo'ladi.

Muskullar va jigarda dam olish vaqtida glikogen glyukoneogenez jarayonida hosil bo'lgan glyukoza hisobiga qisman sintezlanadi, lekin uning normal darajagacha to'la tiklanishi faqat organizmga ovqat tarkibida kirayotgan uglevodlar hisobiga bo'lishi mumkin.

Umuman olganda, superkompensatsiya hodisasi muskul faoliyatida u yoki bu darajada sarflanadigan yoki buziladigan (parchalanadigan) va dam olish davrida resintezlanadigan barcha biomolekulalar va strukturalarga xos. Ana shu biomolekula va strukturalarga – kreatinfosfat, glikogen, struktura va ferment oqsillari, fosfolipidlar, hujayra organoidlari (mitoxondriyalar, lizosomalar, plazmatik membranalar va h.k.) kiradi.

Organizmning energetik substratlari zahirasini to'ldirib bo'lgan-dan so'ng oqsillar fosfolipidlar va boshqa hujayra strukturalarini sintezlanish jarayonlari ancha kuchayadi, ayniqsa bu jarayonlar ularning parchalanishi bilan sodir bo'ladigan og'ir kuch ishlatadigan ishlardan so'ng yaqqol namoyon bo'ladi. Ish vaqtida parchalangan oqsillarning tiklanishi nisbatan sekin boradi. Odatda, mashqlanish yoki musobaqalarda qatnashgandan keyin ish qobiliyatining

tiklanishini faqat oqsillarning resintezi aniq belgilaydi. Shu tufayli, oqsillar almashinuvining ko'rsatkichlari bajarilgan ishning og'ir-yengilligi va tiklanish jarayonining borishi haqida muhim ahamiyatli informatsiyalarni berishi mumkin. Hozirgi vaqtda katta sport amaloyotida keng qo'llanilayotgan ana shunday ko'rsatkichlardan biri *qondagi siydikchil* hisoblanadi. Siydikchil – oqsillar, nuklein kislotalar va nukleoitid-larning katabolizm jarayonlarini tarkibida azot tutgan asosiy mahsuloti hisoblanadi.

Jismoniy yuklamalar ta'sirida qondagi siydikchilning miqdorini ko'payish darajasi shu **yuklamani ko'tara olishligining ko'rsatkichi** hisoblanadi (bunday holatda qondagi siydikchilning miqdorini ish tugagandan so'ng 1,5-2 soatdan keyin o'lchash lozim). Tiklanishning so'nggi fazalarida qondagi siydikchilning miqdorini normaga nisbatan ko'p bo'lishi (masalan, mashqlanish yoki musobaqadan keyin ertasiga ertalab) tiklanish reaksiyalarining tezligining kamligidan dalolat beradi. Bu ko'rsatkichni normaga qaytishi tiklanish jarayonlari tugallanganligini normalashganini ko'rsatadi.

Tiklanish – mashqlanish jarayonining ajratib bo'lmaydigan (ajralmas) qismi bo'lib, uning ahamiyati mashqlanishning o'zini ahamiyatidan kam emas degan fikr hozirgi vaqtda hech kimda hech qanday shubha tug'dairmaydi. Shuning uchun ham turli tiklanish vositalaridan amaliy foydalanish – mashqlanishning samaradorligini yanada oshirish va sportchilarning yuqori darajali tayyorgarligiga erishish uchun muhim rezerv bo'ladi.

Hozirgi vaqtda sport fanlari ilg'or amaliyot yordamida tiklanish vositalaridan foydalanish muammolari bo'yicha boy materiallar yig'ilgan: tiklanish vositalari klassifikatsiya qilingan, ulardan foydalanishning asosiy prinsiplari asoslab berilgan, sportning alohida turlarida tiklanishning ko'p vositalari va ularning komplekslari tajribadan o'tkazilgan.

Keyingi yillarda biologik faol preparatlarning ba'zi guruhlari – tiklanish jarayonlarini tezlashtirish, ish vaqtida sarflangan plastik va energetik resurslarni faol to'ldirish, katta jismoniy yuklamalar vaqtida organizmning muhim funksional sistemalarini tanlab boshqarishlar uchun maqsadga muvofiq ravishda foyda-

lanilmoqda. Ularga quyidagi preparatlar kiradi: polivitamin komplekslari, anabolik moddalar, energiyaga boy preparatlar, o'simlik va hayvon organizmidan ajratib olingan adaptogenlar, aktoproteklar, gemato- va gepatoprotektorlar, immunitet tizimiga ta'sir qiluvchi preparatlar va hokazolar.

### **Asosiy tushunchalar va mavzuning terminlari**

**Toliqish** – uzoq davom etgan yoki intensiv ish natijasida ro'y beradigan organizmning holati bo'lib, ish qobiliyatini pasayishi bilan sodir bo'ladi.

**Aqliy toliqish** – bu bosh miyaning faoliyati bilan bog'liq bo'lgan toliqish.

**Sensor toliqish** – har xil analizatorlarning (ko'rish, eshitish, hid bilish va h.k.) faoliyati bilan bog'liq toliqish.

**Emotsional toliqish** – emotsiya – sport faoliyatida, ayniqsa musobaqalar vaqtida muhim ahamiyatga ega.

**Jismoniy toliqish** – muskul faoliyati natijasida ro'yobga chiqadigan toliqish.

**“Himoyalovchi tormozlanish”** – MNS harakatlantiruvchi markazlarida ATPning parchalanish va resintezlanish tezliklarini to'g'ri kelmay qolishi natijasida rivojlanadigan jarayon.

**Shoshilinch tiklanish** – bu ish vaqtida to'planib qolgan anaerob parchalanishning mahsulotlari, eng avvalo sut kislotasi va hosil bo'lgan O<sub>2</sub> qarzini bartaraf qilish jarayoni. U ishdan so'ng dam olishni birinchi 0.5-1,5 soatlarini o'z ichiga oladi.

**Qoldirilgan tiklanish** – bu organizmning energetik resurslarini boshlang'ich (ishgacha) darajasiga qaytishini tugallanishi, ish vaqtida parchalangan struktura va ferment oqsillari va boshqa hujayra strukturalarining resintez jarayonlarini kuchayishi hamda ish davomida buzilgan ion va endokrin muvozanatini tiklash jarayonlari.

**Engelgart qoidasi** – tiklanish jarayonlarining borish tezligi va energetik moddalarning zahirasini to'lish muddatlari mashqlarni bajarayotgan vaqtidagi ularning sarflanish intensivligiga bog'liq.

**Geteroxronizm hodisasi** – muskul ishidan so'ng dam olish davrida rivojlanadigan tiklanish jarayonlari turli tezliklar bilan boradi va har xil vaqtda tugallanadi.

**Superkompensatsiya (o'ta tiklanish) hodisasi** – bu dam olish davrida energetik moddalarning zahirasini boshlang'ich – ishgacha bo'lgan darajasidan oshishi.

**Geteroxronlik** – har xil vaqtilik.

**Biokimyoviy restitutsiya jarayonlari** – ishgacha bo'ladigan biokimyoviy o'zaro nisbatlarni tiklanishi.

### **Savollar va topshiriqlar**

1. Nima uchun toliqishni organizmning himoya reaksiyasi deb atashadi?
2. Toliqish nima bilan ifodalanadi va ishlayotgan muskul va organlarda toliqqanda qanday biokimyoviy o'zgarishlar sodir bo'ladi?
3. Tananing ko'pchilik muskullarini ishtirokida sodir bo'ladigan va sportning ko'pchilik turlariga xarakterli bo'lgan keskin muskul faoliyatida toliqish qanday omillar bilan aniqlanadi?
4. Bevosita ish vaqtida va undan so'ng dam olish davrida qanday biokimyoviy o'zgarishlar sodir bo'ladi?
5. Ish vaqtida sarflangan turli energetik va struktura moddalarining resintezi qanday ketma-ketlikda bo'lishini va ularning tiklanishining taxminiy muddatlarini ko'rsating.
6. Tiklanish jarayonlarining borish tezligi va energetik moddalarning zahirasini to'ldirish muddatlari, ularning ishni bajarish vaqtidagi sarflanish intensivligiga bog'liq bo'ladi. Bu qonuniyat qanday ataladi?
7. Superkompensatsiya nima va qanaqa biokimyoviy sabablar uni ro'yobga chiqaradi?
8. Superkompensatsiya fazasining katta-kichikligi va qancha vaqt davom etishi nimaga bog'liq?



9. Ishdan so'ng dam olishning qaysi davrida glikogenning resintezini eng yuqori tezligi kuzatiladi?

10. Shoshilinch va qoldirilgan tiklanishlarning tezligini baholash (aniqlash) uchun qaysi biokimyoviy ko'rsatkichlardan foydalanish mumkin?

### **O'zingizni tekshirib ko'ring**

1. Toliqiah nima bu? a) patologik hodisa; b) fiziologik hodisa; c) intensiv yoki uzoq davom etadigan ish natijasida ro'y beradigan organizmning holati bo'lib, ish qobiliyatini pasayishi bilan sodir bo'ladi; d) charchash sezgisi.

2. Toliqish ..... bilan ifodalanadi: a) nerv impulslerini hosil bo'lishi va ularni ishlayotgan muskullarga uzatilishini buzilishi; b) nerv hujayralarida ATPning konsentratsiyasini oshishi; c) MNS harakat-lantiruvchi markazlarida nerv signallarini qayta ishlashni buzilishi va "himoyalovchi tormozlanishni rivojlanishi", d) a va c.

3. Toliqishni 4 turga ajratishadi, ya'ni: a) aqliy, jismoniy, emotsional, sensor; b) korish, jismoniy, aqliy, sensor; c) jismoniy, eshitish, sensor, aqliy; d) aqliy, eshitish, ko'rish, emotsional.

4. Yuqori quvvatli qisqa muddatli ishda toliqishning asosiy sabablari bo'lishi mumkin: a) energetik resurslarning tugallanishi; b) niozin ATP-azasining faolligini pasayishi; c) b va d; d) MNSda ATP/ADP nisbatini buzilishi natijasida "himoyalovchi tormozlanishni" rivojlantirish.

5. Tiklanish jarayonlari ikki turga bo'linadi: shoshilinch va qoldirilgan. Ularning mohiyati quyidagilardan iborat: a) ish vaqtida yig'ilib qolgan anaerob parchalanishning mahsulotlarini bartaraf qilish; b) plastik almashinuvni kuchayishi va ion endokrin muvozanatini tiklanishi; c) sut kislotasini to'planishi; d) a va b.

6. Ishdan so'ng dam olish davrida tiklanish jarayonlari har xil tezlikda boradi va turli vaqtlarda tugallanadi. Bu hodisa qanday nom bilan yuritiladi? a) superkompensatsiya; b) geteroxronizm; c) Engelgart qoidasi; d) qoldirilgan tiklanish.

7. Dam olish davrida turli biokimyoviy jarayonlarning tiklanishi quyidagi tartibda boradi: a)  $O_2$  zahirasi → muskul glikogeni → jigar glikogeni → yog'lar → oqsillar; b)  $O_2$  zahirasi → KrP → jigar glikogeni → muskul glikogeni → oqsillar → yog'lar; c) KrP →  $O_2$  zahirasi → muskul glikogeni → jigar glikogeni → oqsillar → yog'lar; d) oqsillar → yog'lar → jigar glikogeni → muskul glikogeni →  $O_2$  zahirasi → → KrP.

8. Superkompensatsiya (o'ta tiklanish) hodisasi – bu: a) organizmga energetik moddalarning ovqat bilan kirishini ularning sarflanadigan ustunlik qilishi; b) ishdan so'ng dam olishning ma'lum vaqtida energetik substratlarning zahirasi boshlang'ich – ishdan oldingi darajasidan oshib ketishi; c) ishdan so'ng dam olishning birinchi minutlarida sut kislotasini ko'payib ketishi; d) dam olish davrida qondagi qandning konsentratsiyasini oshishi.

9. Superkompensatsiyaning katta-kichikligi va davom etishi ..... ga bog'liq bo'ladi: a) bajarilayotgan ishning quvvati; b) ishlayotgan muskullardagi energetik moddalarning umumiy zahirasi; c) jigardagi glikogenning miqdori; d) bajarilayotgan ishlarning davom etishi va organizmda ular chiqargan biokimyoviy o'zgarishlarni chuqurligi.

10. Tiklanish jarayonlarini tezlashtirish va jismoniy ish qobiliyatini oshirish maqsadida qanday garmokologik moddalar sport amaloyotida qo'llaniladi? a) individual vitaminlar va polivitaminlar kompleksi; b) anabolik moddalar; c) energiyaga boy preparatlar va adaptogenlar; d) keltirilganlarning barchasi.

## 5. SPORT ISH QOBILIYATINING BIOKIMYOVIY OMILLARI

### 5.1. Sport ish qobiliyatini belgilaydigan omillar

**Ish qobiliyati** – organizmning ayrim bir vaqt ichida ma'lum hajmdagi jismoniy yoki aqliy ishni bajarish qobiliyatidir. Ish qobiliyati – mana shunday o'zakki, sportchilarning barcha qolgan xususiyatlari unga terib qo'yilgan. Sportchining ish qobiliyatini oshirish – bu har qanday darajadagi mashqlanish mashg'ulotlarining asosiy vazifasi hisoblanadi. Agar, sport ish qobiliyatini belgilaydigan asosiy omillarni ko'rib chiqsak, ko'pgina muhim omillar orasidan quyidagilarni ajratib olish mumkin:

- tezkorlik-kuchlilik sifatlarini rivojlanishi va harakatning nerv-muskul koordinatsiyasining o'ziga xos xususiyatlari;
- organizmning bioenergetik (anaerob va aerob) imkoniyatlari;
- mashqlarni bajarish texnikasi;
- sport kurashlarini olib borish taktikasi;
- sportchilarni psixologik tayyorlash (motivatsiya, irodalilik sifatleri va h.k.).

Odatda organizmning tezkorlik-kuchlilik sifatleri va bioenergetik imkoniyatlarini **potensiya (organizmning ichki imkoniyatlari)** omillari guruhiga kiritiladi. Texnika, taktika va sportchining psixologik tayyorlash sport turlarining ayni sharoitlarida potensiya omillarining amalga oshirish darajasini aniqlaydigan **unumdorlik omillari** guruhini tashkil qiladi. Masalan, mashqlarni bajarishda yuqori texnikani egallash harakatning har bir aktida yoki mashqlarning alohida elementlarini bajarishda organizmning ichki imkoniyatlaridan yanada unumliroq foydalanishga imkon beradi. Sport o'yinlarining (musobaqalarining) olib borishni takomillashgan taktikasi sport musobaqalarining davomida yoki ularning alohida epizodlarida tezkorlik-kuchlilik va bioenergetik potensiyalarini (ichki imkoniyatlarini) amalgam oshirishga yaxshi imkon yaratadi.

Sportchilarning jismoniy ish qobiliyatini belgilaydigan bioki-myoviy omillar ichida, birinchi navbatda muskullarning qisqartiruvchi oqsillarini umumiy miqdori va fermentativ xususiyatlarini ko'rsatish mumkin. Masalan, qisqarayotgan

muskulda rivojlanayotgan kuchla-nishni katta-kichikligi miofibrillardagi aktin va miozin iplarining o'rtasida hosil bo'lgan ko'ndalang ko'prikchalarni soniga to'g'ri proporsional bo'ladi. Har bir sarkomerning ichida aktinning umumiy miqdori qancha ko'p va miozin ipi uzunroq bo'lsa, ana shu ko'prikchalarning hosil bo'lish imkoniyati shuncha katta bo'ladi, binobarin, maksimal muskul kuchlanishining rivojlanishi yuqori bo'ladi.

Muskullarning qisqarishini maksimal tezligi miozin ATP-azasining nisbiy faolligi, ya'ni ATPning fermentative parchalanish tezligiga to'g'ri proporsional ravishda bog'langan bo'ladi. Miozin ATP-azasining faolligi turli muskul tolalarida keskin farqlanadi: oq tez qisqaradigan tolalarda qizil sekin qisqaradigan tolalardagiga nisbatan ancha yuqori bo'ladi. Har xil muskullarda tolalarning ana shu tiplari turli kombinatsiyada (nisbatda) bo'ladi. Tez va sekin qisqaradigan tolalarning proporsiyasini o'zgarishi muskullarning funksional xususiyatlariga bevosita ta'sir qiladi. Mana shu tip tolalar hat xil motoneyronlar bilan ta'minlangan turli harakatlantiruvchi birliklar tarkibiga kirganligi sababli ular ishga har xil vaqtda kirishadi va tolalarning qisqarish tezligi ham har xil bo'ladi. Muskul tarkibida oq tez qisqaradigan muskul tolalarining foizi qancha ko'p bo'lsa, uning tezkorlik-kuchlilik xususiyatlari shuncha yuqori bo'ladi. Va, aksincha, muskul tarkibida qizil sekin qisqaradigan muskul tolalarining foizi qancha ko'p bo'lsa, uning uzoq vaqt davom etadigan ishlarni bajarish imkoniyati shuncha katta bo'ladi.

Odamning jismoniy ish qobiliyatini belgilaydigan eng muhim biokimyoviy omil uning organizmini bioenergetik imkoniyatlari hisoblanadi. Har qanday ish energiya sarflashni talab etadi. Bu energiya esa odamning organizmida har xil intensivlik va davomiylikdagi muskul faoliyatida o'zaro nisbatlari bir xil bo'lma-gan anaerob va aerob yo'llar bilan sodir bo'ladigan biokimyoviy jarayonlarda hosil bo'ladi.

Sportchining (odamning) muskul ish faoliyatini energetik tavsifi (xarakteristikasi) qulay bo'lishi maqsadida uning ishlash imkoniyatlarini aniqlaydigan omil sifatida organizmning **anaerob va aerob ish qobiliyatlari** tushunchasi qabul qilingan.

**Aerob ish qobiliyati** deyilganda ishlayotgan to'qimalarda kislorodni yetkazib berilishi va ishlatilishi (utilizatsiya qilinishi) kuchayishi bilan bir vaqtda boradigan hujayraning mitoxondriyalaridagi aerob jarayonlarning kuchayishi hisobiga ishni bajarish imkoniyatlari ko'zda tutiladi. Aerob ish qobiliyati ayniqsa uzoq davom etadigan katta va mo'tadil quvvatli ishlarni bajarilganda namoyon bo'ladi.

Odamning anaerob ish qobiliyatini o'z navbatida **alaktat anaerob** va **glikolitik anaerob qobiliyatlarga** bo'lishadi.

**Alaktat anaerob ish qobiliyati** – bu asosan ATP-aza va kreatinkinaza reaksiyalarida energiyani o'zgartirish jarayonlari hisobiga ishni bajarish imkoniyatlari. Alaktat anaerob qobiliyat – bajarilish vaqti 15-20 sekunddan oshmaydigan qisqa muddatli, maksimal intensivlikdagi mashqlarni bajarganda namoyon bo'ladi.

**Glikolitik anaerob ish qobiliyati** deyilganda sut kislotasini to'planishi (yig'ilishi) bilan boradigan ishda anaerob glikolizning kuchayish imkoniyati tushuniladi. U bajarilish vaqti 30 sekunddan to 2-3 minutgacha boradigan mashqlarni bajarishda namoyon bo'ladi. Bunday mashqlarni bajarganda glikoliz jarayonining tezligi o'zining eng yuqori darajasiga yetadi va qonda ko'p miqdorda sut kislotasi yig'iladi (to 2,5 g/l va ko'proq).

Yuqorida keltirilgan jismoniy ish qobiliyatining komponentlaridan har biri uchta biyokimyoviy kriteriyalar bilan ifodalanadi:

- quvvat kriteriyasi – metabolik jarayonlarda energiyaning ajralib chiqish tezligini aks ettiradi;

- hajm kriteriyasi – ishlatish uchun qulay bo'lgan substrat fondlarining umumiy miqdorini yoki mashq vaqtida sodir bo'lgan organizimdagi metabolik o'zgarishlarning umumiy hajmini ko'rsatadi;

- samaradorlik kriteriyasi – metabolik jarayonlarda ajralayotgan energiyaning qancha qismi mahsus muskul ishini bajarishga ishlatilishini aniqlaydi.

Bu kriteriyalarni ko'pgina xilma-xil biokimyoviy ko'rsatkichlar bilan ifodalash mumkin. Ularning bir qismi alohida organ va to'qimalardagi biokimyoviy

o`zgarishlarni baholashda qo`llanilsa, boshqalari – butun organizmning xususiyatlari va imkoniyatlarini o`rganishida ishlatiladi (4-jadval).

4-jadval

**Sportchilarning jismoniy ish qobiliyati kriteriyalarini biokimyoviy ko`rsatkichlari**

Kriteriya	Energetic qobiliyatlar		
	alaktat anaerob	glikolitik anaerob	aerob
Quvvat	Maksimal anaerob quvvat (MAQ) makroerglarning parchalanish tezligi (~p/t)	Sut kislotasining yig`ilish tezligi (Hla/t), ortiqcha CO <sub>2</sub> ajralish (Exc.CO <sub>2</sub> )	Kislorodning maksimal iste`moli (VO <sub>2</sub> max), kritik quvvat (Wkr)
Hajm	Muskullardagi K <sub>2</sub> P umumiy miqdori, alaktat O <sub>2</sub> -qarzi (Alaktat O <sub>2</sub> -qarzi)	Qonda sut kislotasini maksimum yig`ilishi (max Hla), maksimal O <sub>2</sub> -qatzi), pH-maksimal siljishi (ΔpH max)	Mashq vaqtidagi O <sub>2</sub> -kipimi (VO <sub>2</sub> ).
Samara-dorlik	Alaktat O <sub>2</sub> -qarzini uzish tezligi (Ka)	Sut kislotasining mexanik ekvivalenti (W/Hla)	Ishning kislorod ekvivalenti (LME), anaerob almashinuv bo`sag`asi (AAB).

**5.2. Anaerob va aerob ish qobiliyatlarining ko`rsatkichlaridagi farqlar**

Enrgiya o`zgartirishning anaerob va aerob jarayonlari quvvatlari bo`yicha bir-birlaridan keskin farq qiladi. Jumladan, alaktat anaerob jarayon (ya`ni kretinkinaza reaksiyasi) davom etish vaqti 6-8 sekunddan oshmaydigan masqlarda o`zining maksimal energiya ishlab chiqarish tezligiga erishadi va yuqori malakali sportchilarda 3,5 *kJ/kg.min* tashkil qiladi. Anaerob glikolitik jarayonda 30 sek atrofida davom etadigan mashqlarda energiya ishlab chiqarishning yuqori darajada kuchayishi kuzatiladi va 2,4 *kJ/kg.min* ga teng bo`ladi. Aerob jarayoning maksimal quvvatini bajarish vaqti 2-7 minutga teng bo`lgan mashqlarda kuzatiladi va yuqori malakali sportchilarda 1,2 *kJ/kg.min* ni tashkil etadi. Shunday qilib, agarda ana shu uchta energiya o`zgartirish bioenergetik jarayonlarining energiya

ishlab chiqarish tezliklarining maksimal ko'rsatkichlarini o'zaro solishtirilganda aerob glikolitik va alaktat jarayonlarning nisbati 1:2:3 ko'rinishga ega bo'ladi.

Agarda bu jarayonlarning maksimal energetik hajmlarini solishtirganda, aerob jarayon o'zining energetik hajmi bilan alaktat anaerob va glikolitik anaerob jarayonlaridan birnecha marta ustunlik qiladi. Aerob oksidlanish uchun substrat bo'lib faqat muskullardagi glikogen va yog'larning zahiralari emas, balki qondagi glyukoza, erkin moy kislotalari, keton tanachalari, gliserin hamda jigarning glikogen zahirasi va turli yog` rezervlari hizmat qiladi. Shuning uchun ham aerob jarayonining umumiy hajmini cheksiz desa bo'ladi va uni aniq chegaralab bo'lmaydi. Lekin ishni berilgan tezligida ushlab tura olish vaqti bo'yicha har uchchala bioenergetik jarayonlarning hajmini taqqoslaganda, aerob jarayoning hajmi anaerob glikolizni hajmiga nisbatan 1-tartibda, alaktat anaerob jarayoninikigaesa 2-tartibda yuqori bo'ladi. Shunday qilib, aerob, glikolitik va alaktat jarayonlarning maksimal hajmlari o'zaro 100:10:1 nisbatda bo'ladi.

Mana shu energetik jarayonlarning energetik samaradorligi ko'rsatkichlarida ham etarli darajada katta farqlar kuzatiladi (5-jadval).

5-jadval

**Muskul faoliyatida turli metabolik jarayonlar – enrgiya manbalari uchun quvvat, hajm va samaradorlik kriteriyalari**

Energiya manbalari	Maksimal quvvat, $kDj/kd.min$	Maksimal quvvatni ushlab turadigan vaqt, $sek$	Maksimal tezlik, $kDj/kd$	Samaradorligi %		
				Ef	Ec	Em
Alaktat anaerob jarayon	3770	6	630	80	50	40
Anaerob glikoliz	2500	60	1050	36-52	50	22
Aerob jaayon	1250	600	$\infty$	60	50	30

*Eslatma:* Em – metabolik jarayonlarning energiyasini mexanik ishga aylantirishdagi umumiy f.i.k.

Ef – fosforlanishning samaradorligi;

Ec – ATP energiyasini mexanik ishga aylanish samaradorligi;

$(Em=(Ef \times Ec) \times 100)$ .

ATP energiyasini mexanik ishga aylanish samaradorligi aerob va anaerob jarayonlarda deyarli bir xil va 50% atrofida bo'ladi, fosforlanishning samaradorligi alaktat anaerob jarayonda eng yuqori – 80% atrofida, anaerob glikolizda esa – eng kam, o`rtacha 44% atrofida va aerob jarayonda u tahminan 60% ni tashkil etadi.

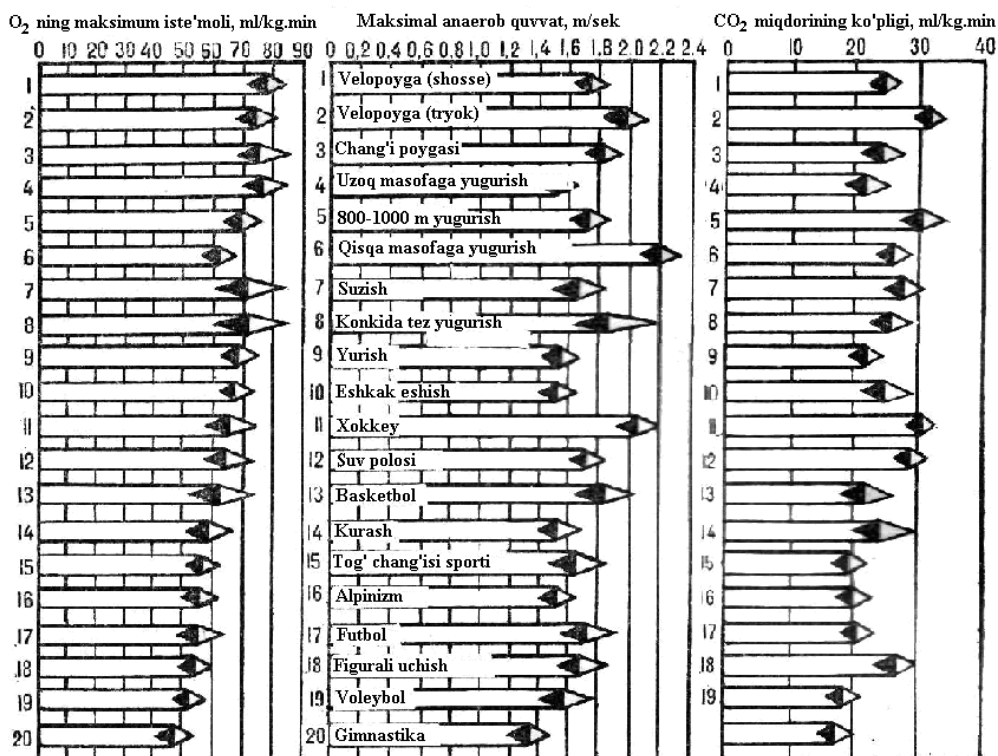
### **5.3. Sport ish qobiliyatining spetsifikligi**

Sportning u yoki bu turida jismoniy ish qobiliyatining aniq nomoyon bo`lishi spetsifiklik xarakteriga ega. Bu spetsifiklik sport mashqlari ta`sirida shakllanadigan sportchilarning aerob va anaerob qobiliyatlarining rivojlanish darajalarini o`zaro nisbatlariga bog`liq bo`ladi.

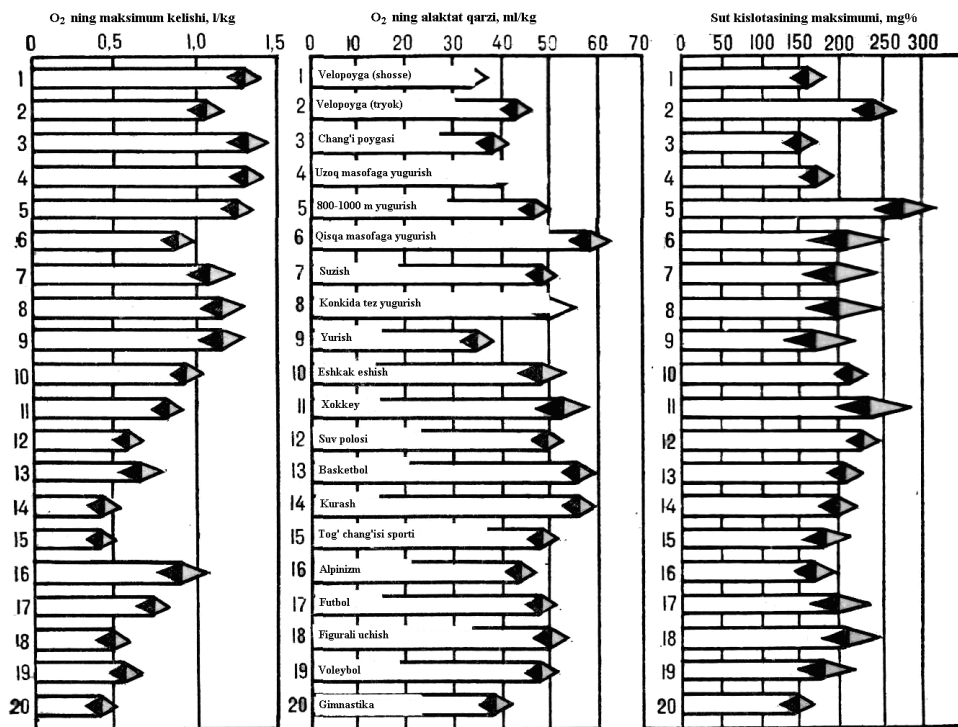
Masqlanish jarayonida oldinga qo`yilgan masalalar va bajariladigan ishni harakteriga qarab asosiy jismoniy yuklama faqat ishni bajarishga bevosita qatnashayotgan u yoki bu muskullargagina emas, balki energiyani (ATPni) asosan etkazib beruvchi bioenergetik jarayonlarga tushadi. Masalan, sportchilarning tezkorlik sifatini rivojlantirishga yo`naltirilgan, qisqa muddatli maksimal quvvatli mashqlar qo`llaniladigan mashqlanish jarayonida qo`llanilayotgan jismoniy yuklamalar tasirida muskullarda kreatinfosfarning zahirasi ko`payadi, muhitning noqulay sharoitida miozin ATP azasi va sarkoplazmatik kreatinkinazalarning barqaror ishlashi yaxshilanadi va umuman olganda, ATPning alaktat anaerob resintezlanish imkoniyati ortadi. Uzoq muddatli mo`tadil quvvatli ishdan foydalanilganda sportchining organizmida ATPning resintezlanishini aerob mexanizmlari takomillashadi, organizmning energetik substratlarini zahirasi ko`payadi (birinchi navbatda jigar va muskullardagi glikogenning zahiralari).

Shunday qilib, sportning har xil turlarida jismoniy mashqlarning xarakteri va bajarish uslublariga qarab sportchilarning organizmida ATPning resintezlanishini u yoki bu bioenergetik mexanizmlari yaxshi ravojlanadi (23-24-rasmlar). Masalan, uzoq masofaga yuguruvchilar, chang`i poygachilari, shosseda velosiped haydovchilar, konkida ychadigan sportchilar aerob quvvatning eng yuqori ko`rsatkichlarini namoyon qilishadi. Eng katta alaktat anaerob quvvatini qisqa masofaga





23-rasm. Turli ixtisos sportchilarida aerob va anaerob jarayonlarning quvvat ko'rsatkichlari



24-rasm. Turli ixtisos sportchilarida aerob va anaerob jarayonlarning hajm ro'satrichlari

yuguruvchilar, xokkeychilar va trek velosiped poygachilari demonstratsiya qilishadi. O`rta masofaga yuguruvchilar, xokkeichilar, vaterpolchilar glikolitik anaerob quvvatning maksimal ko`rsatkichini namoyon qilishadi. Shosseda velosiped haydovchilar, o`rta va uzoq masofalarga yuguruvchilar eng katta aerob hajmga ega. Alaktat anaerob hajimning eng yuqori darajasini qisqa masofaga yuguruvchilar, basketbolchilar va kurashchilar demonstratsiya qilishadi. Glikolitik anaerob hajimning eng katta miqdorini o`rta masofaga yuguruvchilar, trek velosiped poygachilari va xokkeychilarda kuzatish mumkin.

Xulosa qilib aytganda, sportning har bir turida sportda erishiladigan yutuqlarga hal qiluvchi ta`sir ko`rsatadigan o`zining “etaklovchi” omillari bo`ladi.

#### 5.4. Sportchilarning ish qobiliyatiga mashqlanishning ta`siri

Sistematik mashqlanish jarayonida jismoniy ish qobiliyatining deyarli barcha ko`rsatkichlari ancha yaxshilanadi. Mashqlanishni ta`siri turli kvalifikatsiyali sportchilarda ATPning resintezini amalga oshiradigan bioenergetik jarayonlarning quvvati, hajmi va samaradorliklarini solishtirganda ayniqsa yaqqol ko`rinadi (6-jadval).

6-jadval

**Konkida uchadigan sportchilarda anaerob va aerob jarayonlarining quvvati, hajmi va samaradorligini ko`rsatkichlari**

Sportchilarning malakasi	VO <sub>2</sub> max <i>ml/kg.min</i>	t yshl. tur, <i>sek.</i>	AAB % MMR	Exc.CO <sub>2</sub> <i>l/min.</i>	Umumiy O <sub>2</sub> -qarzi <i>ml/kg</i>	Alakt. O <sub>2</sub> -qarzi <i>ml/kg</i>
Sportchilar III-II r.	51	150	46	1,60	101	25
Sportchilar I r., SUN	69	200	51	1,79	127	31
SU	72	270	56	1,92	137	34
HTSU	76	340	60	1,97	141	35

6-jadvalda keltirilgan ma`lumotlardan ko`rinib turibdiki, sportchilarning masqlanganlik darajasini (malakasini) oshishi bilan jismoniy ish qobiliyatining barcha biokimyoviy xarakteristikalari yaxshilangan. Shu bilan birga, ayrim

biokimyoviy parametrlarning yaxshilanish miqdori turli darajada namoyon boʻlgan. Masalan, mashqlanish vaqtida ancha chidamlilikni talab qiladigan endigina shugʻullana boshlagan sportchilarda KMI 40-45 *ml/kg.min* ni tashkil qiladi, shu vaqtni oʻzida yuqori malakali sportchilarda 80-90 *ml/kg.min* boʻladi. Maʼlum boʻlishicha, koʻp yillar davomida sistematik ravishda mashqlanish natijasida shortchilarda aerob quvvat koʻrsatkichlari 2 marta, aerob hajm koʻrsatkichlari esa 4 martadan ortiqroq yaxshilanadi (7-jadval).

7-jadval

**Sportda koʻp yillik mashqlanish taʼsirida bioenergetik jarayonlarning quvvati, hajmi va samaradorliklarini yaxshilanishi**

Bioenergetik kriteriyalar	Baholanayotgan koʻrsatkichlar	Sportchilar II-III r.	Sportchilar HTSU	Yaxshilanish foizi
Quvvat:				
aerob	VO <sub>2</sub> max, <i>m/kg.min</i>	45	90	100
alaktat	KrP/t, <i>mM/kg.min</i>	60	102	70
glikolitik	HLa/t, <i>mM/kg.min</i>	20	35	450
Hajm:				
aerob	tusl.t. VO <sub>2</sub> max, <i>min</i>	3,2	13	306
alaktat	Alact. O <sub>2</sub> -qarzi, <i>ml/kg</i>	21,5	54,5	153
glikolitik	Hla max, <i>g/kg</i>	0,8	2,2	175
Effektivligi:				
aerob	AAB, % MMR	44	85	93

**5.5. Sportchilarning ish qobiliyatiga yoshlarini taʼsiri**

Organizmning oʻsishi va rivojlana borganligi sari uning jismoniy ish qobiliyatida maʼlum qonuniyatlarga asoslangan oʻzgarishlar sodir boʻlib turadi. Organism fiziologik balogʻatga etgani sari aerob va anaerob bioenergetik jarayonlarda energiyani oʻzgartirish imkoniyatlari tobora ortib boradi. Yoshning ulgʻayishi bilan tananing metabolizmda faol qatnashadigan massasi, ayniqsa skelet muskullari koʻpayadi; ana shu muskul va boshqa toʻqima va organlarda aerob va anaerob almashinuvning muhim fermentlarini miqdori oshadi, ana shu fermentlarni

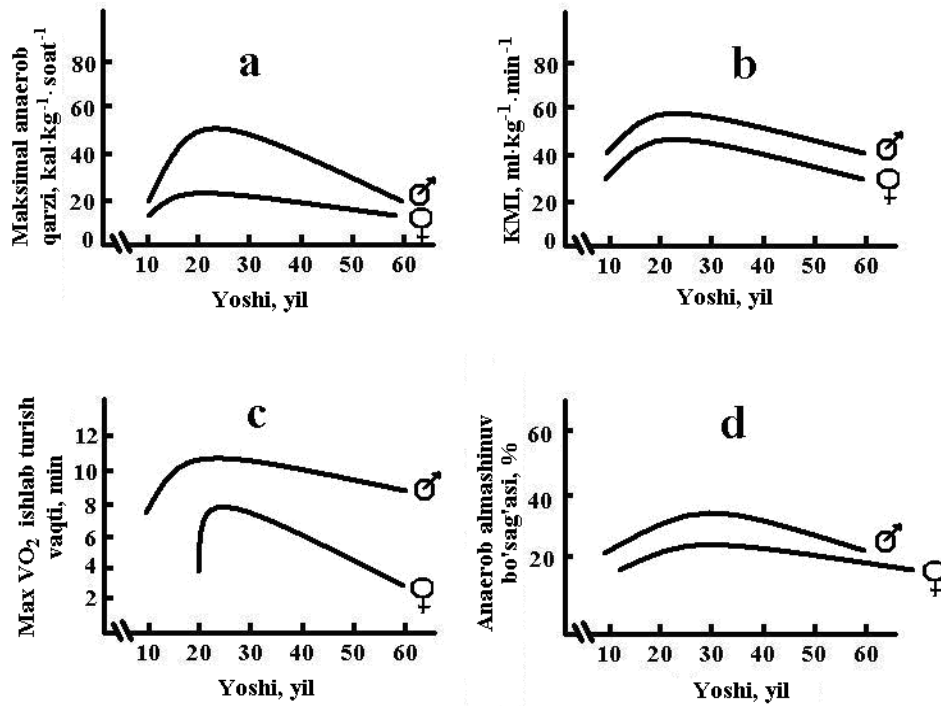
barqaror ishlashi uchun sharoitlar yaxshilanadi, organizmning energetik resurslarini zahirasi ko'payadi, modda va energiya almashinuv turli zvenolarini nerv va gormonal boshqarilish jarayonlari hamda muskul va boshqa to'qimalarga kislorod va ozuqa moddalarni etkazib berish va parchalanish mahsulotlarini chiqarib tashlashga javobgar bo'lgan vegetative sistemalarning ishi takomillashadi. Jismoniy ish qobiliyatining hamma ana shu ko'rsatkichlari odam to'la fiziologik balog'ga etgan paytida, ya'ni 20-25 yoshlarida odatda o'zlarining maksimumiga chiqadi (erishadi). Asosan, yuqori energiya ishlab chiqarishni talab qiladigan sport turlarida ana shu yoshda eng yuqori sport ko'rsatkichlariga erishadi. 40 yoshdan keyin jismoniy ish qobiliyatining ko'rsatkichlari pasayaboshlaydi va 60 yoshga kelib balog'at yoshidagiga nisbatan tahminan ikki marta kamayadi.

Organizimning ish qobiliyatini belgilovchi bioenergetik jarayonlarning ko'rsatkichlari o'sish va rivojlanish davomida ma'lum qonunuyatlar asosida o'zgaradi. Masalan, erkaklarning 20 yoshlarida maksimal anaerob quvvat (MAQ) o'zining maksimal ko'rsatkichiga erishadi va to 30 yoshgacha tahminan shu darajaga saqlanadi va keyin pasaya boshlaydi. Ayollarda bu ko'rsatkich o'zining maksimumiga 18 yoshlarda etishadi va so'ngra nisbatan tez pasaya boshlaydi (25-rasm, a).

Erkaklarda kislorodning maksimal istemoli o'zining maksimal ko'rsatkichiga 25 yoshlarda erishadi va 40 yoshgacha ana shu darajada saqlanadi, ayollarda esa bu ko'rsatkichlar 20 va 35 yoshni tashkil qiladi (25-rasm, b).

Bioenergetik jarayonlarning hajm va samaradorlik ko'rsatkichlari MAQ va KMI ko'rsatkichlaridan farq qilib, ancha sekin rivojlanish templari bilan xarakterlanadi va erkak va ayollarda yoshga nisbatan deyarli farqlari yo'q. Masalan, bu ko'rsatkichlar eng yuqori qiymatga 25-30 yoshlarda erishadi va sistematik mashqlanish natijasida tahminan shu darajada 40-45 yoshlargacha saqlanishi mumkin. Keksaygan va qarigan yoshda pasayish templari ayollar organizmida faqat ancha aniqroq ko'zga tashlanadi (25-rasm, c, d).

Lekin, shu narsani uqtirib o'tish kerakki, organizmning yuqori tezlikda o'sishi va rivojlanish munosabati bilan, ya'ni energetik substratlarning biologik



25-rasm. MAQ (a), KM (b), aerob hajm (c) va aerob samaradorligining (d) ko'rsatkichlarini yoshga oid dinamikalari

oksidlanish jarayonida ajralib chiqayotgan energiyaning asosiy qismi plastik almashinuvida ishlanilayotganligi sababli bolalar va o'spirinlarda katta yoshdagilarga nisbatan muskul faoliyatini energiya bilan ta'minlash imkoniyatlari ancha kam bo'ladi. Aerob va anaerob jarayonlarda ajralib chiqayotgan energiyaning asosiy qismi hujayralarning yangidan hosil bo'lishi va yangilanib turishlarini ta'minlaydigan struktura va ferment oqsillari, nuklein kislotalar, lipoudlar va boshqa hujayra strukturalarining sintezi uchun ishlatiladi. O'sayotgan organismning yana bir qator biokimyoviy hususiyatlari bunday cheklanishni kuchaytiradi.

Jumladan, kislorodni yetkazib berishni ta'minlaydigan qondagi gemoglobin va muskul tolasi hujayralaridagi mioglobin oqsillarning miqdori bolalarda katta yoshlilarnikiga nisbatan kam, demak bolalar organizmining kislorod hajmi kichik. Bolalar va o'spirinlarda yurak-qon tomirlar va nafas olish sistemalari hatto tinch holatda ham katta yoshlilarnikiga nisbatan ancha zo'riqish bilan ishlaydi, demak kam funksional rezervlarga ega. Boshqacha qilib aytganda, organizmning kislorodga bo'lgan ehtiyoji oshganda bolalar va o'spirinlarning ana shu sistemalarini

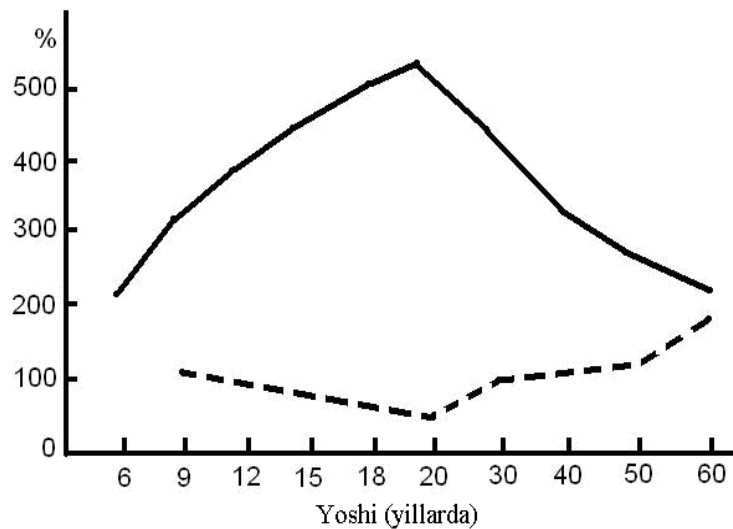
faoliyati kam darajada kuchaydi. Manasularning hammasi bolalarda intensiv muskul ishlarini aerob energiya ta'minotining imkoniyatlarini chegaralab quyadi.

Bulardan tashqari, bolalarda muskul faoliyatini energiya bilan ta'minlash imoniyatlari va kislorod qarzi sharoitida ish bajarish qobiliyati ham katta yoshlilarga nisbatan kam bo'ladi. shu bilan birga, yoshi qancha kichik bo'lsa, bajarish mumkin bo'lgan ishning maksimal quvvati shuncha kichik bo'ladi.

Bolalar va o'spirinlarning jismoniy tarbiyasining yana bir muhim tomoni – ularning muskul ish faoliyatida uglevodlarning ishlatilishini osonlik bilan (engil) tormozlanishidir. Masalan, ko'pchilik jismoniy mashqlar (ayniqsa qiziqarli bo'lmagan va uzoq davom etadigan) bolalarning qonidagi glyukozani konsentrasiyasini tez pasaytirib yuboradi. Turli-tuman, ayniqsa tarkibida har xil o'yin elementlarini tutgan, emotsiyaga boy mashg'ulotlar qondagi glyukozaning yuqori darajasini to darsni ohirigacha ishlab turishga imkoniyat tug'diradi.

Qariyotgan organizmning o'ziga hos hususiyatlaridan biri – moddalar almashinuvining intensivligini umumiy pasayish holatida plastik almashinuvining intensivligini ham pasayishidi. Qariyotgan organizmlarda birinchi navbatda oqsillarni yangilanib turish jarayoni sekinlashadi. Oqsilarning sintezini sekinlashishi hujayralarning bo'linish tezligini kamayishiga va ularning fiziologik regenerasiyasini buzulishiga olib keladi. Ko'p hujayralar faoliyat qobiliyatini yo'qotib o'lishadi. Qarilikda bosh miya po'stlog'idagi va miyachadagi nerv hujayralarining soni ham kamayadi. Suyak hujayralarining ko'payishi sekinlashishi va nobud bo'lishi kuzatiladi, bu esa ularni g'ovaklashishiga va pishiqligini kamayishiga olib keladi. Eritrositlarni yangitdan hosil bo'lishi ham sekinlashadi. Yaralarning bitishi ham yomonlashadi va h.k.

Ikkinchdan, qariyotgan organizmda oksidlanish jarayonlarning intensivligi ancha pasayadi. Jumladan, aerob va anaerob energiya ishlab chiqarish imkoniyatlari pasayadi. Shuning uchun ham, keksaygan odamlarda xuddi bolalar va o'spirinlardagidek, qonda sut kislotasining konsentrasiyasi 20-30 yoshli odamlardagiga nisbatan standart ishni bajarganda ko'p, maksimal quvvatli ishni bajarganda esa kam darajada ortishi bilan sodir bo'ladi (26-rasm).



26-rasm. Standart va maksimal ishlarni bajarganda qonda sut kislotasining ko'payish darajasini yoshga bog'liqligi

Ishning maksimal mumkin bo'lgan quvvati yoshini ulg'ayib borishi bilan keskin pasayib boradi. Jumladan 60 yoshli odamlarda 20-30 yoshlar rivojlantirishga qodir bo'lgan quvvatni 50% bo'lishi mumkin.

Keksaygan yoshli odamlar uchun yana bir o'ziga hos hususiyat huddi bolalar va o'spirinlarnikidek, muskul faoliyatida uglevodlar sarflanishini yengil tormozlanishi hisoblanadi. Masalan, ayniqsa bir xil, zerikarli jismoniy mashqlar ko'pincha qonda glyukozani kamayishi bilan sobir bo'ladi.

Shu yoshlarda lipidlar almashinuvi ham o'zgaradi: qonda xolisterinning miqdori ko'payadi, bu esa ateroskleroz kasalligini rivojlanishiga olib keladi.

Shunday qilib, maktab/litsey va kollejlarda bilalar va o'smirlarni jismoniy tarbiya bo'yicha dasturlarni ishlab chiqishda, ayniqsa yosh sportchilar (sportchi qizlar) uchun mashqlanish mashg'ulotlarini tashkil qilish va o'tkazishda, hamda har xil yoshdagi odamlar bilan jismoniy tarbiya va sport bo'yicha sog'lomlashtiruvchi mashg'ulotlarni o'tkazishda jismoniy ish qobiliyat ko'rsatichlarining yoshga qarab o'zgarish dinamikasining o'ziga hos hususayatlarni albatta inobatga olish kerak.

### **Asosiy tushunchalar va mavzuning atamallari**

**Ish qobiliyati** – ma'lum vaqt birligida organizimning ma'lum hajmdagi jismoniy yoki aqliy ishni bajarish qobiliyati.

**Potensiya omillari** – bu tezkorlik-kuchlilik safatlari va bioenergetik qobiliyatlarini o`zida mujassamlashtirgan organizmning ichki imkoniyatlari.

**Unumdorlik omillari** – sport turlarining aniq sharoitlarda potensiya omillarini amalga oshirish darajalarini belgilaydi. Ularga texnika, taktika va psixologik tayyorlash omillari kiradi.

**Alaktat anaerob ish qobiliyati** – ishni energiya o`zgartirish jarayonlarining ATP aza va kreatinkinaza reaksiyalari hisobiga bajarash imkoniyati.

**Glikolitik anaerob ish qobiliyati** – bu sut kislotasini yig`lishi bilan boradigan ish vaqtidagi anaerob glikolizning kuchayish imkoniyatlari.

**Aerob ish qobiliyati** – bir vaqtda kislorodni etkazib berish va ishlatilishini ta`minlash bilan sodir bo`ladigan hujayra mitoxondriyalaridagi aerob jarayonni kuchayish hisobiga ish bajarish imkoniyati.

**Plastic almashinuv** – organism uchun spesifik bo`lgan moddalar: struktura moddalari, fermentlar, gormonlar, turli sekresiyalar, energiya manbalarining zahiralarni sintezlashga olib keladigan kimyoviy reaksiyalar kompleksi.

**Katabolizm** – murakkab organik molekulalarni oddiyroq ohirgi mahsulotlarga parchalashga olib keladigan kimyoviy reaksiyalar kompleksi.

### **Savollar va topshiriqlar**

1. Odamning (sportchining) jismoniy ish qobiliyati nima va uning qanday turlarini siz bilasiz?

2. Sportchining aerob va anaerob ish qobiliyatlari deb nimaga aytiladi? Qanday biokimyoviy omillar ularni belgilaydi?

3. Sportchilarning alaktat anaerob, glikolitik anaerob va aerob ish qobiliyatlarini quvvati, hajmi va samaradorligini baholash uchun qanday biokimyoviy ko`rsatkichlardan foydalaniladi?

4. Sport ish qobiliyatining qaysa bir omillari mashqlanish jarayonida o`zgarish mumkin? Qaysi omillari organizmning genetic hususiyatlari bilan belgilanadi?



5. Alaktat anaerob, glikolitik anaerob va aerob jarayonlarining quvvati, hajmi va samaradorliklarida qanday o`zaro nisbatlar kuzatiladi?

6. Sport ish qobiliyatining qaysi bir biokimyoviy ko`rsatkichlari sport mashqlanish ta`sirida o`zgarishlarga uchraydi?

7. Sport ish qobiliyatining spesifikligi nima bilan ifodalanadi va qanday bioenergetik parametrlarga bog`liq?

8. Agarda bolalar va o`smirlar organizmida plastik almashinuvining intensivligi katta yoshlilarnikiga nisbatan katta bo`lsa, nima uchun muskul faoliyatini energiya bilan ta`minlash imkoniyati ilarda katta yoshlilarga nisbatan ancha kam bo`ladi?

9. Qariyotgan organizmning qanday ikkita muhim hususiyatlarini bilasiz? Keksaygan yoshda jismoniy ish qobiliyatga ta`sir ko`rsatadigan qaysi biokimyoviy ko`rsatkichlar kamaygan va oshgan?

10. Nima uchun bolalar va o`smirlarda, va keksaygan odamlarda qondagi sut kislotasining miqdorini standart ish yuqori darajada, maksimal quvvatli ish esa 20-30 yoshli odamlarga nisbatan kam darajada ko`payish bilan sodir bo`ladi?

### **O`zingizni tekshrib ko`ring**

1. Odamning ish qobiliyati nima? a) ko`p muskul ishini bajarish qobiliyati; b) ma`lum vaqt oralig`ida ma`lum hajmdagi jismoniy yoki aqliy ishni bajarish qobiliyati; c) aerob jarayonlar hisobiga muskul ishini bajarish qobiliyati; d) barcha javoblar to`g`ti.

2. Qanday biokimyoviy omillar potentsiya omillari guruhiga kiradi? a) mfsqlarni bajarish texnikasi; b) bioenergetik imkoniyatlari, tezkorlik-kuchlilik sifatleri; c) sport kurashlarini olib boorish taktikasi; d) tezkorlik-kuchlilik sifatleri, harakatning nerv-muskul kordinatsiyaning xususiyatlari.

3. Unumdorlik omillari guruhiga kiritilgan texnika, taktika va sportchilarni psixologik rayyorlash omillari baholaydi: a) bajarilayotgan mashqlarning quvvati va davomyiligini; b) sportchining tezkorlik-kuchlilik sifatlarini; c) potentsiya omillarini ishlatilish (foydalanish) darajasini; d) tezkorlik-chidamkorlik darajasini.

4. Sportchilarning tezkorlik-kuchlilik safatlarini qaysi biyokimyoviy omillar belgilaydi? a) muskullarning qisqartiruvchi oqsillarini umumiy miqdori va fermentative xususiyatlari; b) miozin ATP azasining faolligi; c) miozining polimerlanish darajasi va aktining umumiy miqdori; d) barcha javoblar to'g'ri.

5. Nima uchun oq tez qisqaradigan va qizil sekin qisqaradigan muskul tolalarining muskullardagi o'zaro nisbatini genetik moyil omil deyiladi? a) mashqlanish ta'srida o'zgarmaydi; b) mashqlanish ta'sirida o'zgaradi; c) organizmning individual rivojlanish davomida o'zgaradi; d) barcha javoblar noto'g'ri.

6. Organizmning alaktat anaerob qobiliyati deganda nimani tushunasiz? a) miokinaza reaksiyasi hisobiga ishni bajarish c) energiya o'zgartirishning ATPaza va kreatinkinaza reaksiyalari hisobiga ishni bajarish imkoniyati d) kislorodni yetkazib berish va ishlatilishi hisobiga ishni bajarish.

7. Sport ish qobiliyatining spesifikligi nimaga bog'liq? a) bajarilayotgan ishning turiga; b) mashqlanish ta'sirida o'rnatilgan sportchilarning aerob va anaerob qobiliyatlarining rivojlanish darajalarini nisbatlari; c) sport kurashlarini olib borish taktikasini takomillashganligi; d) bajarilayotgan ishning intensivligi va davomiyligi.

8. Sistematik sport mashqlanish ta'sirida qaysi biyokimyoviy ko'rsatkichlar ancha yaxshilanadi? a) aerob jarayonning quvvati va hajmi; b) alaktat anaerob jarayonning quvvati va hajmi; c) glikolitik anaerob jarayonning quvvati va hajmi; d) faqat glikoliz va alaktat anaerob jarayonning hajmi;

9. Bolalar va o'smirlarda katta yoshlilar bilan solishtirganda biokimyoviy o'zgarishlarning qanday o'ziga hos xususiyatlari bor? a) qonda sut kislotasining yuqori konsentrasiyasi; b) sut kislotasining past konsentrasiyasi; c) muskul faoliyatini energiya bilan ta'minlash imkoniyatining kamligi; d) qonda siydikchilning miqdorini ko'payib ketganligi;

10. Sportchilarning organizmida aerob va anaerob jarayonlarning energetik unumdorligi o'zining maksimal darajasiga qaysi yoshda yetadi? a) 18-20; b) 25-30; c) 30-40; d) 20-25.

## **6. SPORTCHILARNING TEZKORLIK-KUHLILIK SIFATLARI, CHIDAMKORLIGI VA ULARNI RIVOJLANTIRISH YO'LLARINI BIOKIMYOVIY ASOSLARI**

### **6.1. Tezkorlik-kuchlilik sifatlarining biokimyoviy omillari**

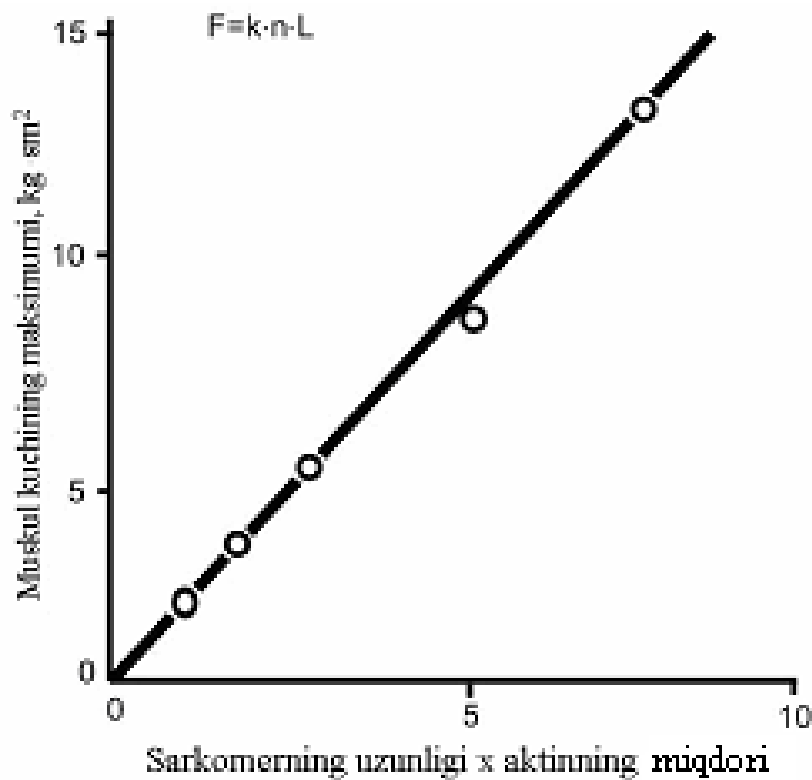
Muskul faoliyatida namoyon bo'ladigan sportchining jismoniy sifatleri (kuch, tezlik, quvvat, chidamkorlik va h.k.) odamning biokimyoviy, fiziologik, morfologik xususiyatlariga hamda uning psixik, texnik va taktik jihatdan tayyorlanganlik darajasiga bog'liq bo'ladi.

Alohida muskul tolasi rivojlantirayotgan kuch undagi qisqartiruvchi oqsillarning miqdoriga, ya'ni aktinning umumiy miqdoriga va miozinning polimerizatsiyalanish darajasiga bog'liq bo'ladi. Boshqacha qilib aytganda, qisqarayotgan muskulda rivojlanayotgan kuchlanishning katta-kichikligi miofibrillarining tarkibiga kiradigan har bir sarkomer doirasidagi aktin va miozin iplari orasida hosil bo'ladigan ko'ndalang ko'priklarining soniga to'g'ri proporsional bo'ladi.

Skelet muskullarining miofibrillarida ko'ndalang ko'priklarni hosil bo'lish va uzilish tezligi va shu bilan bog'liq bo'lgan kuchlanishni rivojlanish va muskul qisqarish tezliklari miozinning ATP-azalik faolligiga bog'liq. Miozin ATP-azasi bilan ATPning fermentativ parchalanish tezligi har xil tipdagi muskul tolalarida keskin farq qiladi: oq tez qisqaradigan tolalarda sekin qisqaradigan tolalarga nisbatan u ancha yuqori bo'ladi.

Yuqorida eslatilganidek (1.1. qism), odamning skelet muskullarida FT va ST tolalari har xil nisbatda bo'ladi. FT va ST tolalarining proporsiyalarini o'zgarishi muskulning funksional xususiyatlariga bevosita ta'sir qiladi. Chunki bu muskul tolalar turli harakatlantiruvchi birliklar tarkibiga kiradi, turli motoneyronlar bilan innervatsiya qilinadi va hat xil vaqtlarda ishga kirishadi. Shu bilan birga ishlayotgan muskullarni tarkibida qancha FT tolalar ko'p bo'lsa, ularning tezkorlik-kuchlilik sifatleri shuncha yuqori bo'ladi.

Yuqorida bayon qilingan ma'lumotlardan muhim bir qonuniyat kelib chiqayapti, ya'ni maksimal muskul kuchlanishining katta-kichikligi (muskul kuchi) sarkomerning uzunligiga yoki yo'g'on miozin iplarining uzunligiga, ya'ni asosiy qisqartiruvchi oqsil – miozinning polimerizatsiyalanish darajasiga to'g'ri proporsional (27-rasm). Boshqacha qilib aytganda, miofibrilning aktin va miozin iplarini o'zaro ta'sirida rivojlanayotgan kuch ularning orasida hosil bo'layotgan ko'ndalang ko'priklarning soniga yoki ularning tutashgan maydoniga to'g'ri proporsional bo'ladi. Hosil bo'lgan ko'priklarning soni qancha ko'p bo'lsa, har bir sarkomer doirasida rivojlanayotgan kuch shuncha katta bo'ladi.



27-rasm. Maksimal muskul kuchini muskul tolalaridagi sarkomerning uzunligiga va aktinning miqdoriga bog'liqligi

Eng uzun sarkomerlar mollyuskalarning chig'anoqlarini yopuvchi muskullarda, eng kattasi esa hashorotlar va jannat qushining uchish apparatlarida kuzatilgan. Mollyuskalarning chig'anoqlarini yopuvchi muskullari odamning maksimal muskul kuchidan 3-6 marta ortiq muskul kuchlanishini rivojlantirish qobiliyatiga ega. Hasharotlar va jannat qushining uchish muskullari rivoj-

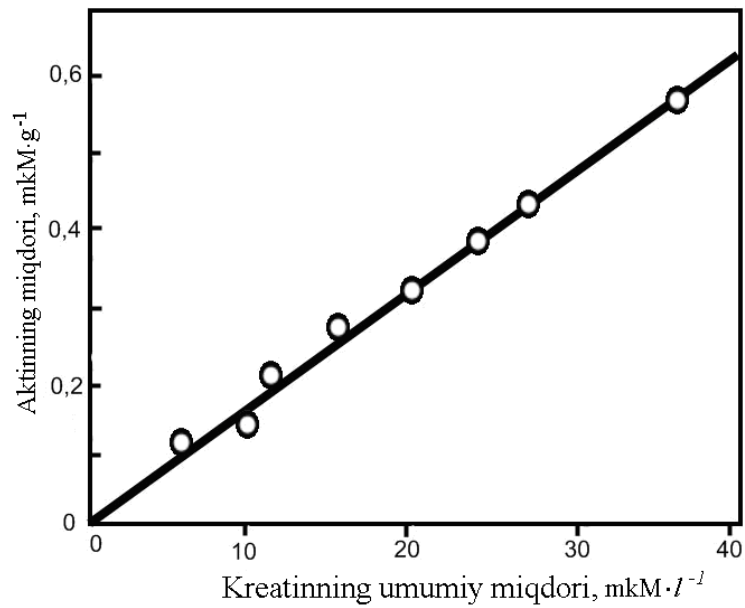
lantirayotgan kuchning maksimal kattaligi odamnikidan 3 marta atrofida kam. Odamning skelet muskullarida sarkomerning uzunligi o'rtacha 1,8-2,5 *mkm*, miozin iplarini uzunligi 1500 *nm* ni tashkil qiladi.

Sarkomerning uzunligi yoki miofibrillarning yo'g'on iplarida miozinning polimerizatsiyalanish darajasi irsiyatga moyil omil bo'lib, organizmning individual rivojlanish jarayonida va sport mashqlanishi ta'sirida o'zgaradi. Lekin, turli muskullarning tarkibiga kirgan har xil tipdagi muskul tolalarida sarkomerning uzunligi ma'lum varia-tsiyalarda bo'lishi mumkin. Shu bilan birga muskullardagi boshqa qisqartiruvchi oqsil – aktinning miqdori individual rivojlanish jarayonida va sport mashqlanishi ta'sirida ancha o'zgaradi.

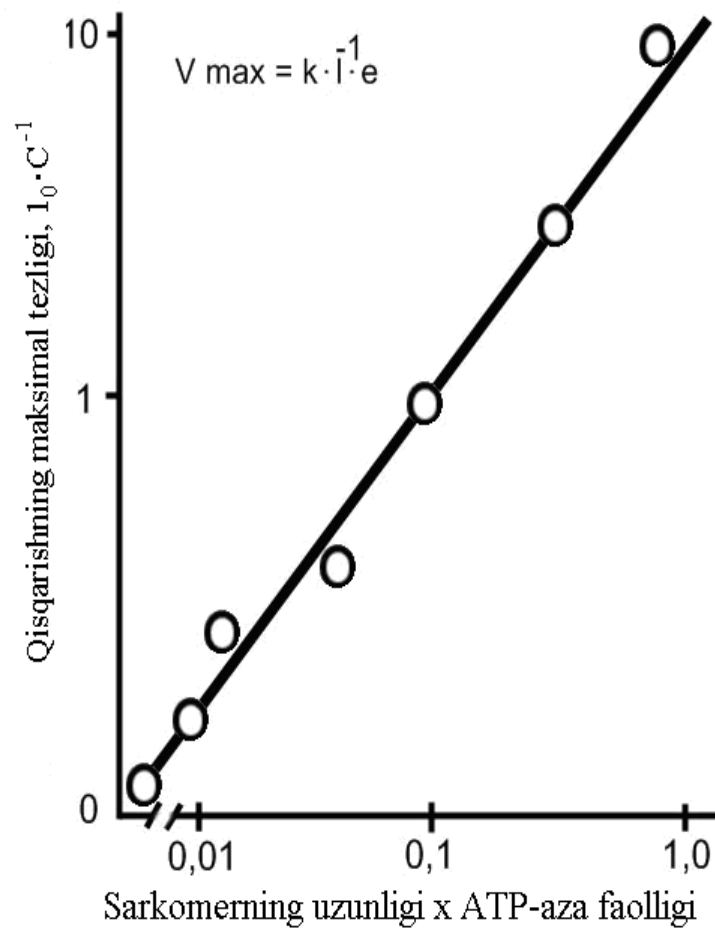
Muskul miofibrillarida aktinning miqdori kreatinning umumiy miqdoriga to'g'ri proporsional ravishda bog'liq bo'ladi (28-rasm), ya'ni hujayrada (muskul tolasi hujayrasida) aktinning miqdori qancha ko'p bo'lsa, kreatinning miqdori ham shuncha ko'p bo'ladi. Aktinning miqdorini aniqlash juda murakkab va sermehnat ish va uni har doim aniqlash mumkin emas. Shuning uchun ham sport amaliyotida ko'pincha muskullarda yoki qonda kreatinning umumiy konsentra-tsiyasini aniqlash muskul kuchini rivojlanishini nazorat qilishda va tezkorlik-kuchlilik mashqlarida sportda erishiladigan yutuqlarning darajasini oldindan aytib berishda qo'llaniladi.

Shunday qilib, xulosa qilish mumkin: kuchning biokimyoviy asoslari – muskullarning qisqartiruvchi oqsillarini umumiy miqdori va fermentativ xususiyatlari, ya'ni miozinning polimerizatsiyalanish darajasi va uning ATP-aza faolligining katta-kichikligi hamda aktinning umumiy miqdori bilan belgilanadi.

Tezkorlikning (tezlikni) namoyon bo'lishini biokimyoviy asoslari ko'p jihatdan xuddi kuch sifatlarinikidek: qisqartiruvchi oqsillarning miqdorini ko'pligi va ATPni parchalaydigan ferment sifatida miozinning yuqori darajada faolligi. Lekin, qisqarishning maksimal tezligi sarkomerning uzunligiga yoki yo'g'on miozin iplarining uzunligiga teskari proporsional va nisbiy ATP-aza faolligiga to'g'ri proporsional (29-rasm). Qisqarishning eng yuqori tezligi hashoratlar va jannat qushining o'zini tarkibida eng qisqa sarkomer tutgan uchish muskullarida



28-rasm. Skelet muskullarida aktin oqsilining miqdori va kreatinning umumiy miqdori o'rtasidagi bir-biriga bog'liqligi



29-rasm. Muskullarning qisqarish tezligini sarkomerning uzunligiga va miofibrillarning ATP-aza faolligiga bog'liqligi

kuzatilgan, qisqarishning eng kichik tezligi – o'zining tarkibida eng uzun sarkomerni tutgan mollyuskalarning chig'anoqlarini yopuvchi muskullarida kuzatiladi.

Kuchning sifati kabi qisqarishning maksimal tezligi har xil tipdagi muskul tolalarida keskin farq qiladi: FT tolalarda qisqarish tezligi ST tolalardagiga nisbatan deyarli 4 marta yuqori.

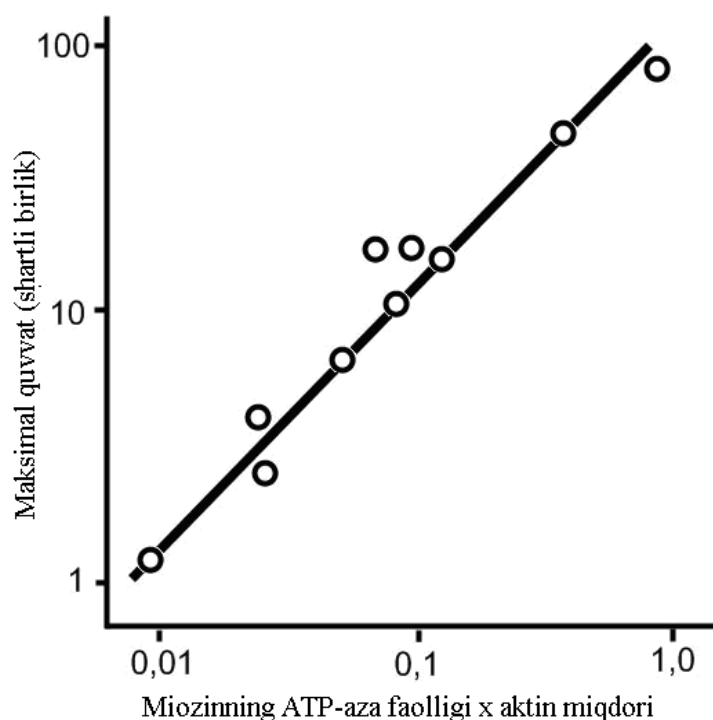
Bulardan tashqari, qisqarishning yuqori tezligini namoyon qilish uchun ATPning tez resintezlanish qobiliyati, asosan, kreatinkinaza teaksiyasida,  $Ca^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$ ,  $K^+$  va  $Na^+$  ionlarining konsentratsiyasi va ularning tez bog'lanaolish va ajralaolish imkoniyatlari katta ahamiyatga ega.

Umuman olganda, tezkorlikning (qisqarish tezligining) biokimyoviy asoslari miofibrillarning qisqartiruvchi oqsillarini faoliyati bilan, ayniqsa ATP-azalik faolligi bilan, ya'ni kimyoviy energiyani ishlatilish (mobilizatsiya) tezligi bilan bog'langan. Kuch sifatiga nisbatan aksincha qisqarishning maksimal tezligi sarkomerining uzunligiga yoki bitta sarkomer doirasida yo'g'on muiozin iplarining uzunligiga teskari proporsional bo'ladi: qisqarish tezligi qancha katta bo'lsa, sarkomerning uzunligi shuncha kalta (qisqa) bo'ladi. Bundan tashqari, tezkorlik sifatlarini namoyon bo'lishida ATPning kreatinkinaza reaksiyasida resintezi muhim ahamiyatli.

Odamning erkin harakatida kuch va qisqarishning tezligini o'zaro bog'lanmasdan alohida namoyon bo'lishi emas, balki rivojlanayotgan kuchlanishning quvvati bilan belgilanadigan ularning birgalikda ko'rsatgan samarasi (effekti) ahamiyatga ega. Muskul rivojlantirayotgan quvvat – ya'ni ATP-aza faolligini, ya'ni ATPning parchalanishini umumiy tezligini to'g'ri chiziqli funksiyasi hisoblanadi (30-rasm).

Maksimal quvvat korsatkichlari ham qisqarishning maksimal tezliginiki singari har xil tipdagi muskul tolalarida ancha farq qiladi va ma'lum tur harakat faoliyatiga moslashishda sezilarli darajada o'zgaradi.

Tez qisqaradigan oq tolalarda maksimal quvvatning ko'rsatkichi 155 *vatt/kg* muskul og'irligiga va sekin qisqaradigan qizil tolalarda esa 40 *vatt/kg* muskul og'irligigani tashkil qilinadi.



30-rasm. Muskul rivojlantirayotgan maksimal quvvatni miofibrillarning ATP-azalik faolligini yig'indisiga bog'liqligi

## 6.2. Chidamkorlikning biokimyoviy asoslari

Chidamkorlik – odamning (sportchining) eng muhim jismoniy sifati bo'lib, asosan uning ish qobiliyatini umumiy darajasini belgilaydi. Chidamkorlik ikkita formada namoyon bo'lishi mumkin: yo davomli ishni berilgan quvvat darajasi toliqishni birinchi belgilarigacha, ya'ni mashqni quvvatini pasaya boshlaganicha bajarish, yoki toliqishni boshlanishi natijasida ish qobiliyatini pasayishi sifatida namoyon bo'ladi. Chidamkorlik – ishni oxirigacha bajarish vaqti bilan o'lchanadi ( $t_{ox}$ , min).

Biokimyoviy nuqtai nazardan chidamkorlik – ma'lum ishni bajarishda ishlatishga qulay bo'lgan energiya zahiralarning umumiy miqdorini energiyaning sarflanish tezligiga bo'lgan nisbati bilan belgilanadi:

$$\text{Chidamkorlik } (t_{ch., min}) = \frac{\text{energiya zahirasi } (Dj)}{\text{energiya sarflanish tezligi } (Dj / min)}$$



ya'ni chidamkorlik – berilgan intensivlikdagi ishni bor energiya resurslarini batamom tugaguncha bajarilgan vaqti bilan aniqlanadi. Lekin, qisqa muddatli maksimal quvvatli mashqlarni bajarishda kreatinfosfat zahirasini  $\frac{1}{3}$  qismi ishlatilishi bilanoq ishni bajarish tezligi pasaya boshlaydi yoki bosh miyada ishni bajarish davrida kreatin-fosfatning zahirasi umuman ishlatilmaydi.

Boshqa tomondan chidamkorlik ish vaqtida toliqishni boshla-nishini orqaga surish hamda toliqish kuchayib borayotgan sharoitda ishni unumli bajarishga imkoniyat yaratadi. Sportchi organizmining bu qobiliyati birinchi navbatda muskul faoliyatini energiya bilan ta'minlashga javobgar bo'lgan metabolik jarayonlarning rivojlanish darajasiga bog'liq bo'ladi. Odam organizmida ATP resintezining uchta asosiy yo'llari borligiga ko'ra chidamkorlikning uchta biokimyoviy komponentlarini ajratiladi: alaktat anaerob, glikolitik anaerob va aerob komponentlari. Demak, umumiy chidamkorlikni ana shu energiya manbalarining quvvat, hajm va samaradorlik parametrlarining turlicha kombinatsiyalarini natijasi deb qarash mumkin. Ana shu komponentlarning hammasi chidamkorlikning har qanday sretsifik turini namoyon bo'lishida o'z hissalarini qo'shadi, lekin shulardan biri yetakchi (muhim) rolni o'ynaydi. Ana shunday yetakchi komponentni aniqlash mashqlanish vositalari va uslublarni to'g'ri tanlash uchun muhim ahamiyatga ega.

Chidamkorlikning alaktat anaerob komponentasini ribojlanish darajasi ishlayotgan muskullar va boshqa to'qima va organlardagi kreatinfosfatning zahirasi va uning mashqlarni bajarish vaqtida sarflanishini tejamligiga bog'liq bo'ladi. Kreatinning sarflanishini tejamligi o'z navbatida mashqlarning elementlarini bajarish texni-asini samaradorligi hamda anaerob almashinuvning sut kislotasi va boshqa mahsulotlari yig'ilyotgan sharoitda sarkoplazmatik kreatinkinaza va miozin ATP-azasi – fermentlarini barqaror ishlashiga bog'liq. Chidamkorlikning bu komponenti qisqa muddatli (tezkorlik va kuchlilik) maksimal intensivlikdagi mashqlarni bajarishda asosiy energiya manbai bo'lib xizmat qiladi.

Chidamkorlikning glikolitik anaerob komponenti uchun faqat organizmning uglevod zahiralari (muskul va jigarning glikogen zahiralari va qonning glyukozasi) va ularning sarflanishini tejamligina emas, balki sut kislotasi hosil qilayotgan

vodorod ionlarini neytrallashtirishga imkoniyati bo'lgan bufer sistemalar hamda organizmning kislotalik-ishqorlik balansini o'zgarishiga ferment sistemalarini chidamliligi muhim rol o'ynaydi. Chidamkorlikning glikolitik anaerob komponenti bajariladigan vaqti 30 sekunddan 2-3 minutgacha bo'lgan og'ir mashqlarni bajarishda asosiy energiya manbai bo'lib xizmat qiladi.

Ish vaqtida organizmning mobilizatsiya qilinayotgan energiya rezervlarining (uglevodlar, yog'lar, oqsillar) miqdori, ishlayotgan to'qima va organlarda kislorod va oziqa moddalarni yetkazib berishni ta'minlaydigan nafas olish va qon aylanish sistemalarining turg'un (barqaror) ishi va ishlab turishini tezligi va aerob almashinuv fermentlarining miqdori hamda faolligi chidamkorlikning aerob komponentini ifodalaydi. Chidamkorlikning bu komponenti 3 minutdan birnecha soatgacha davom etadigan katta va mo'tadil quvvatli mashqlarni asosan energiya bilan ta'minlaydi.

Garchi chidamkorlik odamning boshqa harakat sifatlari kabi ko'pchilik omillarga bog'liq bo'lsada, organizmning biokimyoviy (bioenergetik) xususiyatlari uni ro'yobga chiqarishda hal qiluvchi rolni o'ynaydi, chunki chidamkorlik u yoki bu turdagi ish vaqtida ATPning resintezlanish imkoniyatlari bilan belgilanadi.

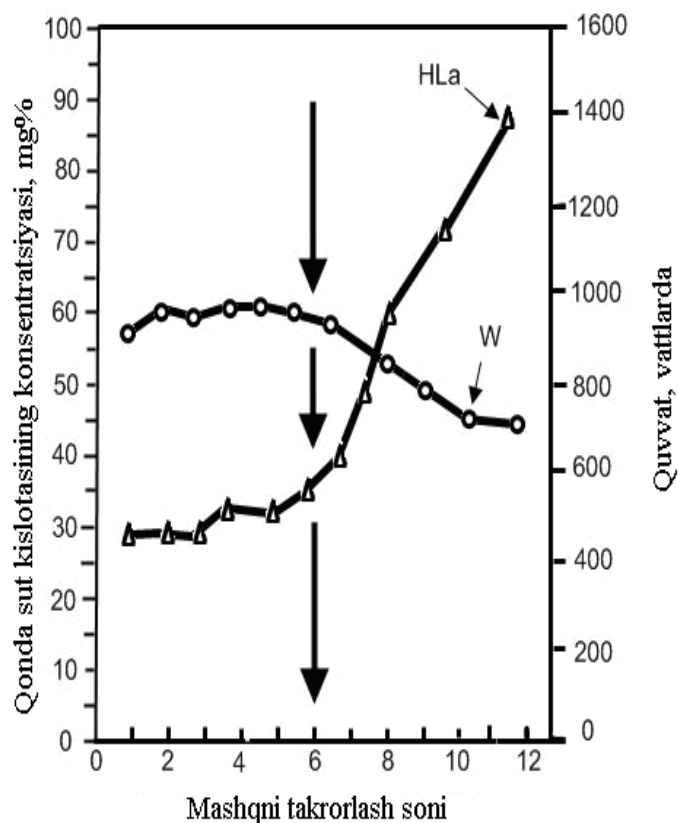
### **6.3. Tezkorlik-kuchlilik sifatlari va chidamkorlikni rivojlantirish uslub va yo'llarining biokimyoviy asoslari**

#### **6.3.1. Tezkorlik-kuchlilik sifatlarini rivojlantirishga yo'naltirilgan uslublar**

Odamning tezkorlik-kuchlilik qobiliyatlarining struktura omillari, ya'ni miofibrillarda sarkomerning uzunligi va oq tez qisqaradigan va qizil sekin qisqaradigan muskul tolalarining muskullardagi o'zaro nisbati irsiyatga (genetik) moyil omil bo'lganligi uchun sportchilarning ana shu sifatlarini rivojlantirish asosiy usublari va yo'llari shunday vosita va uslublarni tanlashga yo'naltirilgan bo'lishi kerakki, ular miozin ATP-azasi va kreatinkinaza fermentlarining faolligini va stabil ishlashini yaxshilashi va muskullarda qisqartiruvchi oqsillarni sintezini kuchaytirishga yo'naltirilgan bo'lishi kerak. Sport amaliyotida ana shu maqsadlarda **maksimal kuch va eng yuksak ishlarni takrorlash** usublari qo'llaniladi.

**Maksimal kuch uslubida** biomexanik strukturasi bo'yicha musobaqanikiga yaqin yoki musobaqaning o'zini mashqlari qo'llaniladi. Ular maksimal kuchni namoyon qilish uchun barcha imkoniyatlarni safarbar qilish, uncha ko'p bo'lmagan takrorlash soni (ko'pincha 5-6 martagacha), tiklanish uchun yetarli, aniq belgilanmagan dam olish intervali bilan bajariladi. Muskullarda kreatinfosfatning kritik konsentratsiyadan (taxminan kreatinfosfatning umumiy konsentratsiyasining  $\frac{1}{3}$  qismi) past bo'lsa ATPning resintezlanish tezligi pasaya boshlaydi. Kreatinfosfatning ana shunday muqdori hisobiga shunday mashqlarni to 5-6 martagacha takrorlash mumkin. Bitta mashqlanish mashg'ulotida dam olish intervallarini ixtiyoriy ravishda belgilanganda mashqni 10-12 marta takrorlash mumkin. Ishlayotgan muskullarda kreatinfosfatning miqdorini kritik darajadan pasayishi anaerob glikolizni kuchayishi, sut kislotasini to'planishi va hujayra ichidagi pH ning keskin pasayishi bilan sodir bo'ladi. Bularning hammasi miozin ATP-azasining faolligini pasaytirishga va natijada mashqlarni bajarish tezligi kamayishga olib keladi. Shunday qilib, mashqning quvvatini pasayishi bilanoq yoki sut kislotasining miqdorini o'zgarishi bilan mashqlanish ishlarini to'xtatish tavsiya gilinadi (31-rasm).

Eng **yuksak mashqlarni takrorlash uslubi** qisqartiruvchi oqsillarning sintezini kuchayishiga va muskul massasini oshirishga yo'naltirilgan. Shu maqsad uchun yetarlicha keng doiradagi mashqlar qo'llaniladi. Ana shu mashqlarni bajarish vaqtida yengib bo'ladigan qarshilik maksimal izotermik kuchning 70% dan oshmasligi kerak. Shu bilan birga muskul orqali qonning o'tishi keskin kamayadi. Bu esa lokal gipoksiyani rivojlantirishga, ya'ni aerob energiya ishlab ciqarishini kamayishiga olib keladi. Buday sharoitlarda alaktat anaerob rezervlari ancha tugallanib qoladi va muskullarda ancha miqdorda erkin kreatin yig'iladi va sut kislotasini to'planishiga olib keladigan glikoliz jarayoni ancha kuchayadi. Yetarli darajada ko'p hajmdagi ishni bajargan vaqtda ATPning yetmasligi sababli ishlayotgan muskullarning o'zlarini struktura oqsillari energiya manbai sifatida parchalana boshlaydi va ularning parchalanish mahsulotlari yig'iladi (kichik molekulali peptidlar, aminokislotalar va boshqalar). Oqsillar katabolizmining ba'zi



31-rasm. Qisqa muddatli yuksak quvvatli mashqlarni takrorlash bilan bajarilganda ishning quvvati va qonda sut kislotasining miqdorini o'zgarishi.

*Gragikda sut kislotasining dlikolitik hosil bo'lishi ko'paymasdan maksimal quvvatni ushlab turadigan mashqni takrorlash soni strelkalar bilan ko'rsatilgan*

bir metabolitlari va erkin kreatin tezkorlik-kuchlilik mashqlaridan so'ng dam olish davrida, ya'ni to'qimalarni kislorod normal ta'minlash tiklanayotganda va ularga oziqa moddalar yetkazib berish kuchayayotganda oqsillar sintezini induktorlari (aktivatorlari) bo'lib xizmat qiladi. Ana shu mashqlanishlarni sistematik ravishda takrorlaganda muskullarda qisqartiruvchi oqsillarni miqdori ko'payadi, muskul massasining umumiy hajmi ortadi va shunga muvofiq muskul kuchi ko'payadi.

### 6.3.2. Chidamkorlikni rivojlantirishga yo'naltirilgan uslublar

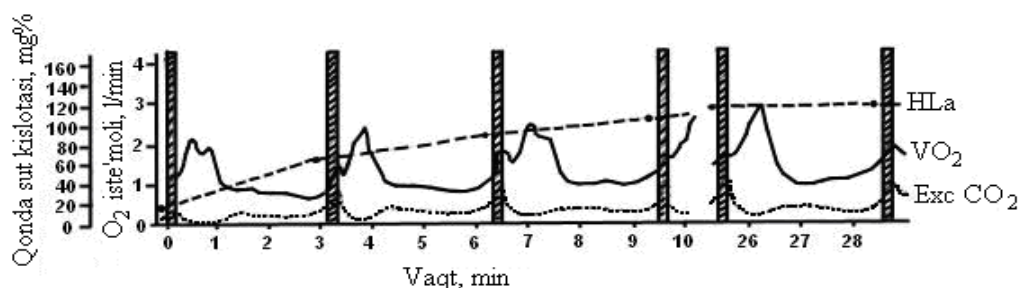
Modomiki chidamkorlikning biokimyoviy ko'rsatkichlari xuddi tezkorlik-kuchlilik sifatleri (tezlik va kuch)ning ko'rsatkichlaridek sportchilar organizmining

aerob va anaerob bioenergetik imkoniyatlariga bog'liq ekan, chidamkorlikning mashqlanishlarini eng avvalo organizmning ana shu bioenergetik imkoniyatlarini ko'payishiga yo'naltirilgan bo'lishi kerak. Sport amaliyotida chidamkorlikni rivojlantirishning eng samarali uslublari sifatida hammasidan ko'proq uzoq davom etadigan uzluksiz ish uslubi (bir tekis yoki o'zgaruvchan), takroriy va interval ish uslublari qo'llaniladi.

Sport amaliyotida chidamkorlikni rivojlantirish uchun qo'llanilayotgan uslublardan har biri chidamkorlikning har xil komponentlariga, hatto ularning asosida yotgan turli biokimyoviy sistemalarga ham bir xil bo'lmagan ta'sir ko'rsatadi.

**Chidamkorlikning alaktat anaerob komponentini** rivojlantirishga yo'naltirilgan takrorlash va interval ish uslublarida muntazam (sistematik) ana shunday mashqlanishlar ta'sirida ishlayotgan muskul-larda alaktat anaerob rezervlari ko'payadi, anaerob almashinuv mahsulotlari (sut kislotasi, ADP,  $H_3PO_4$  va h.k.) yig'ilishi sharoitida shu sistemaning muhim fermentlari – miozin ATP-azasi va sarkoplazmatik kreatinkinazalarning barqarorligi oshadi.

Takroriy ish uslubida qisqa muddatli (10-15 sekunddan ko'p bo'lmagan) maksimal quvvatli ( $W_{max}$  ning 90-95% ni tashkil etadigan) mashqlar qo'llanilib, takroriy ishni oraliq'idagi dam olish vaqti 2.5-3 minutdan kam bo'lmasligi kerak. Mana shu tipdagi mashqlarni bajargandagi biokimyoviy o'zgarishlar 32-rasmda keltirilgan.



32-rasm. Qisqa muddatli maksimal quvvatli mashqlarni takrorlash vaqtida sportchilardagi biokimyoviy o'zgarishlarning dinamikasi

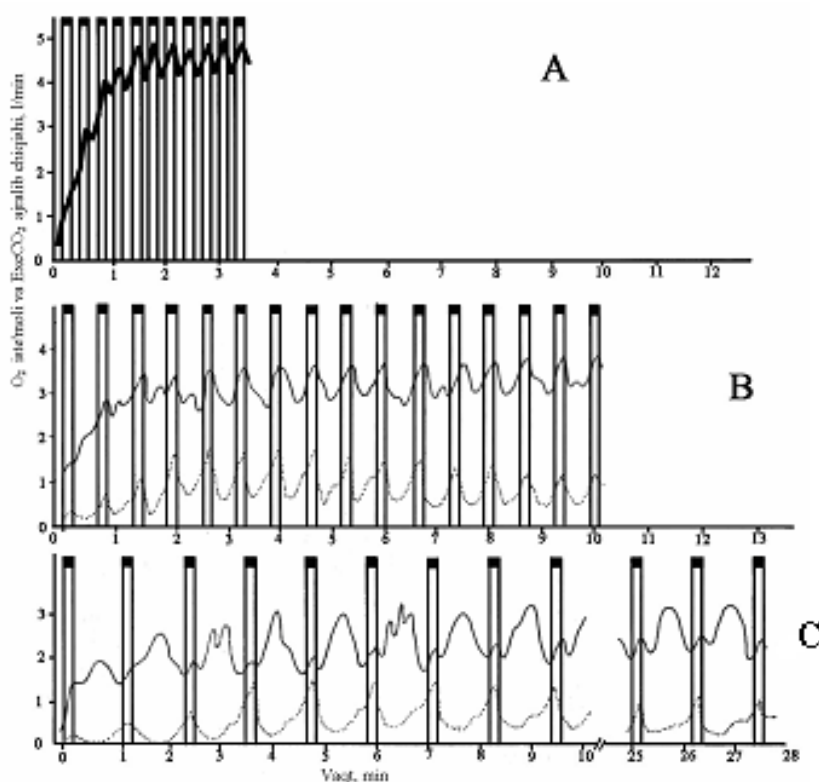
Maksimal quvvatli mashqlarni bajarish vaqtida fosfat makroerglarini (ATP-KrP) parchalanishi ishdan keyin dam olishning birinchi sekundlarida kislorodni iste'mol qilish tezligini keskin oshiradi. Shu bilan birga ishlayotgan muskullarda ATP oksidlanishli resintezi ham tezlashadi. Bu jarayonning eng yuqori tezligi mashqni tugatgandan keyin 1-minutlarda kuzatiladi. Kislorodni iste'mol qilish tezligi va qondagi sut kislotasining miqdori mashqni to 5-6 marta takrorlanishigacha uzluksiz ortib boradi, bu esa alaktat anaerob rezervlarining hajmini asta-sekin tugallanib borishidan dalolat beradi. Ishlayotgan muskullarda kreatinfosfatning zahirasini miqdori kritik darajaga yetishi bilan (umumiy alaktat anaerob hajmning  $\frac{1}{3}$  qismi) birdaniga ishning maksimal quvvati pasaya boshlaydi. Odatda bunday holat mashqning 8-10-marta takrorlanishuga to'g'ri keladi.

Shunday qilib, chidamkorlikning yo'naltirilgan takroriy ish uslu-bida mashqlarni takrorlashning optimal soni 8-10 marta hisoblanadi.

Agar interval ish uslubida xuddi shunday qisqa muddatli maksimal quvvatli mashqlarni shuncha qisqa intervalli dam olish bilan navbatma-navbat bajarilsa, mashqlanishning (chidamkorlikning) alaktat anaerob komponentini vujudga keltirish (yaratish) uchun bunday ishni seriyalar bilan bajariladi, ya'ni har bir seriyada mashqni 5-6 marta takrorlash va seriyalar orasida dam olish intervali 3 minutdan kam bo'lmasligi kerak (33-rasm).

**Chidamkorlikning glikolitik anaerob komponentini** rivojlanti-rishga yo'naltirilgan mashqlanishlarda sport amaliyotida eng yuksak ishlarni takrorlash va interval ish uslublaridan foydalaniladi. Bajarila-digan mashqlar shunday xarakteristikaga ega bo'lishi kerakki, ular sut kislotasini yig'ilishi bilan sodir bo'ladigan energiyaning o'zgarishini anaerob jarayonlarning eng katta kuchlanishini ta'minlashi kerak. Bajarilish vaqti 30 sekunddan to 2-3 minutni tashkil qiladigan, submaksimal quvvatli yuksak mashqlar ana shu shariotlarga javob beradi.

Eng yuksak ishlarni takrorlash uslubida davom etish muddati 30 sek submaksimal quvvatli eng yuksak mashqlar qo'llanilsa, takrorlash oralig'idagi dam olish intervali 15 minutdan kam emas, takrorlashning optimal soni 6-8 martani

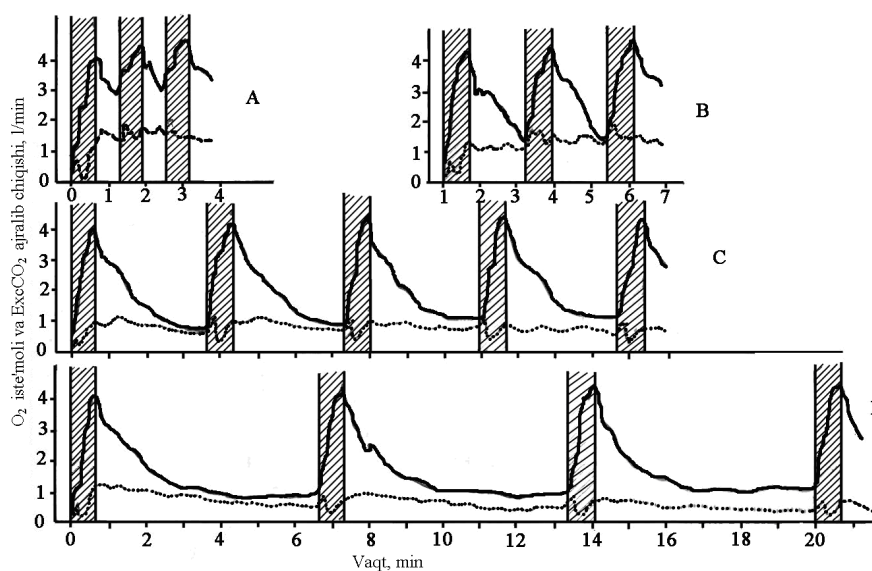


33-rasm. Mashqlanish vaqtida interval sprintda sportchilarning organizmidagi biokimyoviy o'zgarishlarning xarakteriga dam olish intervallarining ta'siri

tashkil qilishi kerak. Glikolitik xarakterli interval ishda toliqishni tez boshlanishi sababli mashqlarni takrorlash soni 3-4 marta takrorlashgacha qisqartiriladi. Mashqlanish samarasini mustahkamlash uchun yetarli hajmdagi ishni har birida 3-4 marta takrorlanadigan seriyalar bilan bajariladi va seriyalarning oralig'ida 10-15 minutdan kam bo'lmagan dam olish pauzasi bo'ladi (34-rasm).

**Chidamkorlikning aerob komponentini** rivojlantirish uchun uzoq davom etadigan uzluksiz (bir tekis yoki o'zgaruvchan) ish, takroriy ish va interval ishning bir necha variantlari qo'llanishi mumkin.

Bir martali uzluksiz va takroriy ish usublari qo'llanilganda aerob almashinuvga yetarli ta'sir ko'rsatishni ta'minlash uchun mashqlarning umumiy davom etish vaqti 3 minutdan kam bo'lmasligi kerak. Chunki ana shu vaqt (3 min) kislorodni iste'mol qilishni shakllantiradi va statsionar (o'zgarmas) holatga chiqadi. Bir martali uzluksiz ishda organizmda shunga to'g'ri keladigan adaptatsion o'zgarishlarni chaqiradigan yuklamaning hajmi 30 minutdan kam bo'lmagan vaqtni



34-rasm. Glikolitik anaerob yo'nalishdagi yuksak mashqlarni takroriy bajarish vaqtida sportchilar organizmidagi biokimyoviy o'zgarishlarning dinamikasi

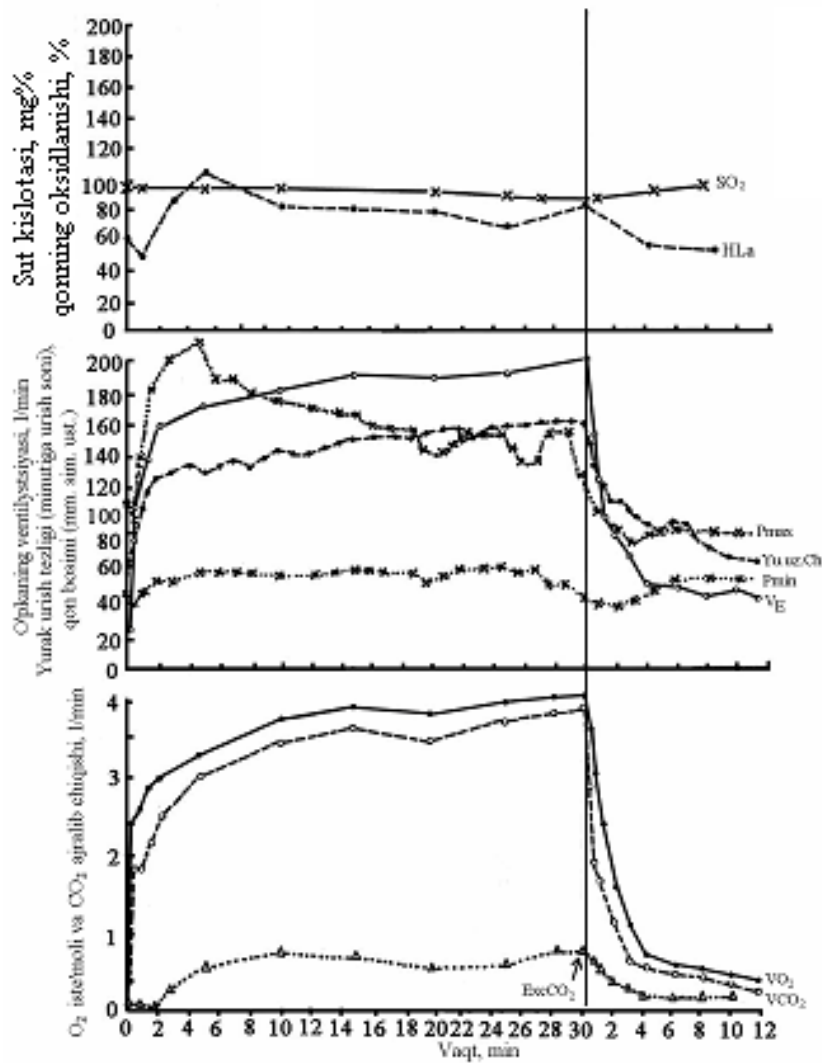
tashkil qiladi. 35-rasmda ana shu turdagi ishga javoban organizmda sodir bo'lgan biokimyoviy reaksiyalar keltirilgan.

Bir martali uzluksiz ish vaqtida bajarilayotgan mashqlarning intensivligi toqimalarda aerob almashinuvni ancha kuchaytirishni ta'minlashi kerak.

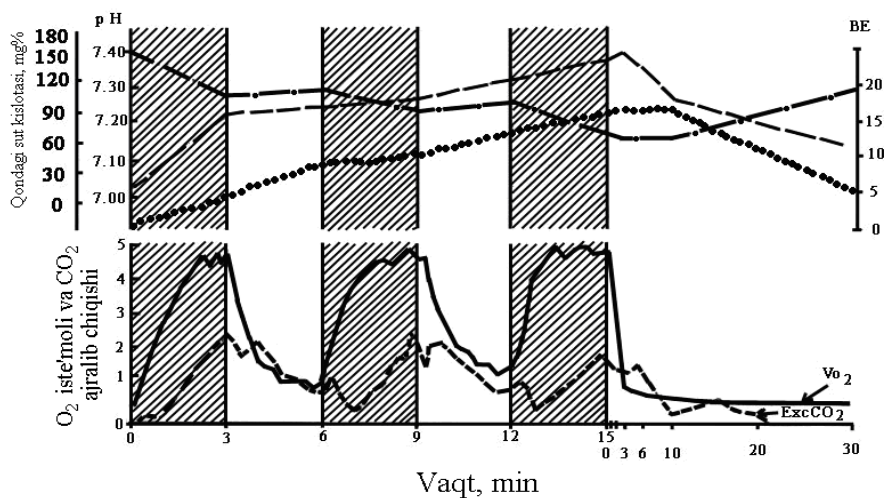
Chidamkorlikning aerob komponentini rivojlantirishga yo'nal-tirilgan takroriy ish uslublaridan foydalanilganda mashqlarni takrorlash ishlayotgan muskullarda aerob jarayonlarni kekin kuchayishiga olib keladi.

Bajarishning davomiyligi shakllanish davridan ortiq bo'lgan intensiv mashqlarni har bir takrorlash vaqtida kislorodni iste'mol qilish darajasi mashqning boshlanishida tez oshib boradi, so'ngra to ishning oxirigacha maksimalga yaqin darajada ushlanib turiladi (36-rasm). Mashqning umumiy davomiyligi taxminan kislorodni maksimal iste'mol qilish vaqtiga to'g'ri kelishi kerak. Odatda u 3 minutdan 6 minutgachani tashkil qiladi. Bunday seriyalarni takrorlash organizmni o'zgaruvchan rejimda goh shakllantirish (mashqni boshlanishida), goh tiklanish (dam olish pauzasida) rejimida doimo ishlashga majbur qiladi. Aerob metabolizm darajasidagi shunday keskin farqlar vegetativ xizmat sistemalarining faoliyatini sozlash va mukammallashtirish uchun yaxshi stimuly bo'ladi. Shuning uchun





35-rasm. Uzoq davom etadigan uzluksiz ish vaqtida sportchilarning organizmidagi biokimyoviy o'zgarishlarning dinamikasi



36-rasm. Aralash aerob-anaerob ta'sir etadigan takroriy ish vaqtida sportchilar organizmidagi biokimyoviy o'zgarishlar

takroriy ish ham va o'zgaruvchan ish ham ushbu rejimda hammasidan yaxshi aerob quvvat va aerob samaradorlikni oshirishga imkoniyat tug'diradi.

Sport amaliyotida frayburg qoidasi bo'yicha interval ish" va "miogloblinli" interval ish nomi bilan yuritiladigan ikkita yanada samaradorli interval ish uslublari kengroq qo'llaniladi. Frayburg qoidasi interval ish uslubining mohiyati shundan iboratki, unda nisbatan qisqa muddatli mashqlar (uzoqligi 30 dan to 90 sekundgacha) xuddi shunga teng bolgan dam olish intervali bilan navbatma-navbat takrorlanadi. Bunday ish to'qimalarda aerob jarayonlar avj olishi, kuchayishi uchun, ayniqsa qon aylanish ko'rsatkichlarini yaxshilash uchun yetarli stimullar tug'diradi. "Miogloblinli" interval mashqlanishda juda qisqa (5-10 sekunddan ko'p bo'lmagan) muddatli mashqlar shuncha qisqa intervalli dam olish bilan navbatma-navbat bajariladi. Mashqning intervalligi yetarli darajada yuqori, lekin maksimal emas (mashqlar erkin, zo'riqishsiz bajariladi). Bu ish kislorodning iste'molini yuqori darajada ushlab turish bilan katta hajmda bajarilishi mumkin. Bundan tashqari u aerob samaradorlikni rivojlantirishga imkoniyat tug'diradi.

Mashqlanish jarayonida ana shu uslublarni ilmiy asoslangan kombinatsiyalar va ketma-ketliklarda qo'llash sportchilarning tezkorlik-kuchlilik sifatleri va chidamkorligini yuqori darajada rivojlanishini ta'minlashi mumkin.

Sportchilarning tezkorlik-kuchlilik sifatleri va chidamkorligini rivojlantirish uchun sport amaliyotida qo'llanilayotgan uslublarning har biri kuch, tezlik va chidamkorlikning har xil komponentlariga va hatto ularning asosida yotgan turli biokimyoviy sistemalarga bir-biriga o'xshamagan ta'sirlar ko'rsatadi. Masalan, tezkorlik mashqlari eng avvalo tezlikni (muskul qisqarishining tezligini), kuchlilik – kuchni, uzoq muddatli – chidamkorlikni rivojlantiradi. Lekin, qaysi bir sifatni bo'lmasin rivojlantirishga yo'naltirilgan mashqlar boshqa sifatleri rivojlantirish uchun ham biokimyoviy zamin yaratishi mumkin.

Mashqlanish jarayonida ish vaqtida eng katta ahamiyatga ega bo'lgan biokimyoviy sistemalar rivojlanadi va takomillashadi. Maksimal va submaksimal quvvatli tezkorlik mashqlarni bajarish vaqtida ATPning resintezi asosan anaerob yo'l bilan: maksimal yuklama vaqtida – alaktat anaerob va submaksimal yuklamada

– glikolitik anaerob yo'l bilan amalga oshadi. Shuning uchun ham ana shu mashqlar bilan mashqlanish ta'sirida ATP resintezining, ayniqsa alaktat anaerob va glikolitik anaerob imkoniyatlari ko'payadi. Bu tezlik va tezkorlik chidamkorlikning biokimyoviy asoslaridan birini tashkil qiladi. Shu bilan birga, ana shu turdagi mashqlar vaqtida ATPning miqdori kamaya boshlashi bilan oqsillarning sintezi sekinlashadi. Oqsillarning parchalanish jarayonlari ularning sintezidan ustunlik qilaboshlaydi, ya'ni muskullarda oqsillarning umumiy miqdori kamayadi. Muskul ishidan so'ng dam olish davrida oqsillarning biosintezini tezlashadi va dam olishning bir davrida (superkompensatsiya fazasi) ish vaqtida sarflangan oqsillarning miqdori faqat ish boshlanishigacha bo'lgan darajasigacha tiklana emas, balki undan ham ortib ketadi (o'ta tiklanish). Binobarin, muskullarning massasi ko'payadi va muskul tarkibidagi miozinning umumiy miqdori oshganligi munosabati bilan miozin ATP-azasining nisbiy faolligi ortadi. Buning ustuga, muskullarning ko'ndalang kesimini yuzasi ko'payishi bilan muskulning kuchi ortadi. Mana shularning hammasi kuchning sifatini biokimyoviy asosini tashkil qiladi. Tezkorlik mashqlaridan keyin dam olish davrida ATPning resintezini anaerob yo'llari qizg'in aerob oksidlanish va oksidlanishli fosforlanish bilan almashinadi. Bu esa o'z navbatida mashqlanish jarayonida aerob oksidlanishning imkoniyat-larini ko'payishiga olib keladi va uzoq davom etadigan mashqlarga bo'lgan biokimyoviy chidamkorlikning component-laridan biri hisoblanadi.

Shunday qilib, sport mashqlanish jarayonida tezkorlik yukla-malarini qo'llash faqat tezlik va tezkorlik chidamkorlikni rivojlantirishga olib keladi xolos emas, balki kuch va uzoq muddatli ishga chidamkorlikni rivojlanishi uchun zamin yaratadi.

Mashqlanish kuch ishlatiladigan mashqlarni bajarish vaqtida ishlayotgan muskul oqsillari katta katabolik o'zgarishlarga duchor bo'ladi, ishdan so'ng dam olish davrida oqsillarning biosintez jarayoni keskin kuchayadi, demak, muskulning massasi va muskulning ATP-azalik faolligi, ya'ni kuchning biologik asoslari keskin oshadi. Shu bilan birga, kuch ishlatadigan mashqlar garchi tezkorlik yuklamalariga nisbatan kam bo'lsada, asosan ATPning anaerob resintezini bilan sodir bo'ladi.

Shuning uchun ham kuch ishlatadigan mashqlanish sportchining tezkorlik sifatlariga ham zamin tayyorlab, kreatinkinaza reaksiyasi va anaerob glikoliz jarayonining imkoniyatlarini bir oz ko'payishiga yordam beradi. ATP resintezining aerob yo'lini imkoniyatlari kuch ishlatiladigan mashqlar bilan mashqlanish ta'sirida juda kam darajada oshadi yoki ba'zi hollarda umuman oshmaydi.

Uzoq davom etadigan mashqlar qo'llaniladigan mashqlanishda ish kislorod iste'molini nisbatan turg'un holatida bajariladi. ATP resintezining anaerob yo'llari faqat ishning boshlanishida juda qisqa vaqtda ro'yobga chiqadi va organizmda sodir bo'ladigan biokimyoviy o'zgarishlarga u qadar jiddiy ta'sir ko'rsatmaydi. Ishning butunlay davomida ATP resintezining aerob mexanizmlari deyarli to'la ustunlik qiladi. Agar ishning boshlanishida uncha katta bo'lmagan kislorod qarzi bo'lsa (kislorod ehtiyojini 5-10% atrofida), ishning davomida butunlay yo'qolib ketadi. Muskullarda oqsillarni miqdori o'zgarmaydi, chunki ularning parchalanishi va sintezi tenglashgan. Shuning uchun ham chidamkorlik rivojlantirishga yo'naltirilgan mashqlar bilan mashqlanish energiya ishlab chiqarish aerob jarayonlarining imkoniyatlarini yaxshi rivojlantiradi va muskullar va jigarda glikogenni to'planishiga olib keladi. Boshqa tomondan, mo'tadil quvvatli uzoq davom etadigan ishlar kuch va tezlik (chaqqonlik)ning biokimyoviy asoslariga zamin yaratmaydi.

Shu narsani ta'kidlab o'tish kerakki, sportchining qaysi bir sifatini rivojlantirishga yo'naltirilgan mashqlanish boshqa sifatlarni rivojlantirish uchun biokimyoviy zamin yaratishi mumkin bo'lsa ham, lekin bu qo'shimcha ta'sirlar yuqori sport natijalariga erishish uchun juda kamlik qiladi. Shundan asosiy xulosa kelib chiqadiki, ya'ni har qanday mashqlanish sportning har qanday turida o'zining asosida har tomonlama umumiy jismoniy tayyorlashni tutishi kerak va mana shu baza asosida berilgan sport turi uchun yetaklovchi (boshqarib boruvchi) ahamiyatga ega bo'lgan sifatni rivojlantirish lozim. Bolalar va o'smirlarni har tomonlama jismoniy tayyorlashning jiddiy yo'llaridan biri bo'lib yangi respublika jismoniy tarbiya komplekslari "Alpomish" va "Barchinoy" xizmat qiladi.

#### **6.4. Mashqlanish, mashqlanishni orqaga qaytishi va o'ta mashqlanish vaqtidagi biokimyoviy o'zgarishlar**

Bir qator mualliflar o'zlarining ilmiy-tadqiqot ishlarida shu narsani dayd qiladilar, ya'ni mashqlangan organizmning muskullari uchun xarakterli biokimyoviy o'zgarishlar har xil vaqtda va ma'lum ketma-ketlikda rivojlanadi:

- aerob oksidlanish jarayonlarining imkoniyatlari va glikogen-ning zahirasi hammasidan ko'ra tezroq ko'payadi;
- muskullarning struktura oqsillarini miqdori va anaerob glikolizning intensivligi oshadi;
- muskullarda kreatinfosfatning zahirasi ko'payadi.

Mashqlanishni to'xtatgandan keyin, ya'ni mashqlanishni orqaga qaytish (rastrenirovka) jarayonida ana shu biokimyoviy o'zgarishlar boshlang'ich darajasiga quyidagi tartibda qaytadi:

- birinchi navbatda kreatinfosfatning miqdori;
- anaerob glikolizning intensivligi va glikogenning miqdori;
- muskullarning qisqartiruvchi oqsillari;
- aerob oksidlanish jarayonlarining intensivligi.

Shunday qilib, mashqlanish jarayonida uzoq muddatli ishga chidamkorlikning biokimyoviy asoslari hammasidan tezroq rivojlanadi va hammasidan uzoqroq saqlanadi. Tezlik va tezkorlik chidamkorlikning biokimyoviy asoslari ancha sekin rivojlanadi va mashqlanishni to'xtatish bilan qisqa vaqt davomida saqlanadi. Mashqlanish jarayonida kuchning rivojlanishi va saqlanishi oraliq (o'rta) holatni egallaydi.

O'ta mashqlanish vaqtida sodir bo'ladigan biokimyoviy o'zgarishlar mashqlanish orqaga qaytish vaqtidagi o'zgarishlardan mutlaq boshqacha. Mashqlanishning orqaga qaytish vaqtida turli biokimyoviy ko'rsatkichlarning miqdorini kamayishi va boshlang'ich darajaga qaytishi mashqlanish jarayonida ularning ko'payishiga teskari (qarama-qarshi) tartibda amalga oshiriladi. O'ta mashqlanish vaqtida mana shu o'zaro bog'langan ketma-ketliklarning buzilishi

sodir bo'ladi. Bu yerda eng avvalo aerob oksidlanish jarayonlarining buzilishi, keyinroq – glikolizning faolligini pasayishi va juda o'ta mashqlanishlikda – muskullarda glikogenning miqdorini pasayishi ro'y beradi.

Energiyani o'zgartirish aerob mexanizmlarini borishini buzilishi shunga olib keladiki, ya'ni o'ta mashqlanish sharoitida ATP resintezi to'la bo'lmagan intensivlikda boradi, azot asoslari va aminokislotalarning dezaminirlanish reaksiyalari kuchayadi, buning natijasida muskullarda ammiakning konsentratsiyasi oshadi, ish vaqtida energiya manbalari tejamsiz sarflanadi, juda ham o'ta mashqlanishlik holatida tananing massasa anchagina yo'qoladi. Xullas, o'ta mashqlanganlik patologik hodia sifatida sportchining umumiy jismoniy ish qobiliyatini pasayishiga olib keladi.

### **Asosiy tushunchalar va mavzuning atamalari**

**Kuch** – odamning muhim jismoniy sifati bo'lib, uning ish qobiliyatini belgilaydi.

**Tezlik** – odamning muhim jismoniy sifati bo'lib, uning tezkorlik ish qobiliyatini belgilaydi.

**Chidamkorlik** – odam (sportchi)ning eng muhim jismoniy sifati bo'lib, uning ish qobiliyatini, asosan, umumiy darajasini belgilaydi.

**Chidamkorlikning alaktat anaerob komponenti** – bu ishni kreatinkinaza reaksiyasi hisobiga bajarish imkoniyati.

**Chidamkorlikning glikolitik anaerob komponenti** – ishni anaerob glikolizning kuchayishi hisobiga bajarish imkoniyati.

**Chidamkorlikning aerob komponenti** – ishni, asosan aerob oksidlanish jarayonlari hisobiga bajarish imkoniyati.

**KrPning kritik konsentratsiyasi** – muskullardagi kreatinfosfatning jami zahirasining  $\frac{1}{3}$  qismi.

**Mashqlanganlikni yo'qolishi (rastreniroka)** – bu mashqlanish jarayonida sodir bo'lgan biokimyoviy jarayonlarni boshlang'ich ish oldi darajasigacha qaytish jarayoni.

**O'ta mashqlanish (yoki o'ta mashqlanganlik)** – bu mashq-lanish vaqtida sodir bo'lgan biokimyoviy o'zgarishlarning boshlang'ich darajaga qaytishini o'zaro bog'langan ketma-ketliklarini, ayniqsa ATP resintezining aerob mexanizmlarini buzilish holati.

**Frayburg qoidasi bo'yicha interval mashqlanish** – bu chidamkorlikning aerob komponentini rivojlantirishga yo'naltirilgan interval ish uslubi bo'lib, u nisbatan qisqa muddatli mashqlarni (30 dan 90 sekundgacha) shuncha qisqa intervalli dam olish bilan navbatlash.

**“Mioglobinni” interval ish** – bu chidamkorlikning aerob komponentini rivojlantirishga yo'naltirilgan interval ish uslubi bo'lib, unda juda qisqa (5-10 sekunddan ko'p bo'lmagan) davrdagi mashqlar xuddi shunday qisqa pauzali dam olish bilan takrorlanadi.

### **Savollar va topshiriqlar**

1. Qisqartiruvchi oqsillarning muskul qisqarish kuchi va tezligini ro'yobga chiqarishdagi ro'li va ularning muhim xususiyatlariga ta'rif bering.

2. Muskullar qisqarishining maksimal tezligi va kuchini ro'yobga chiqishini asosan qaysi biokimyoviy omillar belgilaydi?

3. Muskullarning tarkibidagi oq tez qisqaradigan va qizil sekin qisqaradigan muskul tolalarining nisbati muskullar qisqarishining kuchi va tezligini namoyon qilishda qanday ahamiyatga ega?

4. Mashqlanish ta'sirida qaysi moddalarning konsentratsiyasini o'zgarishi sport amaliyotida muskul kuchini rivojlantirishini nazorat qilishda va tezkorlik-kuchlilik mashqlarida sport yutuqlari darajasini oldindan aytib berishda qo'llanilishi mumkin?

5. Maksimal kuch va yuksak ishni takrorlash uslublari nimaga yo'naltirilgan? Mashqlanishning ana shu usullarining mohiyatini ta'riflab bering.

6. Chidamkorlik nima va uning namoyon bo'lishida ATP resintezining biogenetik mexanizmlari qanday rol o'ynaydi?

7. Chidamkorlikning alaktat anaerob, glikolitik anaerob va aerob komponentlarini namoyon bo'lishi organizmning qaysi biokimyoviy xususiyatlari bilan belgilanadi?

8. Chidamkorlikning alaktat, glikolitik va aerob komponentlarni asosida yotgan biokimyoviy sistemalarni mukammallashtirishga yo'naltirilgan mashqlar nishlarda qo'llanilishi mumkin bo'lgan uslublarni biokimyoviy jihatdan asoslab bering.

9. Nima uchun har qanday mashqlanish sportning har qanday turida o'zining asosida har tomonlama umumiy jismoniy tayyorlashni tutishi kerak va mana shu asosida berilgan sport turi uchun yetaklovchi (boshqarib boruvchi) ahamiyatga ega bo'lgan sifatni rivojlantirish lozim? Tushuntirib bering.

10. Mashqlanganlikni yo'qotish va o'ta mashqlanish nima? Sportchining organizmida mashqlanishni to'xtatgandan keyin (mashqlanganlikni yo'qotishda) va o'ta mashqlanish vaqtida qanday biokimyoviy o'zgarishlar sodir bo'ladi?

### **O'zingizni tekshirib ko'ring**

1. Maksimal muskul kuchini namoyon qilishda qaysi omil eng muhimi hisoblanadi? a) mashqlarni bajarish texnikasi; b) qisqartiruvchi oqsillarning umumiy miqdori va fermentlik xususiyatlari; c) kislorodni yetkazib barish va ishlatilish tezligi; d) organizmning bioenergetik imkoniyatlari.

2. Muskul qisqarishining maksimal tezligi eng avval bog'liq bo'ladi: a) miozinning ATP-aza faolligiga; b) miokinaza faolligiga; c) kreatinkinazaning faolligiga; d) aerob jarayonga.

3. Agar ishlayotgan muskullarning tarkibida oq tez qisqaradigan tolalar ustunlik qilsa, muskul ko'proq qanday qobiliyatga ega? a) uzoq davom etadigan ish bajarish; b) aerob oksidlanishning energiya ishlab chiqarishini oshirish; c) tezkorlik-kuchlilik sifatlarini rivojlantirish; d) anaerob jarayonlarning qatnashish hissasini kamaytirish.

4. Qaysi mashqlanmayotgan (mashqlanish ta'sirida o'zgarmaydigan) biologik omillar kuch va tezlikning biokimyoviy asoslarini belgilaydi? a) ATP resintezining



alaktat anerob yo'li; b) qisqartiruvchi oqsillarning umumiy miqdori va fermentlik faolligi; c) kislorodni yetkazib berish tezligi; d) oq va qizil muskul tolalarining nisbati va sarkomerning uzunligi.

5. Biokimyoviy nuqtai nazardan chidamkorlik – bu: a) organizmdagi uglevodlarni zahirasi; b) ATP/ADP nisbati; c) ishlatishga qulay bo'lgan energetik moddalarning miqdorini energiyaning sarflanish tezligiga nisbati; d) oqsillar, yog'lar va uglevodlarning zahirasi.

6. Chidamkorlikning namoyo bo'lishini sretsifik xarakterga ega bo'lishi ..... bilan belgilanadi: a) ish vaqtida foydalaniladigan substratlarni miqdori; b) turli metabolik jarayonlardan energiya manbai sifatida foydalanish; c) bajarilayotgan ishning davom etish vaqti; d) bioenergetik jarayonlarning samaradorligi.

7. Takroriy va interval ish uslublari ..... ga yo'naltirilgan: a) aerob jarayonni rivojlantirish; b) muskullarda kreatinfosfatning zahirasini ko'paytirish va miozin ATP-azasi va kreatinkinazalarning turg'unligini oshirish; c) muskullarda oqsil sintezini kuchaytirish; d) jigarda glikogen zahirasini ko'paytirish.

8. Chidamkorlikning glikolitik anaerob komponentini rivojlantirishga yo'naltirilgan uslublarda ishning chegaralangan vaqti ..... ni tashkil qilishi kerak: a) 30 sek – 2,5 min; b) 10-15 sek; c) 60-90 sek; d) 3-5 min.

9. Mashqlanish vaqtida maksimal quvvatli tezkorlik mashqlarini bajarganda, ayniqsa, ..... imkoniyatlari oshadi: a) ATP resintezining anaerob; b) ATP resintezining aerob; c) ATP resintezining alaktat anaerob; d) kislorodni yetkazib berish va ishlatilish.

10. O'ta mashqlanish vaqtida sportchining organizmida birinchi navbatda ..... ni buzilishiga olib keladi: a) KrP zahirasini tiklanishi; b) ATP anaerob resintezining mexanizmlari; c) nafas olish sistemasining faoliyati; d) ATP resintezining aerob mexanizmlari.

## **7. SPORT MASHQLANISH JARAYONIDA BIYOKIMYOVIY ADAPTATSIYANING QONUNIYATLARI**

### **7.1. Muskul faoliyatida organizmning adaptatsiyasi haqida umumiy tushuncha**

Hozirgi vaqtda organizmning jismoniy yuklamalarga adaptatsiyasi zamonaviy fizik-kimyoviy biologiya va meditsinalarning aktual muammolaridan biri hisoblanadi. “Adaptatsiya” termini hayot davomida rivojlanayotgan jarayonni bildirib, uning natijasida organizm muhitining ma’lum omillariga (issiq yoki sovuq sharoitga, bosimga namlikka, shu jumladan jismoniy yuklamalarga ham) chidamlilikka erishadi. Jismoniy mashqlarga “adaptatsiya” va odam organizmining “mashqlanganligi” bir-biri bilan chambarchas bog’langan. Jismoniy yuklamalarga adaptatsiyaning mohiyati mashqlanmagan organizmlarni mashqlangan organizmga aylantiradigan biokimyoviy va fiziologik mexanizmlarni ochishdan iborat.

Organizmning “mashqlanganligi”, ya’ni yuqori malakali sportchilarning organizmi quyidagi hususiyatlar bilan ajralib turadi:

- birinchidan, mashqlangan organizm shunday quvvatli va davomiylikdagi muskul ishni bajarishi mumkinki, uni bajarishga mashqlanmagan organizmning kuchi yetmaydi;

- ikkinchidan, tinch holatda, mo’-tadil va uncha yuksak bo’lmagan jismoniy mashqlarni bajarish vaqtida fiziologik va biokimyoviy sistemalar ancha tejamlilik bilan ishlash va ana shu sistemalarni mashqlanmagan organizm yetolmaydigan shunday yuqori darajada ishlashga erishish imkoniyatlari bilan ajralib turadi;

- uchinchidan, mashqlangan organizmda ichki va tashqi muhitlarning shkast etkazuvchi ta’siriga va noqulay omillarga chidamliligi oshadi.

Adaptatsiya jarayonlari organizmda gomeotazni saqlab turishga yo’naltirilgan. Gomeostatik reaksiyalar spetsifik (maxsus) yo’nalishga ega. Metabolik faollik makromolekulalar, avvalo oqsil va nuklein kislotalar bilan qat’iy bog’liklikda bo’lganligi sababli, adaptatsiya jarayonlari organizm hayot faoliyatini makromolekulalar bilan ta’minlashga olib kelishi kerak. Adaptatsiya jarayonida

metabolizm organizm bilan unga kerakli mahsulotlarni uzluksiz olib turishga “sozlanadi”.

## 7.2. Mashqlarni jismoniy yuklama, adaptatsiya va mashqlanish samarasi

Jismoniy tarbiya nazariyasi nuqtai nazaridan sport mashqlanishi tadbirlar sistemasini qo'llash bilan bog'langan murakkab pedagogik jarayon bo'lib, jismoniy rivojlantirish masalalarini samarali echish, o'qitish va axloqiy, irodali, intellektual hamda harakatlantiruvchi sifatlarini tarbiyalashni ta'minlaydi.

Biologik nuqtai nazardan sport mashqlanishi – bu muskul kuchini rivojlantirishga va katta quvvatli va uzoq muddatli ishni bajarishga imkoniyat tug'diradigan jismoniy mashqlarga organizmning faol yo'naltirilgan moslashish jarayoni. Bunday adaptatsiya eng avvalo jismoniy mashqlarni bajarish vaqtida funksiyalarni regulyatsiya va koordinatsiya qilish jarayonlariga tegishli bo'lib, organizmda chuqur funksional o'zgarish bilan sodir bo'ladi. Ana shu funksional o'zgarishlarning asosida esa biokimyoviy o'zgarishlar yotadi, chunki funksiyaning qanday bo'lmasin o'zgarishi – bu shu to'qimada yoki shu organda va pirovardida butun organizmda modda almashinuvining o'zgarishi demakdir.

Mashqlanish jarayonida qo'llaniladigan jismoniy yuklamalar\* organizmda adaptatsiya o'zgarishlarini qo'zg'atadigan asosiy stimul (qo'zg'ovchi) rolini bajaradi. Qo'llanilayotgan jismoniy yuklamalarga javoban sodir bo'layotgan biokimyoviy o'zgarishlarning yo'nalishi va katta-kichikligi **mashqlanish samarasini** aniqlaydi. Jismoniy yuklamalarni organizmga ta'sir ko'rsatish darajasi quyidagilarga bog'liq:

- bajariladigan mashqlarning intensivligi va davom etish vaqtiga;
- mashqni takrorlash soniga;
- takrorlashlar o'rtasidagi dam olish intervaliga;

---

\*Sport nazariyasi va amaliyotida “jismoniy yuklama” atamasi asosida muskul faolligining har qanday formasi, shu jumladan bir martali va ma'lum tipdagi mashqlarni takroriy bajarish nazarda tutilib, ular vaqtida organizmda mashqlan-ganlik darajasini o'sishiga imkon tug'diradigan funksional o'zgarishlar ro'y beradi.

- dam olish xarakteriga (faol yoki passiv);
- bajarilayotgan mashqlarning tipiga (turiga).

Jismoniy yuklamalarning yuqorida keltirilgan xarakteristikalarining har birining o'zgarishi organizmda qat'iy ma'lum bir biokimyoviy o'zgarishlarni yuzaga chiqaradi, birgalikdagi ta'siri esa – moddalar almashinuvining hammasini jiddiy o'zgarishlarga olib keladi. Masalan, kuch ishlatadigan mashqlar (og'ir atletika, gimnastika, akrobatika va boshqalar) bilan mashqlanish muskul massasini eng ko'p oshishiga olib keladi, ya'ni muskul struktura oqsillarining sintezini kuchayishi bilan sodir bo'ladi. O'rtacha va mo'tadil quvvatli mashqlar bilan mashqlanish ATP resintezining aerob mexanizmlari hisobiga ishni ta'minlash imkoniyatlarini eng ko'p oshishi bilan birga sodir bo'ladi. Maksimal quvvatli mashqlar bilan mashqlanish – alaktat anaerob jarayonning imkoniyatini ayniqsa ko'p, glikolitik anaerob jarayonini imkoniyatini esa bir oz kam darajada oshishi bilan sodir bo'ladi. Submaksimal quvvatli mashqlar bilan mashqlanish – ATP resintezining ana shu ikkita anaerob yo'llarini deyarlik bir xil darajada rivojlantiradi.

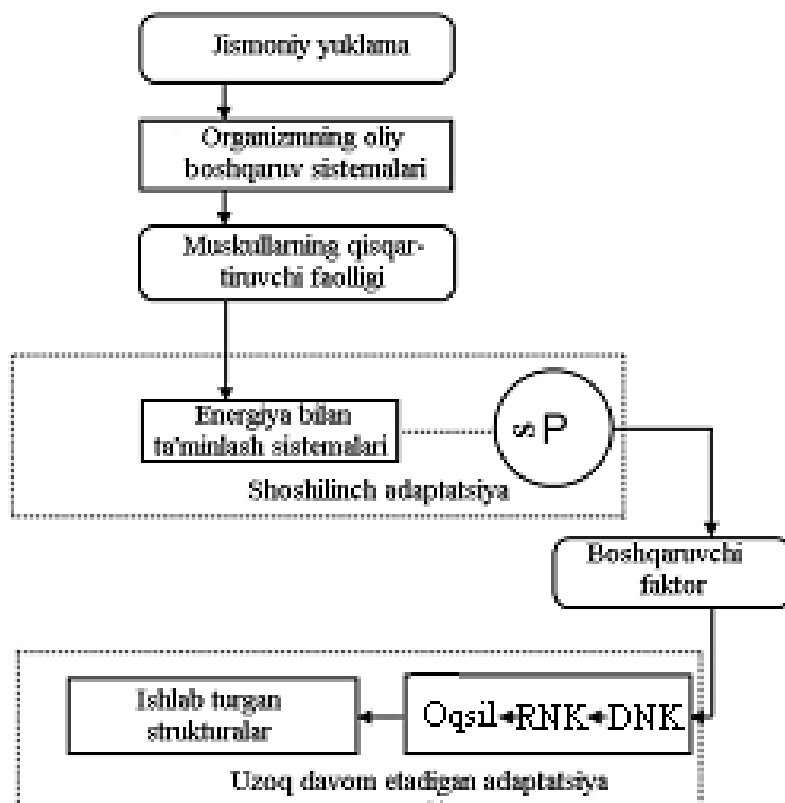
Yuqorida bayon qilinganlardan aniq bo'ladiki, jismoniy yuklama ta'sirida organizmda ro'y berayotgan biokimyoviy o'zgarishlar o'ziga xos hususiyatli (spetsifik) va mashqlantirayotgan yuklamaning og'ir-yengilligi va xarakteriga bog'liq.

Jismoniy yuklamalarning ta'siriga organizmning adaptatsiyasi ham fazali xarakterga ega. Organizm va moddalar almashinuvida adaptatsion o'zgarishlarning xarakteri va amalga oshirish vaqtiga qarab adaptatsiyani ikkita etapga – shoshilinch va uzoq davom etadigan adaptatsiya etaplariga bo'linadi.

**Shoshilinch adaptatsiya etapi** – bu jismoniy mashqning bir martalik ta'siriga organizmning bevosita javobi. Shoshilinch adaptatsiya jarayonlari bevosita ish vaqtida amalga oshadi va energetik resurslarni jalb qilinishi (mobilizatsiyasi), kislorod va ozuqa modda-larni ishlayotgan muskullarga tashish, energiya almashinuvi reak-siyalarining oxirgi mahsulotlarini ajratib chiqarish va muskul ishlarini plastik ta'minoti uchun sharoit yaratib berishdan iborat.

**Uzoq davom etadigan adaptatsiya etapi** – ko’p vaqt oralig’ini o’z ichiga oladi va organizmda uning imkoniyatlarini ancha ko’paytiradigan struktura va funktsional o’zgarishlar bilan xarakterlanadi. U shoshilinch adaptatsiyani ko’p marta amalga oshirilishi asosida rivojlanadi. Demak, uzoq vaqt davom etadigan adaptatsiya – bu takrorlanayotgan mashqlarning izlarini qo’shib borishi sifatida shoshilinch adaptatsiyaning ko’p marta amalga oshirishidir. Organizm-ning uzoq davom etadigan adaptatsiyasi jarayonida jismoniy yuklamalar ta’sirida nuklein kislotalarining va spetsiorik oqsillarning biosentezi faollashadi. Bu turli hujayra strukturalarini tez hosil bo’lishiga va ularning ishlab turish quvvatini oshirib turishi va yanada takomillashgan energiya ta’minotiga imkoniyat tug’diradi.

37-rasmda shoshilinch va uzoq davom etadigan adapta-tsiyalarning ayrim etaplarini o’zaro bog’lanish sxemasi keltirilgan.



37-rasm. Shoshilinch va uzoq davom etadigan adaptatsiyalarning ayrim qismlarini bir-biriga bog’liqligi.

Jismoniy yuklamaning ta'sirida muskullarning qisqarish faolligi oshadi, bu esa hujayrada makroerg fosfatlarning konsentratsiyasini o'zgarishiga olib keladi. Bu jarayonlar ATP sintezi va muskulda makroerglarni buzilgan balansini tiklashni stimulyatsiya qiladi, bu esa shoshilinch adaptatsiyaning boshlang'ich zvenolarini tashkil qiladi. Shoshilinch adaptatsiya jarayonlari, o'z navbatida, kreatin, sislicheskiy AMP (s.AMF), steroid va ba'zi bir peptid gormonlar kabi birikmalar ta'sirida nuklein kislotalar va spetsifik oqsillarning sintezini kuchayishiga olib keladi.

Jismoniy yuklamalarga moslashish jarayonlarini borishi fazali xarakterga ega bo'lganligi sababli sport nazariyasi va amaliyotida mashqlanish samarasini uchta turga bo'lishadi: **shoshilinch, qoldirilgan va kumulyativ.**

**Shoshilinch mashqlanish samarasi** – jismoniy yuklama-larni bevosita ta'sir ko'rsatish vaqtida va shoshilinch tiklanish, ya'ni kislorod qarzini uzish davrida (ish tugagandan keyin birinchi 30-90 minutlarda) sodir bo'layotgan organizmdagi biokimyoviy o'zgarishlarning chuqur-ligi va xarakteri bilan belgilanadi.

**Qoldirilgan mashqlanish samarasi** – jismoniy yuklamadan keyin tiklanishning kech fazalarida kuzatiladi. Uning mohiyati (tub ma'nosi) energetik resurslarni to'ldirishga yo'naltirilgan jarayonlar va ish vaqtida parchalanib ketgan va yangitdan sintezlanayotgan hujayra strukturalarini jadallashtirilgan takror ishlab chiqarishni tashkil qiladi.

**Mashqlanishning kumulyativ samarasi** – ko'p jismoniy yukla-malarning izlarini yoki ko'p miqdordagi shoshilinch va qoldirilgan samaralarni birin-ketin qo'shilishi natijasida yuzaga chiqadi (namoyon bo'ladi). Mashqlanishning kumulyativ samarasi quyidagi jarayonlarni o'z ichiga oladi:

- ishlatishga qulay bo'lgan energetik substratlarning to'planishi;
- fermentlarning miqdorini ko'paytirish;
- modda almashinuvining oxirigacha oksidlanmagan mahsu-lotlarini ortiqcha hosil bo'lishiga organizmning chidamliligini va bufer hajmini oshishi;
- hujayra strukturalarining asosini tashkil qilgan moddalar (oqsillar, lipidlar) sintezining kuchayishi;

- agar mashqlanish yuklamalarini takrorlash oldingi ishdan so'ng superkompensatsiya fazasida ro'y bersa, organizmning boshqarib turadigan sistemalarini takomillashtirish. Mashqlanishning kumulyativ samarasi pirovardida ish qobiliyatining ko'rsatkichlarini ortib borishi va sport yutuqlarini yaxshilanishi bilan ifodalanadi.

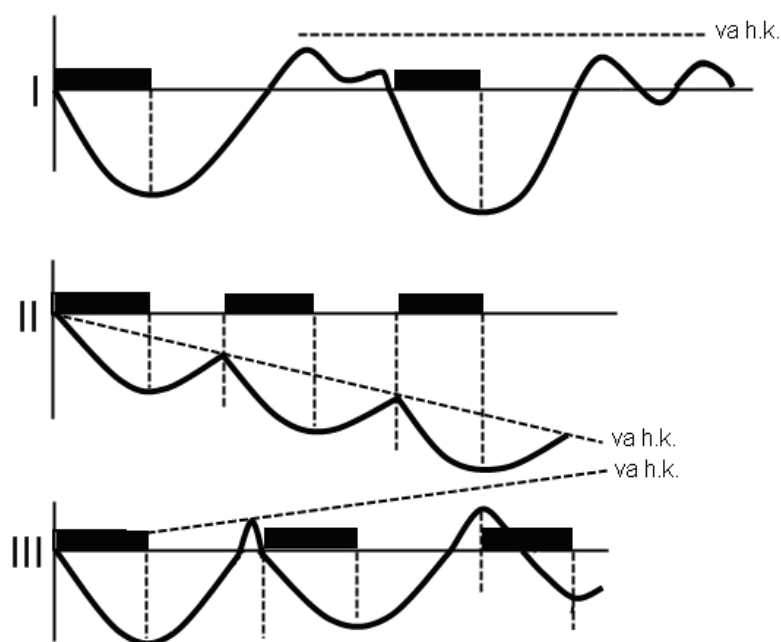
### **7.3. Mashqlanishning biologik prinsiplari**

Hozirgi vaqtda sport mashqlanish jarayonida jismoniy yuklamalarning ta'siriga moslanishining rivojlanishini asosiy qonuniyatlari aniqlangan. Odatda mana shu qonuniyatlar sport mashqlanishining biologik printsiplari sifatida ta'riflanadi. Bir-biri bilan bog'langan va biri boshqasidan kelib chiqadigan quydagi to'rtta prinsip eng katta ahamiyatga ega:

- mashqlarning bajarishni takroriyligi printsiipi;
- mashqlarning bajarishni doimiyliigi printsiipi;
- ish va dam olishning o'zaro nisbatini to'g'riligi printsiipi;
- jismoniy yuklamani sekin-asta ko'paytirish printsiipi.

**Sport mashqlanishining birinchi prinsipi – mashqlarni bajarishning takroriyliigi** – uning mohiyati shundan iboratki, dam olish davrida kuzatiladigan energetik va funksional potentsiallarni oshirish, undan keyin ularning boshlang'ich, ish oldi darajasigacha qaytishi bilan almashinadi (38-rasm, I). Demak, bir martalik jismoniy yuklama turg'un mashqlanish samarasini ko'rsata olmaydi va shuning uchun ham uni takrorlash kerak.

**Sport mashqlanishning ikkinchi prinsipi – mashqlarni bajarilishining doimiyliigi** – shunday holatdan kelib chiqadiki, ishni takrorlashni har qanday vaqtda emas, balki superkompensatsiya fazasida, ya'ni, oldingi ishdan so'ng organizm uchun eng qulay holatda boshlash kerak (38-rasm, III). Agar ish superkompensatsiya fazasini tugashi bilan boshlansa, mashqlanish samarasi o'zgarmasdan ana shu boshlang'ich darajada qoladi (38-rasm, I). Agarda, takroriy ishni har safar organizmning to'la tiklanmagan holatida (fazasida) boshlasa, u progressiv kamayishga olib keladi (38-rasm, II).



38-rasm. Sport mashqlanish jarayonida ish dam olish vaqtining o'zaro munosabatlari.

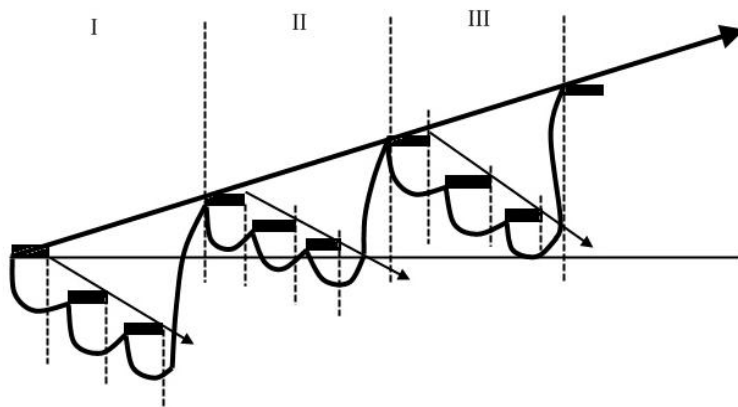
*I – takroriy yuklama oldingi yuklamaning oqibatlari to'la tiklangandan keyin boshlangan; II - takroriy yuklama organizm to'la tiklanib bo'lmagan fazada boshlangan; III - takroriy yuklama oldingi ishdan so'ng superkompensatsiya fazasida boshlangan.*

Bularning hammasini xuddi shunday to'g'ri tushunish kerak emas. Bitta mashg'ulot ichida mashqlar hammasidan ko'proq to'la tiklanmagan fazada takrorlanadi. Masalan, interval ish uslubida (39-rasm) har bir mikrotsiklda mashg'ulotlar to'la tiklanmasdan o'tkaziladi, bu yetaklovchi funksiyani ancha pasayishiga olib keladi; alohida mikrotsikllarni o'rtasidagi dam olish yetaklovchi funksiyaning superkompensatsiyasiga (o'ta tiklanishiga) erishishni ta'minlaydi, shuning uchun ham mikrotsiklni har bir navbatdagi takrorlash mashqlanish samarasini oshiradi.

Oldinroq ko'rsatilganidek, superkompensatsiya fazasining davomliligi, ishning davom etish muddatiga va organizmda ana shu ish vaqtida sodir bo'lgan biokimyoviy o'zgarishlarning chuqurligiga bog'liq bo'ladi. Shu sababli har xil xarakterli va turli davomiylidagi ishdan keyin superkompensatsiya fazasi har xil vaqtda boshlinadi va davom etish muddati bir xil bo'lmaydi. Bundan **sport**



**mashqlanishning uchinchi prinsipi** – *ish va dam olishning o'zaro nisbati to'g'riligi* kelib chiqadi. Yuklamining og'ir-yengilligi va xarakteri bog'liq bo'lgan har bir ish, har bir jismoniy mashq aniq bir dam olish davrini talab qiladi.



39-rasm. Bir necha mashqlanish yuklamalarining “qo’shilgan samarasini” mumkin bo’lgan variantlaridan birining sxemasi (L.P. Matveyev bo’yicha).

*I, II, III – mashqlanish mikrotsikllari*

Bundan tashqari, xuddi o’sha ishdan keyin turli energetik substratlar va muskullarning struktura moddalarini superkompensatsiyasi har vaqtlarda boshlanadi: kreatinfosfat glikogendan oldin resintezlanadi, muskul oqsillari va fosfolipidlarni resintezi esa oxirgi navbatda sodir bo’ladi. Shu sababli, mashqlanish davomida mashqlarning xarakteri va hajmiga hamda sportchilarning oldiga qo’yilgan vazifalar (kreatinfosfat va glikogenlarning miqdorini ko’paytirish yoki oqsillar sintezini ko’paytirish hisobiga muskul massasini oshirish, aerob energiya mahsulotlarini ko’paytirish)ga nisbatan ish va dam olishning optimal nisbatini saqlash kerak.

**Sport mashqlanishining to’rtinchi prinsipi** – *yuklamani sekin-asta oshirish* – asosiy mohiyati shundan iboratki, superkompensatsiyaning hajmi va davomiyligi organizmning funksional va energetik potentsiallarning hajmi va sarflanish intensivligiga bog’liq. Lekin, sportchi organizmining mashqlanganlik darajasi oshib borishi bilan ana shu potentsiallarning hajmi va intensivligi ish vaqtida kamayadi. Har bir keyingi (kelgusi) ish yanada qulayroq sharoitda bajariladi va yanada kam (kichik) biokimyoviy o’zgarishlarni chaqiradi. Hattoki, organizmda biokimyoviy

o'zgarishlarni boshlang'ich ko'rsatkichlarini qaytarish uchun kelgusi mashqlanishlarda bajariladigan mashqning quvvati va davomiyligini sekin-asta oshirib borish kerak. Sportchining qanday bo'lmasin biron imkoniyatini rivojlantirishga yo'naltirilgan mashqlanishda, masalan, umumiy jismoniy ish qobiliyatini oshirishda, bajarilayotgan mashqlarning ana shu parametrlari har safar ancha oshirib boriladi. Mana shularning hammasi mashqlanish yuklamalarini sekin-asta ko'paytirib borish kerakligi printsipting biologik asoslarini tashkil qiladi. Shu prinsipga rioya (amal) qilinmasa, mashqlanish kam samarali yoki umuman samarasiz bo'ladi.

#### **7.4. Mashqlangan organizmning biokimyoviy xarakteristikasi**

Organizmning sistematik muskul ishi adaptatsiya jarayonlarini sekin-asta rivojlanishga olib keladi, pirovardida barcha organ va sistemalarga ta'sir ko'rsatadi va katta quvvatli va uzoq vaqt davom etadigan jismoniy ishlarni bajarishga imkoniyat yaratadi. Sistematik muskul faoliyatiga moslashish regulyatsiya jarayonlari va funktsiya larini koordinatsiyalari bilan bog'langan bo'lib, molekula (struktura va ferment oqsillari), hujayra strukturalari (yadro, mitoxondriya va boshqalar), xujayra, to'qima, organ va hullasi organizm darajalarida sodir bo'ladi. Adaptatsion o'zgarishlarning bunday keng spektri – molekuladan to butun organgacha yoki sistemagacha – morfologok, fiziologik, biokimyoviy va funktsional hususiyatlarida o'z aksini topadi va ular jismoniy mashqlangan organizmning barcha to'qima va organlarida nomoyon bo'ladi. Muskullarda yoki boshqa to'qima va organlarda ana shunday adaptatsion o'zgarishni hosil qilish uchun juda ko'p martali jismoniy yuklamalarni qo'llash kerak.

Mashqlangan organizmdagi metabolik o'zgarishlar mashqlanmagan organizmdagi nisbatan uch xil omillar bilan farqlanadi:

1. Skelet muskullarida va boshqa to'qima va organlarga energetik risurslarning zaxirasini ko'payishi;
2. Ferment apparatlarining potentsial imkoniyatlarini kengayishi;

3. Modda va energiya almashinuvining nerv va endokrin sistemalari orqali boshqarish mexanizmlarini takomillashishi.

Sistematik ravishda ko'p yil mashqlanish natijasida sportchining organizmida energiya resurslarining (kreatinfosfatning, glikogenning) muskullardagi zahiralari ko'payadi va anaerob glikoliz, uchkarbon kislotalar sikli, moy kislotalarining Я-oksidlanish, oksidlanishli fosforlanishlarning fermentlarini faolliklari oshadi. Bularning hammasi tezroq va uzoq davom etadigan energiya ishlab chiqarish – ATP ning resinteziga qulaylik tug'diradi. Shu narsani ta'kidlash kerakki, mashqlangan organizmda muskul faoliyati vaqtida ATPni gidrolizlaydigan fermentlar, uning resintezining har xil yo'llarida qatnashadigan fermentlar kabi ancha yuqori faollikka ega.

Yuqori malakali sportchining organizmi submaksimal quvvat zonasida ishni juda kichik biokimyoviy o'zgarishlar bilan bajarish mumkin, jumladan, sut kislatasini kam miqdorda yig'ilishi bilan, ya'ni pH ko'rsatkichini kam pasayishi bilan bajarish mumkin. Sut kislo-tasining nisbatan past konsentratsiyasi yog'lar almashinuvining fermentlarini shu jumladan, lipazalarni faollashtirish qobiliyatiga ega va natijada lipolizning intensivligi oshadi. Natijada muskullarda yog'lar almashinuvining fermentlarini yuqori darajadagi faolliги ishlayotgan muskullarga yetkazib berilayotgan erkin moy kislotalarining ko'p miqdorda oksidlashga, hamda muskullar ichidagi triglitseridlarni shu maqsadda ishlatishga imkoniyat tug'diradi.

Muskul ish faoliyati natijasida energiya almashinuvi intensivligini kuchayishi faqat muskullar ichidagi energiya manbalari – kreatinfosfat va glikogenni emas, balki jigarning glikogeni va yog' depollarining trigltseridlarini ham sarflanish jarayoniga ta'sir ko'rsatadi.

Sportchi organizmining mashqlanganlik darajasi oshishi bilan hujayra ichidagi boshqarish mexanizmlari sekin asta takomillashadi, ulardan eng muhimi fermentning molekulari miqdorini ko'payishiga olib keladigan, ya'ni umumiy katalitik faoliyatni kuchaytiradigan spetsifik fermentlarning sintezini kuchaytirish hisoblanadi.

Sistematik mashqlanish ta'sirida oqsillar biosintezining kuchayishi vaqtida faqat oqsillar – fermentlarning miqdoriginasi emas, balki sturuktura va boshqa oqsillar – miozin, aktin, mioglobin va boshqalarning umumiy miqdori ham oshadi.

Morfologik o'zgarishlarga kelganda, ular eng avvalo muskul tolalarida sodir bo'ladi. Sistematik jismoniy yuklamalar ta'sirida muskul tolalari yo'g'onlashadi, sturuktura oqsillarning (miozin, aktin) sintezini kuchayishi bilan bog'liq bo'lgan ishchi gipertrofiya ro'y beradi, miofibrillarning miqdori oshadi va ko'pincha ular Kongeym bog'lamida to'planadi. Bu muskullarning ko'ndalang kesim yuzasini, ya'ni muskul kuchiini ko'paytiradi. Mitoxondriyalarning miqdori va razmerlari ancha oshadi. Mitaxondriyalarning kristalari ancha kattalashadi va ularning orasidagi masofa qisqaradi, ichki membranada joylashgan nafas olish zanjiri, Krebs sikli, moy kislotalarining B-oksidlanish jarayonlarining ferment sistemalarini faolligi oshadi. Ana shu o'zgarishlar natijasida ATP resintezining aerob mexanizmlari takomillashadi, ya'ni aerob energiya mahsulotlarini ATPni hosil bo'lish tezligi va hajmi ko'payadi.

Shunday qilib, sistematik sport mashqlari natijasida sportchining organizmida yaqqol va ko'p tomonlama ifodalangan biokimyoviy, funksional va morfologik o'zgarishlar ro'y beradi. Lekin, hamma bu o'zgarishlar spetsifik xarakterga ega; ular mashqlanish jarayonlarida qo'llanilayotgan jismoniy yuklamalarning xarakteri bilan chambarchas bog'langan.

Qo'llanilayotgan mashqlanish uslublari va jismoniy yuklamalarning xarakteriga ko'ra, shu sport turida yutuqlar darajasini belgilaydigan organizmning funksional xususiyatlari va sifatleri boshqalardan ko'proq rivojlanadi. Masalan, sprinterlarda stayerlarga – uzoq masofaga yuguruvchilarga nisbatan kreatinkinaza reaksiyasining hajmi ko'payadi hamda glikolitik anaerob qobiliyati yaxshilanadi, ya'ni sportchining organizmi ish vaqtida sut kislotasining maksimal miqdorini yig'ilishiga (to'planishiga) qarshi tura oladi. Lekin, shu vaqtda stayerlarda aerob energiya ishlab chiqarishning quvvati va energetik hajmi ko'payadi va standart ishlarni bajarish vaqtida sut kislotasi kam miqdorda yig'iladi. Glikolitik anaerob

quvvatning eng yuqori ko'rsatkichini yuqori malakali sportchilar – o'rta masofaga yuguruvchilar, xokkeychilar, vaterpolchilar va boshqalar namoyon qiladi.

Ko'p yillik sistematik mashqlanish yana turli muskul tolalarining rivojlanishi va ishlab turishiga ta'sir qiladi. Asosan qisqa muddatli tezkorlik, kuchlilik mashqlarini ishlatish vaqtida tez qisqaradigan muskul tolalarining gipertrofiyasi va biokimyoviy o'zgarishlari sodir bo'ladi, natijada struktura oqsillari (miozin, aktin va boshqalar) ning sintez jarayonlari kuchayadi, miofibrillarning miqdori ko'payadi. Bularning hammasi muskul kuchi va qisqarish tezligini o'sishiga (rivojlanishiga) olib keladi, ya'ni ATP resintezi anaerob yo'llarining potentsial imkoniyatlarini oshiradi. Aerob xarakterli uzoq davom etadigan mashqlarni qo'llash qizil sekin qisqaradigan muskul tolalarining biokimyoviy o'zgarishlari va gipertrofiyasini rivojlanishi uchun sharoit yaratadi. Shu vaqtda mitoxondriyalarning miqdori va razmerlarining kattalashishi sodir bo'ladi. Mitoxondriyalarning kristalari ancha kattalashadi va ularning orasidagi masofa qasqaradi. Ichki membranada joylashgan nafas olish zanjiri, Krebs sikli, moy kislotalarining Я-oksidlanish jarayonlarining ferment sistemalarini faolligi oshadi. Shu o'zgarishlarining hammasi aerob energiya ishlab chiqarishning tezligi va hajmini oshishiga olib keladi.

8-jadvalda turli xarakterli jismoniy mashqlar ta'sirida muskul tolalarida sodir bo'lgan morfologik va bioimyoviy o'zgarishlar keltirilgan.

Jadvalda keltirilgan ma'lumotlardan ko'rinib turibdiki, chidamkorlikni rivojlantirishga yo'naltirilgan mashqlar ta'sirida muskullarning ma'lum darajadagi massasi juda kam miqdorda ko'payadi va muskul tolalarining yo'g'onligi mutloqo kattalashmaydi. Miofibrillar va sarkoplazmatik retikulumning oqsillarini miqdorida biroz o'zgarishlar kuzatiladi; sarkoplazmaning oqsillarini, ayniqsa mioglobinni miqdori ancha ko'payadi va muskul tolalarida mitoxondriyalarni soni ko'payadi va o'lchami kattalashadi. Oksidlovchi fermentlarning umumiy miqdori jiddiy ko'payadi, bu esa ATP remintezi aerob yo'llarining imkoni-yatlarini oshganidan dalolat beradi.

**Mashqlanishning har xil turlarini ta'sirida muskul tolalarida ro'y beradigan morfologik va biokimyoviy o'zgarishlar mashqlanmaganlarga nisbatan % hisobida (I.K.Proskurina, 2001 bo'yicha)**

Parametrlar	Mashqlar		
	Chidam- korlikka yo'naltirilgan	Tezkorlik	Kuch ishla- tadigan
Muskulning nisbiy massasi, tana massasidan % hisobida	9	32	30
Muskul tolarining yo'g'onligi	0	24	30
Mitoxondriyalarning soni yuza birligida	60	30	-
Mitoxondriyalarning yuzasi ko'ndalang kesim birligida	55	35	-
Oqsillar:			
Sarkoplazmatik retikulumda	5	54	60
Miofibrillarda	7	63	68
Sarkoplazmada	23	57	30
Miozin	0	18	59
Miostrominlar	0	7	34
Mioglobin	40	58	53
ATP	0	0	0
Kreatinfosfat	12	58	25
Glikogen	80	70	38
Miozin ATP azasi	3	18	55
Sa <sup>2+</sup> ionlarini SR bilan bog'lanishi	0	15	25
Kreatinkinaza	10	20	-
Fosforilaza	23	40	20
Fermentlar:			
Glikolizni	0-9	25-30	-
To'qima nafas olishini	59-230	30-100	-
Intensivligi (maksimal):			
Glikolizni	10	56	28
To'qima nafas olishini	53	45	20
Nafas olish zanjirida ATF hosil bo'lishi, muskul massasi birligi.	85	60	-

Tezkorlik mashqlari muskul massasi va muskul tolalarining yo'g'onligini miofibrillarning oqsillarini miqdorini ko'payishi hisobiga oshiradi. Sarkoplazmaning oqsillari, miozin va mioglobinning miqdori ko'payadi, lekin sarkoplazmatik retikulumning oqsillari anchagina ko'payadi. Mitoxondriyalarning sonini ko'payishi va o'lchamini kattalashishi uzoq davom etadigan mashqlarni ta'sir qilgandagiga nisbatan deyarli 2 marta kam. Mashqlangan odamning organizmida tezkorlik mashqlarini ta'sirida muskullarda kreatinfosfatni zahirasi ko'payadi, kreatinkinaza, fosforilaza va glikoliz jarayonining ferment-larini faolligi oshadi, ya'ni ATP resintezining anaerob imkoniyatlarini oshishini ta'minlaydi. ATPning aerob tesintezini imkoniyatlari ham oshadi, lekin aerob xarakterli uzoq davom etadigan mashqlarni qo'llash vaqtidagidan ancha kam darajada.

Mashqlanish jarayonida kuch ishlatadigan mashqlarni qo'llash xarakteri bo'yicha xuddi tezkorlik yuklamalarinikidek biokimyoviy o'zgarishlarga olib keladi, lekin ancha kattaroq o'zgarishlarga, shu bilan birga muskulning massasi, muskul tolalarining yo'g'onligiga, miofibrill oqsillar, miostrominlar, mioglobin hamfa SR oqsillarining miqdorini ko'payishi ro'y beradi. Bularning hammasi mashqlangan organizmda muskullarning qishqarish va bo'shashish vaqtida muskul kuchini maksimal rivojlanish uchun zamin tayyorladi.

Yuqorida bayon qilingan materiallar asosida quyidagi xulosalarga kelish mumkin:

1. Mashqlangan organizm mashqlanmagan organizmga nisbatan muskul faoliyati uchun ancha katta energetik va funktsional potentsiallarga ega bo'ladi.
2. Mashqlangan organizm mashqlanmagan organizmga nisbatan ish vaqtida energiya manbalarini tezroq va to'laroq sarflash va ishdan so'ng dam olish davrida ularning zahirasini tezroq tiklash qobiliyatiga ega.
3. Mashqlangan organizm ATP molekulasida mujassamlashgan kimyoviy energiyani tezlik bilan safarbar qilish va uni mexanik energiyaga – muskul qisqarishiga aylantirish katta imkoniyatiga ega.
4. Mashqlangan organizm shunday yuqori quvvatli va davomiylikdagi jismoniy ishni bajarishi mumkinki, uni mashqlanmagan organizm bajara olmaydi.

5. Mashqlangan organizm tinch holatda va mo'tadil, yuksak bo'lmagan jismoniy yuklamalarni bajarish vaqtida fiziologik sistemalarini tejamli ishlashi bilan ajralib turadi. Va ana shu sistemalarni shunday yuqori darajada ishlashga erishish qobiliyatiga egaki, bunga mashqlanmagan organizm sira ham erisha olmaydi. Masalan, standart ishni bajarish vaqtida mashqlangan sportchining qonida mashqlanmagan yoki kam mashqlangan sportchilikiga solishtirganda ancha kam miqdorda sut kislotasi to'planadi. Shu bilan birga, maksimal intensivlik va davomiylikdagi yuksak mashqlarni bajarish vaqtida yuqori darajada mashqlangan sportchilarning organizmida shunday biokimyoviy o'zgarishlar mumkinki, masalan, kislorodni eng ko'p yutilishi (to 80-90 ml/kg.min gacha), kislorod qarzining eng yuqori ko'rsatkichiga ( $O_2$ -ehtiyojining 90-95% gacha) va sut kislotasining eng ko'p miqdori (to 2,5 g/l va undan oshiq), bularga mashqlanmagan organizm erishishi mumkin emas.

6. Mashqlangan organizmda ichki va tashqi muhitlarning shikast-lovchi ta'siri va noqulay omillariga chidamlilik (rezistentlik) oshadi.

### **Asosiy tushunchalar va mavzuning atamalari**

**Adaptatsiya** – bu hayot davomida rivojlanadigan jarayon bo'lib, uning natijasida organizm muhitning ma'lum omillariga (issiq va sovuq sharoitlarga, bosimga, namlikka, shu jumladan jismoniy yuklamalarga ham) chidamlilikka erishadi (moslashadi).

**Jismoniy yuklama** – bu bir martali yoki takroriy bajariladigan ma'lum tipdagi jismoniy mashqlarni o'z ichiga olgan muskul faolligining har qanday shakli bo'lib, uning bajarish vaqtida organizmda mashqlanganlikning yuksalishini ta'minlaydigan funktsional o'zgarishlar ro'yobga chiqadi.

**Mashqlanish samarasi** – qo'llanilayotgan jismoniy yuklamalarga javoban sodir bo'layotgan biokimyoviy o'zgarishlarning yo'nalishi va katta-kichikligi.

**Shoshilinch adaptatsiya etapi** – bu organizmning bir martali jismoniy yuklamani ta'siriga javobi.



**Uzoq davom etadigan adaptatsiya etapi** – bu tiklanishning kechki fazalarida ro'y beradigan jarayonlar bo'lib, ular energetik resurslarni to'ldirishga va ish vaqtida parchalangan va yangitdan sintezlanayotgan hujayra strukturalarining jadallashtirilgan takror ishlab chiqarishga yo'naltirilgan.

**Shoshilinch mashqlanish samarasi** – jismoniy yuklamalarning bevosita ta'siri vaqtida va shoshilinch tiklanish davrida sodir bo'layotgan organizmdagi biokimyoviy o'zgarishlarning chuqurligi va xarakteri.

**Qoldirilgan mashqlanish samarasi** – bu energetik resurslarni to'ldirishga va ish vaqtida parchalangan va yangitdan sintezlanayotgan hujayra strukturalarini kuchaytirilgan sinteziga yo'naltirilgan jarayonlar.

**Kumulyativ mashqlanish samarasi** – ko'p jismoniy yuklamalarning izlarini yoki ko'p miqdordagi shoshilinch va qoldirilgan samaralarni birin-ketin qo'shilishi natijasi bo'lib, u ish qobiliyatining ko'rsatkichlarini ortishi va sport yutuqlarini yaxshilanishi bilan ifodalanadi.

**Sport mashqlanishi** – bu tadbirlar sistemasini qo'llash bilan bog'langan murakkab pedagogik jarayon bo'lib, jismoniy rivojlantirish masalalarini samarali yechish va axloqiy, irodali, intellektual va xarakatlantiruvchi sifatlarini tarbiyalashni ta'minlaydi.

**Mashqlanishning biologik printsiplari** – bu sport mashqlanish jarayonida jismoniy yuklamalarning ta'siriga moslanishning rivojlanishining asosiy qonuniyatlari.

Muskul (muskul tolasi) ning gipertrofiyasi – muskul (muskul tolasi) ning massasi va o'lchamlarini ularni tashkil qiluvchi qismlari (miofibrillar, mitoxondriyalar va boshqalar)ning o'lchamlari va sonlarini ko'payishi hisobiga ortishi.

### **Savollar va topshiriqlar**

1. Shoshilinch va uzoq davom etadigan adaptatsiya etaplarining mohiyati nimalardan iborat?
2. Mashqlanish samarasi nima va uning qanday turlarini Siz bilasiz?

3. Oldingi ishdan so'ng superkompensiya fazasida takroriy yuklama boshlanadigan mashqlanishning kumulyativ biokimyoviy samarasi qanday bo'ladi?
4. Mashqlanish siklida jismoniy yuklamalarni sekin-asta ko'paytirish kerakligini biokimyoviy nuqtai nazaridan asoslab bering.
5. Nima uchun mashqlarning har bir takrorlanishini organizm uchun qulay sharoitda, ya'ni superkompensatsiya fazasida amalga oshirish kerak?
6. Mashqlangan organizmdagi metabolik o'zgarishlar mashqlanmagan organizmdagiga solishtirganda qanday omillar bilan farqlanadi?
7. Mashqlangan organizmda qanday biokimyoviy va morfologik o'zgarishlar sodir bo'ladi?
8. Sistematik ravishda ko'p yil mashqlanish natijasida sportchining organizmida qaysi biokimyoviy ko'rsatkichlar o'zgaradi.
9. Mashqlanish jarayonida tezkorlik, kuch ishlatadigan va uzoq davom etadigan (chidamkorlikka yo'naltirilgan) mashqlar qo'llanilganda ularning har biri alohida sportchilarning organizmida qanday biokimyoviy ko'rsatkichlarni yaxshilashga olib keladi?
10. Ko'p yil davomida sistematik ravishda mashqlanishni turli muskul tolalarini rivojlanishi va ishlab turishiga ta'sirini ifodalab bering? Qaysi tipdagi jismoniy mashqlar ATP resintezi anaerob yo'llarining potentsial imkoniyatlarini oshiradi va qaysi birlari aerob energiya ishlab chiqarishning tezligi va hajmini ko'paytiradi?

### **O'zingizni tekshirib ko'ring**

1. Biologik nuqtai nazardan sport mashqlanishi – bu: a) xarakatlantiruvchi sifatlarni yaxshilashga yo'naltirilgan jarayon; b) muskul kuchini rivojlantirishga va katta quvvatli, uzoq muddatli mashqlarni bajarishga imkoniyat tug'diradigan jismoniy mashqlarga organizmning moslashish jarayoni; c) sportchining sport yutuqlarini yaxshilaydigan jarayon; d) organizmda katta biokimyoviy o'zgarishlarga olib olib keladigan jarayon.

2. Sportchining organizmiga jismoniy yuklamalarning ta'sir qilish darajasi nimaga bog'liq? a) bajaradigan mashqni quvvati va davomiyligiga; b) mashqni takrorlash soniga va tipiga; c) takrorlash oralig'idagi dam olish vaqtiga va dam olishning xarakteriga; d) barchasi to'g'ri.

3. Shoshilinch adaptatsiya etapini mohiyati ..... dan iborat bo'ladi: a) energetik moddalarni jalb qilinishini,  $O_2$  – tashilishi va almashinuvning ohirgi mahsulotlarini ajralib chiqarilishi; b) orga-nizmning ish qobiliyatini oshishi; c) organizmning ish qobiliyatini pasayishi; d) sportsining texnikatakrik ko'rsatkichlarining o'zgarishi.

4. Mashqlanishning qoldirilgan samarasining markaziy hodisa-sini tashkil qiladi: a) muskulda kreatinfosfat zahirasini ko'payishi; b) organizmda glikogenning zahirasini ko'payishi; c) energetik manbalarning va hujayra struktura komponentlarining superkompensatsiyasi; d) hujayra ichidagi fermentlar faolligining oshishi.

5. Kumulyativ mashqlanish samarasi nima bilan ifodalanadi? a) uglevodlar va yog'larni to'planishi; b) muskul massasining oshishi; c) miozin ATP-azasining faolligini pasayishi; d) jismoniy ish qobiliyatini ko'ratkichlarini oshishi va sport yutuqlarini yaxshilanishi.

6. Oldingi ishdan so'ng organizm uchun ko'proq qulay xolatda, ya'ni superkompensatsiya fazasida ishni takrorlash mashqlanishning qaysi printsipini biologik asosi hisoblanadi? a) ta'sirni orqaga qaytishi; b) takroriyliigi; c) doimiyliigi; d) siklliligi.

7. Har bir keyingi ish yanada qulayroq holatda bajariladi va yana ham kamroq biokimyoviy o'zgarishlar ro'y beradi. Bundan mashqlanishning qaysi printsipini biologik asoslari kelib chiqadi? a) spetsifiklik; b) mashqlanish yuklamalarining sekin-asta oshirib borish; c) mashqlarning bajarishni doimiyliigi; d) adaptatsiyaning ketma-ketliigi.

8. Standart, qat'iy dozalangan ishni bajarish vaqtida mashqlangan odamning organizmida mashqlanmaganga nisbatan ro'y beradi: a) kichik biokimyoviy

o'zgarishlar; b) katta biokimyoviy o'zgarishlar; c) mo'tadil biokimyoviy o'zgarishlar; d) biokimyoviy o'zgarishlar bo'lmaydi.

9. Eng yuqori intensivlikdagi va davomiylikdagi yuksak mashqlarni bajarish vaqtida mashqlangan organizmda shunday biokimyoviy o'zgarishlar bo'lishi mumkinki, jumladan: a) kislorodning yutilishini eng yuqori tezligi; b) O<sub>2</sub> qarzini eng katta ko'rsatkichi; c) sut kislotasining yuqori konsentratsiyasi (2,5 g/l va undan yuqori); d) barcha javoblar to'g'ri.

10. Ko'p yil sistematik mashqlanish ta'sirida sportchining organizmida qanday morfologik o'zgarishlar sodir bo'ladi? a) muskul (muskul tolas) ning gipertrofiyasi; b) mitoxondriyalarning soni ko'payadi va o'lchami kattalashadi; c) miofibrillar yo'g'onlashadi; d) hamma javoblar to'g'ri.

## 8. SPORTCHILARNING OVQATLANISHINING BIOKIMYOVIY ASOSLARI

### 8.1. Ratsional balanslashtirilgan ovqatlanish haqida umumiy tushuncha

“Ovqatlanish” atamasi keng ma’noni bildiradi: u organizmning har qanday fiziologik funksiyalarini energiya va struktura moddalari bilan ta’minlash asosida yotgan barcha biologik hodisalar (oziqa moddalarning organizmga kirishi va parchalanishi)ning yig’indisi ma’nosini bildiradi. Ovqatlanish odam organizmining o’sishi va rivojlanishi, uning ish qobiliyatini oshishi, muhitning har xil sharoitlariga, shu jumladan jismoniy yuklamalarga ham moslashishlarini optimal sharoit bilan ta’minlashni asosiy omili hisoblanadi. U odamning adekvat faoliyati va uzoq vaqt yashashiga ma’lum ta’sir ko’rsatadi.

Ovqatlanishni asosiy zamonaviy konsepsiyalaridan biri ratsional balanslashtirilgan ovqatlanish nazariyasidir. Bu nazariyaning asosida faqat organizmni energiya bilan adekvat ta’minlash zaruriyatigina emas, balki uning normal hayot faoliyatini ta’minlash uchun asosiy oziqa moddalari va oziqalarning boshqa muxim elementlari o’rtasidagi nisbatni saqlash tushunchasi yotadi. Ovqatlanishda hal qiluvchi rol shunday moddalarga tegishliki, ular odam organizmida boshqa birikmalardan sintezlana olmaydi. Ularga 40 dan oshiqroq moddalar – anorganik ionlar (elementlar), vitaminlar, almashinmaydigan aminokislotalar, to’yinmagan moy kislotalari va kofermentlarning tarkibiga kiradigan yoki o’zi kofermentlik vazifasini bajaradigan bazi bir biologik faol moddalar kiradi. Ushbu moddalar **ovqatlanishning almashinmaydigan omillari** nomi bilan yuritiladi.

Ratsional balanslashtirilgan ovqatlanish ikkita asosiy vazifani ko’zlaydi:

- organizmni hayot faoliyati jarayonida doimo sarflanadigan energiya bilan ta’minlash;
- hujayra va to’qimalarning strukturalarini tuzish va doimo yangilab turish uchun kerak bo’lgan plastik (qurilish) moddalar bilan organizmni ta’minlash.

Lekin sportchilarning ovqatlanishi organizmni energiya manbasi, plastik materiallar, vitaminlar, mineral moddalar bilan ta'minlashdan tashqari, yana mahsus vazifalarni ham, ya'ni ish qobiliyatini oshirish, toliqishni boshlanishini uzoqlashtirish (orqaga surish) va katta jismoniy yuklamalardan keyin tiklanish davrini tezlatishlarni bajaradi.

To'la qiymatli ratsion tarkibiga ozuqa moddalarning beshta sinfi kirishi kerak va ularning har bir moddasi ma'lum rolni o'ynaydi va qat'iy ma'lum o'zaro nisbatda bo'ladi (9-jadval).

### **Oqsillar**

Oqsillarni olganda, o'zi odam ratsionining almashinmaydigan komponenti emas. Organizmning normal o'sishi va rivojlanishi uchun ularning tarkibida tutiladigan faqat 9 ta almashinmaydigan aminokislotalar (valin, leysin, izoleysin, lizin, metionin, gistidin, treonin, fenilalanin va triptofan) bo'lishi kerak. Ularga organizmning bir kecha-kunduzlik ehtiyoji tananing 1 kg massasi uchun mg hisobida: erkak kishilar uchun 3-13; o'smirlar uchun 4-59 va ayollar uchun 3-13 mg/kg ni tashkil qiladi.

Organizmga ozuqa tarkibida kirayotgan oqsillarning asosiy funksiyasi – plastik (qurilish) funksiyasi bo'lib, birinchi navbatda ular organizm uchun spetsifik bo'lgan oqsillarni biosintezi uchun aminokislotalarning manbasi bo'lib hizmat qiladi. Bu jarayon faqat o'sayotgan organizmlardagina emas, balki katta yoshlilarda ham oqsillarni yangitdan hosil bo'lishi, doimo yangilanib turishi va aylanishini ta'minlaydi.

Ikkinchidan, oqsillarning aminokislotalari, aminokislotalarning hosilalari bo'lgan gormonlar (adrenalin, noradrenalin, DOFA, tiroksin va boshqalar) ni, porfirinlar va ko'p boshqa molekulalarning biosintezi uchun homashyo bo'lib hizmat qiladi va uchinchidan, aminokislotalarning uglevodorod skeletini oksidlanishi energiyaning kundalik jami sarflanishiga ko'p bo'lmasa ham (14-15%), lekin muhim hissa qo'shadi. Organizm 1 g oqsilni to'la oksidlanishidan 4,1 kkal yoki 17,2 kDj energiya oladi.

**Mo'tadil jismoniy yuklama vaqtida katta yoshli odam organizmining  
ozuqa moddalarga bo'lgan bir kecha-kunduzli ehtiyoji**

Ozuqa moddalar	Bir kecha-kunduzlik ehtiyoji	Ozuqa moddalar	Bir kecha-kunduzlik ehtiyoji
<b>Oqsillar</b>	80-100 g	PP (nikotik kislotasi)	15-25 mg
Shu jumladan:			
Hayvonlarni	50-60 g	H (biotin)	0,1-0,3 mg
O'simliklarni	40-50 g	A (retinol)	1,5-2,5 mg
Aminokislotalar:		D (kaltseferollar)	7-12 mkg
Almashinmaydigan	20-31 g	E (tokoferollar)	12-15 mg
Almashinadigan	47,5-51 g	K (naftoxinonlar)	1-3 mg
<b>Uglevodlar</b>	400-500 g	Lipoy kislotasi	0,5 mg
Shu jumladan:		Inozit	0,5-1,0 mg
Kraxmal	400-450 g	Mineral moddalar:	
Oddiy qandlar	50-100 g	Kalsiy (Ca)	0,8-1,0 g
Kletchatka (sellyuloza, pektin)	25 g	Fosfor (P)	1,0-1,5 g
<b>Yog'lar</b>	80-100 g	Natriy (Na)	4-6 g
Shu jumladan:		Kaliy (K)	2,5-5 g
Hayvonlarni	75-80 g	Xlor (Cl)	5-7 g
O'simliklarni	20-25 g	Magniy (Mg)	0,4-0,5 g
Xolesterin	0,3-0,6 g	Temir (Fe)	10-18 mg
Polito'yinmagan moy kislotalari	2-6 g		
		Rux (Zn)	10-15 mg
<b>Vitaminlar:</b>			
V <sub>1</sub> (tiamin)	1,3-2,6 mg	Marganets (Mn)	5-10 mg
V <sub>2</sub> (riboflavin)	1,5-3,0 mg	Yod (J)	0,1-0,2 mg
V <sub>3</sub> (pantoten kislotasi)	5-10 mg	Ftor (F)	2-4 mg
V <sub>6</sub> (piridoksin)	1,5-3,0 mg	Mis (Cu)	2 mg
V <sub>12</sub> (kobalamin)	1-3 mkg	Kobalt (Co)	0,1-0,2 mg
		Molibden (Mo)	0,5 mg
V <sub>15</sub> (pangam kislotasi)	2 mg	Selen (Se)	0,5 mg
S (askorbin kislotasi)	75-100 mg	Xrom (Xr)	0,02-0,5 mg

Ozuqa oqsillarining to'implilik hususiyatini kimyoviy va biologik qiymati bilan aniqlanadi. *Kimyoviy qiymat*, ya'ni ozuqa oqsillarining *to'la qiymatlikligi* – organizmning normal o'sishi va rivojlanishi uchun zarur bo'lgan 20 ta har xil aminokislotalarning o'zaro nisbati hisoblanadi. Ozuqa oqsillarining *biologik qiymati* deyilganda, ozuqa oqsilining tarkibida 9 ta almashinmaydigan aminokislotalarning optimal miqdori va o'zaro nisbatlari ko'zda tutiladi. Ozuqa oqsilining tarkibida ana shu almashinmaydigan aminokislotalarning miqdori qancha ko'p bo'lsa va o'zaro nisbatlari yaxshi bo'lsa, uning biologik qiymati shuncha yuqori bo'ladi. odatda o'simlik oqsillarini tarkibida almashinmaydigan aminokislotalar ko'proq uchraydi. O'simlik oqsillarining manbasi bo'lib dukkakdoshlar va boshqadoshlar oilalarining vakillarini urug'lari hizmat qiladi (no'hat, mosh, loviya, fasol, bug'doy, arpa va boshqalar).

Bir kecha-kunduzlik ratsionda hayvon va o'simlik oqsillarining o'zaro nisbati – 55-65% hayvon oqsillari va 35-45% o'simlik oqsillari hisoblanadi. ratsionda ham almashinadigan va ham almashinaydigan aminokislotalarning optimal nisbatini saqlash uchun hayvon va o'simlik mahsulotlarinig kombinatsiyalarini qulay tanlash kerak. Masalan, don mahsulotlari va sut, gusht, tuhum, baliq; dukkakdoshlarning urug'i va sut, javdar; kartoshka va sut, sut mahsulotlari va hokozolar.

Katta yoshli odamlarning kundalik oqsillarga bo'lgan ehtiyoji 90-100 grammni tashkil qiladi. Xarakatlanish faolligini ortishi bilan organizmning oqsilga bo'lgan ehtiyoji ham oshib boradi.

### **Yog'lar**

Hayvon va o'simlik triglitseridlari (neytral moylari) odamning balanslashtirilgan oziq-ovqat ratsionini doimiy tarkibiy qismi hisoblanadi va asosiy energiya manbalaridan birining rolini o'ynaydi va bundan tashqari xoleterin va boshqa steroidlarning biosintezi uchun uglerod atomlarining manbasi bo'lib hizmat qiladi.

O'simlik triglitseridlari, ya'ni o'simlik moylari ozuqalarning almashinmaydigan komponentlari – to'yinmagan moy kislotalarining ham manbai



hisoblanadi. Ana shu kislotalar “vitamin F” nomi bilan yuritiladigan guruhga shartli ravishda birlashtirilgan. Ular odam va hayvon organizmida sintezlanmaydi, shuning uchun ular organizmga ozuqalar bilan kirishi kerak. Ozuqadagi lipidlarning umumiy miqdorini 98% yog'lar (triglitsidlar) hissasiga to'g'ri keladi, qolgan 2% ni fosfolipidlar, xolisterin va uning efirlari tashkil qiladi. Oqsillar va uglevodlar bilan solishtirilsa, yog'larning yuqori kaloriyligi organizm ko'p energiya sarflayotgan vaqtda ularga o'ziga xos energetik qiymat beradi. Ma'lumki, 1 g yog' oksidlangan vaqtda organizm 9,3 *kcal* (38,9 *kJ*) energiya oladigan bo'lsa 1 g oqsil yoki uglevod oksidlanganda bor-yo'g'i 4,1 *kcal* (17,2 *kJ*) energiya oladi holos. O'rtacha katta yoshli odamning yog'larga bo'lgan bir kunlik ehtiyoji 80-100 g ni tashkil qiladi, shular jumlasiga 25-30 g o'simlik moylari ham kiradi. Moy kislotalarining ana shu miqdori odamning ko'p to'yinmagan moy kislotalariga bo'lgan kundalik ehtiyojini ta'minlaydi. Jumladan, linol va linolen kislotalari organizmida araxidon kislotasining sintezi uchun homashyo bo'lib hizmat qiladi, araxidon kislotasi esa o'z navbatida – mahalliy gormonlar – prostoglandinlarning biosintezini homashyosi hisoblanadi.

Fosfolipidlar barcha tipdagi biologik membranalarning doimiy struktura komponentlari bo'lib, ikki qavatli fosfolipid membranasini hosil qiladi. Xolesterin o't kislotalari va barcha steroid gormonlar uchun homashyo bo'lib hizmat qiladi. Xolesterin almashinuvining buzilishi, ya'ni uning kontsentratsiyasining oshib ketishiateroskleroz nomi bilan yuritiladigan kasallikni rivojlanishiga olib kelishi mumkin.

### **Uglevodlar**

Uglevodlar eng keng tarqalgan ozuqa moddalari hisoblanadi; odam organizmida ularning oksidlanishi natijasida asosiy qism energiya (organizmning umumiy energiya ehtiyojini 50% atrofida) hosil bo'ladi. Ularning umumbiologik ahamiyati eng avvalo shundan iboratki, barcha boshqa organik moddalar o'zlarini boshlanishini fotosintez jarayonida hosil bo'ladigan uglevodlardan oladi. 1 g uglevod to'la oksidlanganda 4,1 *kcal* (17,2 *kJ*) energiya ajralib chiqadi.

Uglevodlar ovqat ratsionining asosiy qismini tashkil qiladi va organizmning ularga bo'lgan bir kecha-kunduzlik talabi 400-500 g atrofida bo'ladi, ba'zi hollarda esa to 800 g va undan ko'proq (sportchilarda) bo'lishi mumkin.

Jigar va muskullarda yig'ilayotgan uglevodlar uncha ko'p bo'lmagan energiya rezervlari hisoblanadi, chunki ularning zahiralari uncha katta emas (tana og'irligining 2-3% oshmaydi) va ularning hisobiga sport bilan shug'ullanmaydigan odam oraganizmning uglevodlarga bo'lgan ehtiyojini 12 soatdan ko'p bo'lmagan vaqt davomida qondirishi mumkin, sportchilar esa – yanada kam vaqt davomida.

Uglevodlarning o'zi odam ozuqasining almashinmaydigan komponenti hisoblanmaydi, lekin, uglevodlarga boy mahsulotlar tarkibida oqsil va yog'larni ko'p miqdorda tutadigan mahsulotlarga nisbatan ko'proq tarqalgan va arzonroq bo'lganligi sababli, ko'pchilik mamlakatlarda ozuqa mahsulotlarining asosiy qismini ular tashkil qiladi. Ko'pchilik rivojlanmagan mamlakatlarda ana shunday ozuqalarning umumiy koloriyasining hech bo'lmaganda 70%, ba'zar esa 90% uglevodlarning hissasiga to'g'ri keladi.

Ozuqa mahsulotlarining tarkibiga uglevodlardan asosan, polisaxarid – kraxmal, disaxaridlar – saxaroza (lavlagi va shakarqamish shakarlari), maltoza (sut shakari) va monosaxaridlar – glyukoza va fruktozalar kiradi. Shu narsani ta'kidlab o'tish kerakki, odam organizmida, ayniqsa bosh miyaning oziqlanishi uchun asosiy energiya manbasi sifatida glyukoza ishlatiladi.

Odam organizmida etanol (etil spirti) ham energiya manbasi bo'lib hizmat qilishi mumkin. U yuqori energiya zahirasiga ega, ya'ni etil spirti oksidlanganda 7 *kcal* (29,3 *kJ*) energiya ajraladi yoki organizmda 1 *mol* etanol to'la oksidlanganda 18 molekula ATP hosil bo'ladi. Bu ko'rsatkichlar uglevodlar va yog'larning kaloriyaliligini va energetik samaradorligini o'rtasi hisoblanadi.

Biroq shu narsani ta'kidlash kerakki, alkogolni (etil spirtini) ko'p miqdorda iste'mol qilish jigarda glyukoneogenez jarayoniing tezligini keskin pasaytiradi, natijada qonda glyukozaning miqdori kamayadi. Bunday holat **gipoglikemiya** deb ataladi. Alkogolning bunday ta'siri ayniqsa og'ir jismoniy yuklamadan so'ng yoki och qoringa yomon oqibatga olib keladi. Agarda sportchi intensiv va uzoq davom

etgan jismoniy yuklamalardan so'ng spirtli ichimlik iste'mol qilsa, uning qonida glyukoza miqdori normaning to 40 va hatto 30% gacha kamayib ketishi mumkin. Gipoglikemiya bosh miyaning faoliyatiga salbiy ta'sir ko'rsatadi. Gipogmikemiya bosh miyaning tana haroratini boshqarib turadigan zonalari uchun ayniqsa havfli, shu sababli, masalan, gipoglikemiya ta'sirida tananing harorati 2<sup>0</sup>C va ko'proqqa kamayishi mumkin. Agarda shunday holatda odamga glyukoza etirmasini ichishga berilsa, tananing normal temperaturasi tez tiklanadi.

### **Vitaminlar**

Vitaminlar – organizmning normal o'sishi, hayot faoliyati va ko'payishi uchun zarur bo'lgan turli kimyoviy tabiatli kichik molekularli moddalar guruhidir. Ular ikkita guruhga bo'linadi: suvda eriydigan va yog'da etiydigan vitaminlar. Vitaminlar mikroozik organik moddalar hisoblanib, odam va hayvonlar organizmida sintezlanmaydi; ularga kundalik bo'lgan ehtiyoj milligramlardan va hatto mikrogrammlardan oshmaydi. Vitaminlar metobollizmida va boshqa mahsus reaksiyalarda qatnashadigan spetsifik kofermentlar yoki fermentlarning almashinmaydigan komponentlari hisoblanadi.

Ko'pchilik suvda eriydigan vitaminlar ovqat bilan doimo kirib turishi kerak, chunki ular organizmdan nisbatan tez chiqarilib turiladi yoki oddiy fermentativ reaksiyalar davomida parchalab tashlanadi. Suvda eriydigan vitaminlarni polivitamin tabletkalari sifatida haddan tashqari miqdorda istemol qilingan vaqtda ularning kundalik ehtiyojdan ortiqcha miqdori shunday organizmdan chiqarib tashlanadi, chunki ko'pchilik suvda eriydigan vitaminlar organizmida jamg'arila olmaydi. Shu bilan birga, yog'da eriydigan vitaminlarni (A va D) ortiqcha miqdorda istemol qilish organizm uchun zaharli bo'lishi mumkin, chunki ular hujayraning tsitoplazmatik membranasini lipid qavatida to'planishi mumkin.

### **Anorganik (mineral) moddalar**

Anorganik (mineral) moddalar – organizmni normal o'sishi va rivojlanishi uchun zarur. Ularni ikki guruhga bo'lish mumkin: makroelementlar va mikroelementlar.

**Makroelementlar** – fosfor (R), kalsiy (Ca), magniy (Mg), natriy (Na), kaliy (K), xlor (Cl). Bular odam organizmiga har kuni grammlar miqdorida kerak.

**Mikroelementlar** – temir (Fe), yod (J), rux (Zn), mis (Su), kobalt (Co), molibden (Mo), fluor (F) va h.k. Bu elementlar odam organizmiga milligrammlar yoki hatto mikrogrammlar miqdorida kerak.

Organizmida bu anorganik moddalar murakkab organik birikmalarning (S, P), suyaklar va tishlarning (Ca, P) struktura komponentlari sifatida, qon va to'qimalarning suv-tuz muvozanatini ushlab turishda elektrolitlar sifatida (Na, K, Cl) hamda ko'pchilik fermentlarning prostetik guruhlarini (kof fermentlari) sifatida (Fe, Co, Cu, Zn) foydalaniladi.

### **Ozuqa tolalari**

Ozuqa tolalari – ozuqaning o'simlik mahsulotlarini bir qismi. Ularga usimlik uglevodlari kiradi, ya'ni: sellyuloza (kletchatka), gemitsullyuloza, pektin va lignin. Ozuqa tolalari oshqozon-ichak yo'lida hazm bo'lmaydi (kavsh qaytaradigan hayvonlar bundan istesno). Ularning bir qismi ichakda o'tkazilishi (tashilishi) natijasida yo'g'on ichakning bakteriyalari ta'sirida parchalanishga duchor bo'ladi. Ozuqa tolalarining odam organizmidagi asosiy funksiyalari ularning quyidagi qobiliyatlari bilan belgilanadi:

- suvni bog'lab olishi, ularni shishib ketishiga olib keladi;
- zaharli moddalarni adsorbtsiya qilish va ularni organizmdan chiqarib tashlash;
- o't kislotalarini bog'lab olish, sterinlarni adsorbtsiya qilish va xolesterinning miqdorini kamaytirish;
- ozuqaning qo'zg'atuvchi ta'sirini kuchaytirishi ichakning to'lqinsimon harakatini stimulyatsiya qilishga va ozuqaning ichak orqali tezroq o'tkazilishiga olib keladi.
- ichakni foydali mikroflorasini normallashtirish azuqa tolalarining bir qismini parchalanishiga olib keladi.

Ozuqa tolalarini eng ko'p tutishi bo'yicha birinchi o'rinda javdar va bug'doy kepaklari, so'ngra sabzavotlar va javdar noni turadi. Tarkibida ko'p tolalarni tutgan ozuqa oshqozonda shishadi va suvni bog'lab olish hisobiga uning hajmi va oshqozonni to'ldirishi ko'payadi. Shu bilan birga to'qlik sezgisi uzoq saqlanadi. Shu narsani eslatib o'tish mumkin, ya'ni sabzining ozuqa tolalari o'zining og'irligidan 30 marta ko'proq suvni bog'lay oladi.

Har xil manbalarning ozuqa tolalarning suvni bog'lay olish qobiliyatida ma'lum farqlar bo'ladi. Masalan, sabzavodlarning ozuqa tolalari eng ko'p shishish qobiliyatiga ega, boshoqli o'simliklarning tolalari esa ancha kam miqdorda suv tutadi. Tolalarga boy bo'lgan ozuqalar ichakda mexanik qo'zg'atish chaqirib, to'lqinsimon harakatni kuchayishiga sharoit tug'diradi va ozuqaning harakatini tezlashtiradi. Bundan tashqari, ozuqa tolalari ahlatni hajmi va massasini ko'paytiradi.

Shunday qilib, ozuqa tolalari balast (keraksiz) moddalar emas, ular oshqozon-ichak yo'lida metabolik jarayonlarda faol ishtirok etadi va odam organizmining normal hayot faoliyati uchun zarur. Lekin, shu narsani esdan chiqarmaslik kerak, ya'ni ozuqa tolalari normadan ortiqcha bo'lsa, ular faqat shlaklarnigina emas, balki ozuqaning foydali komponentlarining bir qismini ham bog'lab, organizmdan tashqariga chiqarib tashlashi mumkin.

Katta yoshdagi odamlarning ozuqa tolalariga bo'lgan bir kecha-kunduzlik ehtiyoji 25-30g tashkil qiladi. Bu ehtiyojni eng avvalo non, sabzovodlar, mevalar va ko'k o'tlar hisobiga qondirish mumkin. Ozuqa tolalarining istemol qilishni ko'paytirganda shu narsani nazarda tutish kerakki, bunday ozuqa ko'p miqdordagi suyuqlikni qabul qilishni talab qiladi.

Hozirgi vaqtda ozuqa tolalarning toza holdagi turli tuman assortimentlari mavjud: mikrokristallik selluloza, pektinlar, glyukomannanlar va hokozolar. Shu narsani esdan chiqarmaslik kerak, ya'ni ulardan qo'shimcha ozuqa sifatida foydalanish, qo'shimcha miqdordagi suvni iste'mol qilishga olib keladi.

## 8.2. Sportchilarning ovqatlanishini ba'zi bir hususiyatlari

Mashqlanish va musobaqa vaqtida jismoniy yuklamalarning intensivligi, yuqori nerv-emotsional zo'riqish holatida kurashish, sportning eng yuksak rekord natijalariga intilish – hozirgi zamon sportining o'ziga xos xususiyatlaridan biridir. Musobaqalarga tayyorlash jarayoni sportchidan nihoyatda ko'p vaqt sarflashni talab qiladi va dam olish va jismoniy ish qobiliyatini to'la tiklash uchun tobora kam imkoniyat qoldirib, odatda ikki yoki uch martalik har kungi mashqlanishni o'z ichiga oladi. Albatta, sportchilarning jismoniy ish qobiliyatini tiklash vositalari va usullari bajarilayotgan ishning harakteridan kelib chiqishi kerak. Har holda, tiklanishning birinchi va kuchli vositalaridan biri – ratsional balanslashtirilgan ovqatlanish hisoblanadi. Chunki u birinchi navbatda sportchilar organizmining ekstremal jismoniy yuklamalarga moslashish doiralarini kengaytirish qobiliyatiga ega. Shu sababdan sportchilarning ovqatlanish prinsiplarini bilish kerak. Chunki sportchilar mashqlanish va musobaqa davrlarida hamda uy sharoitida ularga rioya qilishi shart.

Professor V.A. Rogozin ham mualliflari bilan sportchilarning ovqatlanishini qo'ydagi asosiy printsiplarini tavsiya qiladi.

1. Jismoniy yuklamalarni bajarish jarayonidagi sarfiga to'g'ri keladigan, kerakli miqdordagi energiya bilan organizmni ta'minlash.
2. Sportning ma'lum turlari va jismoniy yuklamalarning intensivligiga muvofiq ravishda ovqatlanishning balanslashtirilganligini saqlash.
3. Intensiv va uzoq davom etadigan yuklamalar, musobaqalarga bevosita tayyorlash, musobaqalarning o'zi va kelgusi tiklanish davrlarida ovqatlanishning adekvat formalarini (mahsulotlarni, ozuqa moddalarni va ularning kambinatastiyalarini) tanlash.
4. Turli organ va to'qimalarda hujayra metabolik jarayonlarini faollashtirish va boshqarish uchun ozuqa moddalaridan foydalanish.

5. Metabolizmning muhim reaksiyalarini boshqaradigan gormonlarni biosintezi va ta'sirini amalga oshirish uchun ozuqa moddalari yordamida kerakli metabolik fon hosil qilish.

6. Ozuqa mahsulotlarining keng miqyosdagi assortimentlaridan foydalanish va pazandalikning turli usullarini qo'llash hisobiga ovqatlarning xilma-xilligini ko'paytirib organizmni barcha kerakli ozuqa moddalari bilan ta'minlash.

7. Ovqat hazm qilish yo'liga halaqit bermaydigan, biologik to'la qiymatli va tez hazm bo'ladigan mahsulotlar va ovqatlarni kundalik ratsionga kiritish.

8. Muskul massasini oshirish tezligini ko'chaytirish va muskul kuchini ko'paytirish uchun, hamda sportchining og'irlik kategoriyasiga nisbatan tana massasini regulyatsiya qilish uchun ozuqa omillaridan foydalanish.

9. Sportchining antropometik, fiziologik va metabolik xususi-yatlari, uning ovqat hazm qilish sistemalarining holati, shaxsiy didi va odatlariga qarab ovqatlanishni individuallashtirish.

Shu narsani yodda tutish kerakki, sportchilar va mexanizatsiyalashtirilmagan og'ir mehnat bilan shug'ullanadigan odamlarning oragnizmida moddalar almashinuv jarayoni turlicha bo'ladi. Bu farq qo'ydagilardan iborat, ya'ni, birinchidan, sport mashqlarini bajarish vaqtida sportchining organizmida moddalar almashinuvi ancha katta tezlikda boradi va ikkinchidan, sportchi ko'pchilik mashqlarni kislorod qarzi sharoitida, ya'ni ishni bajarish vaqtida organizmning kislorodga bo'lgan ehtiyojini to'la qondirilmagan holda bajariladi. Og'ir mexanizatsiyalashtirilmagan mehnat jarayonlari uchun bu xarakterli emas. Shuning uchun ham sport mashqlarini bajarish vaqtida mehnat jarayonlariga qarama-qarshi holda ATPning resintezi asosan anaerob (alaktat va glikolitik) mexanizmlar hisobiga sodir bo'ladi va ularning muvozanati buziladi.

Sportchilarning bir kunlik ovqatlanish ratsionini tuzish asosida ratsional balanslashtirilgan ovqatlanishning formulasi yotadi (8-jadvalga qarang).

Ma'lumki sportchi organizmining energiya va ozuqa moddalariga bo'lgan ehtiyoji birinchi navbatda sportning turiga va bajariladigan ishning hajmiga hamda sport mahoratining darajasiga, emotsional holatiga va shaxsiy odatlariga bog'liq

bo'ladi. Shuning uchun sportning har xil turlarini sportchilarga tavsiya qilinadigan dietalar sportchining tayyorlash etaplarini, yilning fasillarini va klimatik sharoitlarini hamda yoshi, jinsi, tanasining massasi, sport staji va sportchining boshqa individual sifatlarini hisobga olgan holda tuzilishi kerak. Shu vaqtda sportchining ratsioni:

- hozirgi vaqtdagi uning energiya sarfiga to'g'ri kelishi kerak;
- balanslashtirilgan bo'lishi, ya'ni barcha kerakli ozuqa moddalarni (oqsillar, yog'lar, uglevodlar, vitaminlar, mineral moddalar, ozuqa tolalarini) kerakli proportsiyada tutishi kerak;
- tarkibida ham hayvon ham o'simlik mahsulotlari bo'lishi kerak;
- turli-tuman bo'lishi, tarkibida etarli miqdorda yangi sabzavotlar, mevalar va ko'katlar bo'lsht kerak;
- organizm oson hazm qilaoladigan bo'lishi kerak.

Sport dietalari uchun ozuqalarga pazandalik ishlov berish muhim ahamiyatga ega. Bu yerda mahsulotlarning tabiiy sifatlarini maksimal saqlab qolishga, ularning xilma-xilligiga va ovqatlarni bezash va hatto stollarni servirovkasiga alohida e'tibor berilishi kerak.

Ovqatlanishning oddiy tartibi (rejimi) ozuqalarni 3 marta qabul qilishni nazarda tutadi, lekin yuqori malakali sportchilar uchun 4 yoki 5 martali ovqatlanish abzalroq hisoblanadi. Shu bilan birga, ko'p martalik intensiv mashiqdan va musobaqalar sharoitida biologik qiymati oshirilgan mahsulotlardan (masofada, musobaqalar vaqtida, sport o'yinlari turlarida, mashqlanishlar oralig'ida, tanaffusda, mashqlanishdan keyin va hokazolar) aniq bir maqsadga yo'naltirib foydalanish hisobiga ovqatlanishning sonini ko'paytirish maqsadga muvofiq bo'ladi.

Turli ixtisos sportchilarda bajarilayotgan ma'qullarning turi va xarakteriga qarab kundalik energiya sarfi har xil bo'ladi: Masalan, faoliyati katta jismoniy yuklamalar bilan bog'liq bo'lmagan sportchilarning (shashka, shaxmat) energiya sarfi erkaklar uchun 2800-3200 *kcal* va ayollar uchun 2600-3000 *kcal* tashkil qiladi. Qisqa muddatli, lekin katta jismoniy yuklamalar bilan bog'langan sport turlarida (akrobatika, gimnastika, batutda sakrash, suvga sakrash, otish (miltiq, kamon),



og'ir atletika, figurali uchish, nayza otish va h.k.) energiya sarfi erkaklar uchun 3500-4000 *kcal* va ayollar uchun 3000-4000 *kcal* ni tashkil qiladi. Sportning shunday turlarida – 400-1500 metrga yugurish, boks, kurash, suzish, ko'pkurash, sport o'yinlari, zamonaviy besh kurash, kundalik energiya sarfi erkaklar uchun 4500-5000 *kcal* va ayollar uchun 4000-5000 *kcal*. Uzoq muddatli zo'r jismoniy yuklamalar bilan bog'liq bo'lgan sport turlari (alpinizm. 10 *km* yugurish, eshkak eshish, shosseda velosiped poygasi, chang'ida uchish, konkida yugurish sporti, marafon, sportcha yurish) katta energiya sarfi bilan xarakterlanadi – erkaklar uchun 5500-6500 *kcal* va ayollar uchun 6000 *kcal* kuniga.

Qiziq, sportning ma'lum turlarida, masalan, voleybolda, sportchilarda energiya charfining darajasi kuchlari bo'yicha teng bo'lgan turli mamlakatlarning milliy komandalari uchun keng miqyosda o'zgarib turadi: Yaponiya – 3200 dan to 3900 *kcal*, Bolgariya – 4200 dan to 4600 *kcal* va Rossiya – 4500 dan to 5500 *kcal*. Ko'rsatilgan farqlarning mumkin bo'lgan sabablari mashqlanish jarayonning hajmi (miqdori), ovqatlanishning xarakteri va ehtimol, moddlar almashinuvining o'ziga xos xususiyatlari bo'lishi mumkin.

Umuman olganda, sportchilarning sport ish qobiliyatini yuqori darajada ushlab turish uchun organizmga kirayotgan ozuqa moddalar faqat kerakli miqdordagina emas, balki, hazm bo'lish uchun optimal nisbatda ham bo'lishi kerak.

Balanslashtirilgan ovqatlanishning hamma uchun qabul qilingan formulaga binoan sport bilan shug'ullanmagan kishilarning sutkalik ratsionida oqsillar, yog'lar va uglevodlarning miqdori 1:1:4 nisbatda yoki ozuqaning umumiy kaloriyasini 14:31:55 foizlarini tashkil qilishi lozim. Sutkalik ovqatlarning umumiy kaloriyasi qancha bo'lmasin asosiy ozuqa moddalarining ana shu nisbati saqlanishi shart. Sportchilarning ovqati sport bilan shug'ullanmagan odamlarnikiga nisbatan oqsil va uglevodlarga boyroq va yog'lar nisbatan kamroq bo'lishi kerak, bu oqsillar, yog'lar va uglevodlarning miqdori 1:0,7-0,8:4 nimbatini yoki sutkalik ozuqaning umumiy energiyasini 15:25:60 foizlari bilan ta'minlanadi. Endi asosiy ozuqa moddalarning energetik koefitsentlaridan (oqsillar va uglevodlar 4,1 *kcal*,

yog'lar 9,3 *kcal*) foydalanib, ana shu asosiy ozuqa komponentlarining har birini beradigan energiyasining miqdorini (kilokaloriyalarda) va o'zlarining miqdorini (gramlarda) hisoblab chiqish qiyin emas. Misol uchun, bir sutkalik ratsionning kaloriyaliligi 4000 *kcal* bo'lsa, sport bilan shug'ullanmaydigan kishilar uchun oqsillarning hissasiga 560 *kcal* yoki 137 g, yog'larning hissasiga 1240 *kcal* yoki 130 g va uglevodlarning hissasiga 2200 *kcal* yoki 537 g to'g'ri kelishi kerak. Sportchilar uchun ovqatning kaloriyaliligi huddi jismoniy mehnat kishilarinikidek (4000 *kcal*) bo'lganda bu nisbatlar boshqacha bo'ladi, ya'ni oqsillar – 600 *kcal* yoki 146 g, yog'lar – 1000 *kcal* yoki 108 g va uglevodlar – 2400 *kcal* yoki 585g.

Lekin sportchilarning ratsionida asosiy ozuqa moddalarning bu nisbatlari sport turiga va bajarilayotgan mashqlarning harakteriga qarab faqat o'zgarishi mumkingina emas, balki ularning mashqlanish va musobaqalashish faoliyatlarining yo'nalishiga qarab har xil sport turlarining vakillari uchun qat'iy individual hamdir. 9-jadvalda har xil sport turlarining sportchilari uchun asosiy ozuqa moddalar va energiyaga bo'lgan sutkalik ehtiyojining ko'rsatkichlari keltirilgan.

10-jadvalda keltirilgan ma'lumotlardan ko'rinib turibdi, sportchi organizmining oqsillarga bo'lgan sutkalik ehtiyojining eng katta ko'rsatkichlari o'rta va uzoq masofaga yugurish, og'ir atletika, kulturizm, marofon sport turlarida har 1 *kg* tana massasiga 2,5-2,9 g, oqsillarga bo'lgan sutkalik ehtiyojning eng kichik ko'rsatkichi – yengil atletikada – sprint, sakrash va chang'i sporti – qisqa masofa, suzish va suv polosi – 2,3-2,5 g, gimnastika va figurali uchish – 2,2-2,5 g larda kuzatiladi.

Shu narsani ta'kidlab o'tish kerakki, asosan chidamkorlikni namoyon qiladigan sport turlari bilan ixtisoslashayotgan sportchilarga tavsiya qilinadigan ovqat ratsionida organizmning energiyaga bo'lgan ehtiyojining 14-15% ni oqsillar ta'minlaydi, tezkorlik-kuchlilik sport turlarida 17-18%, ayrim hollarda to 20% (kulturizm, shtanga). Shu bilan birga, hatto sportning shunday turlari – og'ir atletika, yadro, disk va nayza otish, atletik gimnastika sportchilariga ham har 1 *kg* tana og'irligiga 3 grammdan ko'proq miqdordagi oqsilni qabul qilish tavsiya qilinmaydi, chunki bunday miqdordagi oqsil organizmdagi metabolik jarayonlarga

salbiy ta'sir ko'rsatadi. Jumladan, jigar va buyraklarning funksiyalari buziladi. Oshqozon-ichak yo'lida hazm bo'lmay qolgan oqsillar va aminokislotalar yo'g'on ichakla bakterial bijg'ish jarayoniga duchor bo'lib, ulardan ko'pgina zaharli moddalar – toksinlar ( $H_2S$ , metilmerkaptan, kadaverin, putrestsin, feniletilamin, tiramin, triptamin, krezal, fenol, skatol, indol) hosil bo'ladi. Qonga so'rilib, barcha organ va to'qamalarda moddalar va energiya almashinuv jarayonlarini normal borishini buzadi. Boshqa tomondan olganda, oqsillarni etarli darajada istemol qilmaslik (har 1 kg tana og'irligiga 2 grammdan kam) ham almashinuv jarayonlarini normallashtirishga olib kelmaydi.

10-jadval

**Sportning har xil turlari uchun asosiy ozuqa moddalari va energiyaga bo'lgan sutkalik ehtiyoji (har 1 kg tana massasiga)**

Sport turlari	Oqsillar, g	Yog'lar, g	Uglevod- lar, g	Kaloriya- lilik, kkal
Gimnastika, figurali uchush	2,2-2,5	1,7-1,9	8,6-9,75	59-66
Yengil atletika: sprint, sakrashlar	2,3-2,5	1,8-2,0	9,0-9,8	62-67
O'rtacha va uzoq masofaga yugurish	2,4-2,8	2,0-2,1	10,3-12,0	69-78
Marafon	2,5-2,9	2,0-2,2	11,2-13,0	73-84
Suzish va suv polosi	2,3-2,5	2,2-2,4	9,5-10,0	67-72
Og'ir atletika, kulturizm, disk, nayza, yadro otish	2,5-2,9	1,8-2,0	10,0-11,8	66-77
Kurash, boks	2,4-2,8	1,8-2,2	9,0-11,0	62-75
Sport o'yinlari turlari	2,3-2,6	1,8-2,2	9,5-10,6	63-72
Velosport	2,3-2,7	1,8-2,1	10,6-14,3	69-87
Chang'i sporti: qisqa masofa	2,3-2,5	1,9-2,2	10,2-11,0	67-74
Uzoq masofa	2,4-2,6	2,0-2,4	11,5-12,6	74-82
Konki soprti	2,5-2,7	2,0-2,3	10,0-10,9	69-74

Yuqorida bayon qilinganlardan shu narsa kelib chiqadiki, organizmga ozuqa tarkibida kirayotgan oqsillarning unchalik ko'p bo'lmagan qismi (10-14% atrofida) organizm uchun energiya manbasi sifatida ishlatilsa, ularning asosiy qismi hujayralar uchun asosiy plastik (qurilish) materiali sifatida ishlatiladi. Shu tufayli

iste'mol qilinadigan oqsillarning sifatiga, ularning aminokislotalar tarkibiga, ularda almashinmaydigan aminokislotalarni bo'lishiga alohida ahamiyat beriladi. Sportchilarning organizmi almashinmaydigan aminokislotalarni qo'shimcha ravishda istemol qilishni talab qiladi. 11-jadvalda almashinmaydigan aminokislotalarning tavsiya qilingan sutkalik normalari keltirilgan (har 1 kg tana massasiga mg hisobida).

Sportchilarning istemol qilayotgan oqsillarining yana bir muxim husisiyati ularning aminokislotalar tarkibini balanslashtirilganlik dara-jasidir.

11-jadval

**Organizmning almashinmaydigan aminokislotalarga bo'lgan sutkalik ehtiyoji keltirilgan  
(har 1 kg tana massasiga mg hisobida)**

Aminokislotalar	O'smirlar	Erkaklar	Ayollar
Valin	33	14	11
Izoleysin	28	10-11	10
Leytsin	49	11-14	13
Lizin	59	9-12	10
Metionin	27	11-14	13
Gistidin	25	10	10
Treonin	34	6	7
Triptofan	4	3	3
Fenilalanin	27	11-14	13

Sportchilarning sutkalik ratsionida 55-65% hayvon mahsulotlarining oqsillarining bo'lishi organizm uchun eng optimal hisoblanadi.

Balanslashtirilgan ovqatlanishning boshqa muhim doimiy komponentlaridan biri hayvon va o'simliklarning yog'lari – triglitseridlardir. Yog'larning biologik qiymati ularning yuqori kaloriyaliligi (9,3 kkal oqsillar va uglevodlarning 4,1 kkal nisbatan) va tarkibida huddi vitaminlar, almashinmaydigan aminokislotalar va boshqa kofaktorlar kabi odam organizmida sintezlanishi juda chegaralangan

almashin-maydigan komponentlar – ko'p to'yinmagan moy kislotalarini tutishi bilan belgilanadi. Ularga, asosan o'simlik moylari tarkibida organizmga kiradigan *linol*, *linolen* va *araxidon* kislotalari kiradi. Katta yoshdagi odamlarning ko'p to'yinmagan moy kislotalarga bo'lgan ehtiyoji 3-6 g tashkil qiladi. Odatda 25-30 g o'simlik moyi odam organizmini ana shu miqdordagi ko'p to'yinmagan moy kislotalari bilan bema'lol ta'minlay oladi. Shu narsani eslatib o'tish kerakki, sport bilan sistematik ravishda shug'ullanganda (mashqlanishlar, musobaqalar) organizmning ko'p to'yinmagan kislotalar fosfolipidlar va steroidlarga bo'lgan talabi ko'payadi.

Sportchilar uchun yog'larni istemol qilish normasi sporting turiga qarab 1,7 dan to 2,4 g/kg bo'ladi. Sutkalik ratsionda bu miqdordagi yog'lar ozuqalarning umumiy kaloriyasini to 30% ni ta'minlashga imkon beradi. Lekin, ayniqsa intensiv mashqlanishlar va musobaqalar davrida sportchilarning ratsionida yog'larning miqdorini ozuqalarning umumiy kaloriyasidan 25% gacha va ko'proqqa kamaytirish maqsadga muvofiq hisoblanadi, chunki ular yuqori jismoniy va emotsional yuklamalar vaqtida yomon hazm bo'ladi.

Afsuski, ko'p hollarda kontingentni yoshi, sportning turi, tayyorgarlik bosqichi va boshqa sifatlariga qaramasdan sportchilarning sutkalik ratsionida yog'larni miqdorini ancha ko'paytirib yuborishadi. Sportchining sutkalik ratsionidagi yog'larning tarkibida hayvon yog'lari 65-80% ni, to'yinmagan moy kislotalarini tutgan o'simlik moylari 20-35% ni tashkil qilishi kerak.

Sportchilar oragnizmining uglevodlarga bo'lgan ehtiyoji mashqlanish va musobaqalar vaqtidagi energiyani sarflanishi bilan bog'liq bo'ladi. Maksimal va submaksimal intensivlikdagi yuismoniy yuklamalar davrida sportchi organizmining energiya bilan ta'minlash asosan anaerob bioenergetik jarayonlar hisobiga amalga oshadi. Bu jarayonlarning asosan substratlari bo'lib uglevodlar hizmat qiladi. Sportchilar uchun uglevodlarning sutkalik normasi sportning turiga qarab har 1 kg tana og'irligiga 8,3 dan to 14,3 grammni tashkil qiladi va shu bilan birga 64% kraxmalga va 36% oddiy qantlarga (glyukoza, fruktoza, saxaroza) to'g'ri kelishi kerak. Uglevodlarning asosiy miqdori kraxmalga to'g'ri kelib, u ko'p miqdorda

o'simlik mahsulotlari (donlar, kartoshkaning tugunagi, non-bulochka mahsulotlari)da ko'p miqdorda bo'ladi. kraxmalni birdan ko'p miqdorda istemol qilish qonda glyukozaning miqdorini keskin o'zgarishga (giperglikemiyaga) olib kelmaydi. Chunki uning hazm bo'lishi oshqozon-ichak yo'lida fermentativ parchalanish va glyukozani sekin-asta qonga surilishi bilan bog'liq. Ortiqcha miqdordagi oddiy qantlarni bir qabul qilishda iste'mol qilish qonda glyukozaning konsentrasiyasini keskin ko'paytirishi mumkin, bu esa oshqozonosti bezining insulinni sintezlashini va qonga o'tkazishini kuchaytiradi. Shuning uchun ham sportchining organizmini uglevodlarga to'yintirishni amalga oshirish uchun fruktoza tavsiya qilinadi. Uning glyukozaga nisbatan afzalligi shundan iboratki, fruktozani qabul qilish qondagi qantning (glyukozaning) miqdorini ko'p o'zgarishga olib kelmaydi va shuning uchun oshqozonosti bezidan insulinni ishlab chiqarish va qonga uzatishni talab qilmaydi. Shu bilan birga skelet muskullaridagi glikogenning miqdori glyukozani istemol qilgandagiga nisbatan ancha kam darajada pasayadi.

Sportning turlari va tayyorgarlik davriga qarab sportchilarning sutkalik ovqat ratsionida uglevodlarning miqdori to 800-900 grammgacha oshishi mumkin. Biroq, sportchilarning haqiqiy ovqatlanishi analiz qilinganda sutkalik ratsionning balanslashtirilganligini jiddiy buzilish hollari aniqlangan, ya'ni ratsionda uglevodlarni kamay-tirgan holatda, yog'larni yoki oqsillarni yoki ikkala komponentlarni ham ko'paytirilgan. Bular sportchilarning jismoniy ish qobiliyati va tiklanish jarayonlariga salbiy ta'sir ko'rsatishi mumkin.

Yuqorida ko'rsatilganidek, ozuqa tolalari ovqatlarni normal hazm qilish jarayoni uchun kerak: ular ichak mikroflorasining faoliyati natijasiga hosil bo'lgan toksik (zaharli) moddalar uchun adsorbent bo'lib hizmat qiladi, o't kislotaoarini bog'lab oladi, sterinlarni adsorbtsiya qilib oladi, xolesterinning miqdorini kamaytiradi, ichakning to'lqinsimon harakatini kuchaytiradi va hokozolar. Ozuqa tolalarining manbalari bo'lib hizmat qiladi: yirik tortilgan unnining noni, bug'doy kepaklari, karam, sabzi, rediska, lavlagi, turp, sholg'om, na'matak, olxo'ri, malina, yer tuti, qoraqand (smorodina), ko'k piyoz, ukrop, kashnich, petrushka, salat, selderey va boshqalar. Shu sababli, sportchining organizmini ozuqa tolalariga

bo'lgan ehtiyojini qondirish maqsadida uning ratsioniga yangi sabzovodlardan – karam, bodring, pomidor, ko'k o'tlardan salatlar, ikkinchi sabzovotli ovqatlar, karam va g'alladoshlarning maxsulotlaridan garnirlar, yangi mevalar va rezavor mevalar, sabzavotlarni kiritish maqsadga muvofiq bo'ladi.

Agar asosiy ozuqa moddalarning o'zaro nisbati sport bilan shug'ullanmaydigan odamlarnikiga nisbatan boshqacha bo'lishi sportchilarni ovqatlanishini muhim xususiyatlaridan biri bo'lsa, vitaminlar va mineral elementlarning iste'mol qilishni ancha yuqori normalari sportchilarning ovqatlanishini boshqa muhim xususiyati hisoblanadi. Vitaminlarga oshirilgan ehtiyojni fermentlarni yuqori daraja faolligini va hujayra va to'qimalarda kofermentlarning miqdorini yanada yuqoriroq bo'lishini talab qiladigan sport mashqlarini bajarish vaqtidagi moddalar almashinuvining yuqori intensivligi bilan tushuntirish mumkin. Ma'lumki, ko'pchilik vitaminlar yoki o'zlari koferment hisoblanadi yoki turli kofermentlarning tarkibiga kiradi, ya'ni ular 100 dan ortiq fermentlar tarkibida moddalar almashinuvi jarayonlarida ishtirok etadi.

Sportchilarni tayyorlash jarayonida, ayniqsa jismoniy yuklamalarning hajmi va intensivligi katta bo'lganda, askorbin kislotasi, tiamin, riboflavin, nikotinamid va tokoferollarga bo'lgan talab kuchayadi. Lekin, sportchilarning ovqatidagi vitaminlarning miqdorini energiya sarfini hisobga olgan holda ko'rib chiqish kerak. Masalan, har 1000 *kcal* energiyaga qo'shimcha miqdorda quyidagi vitaminlar talab qilinadi: C – 35 *mg*, B<sub>1</sub> – 0,8 *mg*, B<sub>2</sub> – 0,8 *mg*, PP – 7 *mg* va E – 5 *mg*. 12-jadvalda sportning har xil turlari sportchilari organizmining vitaminlarga bo'lgan sutkalik ehtiyojlari keltirilgan. Shuni ta'kidlab o'tish kerakki, jadvalda keltirilgan ko'rsatkichlar Amerikalik mualliflarning ma'lumotlaridan 1,5-2 marta kattaroq, chunki, bu ovqatlanishning harakteri va AQShdagi mahsulotlarning sifati bilan bog'liq bo'lsa kerak.

Vitaminlarni qo'shimcha qabul qilish zaruriyati (ularning ozuqalardagi miqdoridan tashqari) aslo ularni ortiqcha qabul qilish sport natijalarini yaxshilashga olib kelishi mumkin degan ma'noni bildirmaydi. Aksincha, vitamin preparatlarini nihoyat ortiqcha miqdorda iste'mol qilish sportchi organizmi uchun og'ir oqibatlar

## Sportchilar organizmining vitaminlarga bo'lgan sutkalik ehtiyoji

Sport turlari	Askorbin kislotalari (C) mg	Tiamin (B <sub>1</sub> ) mg	Riboflavin (B <sub>2</sub> ) mg	Panto-ten k-ta (B <sub>3</sub> ) mg	Pirido-ksin (B <sub>6</sub> ) mg	Fol k-tasi (B <sub>c</sub> ) mkg	Kobalamin (B <sub>12</sub> ) mkg	Nikotin k-tasi (PP) mg	Retinol (A) mg	Toko-ferol (E) mg
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Gimnastika, figurali uchush	120-175	2,5-3,5	3,0-4,0	16	5-7	400-500	3-6	21-35	2,0-3,0	15-30
Yengil atletika: sprint, sakrashlar	150-200	2,8-3,6	3,6-4,2	18	5-8	400-500	4-8	30-36	2,5-3,5	22-26
O'rtacha va uzoq masofaga yugurish	180-250	3,0-4,0	3,6-4,8	17	6-9	500-600	5-10	32-42	3,0-3,8	25-40
Marafon	200-350	3,2-5,0	3,85-5,0	19	7-10	500-600	6-10	32-45	3,2-3,8	28-45
Suzish, suv polosi	150-250	2,9-3,9	3,4-4,5	18	6-8	400-500	5-10	32-45	3,2-3,8	28-45
Og'ir atletika, kulturizm, uloqtirish	175-210	2,5-4,0	4,0-5,5	20	7-10	450-600	4-9	25-45	2,8-3,8	20-35
Kurash, boks	175-250	2,4-4,0	3,8-5,2	20	6-10	450-600	4,9	25-45	3,0-3,8	20-30
Eshkak akademik eshish: eshish	200-300	2,1-4,5	3,6-5,3	19	5-8	500-600	5-10	30-35	3,0-3,8	25-45
baydarka, kanoe	180-220	3,0-3,9	3,9-4,4	18	5-8	400-500	4-8	30-35	3,0-3,6	25-30



1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Sport o'yinlari: futbol, xokkey, basketbol, voleybol	190-240	3,0-4,20	3,8-4,8	18	6-9	450-550	5-8	30-40	3,2-3,7	25-35
Velosport: trekda haydash	150-200	3,5-4,0	4,0-4,6	17	6-7	400-500	5-10	28-40	2,8-8,6	28-35
Shsseda haydash	200-350	4,0-4,8	4,6-5,2	19	7-10	500-600	5-10	32-45	3,0-3,8	30-45
Chang'i sporti: qisqa masofalar	150-210	3,4-4,0	3,8-4,6	18	7-9	450-500	5-8	30-40	3,0-3,6	20-40
Uzoq masofalar	200-350	3,8-4,9	4,3-5,6	19	6-9	500-600	6-10	34-45	3,0-3,8	30-45
Konkida yugurish sporti	150-200	3,4-3,9	3,8-4,4	18	7-9	400-550	4-9	30-40	2,5-3,5	20-40

olib kelishi mumkin. 13-jadvalda ortiqcha miqdordagi vitaminlarni qabul qilinganda yuz berishi mumkin bo'lgan bazi bir qo'shimcha salbiy ta'sirlari keltirilgan.

13-jadval

**Ba'zi bir vitaminlarni ortiqcha istemol qilingandagi qo'shimcha salbiy ta'sirlari**

Vitaminlar	Toksik dozasi	Qo'shimcha salbiy ta'siri
Vitamin A	200 <i>mg</i> dan ortiqroq-O'smirlar 60 <i>mg</i> dan ko'proq bolalar (1 marta doza) 6-20 <i>mg</i> katta yoshlilar (sutkalik doza)	Gidrotsefaliyani rivojlanishi, tsirroz, suyaklarni rezobtsiyasi, giperkaltsemiya, gipertriklitseridomiya, teratogen ta'sirlari
Vitamin R	125 <i>mg</i> dan ko'proq (sutkalik doza)	Giperkaltsemiya, apatiya, bosh og'rig'i, flebitlar, diarreya, giperxolisterimiya
Vitamin E	150 <i>mg</i> dan ko'proq (sutkalik doza)	Kuchsizlik, tez toliqish, bosh og'rig'i, flebitlar, diarreya, giperxolisterinemiya
Vitamin V <sub>6</sub>	200 <i>mg</i> dan ko'proq (sutkalik doza)	Kuchsizlik tez toliqish, bosh og'rig'i, flebitlar, sensorli neyropatiya
Vitamin RR	100 <i>mg</i> dan ko'proq (sutkalik doza)	Bronxospazm, giperlikemiya, gipotit, gipertenziya
Vitamin C	2 <i>g</i> dan ko'proq	Ko'ngil aynish, diarreya, V <sub>12</sub> vitaminini parchalanishi

Ma'lumki, vitaminlar turli dopinglar tipidagi stimulyatorlar emas, balki ular ovqatlanishni ng tabiiy omillaridir. Shu bilan birga, yuqori biologik faollikka ega bo'lib, ular ish qobiliyatini oshirish toliqishning boshlinishini orqaga surish, intensiv muskul ishidan so'ng dam olish davrida tiklanish jarayonlarini tezlatish uchun kerak.

Sportchilarning ratsional balanslashtirilgan ovqatlanishining ancha ahamiyatli kerakli komponentlaridan biri **mineral moddalar**, ya'ni bazi bir kimyoviy elementlarning ionlari hisoblanadi. Odatda, ularni organizmdagi miqdoriga qarab ikki guruhga bo'lishadi – makro va mikroelementlar (yuqoriga qarang). Ular odamning (sportchining) ozuqasida suv-tuz almashinuvini boshqarish, kislotashqorli muvozanatni ushlab turish, asosiy metabolik jarayonlarni normal borishi

uchun kerak. Jumladan, ko'pchilik metallarning ionlari ( $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Mn}^{2+}$ ,  $\text{Mo}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{2+}$  va boshqalar) fermentlarning faol markazini tarkibiga kirib, substratlarni bog'lab olish va ularni reaksiyasining ohirgi mahsulotlariga aylantirish jarayonlarida bevosita qatnashadi. Ulardan boshqa birlari ( $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Zn}^{2+}$ ,  $\text{Hg}^{2+}$ ,  $\text{Pb}^{2+}$ ) bir qator fermentlarning ingibitorlari sifatida qatnashadi. Ayniqsa mashiqlanish vaqtida ham, musobaqada ham juda ko'p terlash kuzatiladigan sport turlarida sport bilan susbematik shug'ullanish jarayonida organizmning mineral moddalarga bo'lgan talabi kuchayadi. Eng avvalo bu sport o'yinlari turlariga ta'luqli (ayniqsa organizmning issiqlik almashinuvini qiyin ahvolga solib qo'yadigan himoya-aslaha anjomlari bo'lgan shaybali va to'p xokeylari). Sportning mana shu turlari bilan shug'ullanganda avvalo  $\text{K}^+$  va  $\text{Na}^+$  ionlarga bo'lgan talabi kuchayadi va ularning sutkalik ratsiondagi miqdori 20% dan ko'proqqa oshadi. Shu bilan birga, ayol sportchilar oragnizmning temir ionlarga ( $\text{Fe}^{2+}$ ) bo'lgan yuqori (oshirilgan) talabiga alohida e'tibor berish kerak, chunki ularning metabolizm jarayonida qatnashishi etarli darajada keng va xilma-xil va ularni etishmovchiligi esa animiyaning turli formalarini kelib chiqishiga olib keladi. Sutkalik ovqat ratsionining har 1000 *kcal* energiyasiga 7-8 *mg* qo'shimcha miqdoriga temirni ( $\text{Fe}^{2+}$ ) istemol qilish lozim. Lekin, ovqatning temir ( $\text{Fe}^{2+}$ ) bo'yicha adekvatligi istemsol qilinayotgan temirning apsalyut miqdori bilan emas, balki oshqozon-ichak yo'lida so'rilayotgan temirning miqdori bilan belgilanadi. Ozuqalarda barcha temirlar ikkita ko'rinishda gemli va gemsiz formalarida bo'ladi. Temirning birinchi formasi, ya'ni gemli temir organizmda juda yaxshi so'riladi, boshqa – gemsiz formasining so'rilishi esa ancha qiyinroq bo'ladi. Yog', fosfor, fitinning (dukkakdoshlar va g'alladoshlarning mahsulotlarida) taninning (choyda) ko'p miqdori gemsiz temirning so'rilishini ancha susaytiradi. Aksincha, ozuqa tarkibida oqsillarni (go'sht, baliq, parranda), turli organik kislotalarni (limon, yantar kislotalari), vitaminlarning bo'lishi gemsiz temirni so'rilishini osonlashtiradi.

Sportchilarning ovqatlanishida hayvon va o'simliklardan olingan mahsulotlarning o'zaro to'g'ri nisbati muhim ahamiyatga ega. Hayvon mahsulotlaridan tayyorlangan ozuqa kislotalik xarakterli moddalarga boy bo'ladi, o'simlik ozuqalari

esa ishqoriy harakterli moddalarga boy. Sportchi ratsionini o'simlik mahsulotlari bilan boyitish organizmning ishqorlik rezervlarini (BE) ko'payishiga olib keladi va chidamkorligini oshiradi. Shuning uchun ham ovqatlarning sutkalik kaloriyasini 15-20% ni yangi sabzovotlar, mevalar va ko'k o'tlar hisobiga to'g'ri kelishi kerak.

Yiqorida ko'rib chiqilgan ozuqa moddalarning sportchilar uchun normalari umumiy xarakterga ega. Sutkalik ratsionni tuzish vaqtida sport turining spetsifikasini (o'ziga xosligini), tayyorgarlik etapini, sog'-salomatligini va sportchi organizmining o'ziga hos individual fiziologik-biokimyoviy xususiyatlarini hamda ovqatlanishda uning shaxsiy didi va odatlarini hisobga olish zarur.

### **8.3. Ovqatlanish omillari yordamida sportchilarning ish qobiliyatini oshirish va tiklanish jarayonlarining tezlashtirishning biokimyoviy yo'llari**

Sportchining ovqatlanishi faqat hayot faoliyati uchun normal sharoit yaratibgina qolmasdan, balki sport ish qobiliyatini oshirish, tiklanish jarayonlarini tezlashtirish, katta hajm va yuqori intensivlikdagi jismoniy yuklamalarga organizmni moslashtirish kabi o'ziga xos funksiyalarni bajarishi lozim.

Agar muskul oqsillarini sintezini tezlashtirish va muskullarning massasini oshirish, demak muskul kuchini ko'paytirish uchun ozuqa mahsulotlaridan foydalanish imkoniyatlarini ko'rib chiqsak, u holda muskul oqsillarining boisentezi va almashinuvini kuchaytirish uchun aminakislotalar tarkibi bo'yicha yaxshi balanstirilgan oqsilli ovqat B.A. Rogozkin va hammualliflari (1989) taklif qilgan tavsiyani bajarish kerak bo'ladi. Bu tavsiyaning asosiy mohiyati quyidagilardan iborat:

- sportchi organizmining energiyaga bo'lgan ehtiyoji energiya sarfini hisobga olgan holda oqsil tabiatli bo'lmagan manbalar (uglevodlar, yog'lar) bilan to'la qondirilishi kerak;

- ozuqa o'zining tarkibida oshirilgan miqdordagi (15-30% ga) to'la qiymatli, tez hazm bo'ladigan, asosan hayvonlarning (go'sht, baliq, sut, tuxum) va turli manbalarning oqsillarini tutishi kerak;

- oqsillarga boy ovqatlarni iste'mol qilish soni kuniga 5 martadan kam bo'lmashi kerak;

- ozuqaning oqsil kamponentlarini hazm bo'lishi uchun optimal sharoit yaratish kerak. Masalan, mashqlanishni tugashi bilan go'shtni sabzavotli garnir bilan, maxsus oqsilli preparatlarni mashaqlanishlar oralig'idagi tanafuslar vaqtida maydalangan holda iste'mol qilish kerak;

- oqsillarning biosintezini kuchaytiradigan va muskul massasini oshiradigan vitaminlarni (B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, B<sub>6</sub>, C, PP) iste'mol qilishni ko'paytirish lozim.

Muskul massasini, muskullarning qisqarish tezligi va ularning kuchini oshirish kerak bo'lgan hollarda ovqatlanishning tartibi va ratsionini saqlashga quyidagi maslahatlar yordam beradi:

- tananing massasini muskul yoki yog' hisobiga oshirish mumkin. Agar yog'ning massasini oshirish oson bo'lsa, lekin muskulning massasi faqat jismoniy mashqlanishda oshadi. Kuch ishlatiladigan jismoniy yuklamalarsiz bitta oqsillarga boy ratsiondan foydalanish ko'ngildagi yutuqlarga olib kelmaydi;

- amaliyotda tarqalgan go'sht, tuxim va hokazolarni ko'p miqdorda iste'mol qilish organizm uchun zararli va sport ish qobiliyatini pasaytiradi. U ikki yoqlama xavfni saqlaydi: birinchidan, miokard ishimiyasi, ateroskleroz kabi kasalliklarga moyillikni rivojlantiradi va ikkinchidan, ovqatlanish ratsionii ko'p miqdordagi oqsil uglevodlarga konkurentlik qiladi. Kerakli miqdordagi uglevod-larsiz mashqlanish va muskul massasini oshirish murakkab;

- ratsionga uglevodlar kompleksini g'alla, dukkak, sabzavot va yong'oqlar sifatida kiritilganda, almashinmaydigan aminokislotalar, vitaminlar va mineral moddalarning miqdori ko'payadi va muskul massasini oshishiga ya'ni muskul kuchini ko'payishiga zamin tug'diradigan sharoit yaratiladi.

Ushbu tavsiyalar va maslahatlarga rioya qilish va aniq bajarish intenisiv kuch ishlatiladigan mashqlanishlar davrida kerakli metabolik fonlarni yaratish uchun ozuqaning imkoniyatlaridan faol foydalanishga imkon beradi.

Oqsillarga boy to'laqiyimli ozuqalardan tashqari jismoniy ish qobiliyatini oshirish, tiklash jarayonini tezlashtirish uchun alohida aminokislotalardan

(glyutamin kislotasi, metonin, triptofan va h.k.) foydalanish mumkin. Masalan, *glyutamin kislotasi* bosh miyaning hujayralarida oksidlanish jarayonlarini kuchaytiradi, organizmni gipoksiyaga chidamliligini oshiradi, yurakning faolligini yaxshilaydi, katta jismoniy va psixik yuklamalar paytida tiklanishni tezlashtiradi. Aminokislota – *metionin* jigarining funksiyasini regulyatsiya qiladi. Neytral moylarning parchalanishini kuchaytiradi. Katta jismoniy yuklamalar vaqtida tiklanish jarayonlarining borishini tezlashtiradi. Ko'p to'yinmagan mos kislotalari – linol, linolen va araxidon kislotalari neytral yog'larning parchalanish mahsulotlarini oksidlanishini kuchaytirish bilan organizmning aerob ish qobiliyatini oshiradi.

Sport ish qobiliyatini oshirishga va tiklanish jarayonlarini tezlashishga yordam qiladigan ozuqa omillari o'rtasida vitaminlar alohida o'rinni egallaydi. Jumladan, pangam kislotasi – vitamin B<sub>15</sub> ishlatilayotgan kislorodning miqdorini ko'paytiradi, organizmni gipoksiyaga chidamliligini oshiradi, muskullar, jigar va miokardda glikogennining sintezini, muskullar va miokardda kreatinfosfatning sintezini ham kuchaytiradi. Vitamin B<sub>15</sub> katta jismoniy yuklamalar davrida miokardni haddan tashqari zo'riqish bilan ishlagan hollarida, jigarda og'riq bo'lganda, o'rta va baland tog' sharoitlarida katta yuklamalar davrida tiklanishni tezlashtirish uchun qo'llaniladi.

Vitamin E antigipoksik ta'sirga ega, oksidlanish jarayonlarini boshqaradi, anaerob harakterli ish vaqtida va o'rta balandlik tog' sharoitlarida jismoniy ish qobiliyatni oshiradi. U anaerob va tezkorlik-kuchlilikka yo'naltirilgan katta jismoniy yuklamalar vaqtida, o'rta balandlikdagi tog' sharoitida ish vaqtida qo'llaniladi.

Vitamin C – askarbin kislotasi oksidlanish jarayonlarning samarali sitmulyatori hisoblanadi, chidamkorlikni oshiradi, jismoniy ish qobiliyatni tiklanishini tezlashtiradi. U barcha polivitamin komplekslarini va mashqlanish va musobaqa vaqtida chidamlilik uchun, tog' sharoitida tiklanishni tezlashtirish uchun qo'llaniladigan ozuqa aralashmalari tarkibiga kiradi.

Komplivit – polivitamin kompleksi o'zining tarkibida B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, B<sub>6</sub>, C va PP vitaminlarini etarli darajada ko'p miqdorda tutganligi uchun muskul massasini tez orttirish, ya'ni muskul kuchini ko'paytirish uchun qo'llaniladi.

Shu bilan birga, shu narsani ta'kidlab o'tish kerakki, vitaminlarni haddan tashqari ortiqcha miqdorda iste'mol qilish, birinchi navbatda "Aeroviy", "Dekameviy", "Komplivit", "Undevid" va hokazolarni iste'mol qilish organizm uchun juda og'ir oqibatlariga olib kelishi mumkin (13-jadvalga qarang).

Aerob ish qobiliyati va chidamkorligini oshirish maqsadida sportchilarning organizmini uglevodlar bilan to'yintirish uslublari qabul qilingan. Amerikalik vrachlar Bergetrom va Xaltin asosan chidamkorlikni namoyon qiladigan sport turlarida ixtisoslashayotgan sportchilar organizmini uglevodlar bilan to'yintirishning quyidagi uslubini tavsiya qiladi: startga 10-12 kun qolganda ovqat bilan uglevodlarni iste'mol qilishni kamaytira boshlanadi va jismoniy yuklamalarning hajmi va og'irligini oshirib borgan holda 5-kunga uglevodlarning iste'molini eng kam minimumga tushiriladi. Keyin jismoniy yuklamani sekin-asta pasaytira borib, uglevodlarning eng yaxshisi fruktozani iste'molini ohista oshirib start kuniga to maksimum darajasiga yetkaziladi.

Sport ish qobiliyatini oshirishga erishishning yana muhim yo'llaridan biri aerob bioenergetik jarayonlarning oraliq mahsulotlari – izolimon,  $\beta$ -ketoglutarat, yantar, olma hamda asparagin va glyutamin kislotalarini ozuqa mahsulotlari yoki biologik qiymati oshirilgan mahsulotlar tarkibida startlar oldidan, masofada, chiqishlar o'rtasidagi tanafuslarda, musobaqa davrida (sport o'yinlari turlarida) va hokazolarda iste'mol qilishdir. Ana shu kislotalarning ijobiy ta'sir qilishining asosiy mohiyati shundan iboratki, ularning birinchi to'rttasi (izolimon,  $\beta$ -ektoglutarat, yantar, olma) uch karbon kislotalar tsiklining metabolitlari hisoblanadi, ohirgi ikkitasi – asparagin va glutamin kislotalari esa dezaminirlanib ana shu tsiklning oraliq mahsulotlari – oksalaotsetat va  $\beta$ -keyoglutarat kislotalariga aylanadi.

Keyingi 15-20 yillarda katta sportda jismoniy ish qobiliyatini oshirish va tiklanish jarayonlarini tezlashtirish uchun har bir sport turiga spetsifik ravishda turli farmakologik dorivor moddalardan juda kenng miqyosda foydalanilmoqda. Bularga aminokislotali (oqsilli) preparatlar va BQOM, vitaminlar, anabolik moddalar, gepatoprotektorlar va o't haydovchi preparatlar, kapilyar qon aylanishning

stimulyatorlari va gemostimulyatorlar, immunokorreksiya vositalari, adaptogenlar, aktoprotektorlar, energiyaga boy mahsulotlar va turli metabolitlar. Bularni alohida bo'lim mustaqil ravishda o'rganadi.

### **Asosiy tushunchalar va temaning atamalari**

**Ovqatlanish** – organizmning har qanday fiziologik funksiyalarni energiya va struktura moddalari bilan ta'minlash asosida yotgan barcha biologik hodisalar (ozuqa moddalarni organizmga kirish va parchalanishi)ning yig'indisi ma'nosini bildiradi.

**Ovqatlanishning almashinmaydigan omillari** – ozuqa mahsulotlari tarkibiga kiradigan organik va anorganik moddalar bo'lib, odam va hayvon organizmida sintezlanmaydi. Bularga 40 dan ortiq moddalar kiradi: anorganik ionlar, vitaminlar, almashinmaydigan aminokislotalar, to'yinmagan moy kislotalar va ba'zi bir biologik faol moddalar (kofaktorlar).

**Ovqatlanishning ratsional balanslashtirilgan nazariyasi** – uning asosida faqat organizmni energiya bilan adekvat ta'minlash zaruriyatigina emas, balki uning normal hayot faoliyatini ta'minlash uchun asosiy ozuqa moddalari va azuqalarning boshqa muxim elementlari o'rtasidagi nisbatlarni saqlash tushunchasi yotadi.

**Ozuqa tolalari** – o'simliklarning murakkab uglevodlari – selyuloza (kletchatka), gemotsellyuloza, pektin va lignin.

**Katta yoshli odamlarning sutkalik ehtiyoji** – uglevodlarga - 400-500 g; yog'larga – 80-100 g; oqsillarga – 90-100 g.

**Oqsillar, yog'lar va uglevodlarning sutkalik ratsiondagi optimal nisbatlari** – sport bilan shug'ullanmaydigan odamlar uchun – 1:1:4 yoki ozuqalarning umumiy kaloriyasidan foyizlar hisobida – 14:31:55, sportchilar uchun esa – 1:0,7-0,8:4 va 15:25:60 bo'ladi.

**Asosiy ozuqa moddalarning energiya koeffitsientlari** – oqsillar va uglevodlar  $1g = 4,1 kkal$ , yog'lar –  $1g = 9,3 kkal$ .



## Savollar va topshiriqlar

1. “Ovqatlanish” atamasi nimani anglatadi va ratsional balanslashtirilgan ovqatlanish nazariyasining asosida qanday tushuncha yotadi?

2. Odamning sutkalik ratsioni ozuqa moddalarini tarkibiga kimyoviy moddalarning qaysi guruhlariga kiradi va ular qanday asosiy funksiyalarni bajaradi?

3. Balanslashtirilgan ovqatlanishning umum qabul qilingan formulasiga binoan sport bilan shug'ullanmagan odamlarning sutkalik ratsionida oqsillar, yog'lar va uglevodlarning miqdori qismlarda va ozuqalarning umumiy energiyasining foizlarida qanday nisbatlarda bo'lishi kerak?

4. Sutkalik energiya sarfining miqdori, mashqlanish va musobaqa yuklamalarining intensivligi va boshqa parametrlariga qarab sportchilarning ovqatlarida oqsillar, yog'lar va uglevodlarning optimal nisbatlari qanday bo'lishi kerak?

5. Sport bilan shug'ullanmaydigan odamlar va sportchilarning sutkalik ratsionini umumiy kaloriyaliligi 4500 kkal teng bo'lgandagi oqsillar, yog'lar va uglevodlarning miqdorlarini (gramlarda) va energiya miqdorini (kkal da) asosiy ozuqa moddalarining energetik koeffitsientlaridan foydalanib hisoblab chiqing.

6. Sportchilarda sport bilan shug'ullanmaydigan odamlarga nisbatan qaysi bir vitaminlarni iste'mol qilish miqdori ko'payadi va nima uchun?

7. Jismoniy mashqlarning bajarish sharoitiga qarab sportchilar organizmining mineral moddalarga bo'lgan ehtiyoji qanday o'zgaradi?

8. Mashqlanish va musobaqalar vaqtida ovqatlarning qaysi bir tez ta'sir qiladigan omillari yordamida sport ish qobiliyatini oshirish mumkin?

9. Qaysi ozuqa moddalar sportchilarning organizmida tiklanish jarayonlarini tezlashtirishga olib keladi?

10. Sport ish qobiliyatini oshirish va tiklanish jarayonlarini tezlashtirish uchun sport amaliyotida sportning har bir turiga spetsifik bo'lgan farmakologik dorivor moddalarning qanday guruhlaridan foydalanilmoqda.

## O'zingizni tekshirib ko'ring

1. Sportchi organizmining tiklanishini birinchi va kuchli vositalaridan biri bu:  
a) to'la tinch holat; b) faol dam olish; c) ratsional balanslashtirilgan ovqatlanish; d) fizioterapiya qo'llash.

2. Ratsional balanslashtirilgan ovqatlanish ..... ta'minlab turadigan muhim omillardan biri hisoblanadi: a) vitaminlar; b) sportchining funktsional holatini yuqori darajada; c) energiya resurslari; d) plastik materiallar.

3. Sportchilarning ovqat ratsionida oqsillar, yog'lar va uglevodlarni o'zaro nisbati bo'lishi kerak: a) 1:1:4; b) 1:2:5; c) 0,7:0,9:4; d) 1:0,7-0,8:4.

4. Sportchilarda oqsillar, yog'lar va uglevodlar har biri alohida ozuqalarning umumiy kaloriyaligini energiya (% da) bilan ta'minlaydi. a) 15:25:60; b) 14:31:55; c) 20:30:50; d) 15:35:50.

5. Sutkalik ratsionning umumiy kaloriyaligi 4000 *kkal* bo'lganda, sportchilar uchun oqsillar, yog'lar va uglevodlarning miqdori (grammlarda) bo'lishi kerak: a) 137:130:537; b) 146:108:585; c) 104:100:400; d) 170:166:670.

6. Sportchilar organizmining oqsillarga bo'lgan sutkalik ehtiyojining eng katta ko'rsatkichlari qaysi sport turlarida kuzatiladi? a) sprint, sakrash, suzish; b) uzoq masofaga yugurish, marafon, og'ir atletika; c) sport o'yinlar turlari; d) gimnastika, figurali uchish.

7. Qaysi miqdorda o'simlik moylari organizmning ko'p to'yinmagan moy kislotalarga bo'lgan talabini qondiradi? a) 10-15 g; b) 20-25 g; c) 25-30 g; d) 35-40 g.

8. Nima uchun sportchi organizmini uglevodlarga to'yintirishni amalga oshirish uchun fruktozani iste'mol qilish tavsiya qilinadi? a) oson hazm bo'ladigan monosaxarid; b) saxarozani tarkibiga kiradi; c) tez glyukozaga aylanadi; d) insulin gormonini ishlab chiqarish va qonga uzatishini talab qilmaydi.

9. Sportchilarni tayyorgarligi jarayonida, ayniqsa, jismoniy yuklamalarni hajmi va intensivligi yuqori bo'lgan vaqtda organizmning asosan qaysi vitaminlarga bo'lgan talabi oshadi? a) B<sub>6</sub>, PP, C, B<sub>12</sub>, A; b) B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, PP, C, E; c) A, B<sub>3</sub>, B<sub>12</sub>, E, PP; d) B<sub>3</sub>, B<sub>6</sub>, C, PP, E.

10. Aminokislota – metionin, pangam kislota (V<sub>15</sub>) to'yin-magan moy kislotalar ..... erishiga yordam beradi. a) mushakda glikogenning zahirasini ko'payishiga yordam beradi.; b) muskul massasini oshirishga; c) ish qobiliyatini oshishiga va tiklanishining tezlashishiga; d) sut kisotasini tez yo'qotishga.

## **9. SPORTDA BIODIMYOVIIY NAZORAT**

Organizmni jismoniy yuklamalarga adaptatsiyasida, o'ta mashqlanishda hamda patologik holatlarida organizmda moddalar almashinuvi o'zgaradi, bu turli to'qimalar va biologik suyuqliklarda ayrim metabolitlarni (moddalar almashinuvining mahsulotlari) paydo bo'lishiga olib keladi. Bular funksional o'zgarishlarni aks ettiradi va biokimyoviy test yoki ularning tavsifining ko'rsatkichlari bo'lib xizmat qilishi mumkin. Shuning uchun ham sportda tibbiy, pedagogik, psixologik va fiziologik nazoratlar bilan bir qatorda sportchining funksional holatini biokimyoviy nazorat qilish qo'llaniladi.

Katta sport amaliyotida odatda ayrim sistemalar va butun organizmning funksional holati, uning jismoniy yuklamalar bajarishga tayyorligi haqida to'la va ob'ektiv informatsiya beradigan sportchilarni kompleks ilmiy tekshirish o'tkaziladi. Bunday nazoratni mamlakat terma jamoalari darajasida kompleks ilmiy guruhlar (KIG) amalga oshiradi. KIG tarkibiga birnecha mutaxassislar bioximik, fiziolog, psixolog, shifokor, murabbiy (trener) kiradi.

### **9.1. Biokimyoviy nazoratning vazifalari, turlari va tashkil qilish**

Moddalar almashinuvining biokimyoviy ko'rsatkichlarini aniqlash kompleks tekshirishning quyidagi vazifalarini echishga imkon beradi: bajarilayotgan individual programmaning samaradorligi va ratsionalligini aks ettiradigan sportchining organizmini funksional holatini nazorat qilish, mashqlanish jarayonida asosiy energetik sistemalar va organizmning funksional qayta qurilish adaptatsion o'zgarishlarini kuzatish, sportchilarning metabolizmini predpatologik va patologik o'zgarishlari diagnostikasi. Biokimyoviy nazorat yana shunday xususiy vazifalarni, ya'ni jismoniy yuklamalarga organizm-ning reaksiyasini aniqlash, mashqlanganlik darajasini baholash, farmakologik va boshqa tiklanish vositalarini qo'llashning adekvatligi, muskul faoliyatida energetik metabolik sistemalarining roli, klimatik omillarning ta'siri va hokazolarni hal qilishga imkon beradi. Shuning uchun sport

amaliyotida biokimyoviy nazorat sportchilarning tayyorgarligining turli etaplarida qo'llaniladi.

Malakali sportchilarni tayyorlashning yillik mashqlanish tsiklida biokimyoviy nazoratni har xil turlarga bo'lishadi:

- tayyorlash planiga asosan har kuni o'tkaziladigan kundalik tekshirish (KT);
- yil davomida 3-4 marta o'tkaziladigan – etaplarda kompleks tekshirish (EKT);
- bir yilda 2 marta o'tkaziladigan – chuqurlashtirilgan kompleks tekshirish (ChKT);
- musobaqa faoliyatini tekshirish (MFT).

Kundalik tekshirish asosida sportchining mashqlanganligining asosiy ko'rsatkichlaridan biri – funksional holatini aniqlaydi, jismoniy yuklamalarning shoshilinch va qoldirilgan mashqlanish samara-dorligini belgilaydi, mashqlanish davomida jismoniy yuklamalarni korrektsiya qilib turadi.

Sportchilarning etapli va chuqurlashtirilgan kompleks tekshirish jarayonida biokimyoviy ko'rsatkichlar yordamida kumulyativ mashqlanish samarasini aniqlash mumkin, buning ustiga biokimyoviy nazorat trener, pedagog yoki shifokorga organizmning mashqlanganligi oshishi, funksional sistemalarini takomillashishi hamda boshqa adaptatsion o'zgarishlari haqida tez va yetarli darajada obyektiv informatsiyalarni beradi.

Biokimyoviy tekshirishni tashkil qilish va o'tkazishda test sifatida biokimyoviy ko'rsatkichlarni tanlab olishga alohida ahamiyat beriladi: ular ishonchli yoki qayta takrorlanadigan, ko'p martalik nazorat tekshirishlarida qaytariladigan, informativ, o'rganilayotgan jarayonning mohiyatini aks ettira oladigan hamda sport natijalari bilan bog'langan bo'lishi kerak.

Har bir konkret holda modda almashinuvining turli o'rganiladigan biokimyoviy ko'rsatkichlari aniqlanadi, chunki muskul faoliyati jarayonida metabolizmning ayrim qismlari turlicha o'zgaradi. Berilgan sport turida sport ish qobiliyatini ta'minlashda asosiy bo'lgan moddalar almashinuvining zvenolari birinchi ahamiyatga ega bo'ladi.

Biokimyoviy tekshirishlarda metabolizmning ko'rsatkichlarini aniqlaydigan uslublarning aniqliligi va ishonchliligi muhim ahamiyatga ega. Hozirgi vaqtda sport amaliyotida Shveysariyaning "Doktor Lage" firmasining IP-400 yoki boshqa firmalarning asboblaridan foydalanib, qon zardobida ko'p (60 atrofida) har xil biokimyoviy ko'rsatkichlar ekspress-uslublari yordamida aniqlanmoqda.

O'quv-mashqlanish yig'ilishlarida organizmning funksional holatini nazorat qilish siydik va qonning biokimyoviy analizi uchun maxsus diagnostik ekspress-naborlar yordamida amalga oshiriladi. Bu metodlar ma'lum moddalarning (gdyukoza, oqsillar, vitamin C, keton tanachalari, siydikchil, gemoglobin, nitratlar va h.k.) indikator qog'ozdagi reaktiv bilan reaksiyaga kirishib, uning rangini o'zgartirishga asoslangan. Odatda tekshirilayotgan siydikning tomchisi "Glyukotest", "Pentafan", "Medi-test" yoki boshqa diagnostik testlar-ning indikator tilimiga tomiziladi va 1 minutdan keyin komplektda ilova qilingan indikator shkalasi bilan solishtiriladi.

Bir xil biokimyoviy metodlar va ko'rsatkichlarning o'zini har xil vazifalarni hal qilishda ishlatish mumkin. Masalan, qonda sut kislo-tasining miqdorini aniqlashdan mashqlanganlik darajasini, qo'llanila-yotgan mashqning yo'nalganligi va samaradorligini aniqlashda hamda sportning ayrim turlari bilan shug'ullanish uchun kishilarni saralashda foydalaniladi.

Hal qilinadigan vazifalarga qarab biokimyoviy tekshirishlarning sharoitlari o'zgarib turadi. Mashqlangan va mashqlanmagan orga-nizmlarda nisbatan tinch holatda ko'pchilik biokimyoviy ko'rsatkichlar deyarli farq qilmaganligi sababli ularning o'ziga xos xususiyatlarini aniqlash uchun tekshirishni tinch holatda ertalab nahorda (fiziologik norma), jismoniy yuklamalar vaqtida dinamikada yoki darhol undan keyin hamda tiklanishning har xil vaqtlarida o'tkaziladi.

Sportchilarni tekshirish vaqtida o'rganiladigan jismoniy yukla-malarning har xil tiplari qo'llaniladi va ular standart yoki maksimal (eng yuksak) jismoniy yuklamalar bo'lishi mumkin.

**Standart jismoniy yuklamalar** – maxsus asboblar – ergometrlar yordamida ta'minlanadigan, bajariladigan ishning miqdori va quvvati chegaralangan yuklama.

Eng ko'proq stepergometriya qo'llaniladi (har xil balandlikdagi zinapoyaga har xil tempda chiqib-tushish, masalan, Garvard step-testi – balandligi 50 sm – erkaklar uchun va 40 sm – ayollar uchun skameyka 4-5 minut davomida chiqib-tushish) va veloergometriya (veloergometriyaning ikkita usuli bo'ladi: birinchisida – pedalni aylantirishni 50 vatt quvvatdan boshlaydi va har 6 minutdan keyin yana 50 vatt dan qo'shib boriladi, to yurak urish tezligi turg'unlik holatdan (minutiga 170 urishdan) oshaboshlaganacha va ikkinchisi – boshlang'ich quvvat o'sha 50 vatt, lekin ko'paytirishni har minutda (50 vattga) amalga oshiriladi. mashqlanmagan odam odatda 200-250 vattgacha ytedi xolos, to 500 vatt va undan oshiq pedalni aylantirish tezligi bir xil – minutiga 70 aylantirish).

Hozirgi vaqtda maxsus dozashtirilgan jismoniy yuklamalarni bajarishga imkon beradigan dozametrik komplekslar mavjud: yugurish tredmili, suzish tredmili, eshkak eshish ergometrlari, inertsiyon veloergometrlar va boshqalar. Standart jismoniy yuklamalar individual tafovutlarni aniqlashga yordam beradi va organizmning mashqlanganlik darajasini tavsifi uchun ishlatiladi.

**Maksimal jismoniy yuklamalar** – tayyorgarlikning turli bosqichlarida sportchining mashqlanganlik darajasini aniqlashda qo'llaniladi. Bu holda berilgan sport turi uchun xarakterliroq yuklamalar ishlatiladi. Ular shu mashq uchun mumkin bo'lgan maksimal intensivlikda bajariladi.

Qo'llaniladigan yuklamalarni tanlashda mashqlanganlik darajasi bilan bevosita bog'liq bo'lmagan, jumladan, qo'llanilayotgan mashqning turi, sportchining ixtisosi (sohasi) hamda o'rab olgan vaziyat, muhit temperaturasi, sutkaning vaqti va boshqa omillardan odam organizmining jismoniy yuklamalarga bo'lgan reaksiyasi bog'liq bo'lishi mumkinligini hisobga olish zarur. O'zi uchun odatdagi ishni bajarishda, sportchi uning katta hajmini amalga oshirishi va organizmda qayta metabolik o'zgarishlarga erishishi mumkin. Sportchi moslashgan nihoyatda spetsifik va eng yuqori darajada faqat ish vaqtida namoyon bo'ladigan anaerob imkoniyatlarni o'rganish vaqtida bu juda yaqqol namoyon bo'ladi. Shunday qilib, velosipedchilar uchun eng qulayi veloergometrik testlar hisoblanadi, yuguruvchilar uchun – yugurish testlari va h.k. Biroq, bu engil atletikachilar yoki sportning

boshqa turlarini sportchilari uchun bajariladigan ishning hajmini eng aniq hisobga oladigan veloergometrik testlardan foydalanish mumkin emas degan ma'noni bildirmaydi. Lekin, velosipedchilar o'sha malakali va o'sha quvvat zonasiga taalluqli mashqlarda ixtisoslashgan sportning boshqa turlari vakillariga nisbatan ustunlikka ega bo'ladilar.

Foydalanilayotgan quvvati va davomiyligi bo'yicha spetsifik test yuklamalari mashqlanish jarayonida sportchilar tomonidan bajarilayotgan yuklamaga mos bo'lishi kerak. Masalan, qisqa va o'ta uzoq masofalarga ixtisoslashgan engil atletikachi – yuguruvchilar uchun test yuklamalari har xil, ya'ni ularning asosiy harakat sifatlari – tezlik yoki chidamlilikni ro'yobga chiqaradigan bo'lishi kerak. Testlovchi jismoniy yuklamalarni qo'llashni muhim shartlaridan biri – ularning quvvati yoki intensivligi va davomiyligini aniq belgilashdir.

Ilmiy tadqiqotlarning natijalariga yana o'rab olgan muhitning harorati, tadqiqotni o'tkazish vaqti va sportchining sog'-salomatligi ham ta'sir qiladi. Eng kam ish qobiliyati muhitning yuqori darajali haroratida hamda ertalabki va kechki vaqtlarda kuzatiladi. Test o'tkazishga ham xuddi sport mashqlanishlaridagidek, ayniqsa maksimal yuklamalar qo'llanilganda, faqat to'la sog'lom sportchilarga ruxsat berilishi kerak. Kontrol biokimyoviy tekshirishlar ertalab nahorda sutka davomida nisbatan dam olishdan keyin o'tkaziladi.

Jismoniy yuklamalar ta'sirida biokimyoviy ko'rsatkichlarning o'zgarishi sportchining mashqlanganlik darajasi, bajarilgan yuklama-larning hajmi, ularning intensivligi va anaerob yoki aerob yo'nalganligi hamda tekshirilayotganlarning jinsi va yoshiga bog'liq bo'ladi. Standart jismoniy yuklamalardan keyin katta biokimyoviy o'zgarishlar kamroq mashqdangan odamlarda, maksimal yuklamadan keyin esa – yuqori darajada mashqlanganlarda kuzatiladi. Shu bilan birga sportchilar uchun spetsifik yuklamalarni musobaqa sharoitida yoki taxminan musobaqa yaqinlashgan sharoitda bajarishdan keyin mashqlangan organizmda mashqlanmagan odamlar uchun xarakterli bo'lmagan katta biokimyoviy o'zgarishlar kuzatilishi mumkin.



## 9.2. Tekshirish materiallari va asosiy biokimyoviy ko'rsatkichlar

Biokimyoviy tekshirish materiallari bo'lib nafas bilan chiqari-layotgan havo va biologik suyuqliklar – qon, siydik, so'lak, ter hamda muskul to'qimasi xizmat qiladi.

**Nafas bilan chiqarilayotgan havo** – organizmda energiya almashinuv jarayonlarini tekshirishning asosiy materiallaridan biri. Unda iste'mol qilinayotgan kislorod va nafas bilan chiqarilayotgan karbonat anhidrid ( $\text{CO}_2$ ) gazining miqdori aniqlanadi. Bu ko'rsat-kichlarning o'zaro nisbati ma'lum darajada energiya almashinuv jarayonlarining intensivligi, ularda ATP resintezining anaerob va aerob mexanizmlarining hissalarini aks ettiradi.

**Qon** – biokimyoviy tekshirishlarning eng muhim materiallaridan biri sifatida ishlatiladi, chunki unda organizmning to'qima suyuqliklari va limfasidagi barcha metabolik o'zgarishlar aks etadi. Qonning yoki uning suyuq qismi – zardobining tarkibini o'zgarishiga qarab organizm ichki muhitining gomeostatik holati yoki sport ish faoliyatida uning o'zgarishi haqida fikr yuritish mumkin (14-jadval). Ko'pchilik teshirishlar uchun uncha ko'p bo'lmagan miqdordagi (0,01-0,05 ml) qon talab qilinadi, shuning uchun uni nomsiz barmoq yoki quloqning solinchagi uchidan olinadi.

Jismoniy yuklamalar va muhitning boshqa omillari ta'sir qilgan vaqtda hamda moddalar almashinuvining patologik o'zgarishlarida yoki farmokologik vositalar qabul qilgandan keyin qonning ayrim komponentlarining miqdori ancha o'zgaradi.

Shunday qilib, qonning analizini natijalari bo'yicha odamning sog'ligini, uning mashqlanganlik darajasini, adaptatsion jarayonlarning borishini va boshqalarni ta'riflab berish mumkin. Keyingi yillarda SPID kasalligini yuqtirib qo'yish xavfi sababli qonni tekshirishni barcha ehtiyotkorlik choralariga amal qilgan holda o'tkazish lozim.

**Siydik** – organizmning asosiy ayirish organi – buyrakning ishini hamda turli organ va to'qimalardagi almashinuv jarayonlarning dinamikasini ma'lum darajada

**Katta yoshli sog'lom odamning qoni va uning zardobining asosiy kimyoviy komponentlari**

Qonning komponentlari	Toza qon	Qon zardobi
Suv, %	75-85	90-91
Quruq qoldiq (qon oqsili), %	15-25	9-10
Umumiy oqsil, g/l	-	65-80
Gemoglobin, g/l	120-140 (ayollar) 140-160 (erkaklar)	-
Gemotokrat, ml/100 ml	37-47 (ayollar) 40-54 (erkaklar)	-
Globulinlar, g/l	-	20-30
Albuminlar, g/l	-	40-50
Siydikchil, mmol/l	3,30-6,60	3,30-6,60
Siydik kislotasi, mmol/l	0,18-0,24	0,24-0,29
Kreatin, mmol/l	0,23-0,38	0,08-0,11
Kreatinin, mmol/l	0,06-0,067	0,06-0,067
Glyukoza, mmol/l	3,30-5,50	3,60-5,50
Sut kislotasi, mmol/l	-	1,00-2,50
Pirouzum kislotasi, mmol/l	-	0,07-0,14
Neytral yog'lar, mmol/l	1,00-2,60	1,20-2,80
Erkin moy kislotalari, mmol/l	-	0,10-0,40
Xolesterin umumiy, mmol/l	3,90-5,20	3,90-6,50
Keton tanachalari, mmol/l	-	8-30
Atsetosirka kislotasi, mmol/l	-	0,05-0,19
Atseton, mmol/l	0,20	0,20-0,30
Limon kislotasi, mmol/l	-	0,10-0,15
Askorbin kislotasi, mmol/l	-	0,05-0,10
Bilirubin umumiy, mmol/l	-	4-26
pH	7,35-7,45	-

aks ettiradi. Shuning uchun uning miqdori va sifatini o'zgarishi bo'yicha moddalar almashiguvining ayrim zvenolarini holati, ularning ortiqcha miqdorda kirishi, organizmdagi gomeostatik reaksiyalarning buzilishi, shu jumladan muskul faoliyati bilan bog'liq bo'lgan va boshqalar haqida fikr yuritish mumkin.

Organizmdan siydik bilan ortiqcha suvlar, ko'pchilik elektrolitlar, moddalar almashinuvining oraliq va oxirgi mahsulotlari, gormonlar, vitaminlar, begona moddalar chiqarib tashlanadi (15-jadval).

15-jadval

**Katta yoshli sog'lom odam siydigining kimyoviy tarkibi**

Siydikning komponentlari	Normadagi miqdori	
	<i>g/sutka</i>	<i>mmol/sutka</i>
Organik moddalar	22-46	-
Siydikchil	20-35	333-583
Aminokislotalar	1,1 gacha	8,8
Kreatinin	1,0-2,0	8,8-17,7
Siydik kislotasi	0,2-1,2	1,2-7,1
Glyukoza	0	0
Oqsil	0	0
Anorganik moddalar	15-25	-
Xlorid	3,6-9,0	100-250
Anorganik fosfor	0,9-1,3	29-45
Fosfatlar	2,0-6,7	-
Natriy	3,0-6,0	130-260
Kaliy	1,5-3,2	38-82
Kaltsiy (umumiy)	0,1-0,25	2,5-6,2
Magniy	0,1-0,2	4,2-8,4
Bikarbonatlar	-	0,5 <i>mmol/l</i> (pH 5,6 da)
Ammiakning azoti	0,5-1,0	36-71
pH	4,6-8,0	-

Siydikning sutkalik miqdori (diurez) normada o'rtacha 1,5 l ni tashkil qiladi. Siydikni sutka davomida yig'adi, bu esa tekshirishlarni o'tkazishda ma'lum qiyinchiliklar tug'diradi. Ba'zan siydikni mayda portsiyalarda (har 2 soatdan keyin) olinadi va jismoniy ishni boshlash-gacha va undan keyingi porsiyalarni belgilab qo'yiladi. Qisqa muddatli mashqlanishlardan so'ng siydik tekshirish ishonchli

obyekt bo'la olmaydi, chunki undan so'ng analiz uchun kerakli miqdordagi siydikni birdaniga yig'ib olish juda qiyin.

Organizmning turli funksional holatlarida, shu jumladan jismoniy yuklamalar ta'sirida, siydikda norma uchun xarakterli bo'lmagan kimyoviy moddalar paydo bo'lishi mumkin: glyukoza, oqsil, keton tanachalari, o't pigmentlari, qonning shakl elementlari va h.k. Siydikda bu moddalarni aniqlash ayrim kasalliklarni biokimyoviy diagnostikasida hamda sport amaliyotida mashqlanish jarayonlarining samara-dorligini, sportchilarning salomatligini nazorat qilish uchun ishlatilishi mumkin.

**So'lak** – odatda boshqa biokimyoviy materiallar bilan baravariga ishlatiladi. So'lakda elektrolitlarni (Na va K), pH, fermentlarning faolligini (amilazalar) aniqlanadi. Shunday fikr bor, unga ko'ra so'lak qonga nisbatan kamroq buferlik hajmiga ega bo'lib, odam organiz-mining kislotali-ishqorli muvozanatini o'zgarishini yaxshi aks ettiradi. Lekin, so'lak tekshirish materiali sifatida keng tarqalmagan, chunki uning tarkibi faqat jismoniy yuklamalar va ular bilan bog'liq bo'lgan to'qimadagi moddalar almashinuvining o'zgarishlarigagina emas, balki to'qlikka (“och” yoki “to'q” so'lak) bog'liq bo'ladi.

**Ter** – ayrim hollarda tekshirish materiali sifatida qiziqtiradi. Tekshirish uchun kerak bo'lgan miqdordagi ter paxta ipidan qilingan ichki kiyim yoki sochiq yordamida yig'iladi, terni har xil kompo-netlarini chiqarib olish uchun ularni distillangan suvda ivitib qo'yiladi. Ekstrakti vakuum ostida bug'lantiriladi va qoldiqni analiz qilinadi.

**Muskul to'qimasi** – muskul faoliyatining biokimyoviy nazorat qilishni juda namunali materiali hisoblanadi, biroq juda kam ishlatiladi, chunki muskul to'qimasi namunasini ignasimon biopsiya usuli bilan olish kerak. Buning uchun tekshirilayotgan muskulning ustida teridan kichkina kesik qilinadi va maxsus nina yordamida muskul to'qimasidan bo'lakcha (namuna) olinadi (2-3 mg), darhol u suyuq azotda muzlatiladi va keyinchalik unda struktura va biokimyoviy analizlar o'tkaziladi. Namunalarda struktura oqsillarining (aktin va miozin) miqdorini, miozinning ATP-aza faolligini, energetik potentsiallarning (ATP, KrP, gliko-

genlarning miqdorini) ko'rsatkichlarini energiya almashinuvining mahsulotlarini, elektrolitlar va boshqalarni aniqlanadi. Ularning miqdorlari bo'yicha muskulning tarkibi va funksional faolligi, uning energetik potentsiali hamda bir martalik jismoniy yuklamalar yoki uzoq vaqt davom etadigan mashqlanish ta'sirida sodir bo'ladigan o'zgarishlar haqida fikr yuritish mumkin.

Sport amaliyotida biokimyoviy tekshirishlar vaqtida quyidagi biokimyoviy ko'rsatkichlar ishlatiladi:

- energetik substratlar (ATP, KrP, glyukoza, erkin moy kislotalari);
- energiya almashinuvining fermentlari (ATP-aza, kreatinkinaza, sitoxromoksidaza, lektatdegidrogenaza va h.k.);
- uglevodlar, lipidlar va oqsillar almashinuvining oraliq va oxirgi mahsulotlari (sut va piruzum kislotalari, keton tanachalari, siydikchil, kreatin, kreatinin, siydik kislotasi, CO<sub>2</sub> va boshqalar); qonning pH, CO<sub>2</sub> – parsial bosimi, rezerv ishqorlik yoki buferlik asoslarining ortiqchasi va boshqalar);
- moddalar almashinuvining regulyatorlari (fermentlar, gormonlar, vitaminlar, aktivatorlar, ingibatorlar);
- biokimyoviy suyuqliklardan mineral moddalar (masalan, bikarbonatlar va fosfor kislotasining tuzlari, bularni qonning buferlik hajmini tavsifi uchun aniqlanadi);
- qonning zardobida oqsillarning umumiy miqdori, oqsil fraktsiyalarining miqdori va nisbatlari;
- anabolik steroidlar va sport praktikasida man etilgan boshqa moddalar (dopinglar), ularni aniqlash – doping nazoratining vazifasi.

### **9.3. Qon va siydiklarning tarkibini asosiy biokimyoviy ko'rsatkichlari, muskul faoliyatida ularning o'zgarishi**

#### **9.3.1. Uglevodlar almashinuvining ko'rsatkichlari**

**Glyukoza.** Qonda glyukozaning miqdori nisbatan doimiy – 3,3-5,5 *mmol/l* (80-120 *mg%*) bo'lib, u maxsus mexanizmlar (gormonlar) bilan boshqarilib turiladi. Qonda uning miqdorini o'zgarishi muskul faoliyati vaqtida individual

bo'lib, organizmning mashqlanganlik darajasiga, jismoniy mashqning quvvati va davom etish vaqtiga bog'liq bo'ladi. Qisqa muddatli submaksimal intensivlikdagi jismoniy yuklamalar jigar glikogenini jalb qilishini kuchaytirish hisobiga qondagi glyukozaning miqdorini ko'paytirishi mumkin. Uzoq davom etadigan jismoniy yuklamalar qonda glyukozaning miqdorini pasaytirishga olib keladi. Qonda glyukozaning kontsentratsiyasini yuqori bo'lishi jigar glikogenining intensiv parchalanishidan yoki glyukozani to'qimalar nisbatan kam ishlatishidan dalolat beradi, uning past kontsentratsiyasi esa – jigar glikogenining zahirasi tugallanishidan yoki glyukozani organizmning to'qimalari intensiv ishlatishidan dalolat beradi.

Qondagi glyukozaning miqdorini o'zgarishi bo'yicha muskul faoliyati vaqtida organizmning to'qimalarida uning aerob oksidlanish tezligi va jigar glikogenining jalb qilinishi intensivligi haqida fikr yuritish mumkin. Sport diagnostikasida uglevodlar almashinuvining bu ko'rsatkichi mustaqil ravishda kam ishlatiladi, chunki qonda glyuko-zaning darajasi faqat organizmga jismoniy yuklamalarning ta'siridagina emas, balki odamning emotsional holati, boshqarishning gumoral mexanizmlari, ovqatlanish va boshqa omillarga ham bog'liq bo'ladi.

Sog'lom odamning siydigida glyukoza bo'lmaydi, ammo intensiv muskul faoliyati vaqtida, start oldidan emotsional hayajonlanganda va ozuqalar bilan uglevodlarning ortiqcha miqdorini organizmga kirishi (alimantar **glyukozuriya**) natijasida qonda uning miqdorini oshishi (**giperglikemiya** holati)da paydo bo'lishi mumkin. Jismoniy yuklamalar vaqtida qonda glyukozani paydo bo'lishi jigar glikogenining intensiv jalb qilinishidan dalolat beradi. Siydikda glyukozaning doimo bo'lishi qand diabeti bilan kasallanish diagnostik testi hisoblanadi.

**Sut kislotasi.** Skelet muskullarida ATP resintezining glikolitik mexanizmi sut kislotasining hosil bo'lishi bilan tugaydi va u keyin qonga o'tadi. Uning qonga o'tishi ishni tugatgandan so'ng sekin-asta ro'y berib, ish tamom bo'lgandan keyin 3-7-minutlarda o'zining maksimumiga erishadi. Normada nisbatan tinch holatda qonda sut kislotasining miqdori 1-1,5 *mmol/l* (15-30 *mg%*) ni tashkil qiladi va

intensiv jismoniy ishni bajargan vaqtda ancha ko'payadi, shu bilan birga uni qonda to'planishi muskullarda hosil bo'lishiga to'g'ri keladi va zo'riqqan qisqa muddatli yuklamalardan so'ng uning miqdori juda ko'payib, holi-joni qolmay charchaguncha ishlagan vaqtda to  $30 \text{ mmol.kg.massaga}$  yetishi mumkin. Sut kislotasining miqdori arterial qonga nisbatan vena qonida ko'p bo'ladi. Yuklamaning quvvatini oshirishi bilan qonda sut kislotasining miqdori mashqlanmagan odamlarda to  $5-6 \text{ mmol/l}$ , mashqlanganlarda to  $20 \text{ mmol/l}$  va undan ortiqgacha ko'payishi mumkin. Jismoniy yuklamalarning aerob zonasida sut kislotasining miqdori  $2-4 \text{ mmol/l}$ , aralashda –  $4-10 \text{ mmol/l}$  va anaerobda  $10 \text{ mmol/l}$  dan ko'proqni tashkil qiladi. Anaerob almashinuvning shartli chegarasi  $1 \text{ l}$  qonda  $4 \text{ mmol}$  sut kislotasi bo'lishiga to'g'ri keladi va anaerob almashinuv bo'sag'asi (AAB) sifatida belgilanadi. Mashqlanish jarayoning turli bosqichlarida standart ishni bajarganda bitta sportchining o'zida sut kislotasining kamayishi uning mashqlanganligini yaxshilanishi, ko'payishi esa yomonlangan-ligidan dalolat beradi. Maksimal ishni bajargandan keyin qonda sut kislotasining konsentratsiyasi yuqori bo'lishi yaxshi sport natijalari vaqtida mashqlanganlikning yuqoriroq darajasi yoki glikolizning kattaroq metabolik hajmi, uning fermentlarini pH ni kislotalik tomonga siljishiga chidamliroqligidan dalolat beradi. Shunday qilib, ma'lum jismoniy yuklamalarni bajargandan so'ng qonda sut kislotasining konsentratsiyasini o'zgarishi sportchining mashqlanganlik holati bilan bog'liq. Qonda uning miqdorini o'zgarishi bo'yicha organizmning anaerob glikolitik imkoniyatlarini aniqlaydi, bu sportchilarni saralab olish, ularning harakatlantiruvchi sifatlarini rivojlantirish, mashqlanish yuklamalari va organizmning tiklanish jarayonlarining borishini nazorat qilishda muhim ahamiyatga ega.

### 9.3.2. Lipidlar almashinuvining ko'rsatkichlari

**Erkin moy kislotalari.** Lipidlarning struktura komponentlari bo'lib, qonda erkin moy kislotalarining (EMK) darajasi jigar va yog' depolarida triglitserialarning fermentativ parchalanish tezligini aks ettiradi. Normada ularning qondagi miqdori  $0,1-0,4 \text{ mmol/l}$  ni tashkil qiladi va uzoq muddatli jismoniy

yuklamalar vaqtida ko'payib ketadi. Qonda EMKning miqdorini o'zgarishi bo'yicha muskul faoliyatining energiya bilan ta'minlash jarayonlariga qo'shilish darajasini hamda energetik sistemalarning tejamliligini yoki lipidlar va uglevodlar almashinuvining o'rtasidagi bog'lanish darajasini nazorat qiladi. Aerob yuklarni bajarish vaqtida energiya ta'minotining ana shu mexanizmlarini yuqori darajada bog'langanligi sportchining yuqori darajali funktsional tayyorgarligini ko'rsatkichlari hisoblanadi.

**Keton tanachalari.** Organizm to'qimalarida moy kislotalarining kuchli oksidlanish vaqtida ular jigarda atsetil-KoA lardan hosil bo'ladi. Keton tanachalari jigardan qonga o'tadi va to'qimalarga etkazib beriladi, u yerda ko'p qismi energiya substrati sifatida ishlatiladi, kamrog'i – organizmdan chiqarib tashlanadi. Qonda keton tanachalarining miqdori ma'lum darajada yog'larning oksidlanish tezligini aks ettiradi. Qonda keton tanachalarining miqdori normada nisbatan ko'p emas va  $8 \text{ mmol/l}$  ni tashkil qiladi. Qonda to  $20 \text{ mmol/l}$  gacha to'planganda (**ketonemiya**), ular siydik tarkibida paydo bo'lishi mumkin, vaholanki, normada siydik tarkibida keton tanachalari aniqlanmaydi. Siydikda ularning paydo bo'lishi (**ketonuriya**) sog'lom kishilarda och qolganda, ovqat ratsionidan uglevodlarni chiqarib tashlaganda hamda katta quvvatli va uzoq muddatli jismoniy yuklarni bajarish vaqtida kuzatish mumkin. Bu ko'rsatkich qand diabete, tireotoksikoz kasalliklarini aniqlashda diagnostik ahamiyatga ham ega.

Muskul faolligi vaqtida qonda keton tanachalarining ko'payishi va ularning siydikda paydo bo'lishi bo'yicha energiya bilan ta'minlashni uglevodli manbalardan lipidlarga o'tishini aniqlanadi. Lipid manbalarining ertaroq jalb qilinishi muskul faoliyatini energiya bilan ta'minlash aerob mexanizmlarini organizmning mashqlanganligini ortishi bilan o'zaro bog'liq bo'lgan tejamliligini ko'rsatadi.

**Xolesterin.** Bu organizmda energiya hosil qilish jarayonlarida qatnashmaydigan steroid lipidlarning vakili. Qonning plazmasida (zardobida) normada xolesterinning miqdori  $3,9-6,5 \text{ mmol/l}$  ni tashkil qiladi va jinsiga (erkaklarda ko'proq), yoshiga (bolalarda kam), dietasiga (vegetariantlarda kam), harakatlantiruvchi faolliklariga bog'liq bo'ladi. Qon zardobida xolesterin va uning ayrim



lipoproteid komplekslarining doimo ko'payib borishi qon tomirlarini zararlanishi bilan sodir bo'ladigan og'ir kasallik – **aterosklerozning** rivojlanishini diagnostik testi bo'lib xizmat qiladi. Qonda xolesterinning konsentratsiyasi bilan yurak tomirlarini buzilishi o'rtasida bog'liqlik borligi o'rnatilgan. Yurakning tomirlari zararlanganda miokardning ishemiyasi yoki infarkt, miyaning tomirlari – insultlar, oyoqning tomirlari – oyoqlarning atrofiyasi kuzatiladi. Keyingi yillarda olib borilgan ilmiy-tadqiqot ishlarida shu narsa aniqlangan, ya'ni odam organizmidan xolesterinni chiqarib tashlashga sabzavotlarda, mevalarda, qora nonda va boshqa mahsulotlarda bo'ladigan ozuqa tolalari (kletchatka) hamda letsitin va jismoniy mashqlar bilan doimo shug'ullanish yordam beradi.

**Lipidlarning pereksidli oksidlanishini (LPO) mahsulotlari.** Jismoniy yuklamalar vaqtida lipidlarning perekisli oksidlanish jarayonlari kuchayadi va bu jarayonlarning mahsulotlari to'planadi, bu jismoniy ish qobiliyatini belgilaydigan omillarning biri hisoblanadi. Shuning uchun organizmning jismoniy yuklamalarga reaksiyasini biokimyoviy nazorat qilishda, sportchilarning maxsus tayyorlanganligini aniqlashda, stress-sindrom rivojlanishida biodestruktiv jarayonlarning chuqurligini aniqlashda qonda perekisli oksidlanishning mahsulotlari – malon dialdegidi, dien konyugatlari hamda glutation-peroksidaza, glutationreduktaza va katalaza fermentlarining faolligini analiz qilinadi.

**Fosfolipidlar.** Qonda fosfolipidlarning miqdori normada 1,52-3,62 g/l ni tashkil qiladi. Qonda ularning miqdorini ko'payishi diabetda, buyrakning kasalliklarida, qalqonsimon bezning gipofunksiyasida va almashinuvning boshqa buzilishlarida, kamayishi esa – jigarning yog'li distrofiyasi vaqtida, ya'ni ularni sintezlaydigan jigarning strukturalari zararlangan chog'da kuzatiladi. Fosfolipidlarning sintezini stimulyatsiya qilish va qonda triglitseridlarning miqdorini pasaytirish uchun ovqat bilan lipotrop moddalarni iste'mol qilishni ko'paytirish kerak. Uzoq davom etadigan jismoniy yuklamalar jigarning yog'li distrofiyasi bilan birga sodir bo'lganligi sababli sport amaliyotida ba'zan qonda triglitseridlar va fosfolipidlarning miqdorini nazorat qilib turiladi.

### 9.3.3. Oqsil almashuvining ko'rsatkichlari

**Gemoglobin.** Kislrod tashish funktsiya sini bajaradigan gemoglobin qon eritrotsitlarining asosiy oqsili hisoblanadi. U kislrodni bog'lab oladigan temirni tutadi. Qonda gemoglobinning konsentratsiyasi jinsga bog'liq bo'ladi va ayollar uchun – 7,5-8,0 *mmol/l* (120-140 *g/l*) va erkaklar uchun – 8,0-10,0 *mmol/l* (140-160 *g/l*)ni tashkil qiladi. Muskul faoliyati vaqtida organizmning kislrodga ehtiyoji keskin oshadi, bu ehtiyoj qondan kislrodni to'laroq shimib olish hisobiga, qon aylanish tezligini oshishi hamda qon umumiy massasini o'zgarishi hisobiga qonda gemoglobinning miqdorini sekin-asta ko'payishi hisobiga ta'minlanadi. Sportning chidamkorlik muhim ahamiyatga ega bo'lgan turlarida sportchilarning mashqlanganlik darajasi oshishi bilan qonda gemoglobinning konsentratsiyasi ayollarda o'rtacha to 130-150 *g/l*, erkaklarda – to 160-180 *g/l* ko'payadi. Qonda gemoglobinning miqdorini ko'payishi gipoksik sharoitlarda organizmni jismoniy yuklamalarga ma'lum darajada moslashishini aks ettiradi.

Intensiv mashqlanishlar davrida, ayniqsa sportning siklik turlari bilan shug'ullanayotgan ayollarda hamda noratsional ovqatlanish vaqtida qonda eritrotsitlarni emirilishi (parchalanishi) va eritrotsitlarning konsentratsiyasi to 90 *g/l* va undan pastroqqa kamayish sodir bo'ladi, bu temir defitsitli “**sport anemiyasi**” sifatida qabul qilinadi. Bunday hollarda mashqlanish dasturlarini o'zgartirish, ovqat ratsionida oqsilli taomlar, temir va B-guruh vitaminlarini ko'paytirish lozim.

Qonda gemoglobinning miqdori bo'yicha organizmning aerob imkoniyatlari, aerob mashqlanish mashg'ulotlarining samaradorligi va sportchining salomatligi haqida fikr yuritish mumkin.

**Mioglobin.** Skelet va yurak muskullarining sarkoplazmasida gemoglobin singari kislrodni tashish funksiyasini bajaradigan yuqori darajada ixtisoslashgan oqsil – mioglobin bo'ladi. Qonda mioglobin-ning miqdori normada juda kam (10-70 *ng/l*). Jismoniy yuklamalar ta'sirida, organizmning patologik holatlarida u muskul tolasi hujayra-laridan qonga o'tishi mumkin, bu esa uning qondagi

miqdorini ko'payishiga va siydikda paydo bo'lishiga (**mioglobinuriya**) olib keladi. Qonda mioglobinning miqdori bajarilgan jismoniy yuklamaning hajmi hamda sportchining mashqlanganlik darajasiga bog'liq. Shuning uchun bu ko'rsatkich ishlayotgan skelet muskullarining funksional holatini diagnostikasi uchun qo'llanilishi mumkin.

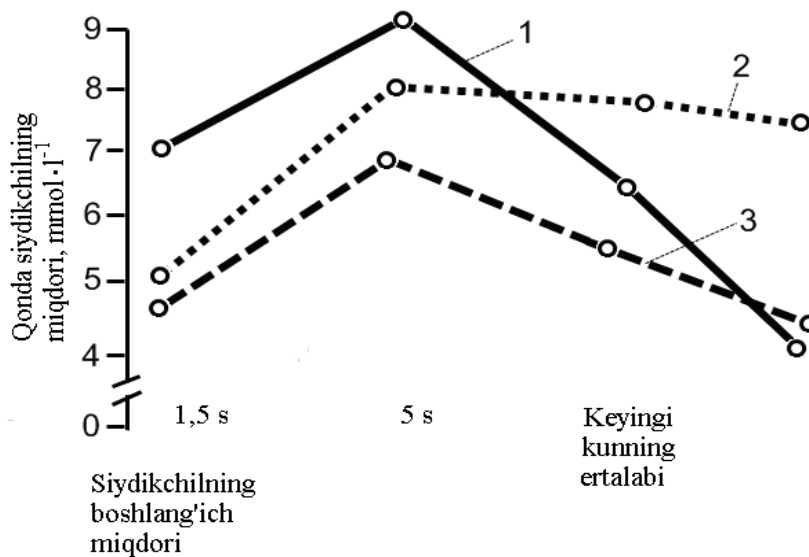
**Aktin.** Skelet muskullaridagi struktura va qisqartiruvchi oqsil sifatidagi aktinning miqdori mashqlanish jarayonida jiddiy o'zgaradi. Muskullarda uning miqdori bo'yicha mashqlanish vaqtida sportchilarning tezkorlik-kuchlilik sifatlarini nazorat qilish mumkin edi, biroq, muskullarda uning miqdorini aniqlash katta uslubiy qiyinchilik-lar bilan bog'langan. Shunga qaramay, jismoniy yuklamalarni bajargandan so'ng qonda aktinni paydo bo'lishi kuzatiladi, bu esa skelet muskullarining miofibrillar strukturalarini emirilishi yoki yangilanishidan dalolat beradi. Qonda aktinning miqdorini radioim-munologik uslubi yordamida aniqlanadi va uning o'zgarishi bo'yicha jismoniy yuklamalarni ko'tara olishlik darajasi, muskul ishidan so'ng miofibrillarining tiklanish intensivligi haqida fikr yuritiladi.

**Albuminlar va globulinlar.** Bular qon zardobining kichik molekulyar asosiy oqsillari. Albuminlar qon zardobining barcha oqsillarining 50-60% ni, globulinlar – 35-40% ni tashkil qiladi. Ular organizmda turli-tuman funksiyalarni bajarishadi: immun sistemasining tarkibiga kiradi (ayniqsa globulinlar), organizmni infeksiyalar-dan saqlaydi, qonning pH ni ushlab turishda qatnashadi, turli organik va anorganik moddalarni tashiydi, boshqa moddalarni tuzilishida qatnashadi. Ularning qon zardobidagi miqdoriy nisbati normada nisbatan doimiy va odamning salomatlik holatini ko'rsatadi. Bu oqsillarning o'zaro nisbati toliqish, ko'p kasalliklar vaqtida o'zgaradi va sport meditsinasida sog'lomlik holatining diagnostik ko'rsatkichi sifatida qo'llanilishi mumkin.

**Siydikchil (mochevina).** To'qima oqsillarining kuchli parchalanish, organizmga aminokislotalarning ortiqcha miqdorda kirishi vaqtlarida jigarda odam organizmi uchun toksik (zaharli) ammiakni ( $\text{NH}_3$ ) bog'lab olish jarayonida notoksik tarkibida azot tutadigan modda – siydikchil (mochevina) sintezlanadi. Siydikchil jigardan qonga o'tadi va siydik bilan organizmdan chiqarib tashlanadi.

Normada siydikchilning konsentratsiyasi har bir katta yoshli odamning qonida individual – 3,5-6,5 *mmol/l* atrofida bo'ladi. U oziqa bilan ko'p miqdordagi oqsillar kirishi vaqtida to 7-8 *mmol/l*, buyraklarning ayirish funksiyalari buzilganda to 16-20 *mmol/l* hamda uzoq davom etgan jismoniy ishlarni bajargandan so'ng oqsil-larning katabolizmini kuchayishi hisobiga 9 *mmol/l* va ko'proqqa oshishi mumkin.

Sport amaliyotida bu ko'rsatkich mashqlanish va musobaqa jismoniy yuklamalarining sportchilarni ko'tara olishliklarini baholash, mashqlanish mashg'ulotlari va organizmning tiklanish jarayonlarini qay daraja borishini aniqlashda qo'llaniladi. Obyektiv ma'lumot olish uchun siydikchilning konsentratsiyasini mashqlanishdan keyingi kuni ertalab nahorda aniqlanadi. Agar bajarilgan jismoniy yuklama organizmning funktsional imkoniyatlariga adekvat bo'lsa (to'g'ri kelsa) va metabolizmning tez tiklanishi sodir bo'lsa, qonda siydikchilning miqdori ertalab nahorda normaga qaytib keladi (40-rasm). Bu organizm to'qimalarida oqsillarning sintezi va parchalanish tezliklarini muvozanatlashganligi bilan bog'liq bo'lib, u uning tiklanishi haqida ma'lumot beradi. Agar siydikchilning konsentratsiyasi kelgusi ertalab normadan yuqori bo'lsa, bu organizmning to'la tiklanmaganligidan yoki uning toliqishini rivojlanganligidan dalolat beradi.



40-rasm.

**Siydikda oqsilni borligini aniqlash.** Sog'lom odamning siydigida oqsil bo'lmaydi. Uning siydikda paydo bo'lishi (**proteinuriya**) buyraklarning kasalligida (**nefrozar**), siydik yo'llarini zararlanishida hamda oziqalar bilan ortiqcha oqsillarni kirishi yoki anaerob yo'nalishidagi muskul faoliyatidan so'ng kuzatiladi. Bu buyrak hujayralari membranalarining o'tkazuvchanligini organizm ichki muhitining nordonlashgan (kislotalashgan)ligi sababli buzilganligi va oqsillarni zardobdan siydikka chiqishi bilan bog'liq.

Siydikda jismoniy ishni bajargandan keyin ma'lum konsen-tratsiyadagi oqsilni bo'lishi bo'yicha uning quvvati haqida fikr yuritiladi. Jumladan, katta quvvat zonasidagi ishni bajargan vaqtda u 0,5% ni tashkil qiladi, submaksimal quvvat zonasida ish vaqtida esa 1,5% ga etadi.

**Kreatinin.** Muskullarda bu modda kreatinfosfatni parchalanish jarayonida hosil bo'ladi. Uning siydik bilan sutkalik ajralish miqdori har bir kishi uchun nisbatan doimiy va tananing muskul massasiga bog'liq. Erkaklarda u 18-32 *mg/kg* tana og'irligi sutkasiga, ayollarda esa – 10-25 *mg/kg* ni tashkil qiladi. Siydikda kreatinning miqdori bo'yicha kreatinkinaza reaksiyasining tezligi hamda tananing muskul massasini miqdorini bevosita aniqlash mumkin. Siydik bilan ajrala-yotgan kreatinning miqdori bo'yicha tananing ozg'in (oriq) muskul massasini quyidagi formulaga binoan aniqlanadi:

$$\text{Tananing ozg'in massasi} = 0,0291 \times \text{siydik kreatinini (mg/sut)} + 7,38$$

Tana ozg'in massasining miqdorini o'zgarishi sportchilarning tana massasini oqsillar hisobiga kamayishi yoki ko'payishidan dalolat beradi. Bu ma'dumotlar atletik gimnastika va sportning kuch ishlatadigan turlarida muhim ahamiyatga ega.

**Kreatin.** Normada katta yoshli odamlarning siydigida kreatin bo'lmaydi. U o'ta mashqlanish va muskullarda patologik o'zgarishlar sodir bo'lgan vaqtlarda namoyon bo'ladi, shu sababli siydikda kreatinning bo'lishi organizmning jismoniy yuklamalarga bergan reaksiyasini aniqlashda test sifatida qo'llaniladi.

Eng yosh bolalarning siydigida kreatin doimo bo'ladi, bu uning sintezini skelet muskullarida ishlatilishidan ustunlik qilishiga bog'liq bo'ladi.

### 9.3.4. Organizmning kislotali-asosli holati (KAH)ning ko'rsatkichlari

Intensiv muskud faoliyati jarayonida muskullarda juda ko'p miqdorda sut va pirouzum kislotalari hosil bo'ladi, ular qonga o'tib, organizmning metabolik atsidozini chaqirishi mumkin, bu esa muskullarni toliqishga olib keladi va muskullarda og'riq, bosh aylanish, ko'ngil aynish bilan sodir bo'ladi. Bunday metabolik o'zgarishlar organizmning bufer rezervlarini tugallanishi bilan bog'langan. Organizmning bufer sistemalarining holati yuqori ish qobiliyatini namoyon bo'lishida muhim ahamiyatga ega bo'lganligi sababli KOH ko'rsatkichlari sport diagnostikasida qo'llaniladi. Normada nisbatan doimiy bo'lgan KAH ko'rsatkichlariga kiradi:

- qonning pH ko'rsatkichi (7,35-7,45);
- $\text{CO}_2$  – qondagi karbonat angidrid gazining ( $\text{H}_2\text{CO}_3 + \text{CO}_2$ ) parsial bosimi (35-45 *mm.sim.ust.*);
- 5B – qon zardobining standart bikarbonati  $\text{HCO}_3^-$ , u qonni kislorod bilan to'la to'yinganida 22-26 *mekv. l<sup>1</sup>* ni tashkil qiladi;
- BB – toza qon yoki zardobning buferli asoslari (43-53 *mekv/l*) – qon yoki zardobning hamma bufer sistemalarining hajmini ko'rsatkichlari;
- L/86 – pH va alveolyar havoning fiziologik qiymatida toza qonning normal bufer asoslari;
- BE – asoslarning ortiqchasi yoki ishqor rezervi (-2,4 dan to +2YU6 *mekv/l*) – buferlik hajmining ortiqcha yoki etishmaslik ko'rsatkichlari ( $\text{BB} - \text{BIBB} = \text{BE}$ ).

KAH ko'rsatkichlari faqat qonning bufer sistemalaridagi o'zgarishlarnigina emas, balki organizmning nafas olish va ayirish sistemalarining holatlarini ham aks ettiradi. Organizmda kislotalik-asoslik muvozanat (KAM) holati qonning pH ko'rsatkichini doimiyliigi (7,34-7,36) bilan ifodalanadi.

Qonda sut kislotasining miqdori dinamikasi va qonningn pH ni o'zgarishi o'rtasila teskari korrelyatsion bog'lanish o'rnatilgan. Muskul faoliyati vaqtida KAH ko'rsatkichlari bo'yicha organizmning jismoniy yuklamaga va sportchining mashqlanganligini ortib borishiga bergan reaksiyalarini nazorat qilib borish

mumkin, chunki KAHni biokimyoviy nazorat qilganda ana shu ko'rsatkichlardan birini aniqlash mumkin.

KAHning eng ko'p informatsiya beradigan ko'rsatkichi BE – ishqor rezervining katta-kichikligi hisoblanadi, u ayniqsa sportning tezkorlik-kuchlilik turi bo'yicha ixtisoslashayotgan sportchilarning malakasini oshishi bilan ko'payadi. Organizmning katta bufer rezervlari ana shu sport turlarida sport natijalarini yaxshilash uchun jiddiy zamin hisoblanadi.

**Siydikning faol reaksiyasi (pH)** – organizmning kislotalik-asoslik holatiga to'g'ridan-to'g'ri bog'langan holda bo'ladi. metabolik atsidoz vaqtida siydikning kislotaliligi to pH 5 gacha ko'payadi, metabolik alkaloz vaqtida esa to pH 7 gacha kamayadi. 16-jadvalda siydik pH ko'rsatkichlarining o'zgarishini yo'nalishi qon zardobining kislotalik-asoslik holatini ko'rsatkichlari bir-biriga bog'liq holda ko'rsatilgan (T.T. Berezov va B.F. Korovkin, 1998 bo'yicha).

16-jadval

**Organizmning kislotalik-asoslik holatini o'zgarishi**

Kislotalik-asoslik holati	Siydikning pH	Zardob $\text{HCO}_3$ , <i>mmol/l</i>	Zardob $\text{H}_2\text{CO}_3$ , <i>mmol/l</i>
Norma	6-7	25	0,625
Nafas olish atsidozi	↓	↑	↑
Nafas olish adkaloz	↑	↓	↓
Metabolik atsidoz	↓	↓	↓
Metabolik alkaloz	↑	↑	↑

*Eslatma:* Chiziqchalarning yo'nalishi ko'rsatkichlarni oshgani yoki kamayganini ko'rsatadi.

### 9.3.5. Biologik faol moddalar – moddalar almashinuvining regulyatorlari

**Fermentlar.** Organizmning turli funksional holatlarida skelet muskullaridan va boshqa to'qimalardan qonga o'tadigan to'qima fermentlari sport diagnostikasida o'ziga xos muhim ahamiyatga ega. Bunday fermentlarni **hujayra** yoki **indikator** fermentlar deb ataladi. Ularga aldolaza, katalaza, laktatdegidrogenaza,

kreatinkinaza va boshqalar kiradi. Ayrim hujayra fermentlari uchun, masalan, skelet muskullarining laktatdehidrogenazasi uchun bir necha formalari (izofermentlari) borligi xarakterlidir. Qonda indikator fermentlarini yoki ularning ayrim izoformalarini paydo bo'lishi to'qimalarning hujayra membranasining o'tkazuvchanligini buzilishi bilan bog'liq. Bunday holatdan sportchining funktsional holatini biokimyoviy nazorat qilishda foydalanish mumkin.

Sport amaliyotida qonda biologik oksidlanish jarayonining fermentlari, ya'ni glikolizning fermenti – aldolazani, vodorod peroksidini qaytarilishini amalga oshiradigan ferment – katalazani faolligini aniqlaydi. Jismoniy yuklamalardan keyin ularning qonda paydo bo'lishi jismoniy yuklamani noadekvatligini, toliqishning rivojlanishini ko'rsatkichlari hisoblanadi, ularning qonda yo'qolib ketish tezligi esa organizmning tiklanish tezligidan dalolat beradi.

Bajarilgan jismoniy yuklamalardan so'ng qonda qandaydir to'qima uchun xarakterli bo'lgan kreatinkinaza, laktatdehidrogena fermentlarining ayrim izofermentlari paydo bo'lishi mumkin. Jumladan, uzoq vaqt davom etgan jismoniy yuklamadan so'ng sportchi-larning qonida skelet muskullari uchun xarakterli bo'lgan kreatin-kinazaning izoformasi paydo bo'ladi, miokardning kuchli infarkt vaqtida yurak muskuli uchun xarakterli kreatinkinazaning izoformasi paydo bo'ladi. Agar jismoniy yuklama to'qimalardan qonga fermentlarning ko'p miqdorini o'tishga olib kelsa va ular qonda dam olish davrida uzoq vaqt saqlansa, bunday holat sportchining mashqlangan-ligini yuqori darajada emasligidan, balki organizmni patologiyaoldi holatidan dalolat beradi.

**Gormonlar.** Sportchining funktsional holatini biokimyoviy o'rganish vaqtida qonda gormonlarning miqdori yaxshi inforativ ko'rsatkich hisoblanadi. Moddalar almashinuvining har xil zvenolarini regulyatsiya qiladigan 20 dan ortiq turli gormonlar aniqlanadi. Qonda gormonlarning kontsentratsiyasi ancha past va  $10^{-8}$ - $10^{-11} \text{ mol} \cdot \text{l}^{-1}$  atrofida bo'ladi, bu sport amaliyotida ana shu ko'rsatkichlarning keng miqyosda qo'llanishini qiyinlashtiradi. Sportchilarni funktsional holatini o'rga-nishda qo'llaniladigan asosiy gormonlar hamda ularning qondagi



konsentratsiyasi normada va standart jismoniy yuklamalar vaqtidagi o'zgarishlarining yo'nalishi 17-jadvalda ko'rsatilgan.

17-jadval

**Jismoniy yuklamalar vaqtida qonda gormonlar konsentratsiyasi o'zgarishining yo'nalishi**

Gormon	Qonda konsentratsiyasi, <i>ng/l</i>	Jismoniy yuklamalar vaqtida konsentratsiya o'zgarishining yo'nalishi
Adrenalin	0-0,07	↑
Insulin	1-1,5	↓
Glyukagon	70-80	↑
Somatotropin	1-6	↑
AKTG	10-200	↑
Kortizol	50-100	↑
Testosteron	3-12 (erkaklar) 0,1-0,3 (ayollar)	↑
Estradiol	70-200	↓
Tiroksin	50-140	↑

Qonda gormonlarning miqdorini o'zgarish darajasi bajarilayotgan yuklamalarning quvvati va davom etish vaqtiga hamda sportchining mashqlanganlik darajasiga bog'liq bo'ladi. Quvvati bir xil bo'lgan ish vaqtida ko'proq mashqlangan sportchining qonida shu ko'rsatkichlarning kamroq o'zgarishi kuzatiladi. Bundan tashqari, qonda gormonlarning miqdorini o'zgarishi bo'yicha jismoniy yuklamalarga organizmning moslashishi, ular boshqarayotgan metabolik jarayonlarning intensivligi, toliqish jarayonlarining rivojlanishi, anabolik steroidlar va boshqa gormonlarning qo'llanishi haqida fikr yuritish mumkin.

**Vitaminlar.** Siydikda vitaminlarni aniqlash sportchilarning salomatligini, ularning ish qobiliyatini o'rganadigan diagnostik komplekslarga kiradi. Sport amaliyotida hammasidan ko'proq organizmning suvda eriydigan vitaminlar, ayniqsa C vitamini bilan ta'minlanganligini aniqlanadi. Siydikda vitaminlar organizm ular bilan etarli darajada ta'minlangan vaqtda paydo bo'ladi. Ko'pgina ilmiy-tadqiqot ishlarining ma'lumotlari bo'yicha ko'pchilik sportchilar vitaminlar

bilan yetarli darajada ta'minlanmagan, shuning uchun organizmda ularning miqdorini nazorat qilish ovqat ratsioniga o'z vaqtida tuzatish kiritish yoki maxsus polivitamin komplekslarini qabul qilish yo'li bilan qo'shimcha vitaminlashtirishni buyurishga imkoniyat beradi.

**Mineral moddalar.** ATP resintezining kreatinkinaza mexa-nizmida perefosforlanish reaksiyalari vaqtida va boshqa jarayonlarda muskullarda anorganik fosfat fosfor kislotasi ( $H_3PO_4$ ) sifatida hosil bo'ladi. Qonda uning konsentratsiyasini o'zgarishi bo'yicha sportchilarda energiya bilan ta'minlashning kreatinkinaza mexanizmining quvvati hamda mashqlanganlik darajasi haqida fikr yuritish mumkin, chunki anaerob jismoniy ishni bajargan vaqtda yuqori malakali sportchilarning qonida anorganik fosfatni ortishi kamroq malakali sportchilarning qonidagiga nisbatan ko'p bo'ladi.

#### **9.4. Muskul faoliyatida organizmni energiya bilan ta'minlash sistemalarining rivojlanishini biokimyoviy nazorati**

Sport ko'rsatkichlari ma'lum darajada organizmni energiya bilan ta'minlash mexanizmlarining rivojlanish darajasi bilan belgilanadi. Shuning uchun sport amaliyotida mashqlanish jarayonida energiya hosil bo'lishning anaerob va aerob mexanizmlarining quvvati, hajmi va samaradorliklarini nazorat qilinadi, lekin buni biokimyoviy ko'rsatkichlar bo'yicha ham amalga oshirish mumkin.

ATPning kreatinkinaza reaksiyasida resitezlanishini quvvati va hajmini aniqlash uchun muskullarda alaktat  $O_2$  qarzi, kreatinfosfatning miqdori va kreatinkinaza fermentining faolligi kabi ko'rsatkichlardan foydalaniladi. Mashqlangan organizmda ana shu ko'rsatkichlarni ancha yuqori bo'lishi ATP resintezining alaktat anaerob mexanizmlarini imkoniyatlarini oshganidan dalolat beradi.

Jismoniy yuklamalarni bajarish vaqtida kreatinkinaza reaksiyasining jalb etilish darajasini aniqlash uchun muskullarda KrP almashinuvining mahsulotlarini

(kreatin, kreatinin va anorganik fosfat) qondagi miqdorini ko'payishi yoki ularning siydikdagi miqdorini o'zgarishi bo'yicha aniqlash mumkin.

ATP resintezining glikolitik mexanizmlarini ifodalash uchun ko'pincha maksimal jismoniy yuklamalar vaqtida arterial qonda sut kislotasining maksimal to'planishi, miqdori hamda umumiy va laktat O<sub>2</sub>-qarzining miqdori, qonning pH va KAH ko'rsatkichlari, qonda glyukozaning va muskullarda glikogenning miqdori, laktatdehidrogenaza, fosforilaza va boshqa fermentlarning faolligini aniqlashdan foydalaniladi.

Sportchilarda ATPning glikolitik anaerob yo'l bilan resintezlanish imkoniyatlarining oshganligini yuqori jismoniy yuklamalar vaqtida qonda sut kislotasi o'zining maksimal miqdoriga kechroq chiqishi hamda uning eng yuqori darajalari ko'rsatadi. Sportning tezkorlik turlarida ixtisoslashayotgan yuqori malakali sportchilarda intensiv jismoniy yuklamalar vaqtida qonda sut kislotasining miqdori to 26 *mmol/l* va undan ko'proqqa oshishi mumkin, mashqlanmagan odamlarda esa sut kislotasining maksimal bardosh bera oladigan miqdori 5-6 *mmol/l* ni tashkil qiladi, funktsional norma 1-1,5 *mmol/l* bo'lgan vaqtda 10 *mmol/l* o'lingacha olib kelishi mumkin. Glikoliz jarayonining hajmini oshishi skelet muskullarida, ayniqsa oq tez qisqaradigan tolalarda glikogenning zahirasini ko'payishi hamda glikolitik fermentlarning faolligini oshishi bilan sodir bo'ladi.

ATP resintezi aerob mexanizmlarining quvvatini ifodalash uchun kislorodni maksimal iste'mol darajasi (KMI yoki VO<sub>2</sub> max), AAB boshlanish vaqti hamda qonning kislorod tashish sistemasi – gemoglo-binning kontsentratsiyasini aniqlash hammasidan ko'proq ishlatiladi. VO<sub>2</sub> max darajasini ko'tarilishi ATP resintezi anaerob mexanizm-larining quvvatini oshganligini ko'rsatadi. Sport bilan shug'ullanmay-digan katta yoshli odamlarda kislorodning maksimal iste'moli – erkaklarda 3,5 *l/min*, ayollarda 2,0 *l/min* ni tashkil qiladi va tananing massasiga bog'liq bo'ladi. Yuqori malakali sportchilarda VO<sub>2</sub> max absolyut miqdori erkaklarda 6-7 *l/min*, ayollarda – 4-5 *l/min* ga yetishi mumkin.

AAB (anaerob almashinuv bo'sag'asi) darajasida ishni davom ettirish vaqti bo'yicha anaerob energiya hosil qilish mexanizmining hajmini oshganligi haqida

fikr yuritiladi. Mashqlanmagan odamlar AAB darajasidagi ishni 5-6 minutdan ortiq bajara olmaydi. Chidamkorlikka ixtisoslashgan sportchilarda AAB darajasida ishni davom ettirish vaqti 1-2 soatgacha etishi mumkin.

ATP resintezining aerob mexanizmlarini samaradorligi mitoxondriyalarda kislorodning ishlatilish tezligiga bog'liq, bu eng avvalo oksidlanishli fosforlanishning fermentlarini miqdori va faolligi, mitoxondriyalarning miqdori hamda energiya hosil qilishda yog'larning hissasiga bog'liq. Aerob yo'nalishdagi intensiv mashqlanishning ta'sirida yog'larning oksidlanish tezligini ortishi va ishni energiya bilan ta'minlashda ularning ahamiyatini ko'payishi hisobiga aerob mexanizmining samaradorligi oshadi.

#### **9.5. Sportchi organizmining mashqlanganlik darajasi, toliqishi va tiklanishini biokimyoviy nazorati**

**Mashqlanganlik darajasi** – biokimyoviy nazorat amaliyotida sportchilarning funktsional holati ushbu sportchilar uchun standart yoki yuksak jismoniy mashqlar vaqtida qonda sut kislotasining miqdorini o'zgarishi bo'yicha aniqlanadi. Mashqlanganlikni eng yuqori darajasini standart mashqlarni bajarish vaqtida (mashqlanmaganlarga solishtirganda) sut kislotasini kamroq miqdorda yig'ilishini ko'rsatadi, bu ishni energiya bilan ta'minlashda aerob mexanizmlarning hissasini oshganidan dalolat beradi:

- yuksak ishlarni bajarish vaqtida sut kislotasining ko'p miqdorda yig'ilishi, energiya bilan ta'minlashning glikolitik mexanizmlarining hajmini ko'payishi bilan bog'liq;

- AABning (qonda sut kislotasining miqdori keskin ko'payadigan ishning quvvati) mashqlangan shaxslarda mashqlanmaganlarga nisbatan yuqoriligi;

- AAB darajasida uzoqroq davom etadigan ishni bajarish;

- ishning quvvatini oshirilgan vaqtda qonda sut kislotasining miqdorini kamroq ko'payishi, bu anaerob jarayonlarning mukammallashtirilganligi va organizmning energiya sarfini unumdorligi bilan belgilanadi;

- jismoniy yuklamalardan so'ng tiklanish davrida sut kislotasining ishlatilish tezligini oshishi.

Chidamkorlik bilan bog'liq bo'lgan sportning turlarida sportchilarning mashqlanganlik darajasini yuqorilashishi bilan qonning umumiy massasi: erkaklarda 5-6 dan to 7-8 litrgacha, ayollarda 4-4,5 dan to 5,5-6 litrgacha oshadi, bu gemoglobinning konsentratsiyasini erkaklarda 160-180 g/l, ayollarda 130-150 g/l gacha oshiradi.

Sport faoliyatining ajralmas komponentlari bo'lgan toliqish va tiklanish jarayonlarining nazorati jismoniy yuklamalarni ko'tara olishligini va o'ta mashqlanganligini aniqlash, jismoniy yuklamalardan so'ng dam olish vaqtini etariligi, ish qobiliyatini oshirish vositalarini samaradorligi hamda boshqa vazifalarni bajarish uchun zarur.

**Toliqish.** Maksimal va submaksimal quvvatli jismoniy yuklamalar natijasida yuzaga chiqqan toliqish, shu turdagi ishlarni ta'minlaydigan energetik substratlarni (ATP, KrP, glikogen) zahiralarni tugallanishi va qonda ularning almashinuv mahsulotlarini (sut kislotasi, kreatin, anorganik fosfat) yig'ilishi bilan o'zaro bog'langan, shuning uchun mana shu ko'rsatkichlar bilan nazorat qilinadi. Uzoq davom etadigan yuksak ishlarni bajarish vaqtida toliqishning rivojlanishi ish tugallangandan so'ng siydikchilning miqdori uzoq vaqt yuqori darajada bo'lishi, qon immun sistemasining komponentlarini o'zgarishi hamda qon va siydikda gormonlarning miqdorini pasayishi bo'yicha aniqlanadi.

Sport diagnostikasida toliqishni aniqlash uchun odatda qonda va siydikda simpato-adrenal sistemasining gormonlari (adrenalin va uning almashinuv mahsulotlari)ning miqdorini aniqlanadi. Bu gormonlar organizmda adaptatsion o'zgarishlarning zo'riqish darajalariga javob beradi. Organizmning funksional holatiga noadekvat jismoniy yuklamalar vaqtida siydikda faqat gormonlarning miqdorigina emas, balki ularning sintezlanishi uchun boshlang'ich xomashyolarning miqdori ham kamayishi kuzatiladi, bu endokrin bezlarining biosintetik rezervlarini tugallanishi bilan bog'liq va adaptatsion jarayonlarni nazorat qiluvchi organizmning regulyator (boshqaruvchi) funksiyalarini o'ta zo'riqishini ko'rsatadi.

O'ta mashqlanganlik, toliqishning yashirin fazasini erta diagnostikasi uchun immun sistemaning funktsional faolligini nazorat qilish qo'llaniladi. Shuning uchun T- va B-limfotsit hujayralarining miqdori va funktsional faolligi aniqlanadi. T-limfotsitlar hujayra immunitet jarayonlarini ta'minlaydi va B-limfotsitlarning funksiyasini boshqaradi. B-limfotsitlar gumoral immunitet jarayonlariga javob beradi, ularning funktsional faolligi qon zardobidagi immuno-globulinlarning miqdori bo'yicha aniqlanadi.

Immun sistemaning komponentlarini aniqlash maxsus sharoit va apparaturalarni talab qiladi. Sportchining funktsional holatini immunologik nazorat qilish jalb qilingan vaqtda mashqlanish siklining turli davrlarini kelgusi tekshirish bilan birga uning boshlang'ich immunologik statusini bilish zarur. Bunday nazorat adaptatsion mexanizmlarni uzilib qolishi, immun sistemaning susayishi va mashqlanish va mas'uliyatli musobaqalarga tayyorlash davrlarida (ayniqsa klimatik zonalarni keskin o'zgartirganda) sportchilarda yuqumli kasalliklarni rivojlanishini oldini oladi.

**Tiklanish.** Organizmning tiklanishi ish vaqtida sarflangan energetik substratlar va boshqa moddalarni qaytadan tiklanishi bilan bog'langan. Ularning tiklanishi hamda almashinuv jarayonlarining tezligi bir vaqtda bo'lmaydi (4-bo'limga qarang). Organizmda har xil energetik substratlarning tiklanish vaqtlarini bilish mashqlanish jarayonlarini to'g'ri tuzishda katta rol o'ynaydi. Organizmning tiklanishini qonda yoki siydikda uglevodlar, lipidlar va oqsillar almashinuvining shunday metabolitlarining miqdorini o'zgarishi bo'yicha aniqlaydi, qaysiki ular mashqlanish yuklamalari ta'sirida jiddiy ravishda o'zgaradi. Uglevodlar almashinuvining barcha ko'rsatkichlaridan sut kislotasini dam olish vaqtida utilizatsiya qilish tezligi o'rganiladi hamda lipidlar almashinuvining – moy kislotalari va keton tanachalarini qondagi miqdorlarini oshib borishi, qaysiki ular dam olish davrida aerob oksidlanishning asosiy substratlari hisoblanadi. Lekin, organizmning muskul ishidan keyin tiklanishini hammasidan ko'ra informativroq ko'rsatkichi oqsil almashinuvining mahsuloti – siydikchil hisoblanadi. Muskul faoliyati vaqtida qonda siydikchilning miqdorini ko'payishga olib keladigan to'qima oqsillarining

katabolizmi kuchayadi, shuning uchun qonda uning miqdorini normallasishi muskullarda oqsil sintezini tiklanishidan, demak organizmning tiklanishidan dalolat beradi.

### 9.6. Sportda doping qo'llashni nazorat qilish

XX asrning boshlarida kata sportda jismoniy ish qobiliyatlarini oshirish, tiklanish jarayonlarini tezlashtirish, sport ko'rsatkichlarini yaxshilash uchun stimull beradigan – **dopinglar** deb ataladigan gormonal, farmakologik va fiziologik preparatlar keng miqyosda qo'llana boshlandi. Doping so'zi inglizcha “dope” so'zidan olingan bo'lib, narkotik qabul qilish ma'nosini anglatadi. Xalqaro olimpiya qo'mitasining tibbiyot komissiyasining ta'rifi bo'yicha ish qobiliyati va sport ko'rsatkichlarini sun'iy oshiradigan farmakologik preparatlarni sportchi organizmiga har qanday yo'l bilan (in'ektsiya sifatida, tabletkalar, nafas olishda va h.k.) kiritish doping hisoblanadi. Ushbu ta'rifga binoan farmakologik preparat doping hisoblanishi mumkin, faqat uning o'zi yoki uning parchalanish mahsulotlari biologik suyuqliklarda (qon va siydikda) yuqori darajada aniqlik va ishonchlilik bilan aniqlansa. Dopinglar qo'llash sport kurashlari vaqtida faqat teng bo'lmagan sharoitlarni tug'diribgina qolmasdan, balki qo'shimcha salbiy ta'siri natijasida sportchining sog'lig'iga zarar etkazadi, ba'zan o'lim bilan tugash sababchisi bo'ladi. Dopinglarni, ayniqsa gormonli preparatlarni doimiy qabul qilish ko'pchilik fiziologik sistemalarning funksiyalarini buzilishiga olib keladi:

- yurak qon tomirlari;
- endokrin, ayniqsa jinsiy bezlar (atrofiya) va gipofizning (ayollarda erkaklarning ikkilamchi belgilarini paydo bo'lishi (virilizatsiya) va erkaklarda sut bezlarining kattalashishi (ginekomastiya) olib keladigan) detorod funksiyalarini buzilishi;
- jigarni, sarig', shish, sirroz kasalliklarini chaqirishi;
- immun sistemasini, shamollash, virus kasalliklari bilan kasallanishga olib kelishi;

- nerv sistemasini, psixik kasallik (agressivlik, depressiya, uyqu-sizlik) shaklida namoyon bo'ladi;

- naychasimon suyaklarning o'sishini to'xtashi, bu ayniqsa o'sayotgan organizm uchun xavfli.

Ko'pchilik o'zgarishlar dopingni qabul qilgandan keyin birdaniga emas, balki 10-20 yillar o'tgandan so'ng yoki avlodlarda namoyon bo'ladi. Shu sababli 1967 yili Xalqaro Olimpiya Qo'mitasi tomonidan tibbiy komissiya tuzilgan bo'lib, u sportda qo'llanilishi taqiqlangan preparatlarning ro'yxatini aniqlaydi, antidoping ishlarini olib boradi, sportchilarning organizmida taqiqlangan preparatlarning bolishini aniqlash uchun doping nazoratini tashkil qiladi va o'tkazadi. Har bir sportchi, murabbiy, komandaning doktori foydalanishi taqiqlangan preparatlarni bilishi kerak.

### **9.6.1. Dopinglarning klassifikatsiyasi**

Sportda sport mahoratini oshirish uchun qo'llaniladigan vositalarga dopinglar, doping uslublari, psixologik uslublar, mexanik omillar, qo'llanilishi chegaralangan farmakologik vositalar (dori-darmonlar) hamda qo'shimcha oziqalar va moddalar.

Sog'likka o'ziga xos zarar etkazadigan va nazorat qilinadigan vositalarga dopinglar va doping uslublari (manipulyatsiyalar) kiradi.

Dopinglar farmakologik ta'sirlari bo'yicha 5 ta sinfga bo'linadi:

1. Psixostimulyatorlar (amfetamin, efedrin, fenamin, kofein, kokain, sinokrab, sidnofen, izadrin, kodein berotek, salbutamol, astotsin va boshqalar);

2. Narkotik moddalar (morfin, promedol, fentanil, alkaloidlar – opiatlar va boshqalar);

3. Anabolik steroidlar (testosteron va uning hosilalari, metan – drostenolon, nerobolil, retabolil, androdiol, metan-drostendiol, oksimetalon, stanozolol va ko'pgina boshqalar) hamda anabolik peptid gormonlar (samototripin, gonadotropin, eritropoetin);



4. Beta-blokatorlar (anaprimin (propranolol), oksiprenolol, nadolol, atenolol va boshqalar);

5. Diuretiklar (novurit, dixloti-azid, furosemid (laziks), klopamid, dikarb, veroshpiron va boshqalar).

Dopinglar hayvon va o'simlik to'qimalaridan ajratib olingan biologik faol moddalar bo'lib, sintetik yo'l bilan ularning analoglari olingan. Ko'pchilik dopinglar shamollash, gripp va boshqa kasal-liklarning dorilarini tarkibiga kiradi, shuning uchun ham sportchilarning dorilarni qabul qilishi doping nazorati vaqtida ko'ngilsizliklarga yo'l qo'ymaslik uchun sport vrachi bilan kelishilgan bo'lishi kerak.

Doping uslublariga qon dopingi, har xil manipulyatsiyalar (masalan, ayollarda ovulyatsiya jarayonini susaytirish va h.k.).

Organizmda alohida sinf dopinglarining biologik ta'siri har xil. Masalan, psixostimulyatorlar markaziy nerv sistemasi (MNS) yurak-qon tomirlari va nafas olish sistemalarining faoliyatini faollashtirish yo'li bilan sport faoliyatini oshiradi, bu skelet muskullarining energetikasi va qisqaruvchanlik faoligini yaxshilaydi hamda charchashni olib tashlaydi, o'zining kuchiga ishonch hosil qiladi, ammo ana shu sistemalarning funksiyalarini benihoya zo'riqishiga va energiya resurslarini batamom tugallanishiga olib kelishi mumkin. Narkotik moddalar kuchli analgetiklar bo'lib, og'riq sezuvchanligini pasaytiradi va toliqish sezgisini orqaga suradi. Anabolik steroidlar oqsilning sintezlanish jarayonini kuchaytiradi va uning parchalanishini kamaytiradi, shu sababli muskulning massasi oshishi tezlashadi. Bular hammasi organizmni muskul faoliyatiga va tiklanish jarayonlariga moslashishni tezlashtiradi, gavdaning kompozitsion tarkibini yaxshilaydi. Beta-blokatorlar adrenalin va noradrenalinlarning ta'siriga qarama-qarshi ta'sir qilib, sportchini tinchlantirganday bo'ladi, chidamkorlikka yo'nalgan jismoniy yuklamalarga moslashishini kuchaytiradi. Diuretiklar yoki siydik haydovchi moddalar organizmdan tuzlar, suv va ba'zi kimyoviy moddalarni chiqarib tashlashni kuchaytiradi, bu tana massasini kamayishiga va taqiqlangan moddalarni chiqarib tashlashga yordam beradi.

Shu narsani uqtirib o'tish kerakki, ko'rib chiqilgan dopinglarning sinflarini orasida anabolik steroidlar eng ko'proq qo'llaniladi. Jumladan, og'ir atletikachilarda 90% atrofida, futbolda 78%, sprinterlarda 40% sportchilar anabolik steroidlardan foydalanishadi. SHu bilan birga foydalanilayotgan dozalar tavsiya qilinganlardan (5-10 mg) ko'p marta oshib ketishi va 300 mg va 2 grammgacha yetishi mumkin.

### 9.6.2. Anabolik steroidlar (AS)

Anabolik steroidlar – erkaklarning jinsiy gormoni – testosteronning sun'iy sintezlangan hosilalaridir (shu jumladan, testosteronning o'zi va uning efirlari).

Testosteron odam organizmiga ikkita yo'nalishda ta'sir qiladi:

- **anabolik faolligi** – skelet mushaklarida va qisman miokardda oqsillarning sintezini kuchaytiradi, tanada yog'larning miqdorini kamaytiradi va uning qayta taqsimlanishini o'zgartiradi;

- **androgen faolligi** – erkaklik jinsiy belgilarini rivojlanishiga yordam beradi: birlamchi ta'siri – penisni boshlang'ich o'sishi, urug' pufakchalari va prostata bezlarining rivojlanishi va o'sishi, ikkilamchi ta'siri – badan va yuzda sochlarni joylashishi va qalinligi, ovozning yo'g'onlashishi va boshqalar.

Sportda anabolik steroidlarni qo'llashni asosiy samarasi ularni qabul qilishning boshlang'ich davrida bo'ladi:

- muskul massasini tez ko'payishi (ozuqa tarkibida oqsillar, yog'lar, uglevodlar, vitaminlar va mikroelementlarning miqdori yetarli bo'lgan sharoitda);

- og'ir jismoniy yuklamalar davrida uni kamayishining oldini olish.

Muskul massasining oshishi tufayli muskul ko'ndalang kesimining yuzasi kattalashadi, ya'ni proporsional ravishda muskul kuchi va tiklanish jarayonlarining tezligi hamda mashqlanish yuklamalarining ko'tara olishligining hajmi oshadi.

Sportchi organizmiga qo'shimcha (salbiy) ta'sirlari quyidagilardan tashkil topadi: hayotiy muhim organlarning zaharlanishi, hammasidan oldin jigarni; moddalar almashinuvining qo'pol ravishda buzilishi; endokrin va jinsiy sistemalarning shikastlanishi, yurak-qon tomirlari, tanosil va boshqa sistemalarning

kasallanishi, yaqqol psixik o'zgarishlar va h.k. Ayniqsa qizlar va ayollarning organizmiga ularning negativ ta'siri juda katta.

80% gacha AS qabul qilayotgan sportchilar funksiyalari – antitoksik va ayirish funksiyalarining buzilishi, gepatit kasalligining rivojlanishi bilan qiynalishadi. ASni uzoq vaqt iste'mol qilish o't yo'llarini to'sib qo'yish, sariq kasalligiga olib keladi, ba'zan jigarda onkologik kasalliklar paydo bo'lishi mumkin.

Uzoq vaqt AS qabul qilgan sportchilarda buyrak shishlarining rivojlanishi, tosh to'planishi va siydik hosil bo'lish jarayonining buzilishi mumkin.

AS ayniqsa uglevodlar va lipidlar almashinuviga negativ ta'sir ko'rsatib, endokrin sistemalarining buzilishini rivojlanishiga yordam beradi. Katta yoshdagi odamlarda testosteronni qabul qilish o'zining gormonini ishlab chiqarishni kamaytiradi. Uzoq vaqt AS qabul qilganda tuxumchalarning atrofiyasi, spermatogenezning susayishi, spermaning miqdori va "tug'ilish indeksi"ning pasayishi, jinsiy hisning o'zgarishi va boshqalar rivojlanadi. Buning ustiga, spermatogenezning normal tiklanishi uchun 6 va undan ortiq oylar talab qilinadi, uzoq vaqt qabul qilganda esa bu o'zgarishlar hatto qaytmas bo'lib qolishi mumkin. Erkaklarda AS qabul qilishi ginekomastiya belgilarini, ya'ni sut bezlari va emizgichning to'qimasini rivojlanishiga olib kelishi mumkin, bu og'ir hollarda xirurgik aralashishni (operatsiya qilishni) talab qilishi mumkin.

Ayollarda hatto uncha ko'p bo'lmagan AS dozasini qabul qilish ham virilizatsiya belgilarini tez rivojlanishiga olib keladi: ovozning dag'allashishi va pasayishi, iyakda va yuqori labda soqol va mo'ylovning o'sishi, boshda sochning erkak tipida tushishi, sut bezlarining kichrayishi, klitorning kattalashishi, umumiy girsutizmning (serjunlikning) rivojlanishi, bachadon atrofiyasi, hayz ko'rish tsiklining buzilishi va to'xtab qolishi (dimenoriya va aminoyurga), akne, yog' bezlari sekretsiasining kuchayishi, umumiy maskulinizatsiya. Hayz tsiklining buzilishi, akne AS qabul qilishni bekor qilinganidan keyin boshlang'ich holiga qayyadi. Yuzda sochning o'sishi, sochning to'kilishi, klitorning kattalashishi, ovozning o'zgarishi – qaytmas jarayon, ya'ni o'z boshlang'ich holiga qaytmaydi. Qizlarda va qizchalarda ASning virilizatsiyani rivojlantirishga olib keladigan ta'siri

ayniqsa yaqqol ko'zga tashlanadi. Ayolning AS qabul qilishi naslsizlik (bola tug'maslik)ka olib kelishi mumkin. Homiladorlarda embrionning o'sishini sekinlashtiradi va qorindagi bolani o'limga olib keladi.

AS qabul qilish qalqonsimon bezning funksiyalarini, oshqozon va ichaklarning faoliyatini buzilishiga, oshqozon-ichak yo'lida qon quyilishini chaqirishga yordam berishi mumkin.

AS qabul qilish albatta jinsiy faollikni pasayishi va psixikada jadallashib borayotgan o'zgarishlar, ya'ni oldindan aytib bo'lmaydigan darajada ruhiy holatning o'zgarishlari, o'ta qo'zg'aluvchanlik, serjahllik, agressivlikning paydo bo'lishi yoki depressiyaning rivojlanishi bilan sodir bo'ladi.

AS glyukozaga chidamlilikni pasaytirib, uglevod va yog' almashinuvining buzilishiga sabab bo'ladi, bu qonda qandning miqdorini kamayishi bilan sodir bo'ladi. ASning tabletkali shaklini qabul qilganda insulinning sekretsiasini kamaytiradi, bu diabetni rivojlanishiga sharoit tug'diradi. Bundan tashqari, ateroskleroz va yurak-qon tomirlar sistemasining boshqa kasalliklarini rivojlantirishi mumkin.

AS qabul qilish, ayniqsa erkaklarda muskul massasini unga mos pay, bog'lam va boshqa biriktiruvchi to'qimalarning o'sishi va rivojlanishiga nisbatan tezroq oshishiga yordam beradi. Bu og'ir jismoniy yuklamalar vaqtida bog'lamlarni uzilishiga, bo'g'im haltasini yallig'lanish kasalligini yuzaga chiqishi, paylarning degeneratsiyasini rivojlanishiga sabab bo'ladi. Suv natriyning ushlanib qolishi tufayli muskul to'qimasining qayishqoqligini pasayishi, muskulning elastik-ligini kamayishiga olib keladi va to'la qiymatli muskul kuchlanishiga imkoniyat bo'lmaydi. Bularning hammasi mashqlanish va musobaqalar vaqtida muskul va bog'lovchi apparatlarni jarohatlanish moyilligiga sabab bo'ladi.

AS qabul qilishni to'xtatgandan keyin kasalliklarga beriluvchanligi oshadigan organizmning immunobiologik faolligini pasayish fazasi boshlanadi.

Bolalar va o'smirlarda AS qabul qilish bir qator qaytmas o'zgarishlarga, jumladan, uzun suyaklarning o'sishini to'xtatish, erta jinsiy balog'atga etish, virilizatsiya va gnikomastiya hodisalarini rivojlanishiga olib kelishi mumkin.

### **9.6.3. Doping nazoratining vazifalari, obyektlari (materiallari) va usullari**

Doping-nazoratning vazifasi – musobaqalar va mashqlanish jarayonida sportchilar tomonidan doping moddalari va doping usullaridan foydalanishni mumkin qadar aniqlash, aybdorlarga maxsus choralar qo'llashdan iborat.

Doping-nazorat Olimpiada o'yinlari, jahon va Evropa chempionatlari vaqtida, keyingi yillarda uncha katta bo'lmagan musobaqalarda yoki hatto mashqlanish davrida (xalqaro sport muassasalarning qarorlari bo'yicha) o'tkazilmoqda. Xalqaro Olimpiya qo'mitasi yoki Milliy Olimpiya qo'mitasi tibbiy komissiyasi tomonidan doping-nazorat tayinlanadi, odatda musobaqa o'tkazilayotgan mamlakatdagi Xalqaro olimpiya qo'mitasi akkreditatsiya qilgan laboratoriya o'tkazadi. Biokimyo yoki boshqa institutlar qoshida hozirgi zamon apparaturalari bilan jihozlangan doping laboratoriyalari bo'ladi.

Keyingi vaqtlarda teshirishning asosiy ob'ekti sifatida **siydik namunasi** qo'llanilmoqda, modomiki bu noinvaziv obyekt va cheklanmagan hajmda yig'ish mumkin. Siydikning namunasi 100 millilitrdan kam emas pH 6,5 bo'lishi kerak. Siydikni olish HOQ tibbiy komissiyasi ekspertining nazorati ostida amalga oshiriladi. Yig'ilgan siydik ikki qismga bo'linadi, sovuqda doping-nazorat markaziga olib boriladi.

Qon dopingning qo'llanganligini bilib olish uchun vena qonining namunasidan foydalaniladi.

Sportchining siydigi yoki qonida doping moddalarini aniqlash uchun u moddalarning konsentratsiyalari juda kam bo'lganligi uchun biokimyoviy analizning yuqori darajali sezgir usullari qo'llaniladi. Bunday usullarga gaz xromatografiyasi, mass-spektrometriya, suyuqlik xromatografiyasi, flyuorestsent immun analiz va boshqalar kiradi. Shu bilan birga ikkitadigan kam bo'lmagan usullarni qo'llash kerak.

Doping-nazoratning usullari yuqori darajali sezgir bo'lishiga qaramay, hozirgi vaqtda anabolik peptid gormonlarni hamda qon dopini qo'llashni bilib olishda qiyinchiliklar bor.

#### 9.6.4. Doping-nazoratning protseduralari

Doping-nazoratning protseduralari quyidagi bosqichlardan tashkil topadi: analiz uchun biologik namunalarni (qon, siydik) tanlab olish, tanlangan namunalarni fiziko-kimyoviy o'rganish va xulosalarni rasmiylashtirish, aybdorlarga kerakli chora-tadbirlarni belgilash. Musobaqa vaqtida sportchi qoida bo'yicha u doping-nazoratdan o'tishi shart ekanligi haqida bildirish qog'ozini oladi. Majburiy tartibda doping-nazoratni 1-, 2- va 3-o'rinlarni egallagan g'oliblar hamda komissiyaning qarori bo'yicha sovrindor o'rinlarni egallamaganlardan (ular qur'a tashlash bo'yicha tanlanadi) bir nechtasi o'tadi. Ishtirok etgandan so'ng sportchi doping-nazorat xonasiga yo'l oladi. Bu erda sportchining o'zi analizga siydik namunasini to'plash uchun idish tanlaydi. So'ng kuzatuvchi ishtirokida siydik namunasi topshiriladi (kuzatuvchi namunani biron falsifikatsiya bo'lmasligini kuzatadi). Namunani topshirgandan keyin sportchining o'zi tanlagan yorliq yopishtiriladi. Undan keyin olingan biologik namuna 2 qismga bo'linadi – A va B namunalari, surg'uchlanadi va ularga ma'lum kod beriladi. Shunday qilib, hech qaysi bir bosqichda sportchining familiyasi eslatilmaydi (to'la anonimligini saqlash uchun). Kodlarning nusxalari doping-nazorat protokoliga yopishtirib qo'yiladi. So'ngra namunalar konteynerlarga joylashtiriladi va doping-nazorat laboratoriyasiga olib boriladi. Doping-nazorat protokoliga imzo qo'ymasdan oldin sportchi musobaqalardan oldin qabul qilgan dorilarning hamma nomlarini komissiyaga aytishi shart (chunki ba'zi bir dorilar o'zining tarkibida taqiqlangan moddalarni minimal miqdorda tutadi, masalan, solutan). Doping-nazoratning protokoliga imzo chekilgandan so'ng sportchiga faqat analiz natijalarini kutish qoladi, xolos. Doping-nazoratni o'tkazish reglamentiga ko'ra A namuna analiz qilinadi, shu bilan birga biologik namunani olgandan so'ng 3 sutkadan ortiq vaqt o'tishi kerak emas. Unda taqiqlangan preparatlar topilgan holda B namuna ochilib, analiz qilinadi. B namunani ochish vaqtida sportchining o'zi yoki vakolatli kishisi (murabbiyi) qatnashishi mumkin. Agar namunada taqiqlangan preparat yana aniqlansa (topilsa), sportchiga muvofiq jazolar qo'llaniladi. Bordi-yu, B namunada taqiqlangan

preparat topilmasa, A bionamunaning analizi bo'yicha xulosa bekor qilinadi va sportchiga hech qanday jazo qo'llanilmaydi.

Sportchining doping-nazoratini o'tkazishdan bosh tortishi yoki uning natijalarini falsifikatsiya qilishga urinishi barcha kelib chiqadigan ana shunday oqibatlar bilan uni doping qabul qilganligiga iqror bo'ldi deb hisoblanadi.

Doping-nazorat natijalarini falsifikatsiya qilish uning natijalarini buzib ko'rsatishga yo'naltirilgan har xil turdagi manipulyatsiyalardan iborat. Biologik namunalarni doping analizining natijalarini ijobiy bo'lishiga oldindan ishongan holda sportchilar uni falsifikatsiya qilishga urinishadi. Shu bilan birga siydikni almashtirib qo'yishga urinish mumkin (kateterizatsiya va taqiqlangan preparatlardan hosil bo'lgan boshqa odamning siydigini yoki siydikka o'xshatilgan suyuqlikni siydik pufakchasiga kiritish; mikrokonteynerlardan foydalanish; atayin siydikni dopinglarni identifikatsiyasini qiyinlashtiradigan aromatik birikmalar bilan ifloslash). Taqiqlangan manipulyatsiyalarga maxsus xirurgik operatsiyalarni ham kiritishadi (masalan, teri ostiga yo'ldoshni tikib qo'yish).

Agar ilgari doping-nazoratdan, yuqorida ko'rsatilganidek, faqat yuqori malakali sportchilar va faqat mas'uliyatli xalqaro va ichki musobaqalar vaqtida o'tgan bo'lsalar, keyingi yillarda esa bunday nazorat faqat musobaqa davrlaridagina emas, balki mashqlanish mashg'ulotlari vaqtida ham olib borilyapti, shu bilan birga ularning sportga aloqadorligidan qat'i nazar barcha sport bilan shug'ullana-yotgan shaxslar dopingga tekshirishdan o'tishlari lozim.

#### **9.6.5. Doping qabul qilishda ayblangan sportchilarga jazo choralari**

Dopingni topilishi sportchiga juda og'ir jazo, to sportdan butunlay chetlatishgacha choralarini ko'rish xavfini tug'diradi. Taqiqlangan moddalar (efedrin va uning hosilalari kabi simpatomimetik preparatlardan tashqari) birinchi marta aniqlansa, o'sha sportchi 2 yilga, qayta aniqlanganda – umrbod sportdan chetlatiladi. Simpatomimetiklarni qabul qilgan vaqtda birinchi marta 6 oyga, ikkinchi marta – 2 yilga va uchinchi marta – umrbod diskvalifikatsiya qilinadi. Shu bilan birga murabbiyi va nazorat qiluvchi doktori ham jazolanadi. Rasmiy

ravishda narkotiklarga kiritilgan har qanday moddalarni doping sifatida qabul qilish tegishli administrativ va jinoiy jazolarni qo'llashga olib keladi. Keyingi vaqtlarda bir qator mamlakatlarning qonun chiqaruvchi organlari anabolik steroidlarni tibbiy ko'rsatmasiz qabul qilsa yoki ularni qabul qilishga moyilligi bo'lsa, jinoiy javobgarlikka tortish haqida takliflar kiritishgan.

Yuqorida bayon qilinganlar asosida har bir inson o'zi uchun birdan-bir to'g'ri xulosaga kelishi mumkin: istalgan yuqori natijalarga erishish qanchalik jozibador va tez bo'lmasin, dopinglarni hech qachon qabul qilish kerak emas.

### **Asosiy tushunchalar va mavzuning atamalari**

**Standart jismoniy yuklamalar** – bular shunday yuklamalarki, ularda bajarilayotgan ishning miqdori va quvvati chegaralangan bo'ladi.

**Maksimal jismoniy yuklama** – quvvati bo'yicha musobaqanikiga yaqin yoki musobaqaning o'zining jismoniy yuklamalari.

**Garvard step-testi** – balandligi 50 *sm* – erkaklar uchun va 40 *sm* – ayollar uchun skameykaga berilgan tempda 4-5 *min* davomida chiqib-tushish.

**Veloergometriya** – veloergometrda fiksatsiya qilingan ishni bajarish. Ikkita har xil veloergometrik proba bo'ladi: maksimal turg'un holati sharoitidagi ish va "Vita maxima" (maksimal zo'riqish bilan bajariladigan ish) sharoitidagi ish. Birinchi holda ishni 50 vatt dan to har 6 minutdan keyin yana 50 vatt dan qo'shib boriladi, to turg'un holat buzilib (minutiga 170 urish) yana yurakni urishi tezlashguncha. Ikkinchi holda ham boshlang'ich quvvat 50 vatt bo'lib, ammo uni har minutida 50 vatt dan qo'shib boriladi; mashqlanmagan odam 200-250 vattgacha etadi, xolos, yuqori malakali sportchi esa 500 vatt va undan ko'proqda ham ishni davom ettiradi. Pedalni aylantirish tezligi har doim bir xil va minutiga 70 marta aylantiriladi.

**Umumiy mashqlanganlik** – konkret sport sohasiga qaramasdan sportchining jismoniy tayyorlanganlik darajasi.

**Maxsus mashqlanganlik** – berilgan sport turining maxsus yuklamasini bajarishga sportchining jismoniy tayyorgarlik darajasi.



**Insulin va glyukogon** – oshqozon osti bezi ishlab chiqaradigan gormonlar.

**Somatotropin** – gipofizning oldingi bo'lagi ishlab chiqaradigan gormon.

**Testosteron** – erkaklarning asosiy jinsiy gormoni.

**Estradiol** – ayollarning asosiy jinsiy gormoni.

**Tiroksin** – qalqonsimon bez ishlab chiqaradigan gormon.

**Doping** – so'zining o'zini nomi inglizcha so'z “dope”dan olingan bo'lib, narkotik qabul qilish ma'nosini bildiradi. Xalqaro olimpiya qo'mitasining tibbiyot komissiyasini ta'rifi bo'yicha ish qobiliyati va sport ko'rsatkichlarini sun'iy oshiradigan farmakologik preparatlarni sportchi organizmiga har qanday yo'l bilan (inyeksiya sifatida, tabletkalar, nafas olish bilan va h.k.) kiritish doping hisoblanadi.

**Qon dopingi (gemotransfuziya)** – sport ish qobiliyatini oshirish maqsadida musobaqalar oldidan boshqa odamning yoki o'zining qonini olib qo'yish.

**Anabolik steroidlar** – erkaklarning jinsiy gormoni – testosteronning sun'iy sintezlangan hosilalari (shu jumladan testosteronning o'zi va uning efirlari).

**Testosteronning anabolik faolligi** – skelet muskullarida oqsillar biosintezini keskin kuchaytirishi.

**Androgen faolligi** – bu gormonal faolligi.

**Virilizatsiya** – ayollarda erkaklarning ikkilamchi belgilarining paydo bo'lishi.

**Ginekomastiya** – erkaklarda sut bezining va emizgichning kattalashishi.

**Girsutizm** – sertuklik yoki seryunglik.

### **Savollar va topshiriqlar**

1. Biokimyoviy nazoratning usullari yordamida qanday amaliy masalarni echish mumkin?

2. Sportchilarni biokimyoviy tekshirilayotgan vaqtda qanday tipdagi tekshiruvchi jismoniy yuklamalar qo'llaniladi? Ana shu yuklamalarni biokimyoviy jihatdan asoslab bering.

3. Biokimyoviy tekshirishni tashkil qilish va o'tkazish vaqtida asosiy e'tibor qaysi bir tekshiruvchi biokimyoviy ko'rsatkichlarga beriladi?

4. Toliqishning darajasi va tiklanish jarayonining borishini baholashda qo'llaniladigan biokimyoviy usullarning nomini keltiring va ularga xarakteristika bering.

5. Sportchining mashqlanganligini dinamikada nazorat qilish uchun qanday biokimyoviy usullar qo'llaniladi?

6. Standart va maksimal jismoniy yuklamalarga mashqlangan va mashqlanmagan organizmlarning biokimyoviy javob reaksiyalari nima bilan farq qiladi?

7. Quvvati yuqori bo'lmagan bir xil ishni bajargan vaqtda stayer yoki o'rta masofaga yuguradigan sportchilarning qaysi birining qonida kislotalik-ishqorlik muvozanati ko'proq o'zgarishi mumkin?

8. Mashqlangan yoki mashqlanmagan sportchilarning qaysi birlari qonida yuqori submaksimal quvvatli ishni bajargandan keyin sut kislotasining yuqori konsentratsiyasi kuzatiladi?

9. Dopingning o'zi nima? Sportchining organizmiga ularning ijobiy va salbiy ta'sirlari nimalardan iborat?

10. Doping-nazoratning vazifalari, ob'ektlari va usullari nimalardan iborat? Doping-nazorat qaysi darajadagi musobaqalarda qachon va kim tomonidan o'tkaziladi?

### **O'zingizni tekshirib ko'ring**

1. Sportda biokimyoviy nazoratning vazifalari nimalardan iborat? a) sportchi organizmining funksional holatini tekshirish; b) mashqlanish jarayonida sportchi organizmining asosiy energetik sistemalari va funktsional tartiblarini adaptatsion o'zgarishlarini kuzatish; c) sportchilar metabolizmini patologiya oldi va patologik o'zgarishlarini diagnostika qilish; d) barcha javoblar to'g'ri.

2. Jismoniy yuklamalar organizmning reaksiyalarini aniqlash, mashqlanganlik darajasini baholash, farmakologik va boshqa tiklanish vositalarning qo'llashni adekvatligini aniqlash va h.k. kabi tipik bo'lmagan masalalarni echish qaysi nazorat turiga kiradi? a) tibbiy; b) fiziologik; c) biokimyoviy; d) doping.

3. Biokimyoviy nazoratning qanday turlari bor? a) kundalik tekshirish (KT) va mukammal kompleks tekshirish (MKT); b) etapli kompleks tekshirish (EKT) va musobaqa faoliyatini tekshirish (MFT); c) yetapli kompleks tekshirish (EKT) va mukammal kompleks tekshirish (MKT); d) a va b.

4. Biokimyoviy tekshirishning materiali sifatida ko'proq ishlatiladi: a) qon va nafas bilan chiqarilayotgan havo; b) qon va siydik; c) muskul to'qimasi; d) ter va so'lak.

5. Biokimyoviy nazoratning bajarilishi shart bo'lgan sharoitlardan biri – tekshirish ishlarini ..... hisoblanadi: a) mashqlanishning turli davrlari va bosqichlarida, dinamikada; b) faqat mashqlanish jarayonida; c) mashqlanishdan oldin va so'ng; d) faqat bir marta mashqlanishdan so'ng.

6. Qat'iy bir xil quvvat va davomiylikdagi standart ishni bajarish vaqtida mashqlangan odamning organizmida mashqlanmagannikiga nisbatan sodir bo'ladi: a) katta biokimyoviy o'zgarishlar; b) kichik biokimyoviy o'zgarishlar; c) mo'tadil biokimyoviy o'zgarishlar; d) biokimyoviy o'zgarishlarda farq bo'lmaydi.

7. Maksimal intensivlik va davomiylikdagi ishni bajarish vaqtida mashqlangan organizmda shunday biokimyoviy o'zgarishlar sodir bo'lishi mumkinki, ya'ni: a) O<sub>2</sub> ning eng ko'p iste'moli; b) O<sub>2</sub> qarzining eng ko'pligi; c) sut kislotasining konsentratsiyasini eng yuqori darajasi; d) barcha javoblar to'g'ri.

8. Sportchining umumiy mashqlanganlik darajasini eng infor-mativ biokimyoviy ko'rsatkichi qonda ..... ni aniqlash hisoblanadi: a) sut kislotasining miqdori, pH, ishqorlik rezervi; b) siydikchil va siydik kislotasi miqdori; c) glyukoza va keton tanachalari; d) katexolamin gormonlari.

9. Dopinglarga kiradi: a) psixostimulyatorlar va narkotiklar; b) anabolik steroidlar; c) beta-blokatorlar va diuretiklar; d) barcha javoblar to'g'ri.

10. Anabolik steroidlar, jumladan, erkaklarning asosiy jinsiy gormoni – testosteron va uning sintetik analoglari ..... qobiliyatiga ega: a) muskullarda glikogenning zahirasi oshishi; b) jigarda yog'larning miqdorini kamatirish; c) skelet muskullarida oqsil sintezini kuchaytirish; d) jigarda glikogenning zahirasini ko'paytirish.

**“O’zingizni tekshirib ko’ring” bo’limiga javoblar**

Bo’li m-lar	Test topshiriqlari									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	b	c	d	a	c	b	a	d	b	d
2	d	b	a	d	c	d	a	b	d	c
3	c	b	d	a	b	d	c	b	a	d
4	c	d	a	c	d	b	a	b	d	d
5	b	b	c	a	a	c	b	a	c	d
6	b	a	c	d	c	b	b	a	a	d
7	b	d	a	c	d	c	b	a	d	c
8	c	b	d	a	b	b	c	d	b	c
9	d	c	d	b	a	b	d	a	d	c

## Adabiyotlar

Аулик И.В. Как определить тренированности спортсмена. М., 1977.

Березов Т.Т., Коровкин. Биологическая химия. М., 1990.

Биохимия. Учебник. Под ред. В.В. Меньшикова и Н.И. Волкова. М., 1986.

Бундзен П.В., Загранцев В.В., Назаров И.Б. и др. Генетическая и психофизическая детерминация квантово-полевого уровня биоэнергетики организма спортсменов // Теория и практика физ. культуры. 2002, № 6, стр. 40-44.

Виру А.А., кырге П.К. гормоны и спортивная работоспо-собность. М., 1983.

Волков В.М. Восстановительные процессы в спорте. М., 1977.

Волков Н.И., Карасев А.В., Хосни М. Теория и практика интервальной тренировки в спорте. М., 1995.

Захаров Е.Н., Карасев А.В., Сафонов А.А. Энциклопедия физической подготовки. М., 2002.

Зотов В.П. Восстановительные процессы в спорте. Киев, 1990.

Калинский М.И., Рогозкин В.А. Биохимия мышечной деятельности. Киев, 1989.

Колчинская А.З. Кмслород. Физическое состояние. Работо-способность. Киев, 1991.

Ленинджер А. Основы биохимии. М., 1985, Т. 1-3.

Лоу К. Все о витаминах. М., 1995.

Матвеев Л.П. категории «развитие», «адаптация» и «воспитание» в теории физической культуры и спорта // Теория и практика фи. культуры, 1999, № 1, стр. 2-11.

Матвеев Л.П. К дискуссии о теории спортивной тренировки // Теория и практика фи. культуры, 1998, № 7, стр. 55-61.

Меерсон Ф.З., Пшендин М.Г. Адаптация к стрессорным ситуациям и физическим нагрузкам. М., 1988.

Мирошниченко Н.С., Шуба М.Ф. Роль ионов кальция в процессах сокращения и расслабления скелетных мышц // Доклады АН СССР, 1987, Т. 297, № 4, стр. 1001-1004.

Платонов В.Н. Адаптация в спорте. Киев, 1988.

Покровский А.А. Роль биохимии в развитии науки о питании. М., 1974.

Проскурина И.К. Биохимия. М., 2001.

Ридерз Дайджест. Все о здоровом образе жизни. М., 2001.

Рогозкин В.А. Методы биохимического контроля в спорте. Л., 1990.

Рогозкин В.А., Пшендин А.И., Шишина Н.Н. Питание спортсменов. М., 1989.

Рогозкин В.А. Расшифровка генома человека и спорт // Теория и практика физ. культуры, 2001, № 6, стр. 60-63.

Скулачев В.П. Законы биоэнергетики // Соросовский образовательный журнал. 1997, № 1, стр. 9-14.

Скулачев В.П. Кислород в живой клетке: добро и зло // Соросовский образовательный журнал. 1996, № 3, стр. 4-10.

Сучков А.В., Панюшкин В.В., Португалев С.Н., Жуков Д.Д. Использование лекарственных средств для восстановления и повышения специальной работоспособности спортсменов. М., 1990, 1-3 часть.

Удалов Ю.Ф. Витамины в питании спортсменов // Теория и практика физ. культуры, 1989, № 11, стр. 16-20.

Физиологическое тестирование спортсменов высокого класса // под ред. ДЖ. Дункана мак Дауэла и др. Киев, Олимпийская литература, 1998.

Физическая культура студента. Учебник. Под. ред. В.И. Ильинича. М., 1999.

Физическая культура. Учебное пособие. Под. ред. В.А. Коваленко. М., 2000.

Хмелевский Ю.В., Усатенко О.К. основные биохимические константы в норме и при патологии. Киев, 1984.

Хочачка П., Сомеро Дж. Стратегия биохимической адаптации. М., 1977.

Яковлев Н.Н. Биохимия. М., 1974.

Яковлев Н.Н. Химия движения. Л., 1983.

## MUNDARIGA

Muqaddima	3
<b>1. Muskel va muskullarning qisqarish biokimyosi</b>	4
1.1. Muskullarning tuzilishi	4
1.2. Muskel tolasining strukturasi va funksiyalari	6
1.3. Muskullarning kimyoviy tarkibi	13
1.4. Miofibrillar oqsillarining struktura tuzilishi va xususiyatlari	12
1.5. Muskel qisqarishining mexanizmi	14
<b>2. Muskel ish faoliyatidagi bioenergetik jarayonlar</b>	22
2.1. Muskel ishi uchun energiya manbalari	22
2.2. ATP resintezining anaerob va aerob yo'llari	23
2.2.1. Kreatinkinaza reaksiyasida ATPning resintezi	24
2.2.2. Glikoliz jarayonida ATPning resintezi	27
2.2.3. Miokinaza reaksiyasida ATPning resintezi	31
2.2.4. Aerob jarayonda ATPning resintezi	31
2.3. Har xil quvvatli va davomiylikdagi mashqlarda ATP resintezining anaerob va aerob jarayonlarini nisbatlari	37
<b>3. Muskel ish faoliyatida organizmdagi biokimyoviy jarayonlarning dinamikasi</b>	42
3.1. Muskel ishida biokimyoviy o'zgarishlarning yo'nalishi	42
3.2. Muskel ish faoliyatida organizmning energetik resurslarini jalb qilinishi	44
3.3. Muskel ish faoliyatida kislorodning iste'moli	47
3.4. Ish paytidagi o'zgarishlarning xarakteri bo'yicha mashqlarni sistemaga solish	51
<b>4. Toliqish va ishdan so'ng dam olish davrida organizmda sodir bo'ladigan biokimyoviy o'zgarishlar</b>	60
4.1. Toliqish davridagi biokimyoviy o'zgarishlar	60



4.2. Muskul ishidan so'ng dam olish vaqtidagi biokimyoviy o'zgarishlar	64
<b>5. Sport ish qobiliyatining biokimyoviy omillari</b>	<b>75</b>
5.1. Sport ish qobiliyatini belgilaydigan omillar	75
5.2. Anaerob va aerob ish qobiliyatlarining ko'tatkichlaridagi farqlar	78
5.3. Sport ish qobiliyatining spetsifikasi	80
5.4. Sportchilarning ish qobiliyatiga mashqlanishning ta'siri	82
5.5. Sportchilarning ish qobiliyatiga yoshlarini ta'siri	83
<b>6. Sportchilarning tezkorlik-kuchlilik sifatleri, chidamkorligi va ularni rivojlantirish yo'llarining biokimyoviy asoslari</b>	<b>91</b>
6.1. Tezkorlik-kuchlilik sifatlarining biokimyoviy omillari	91
6.2. Chidamkorlikning biokimyoviy asoslari	96
6.3. Tezkorlik-kuchlilik sifatleri va chidamkorlikni rivojlantirish uslub va yo'llarining biokimyoviy asoslari	98
6.3.1. Tezkorlik-kuchlilik sifatlarini rivojlantirishga yo'naltirilgan uslublar	98
6.3.2. Chidamkorlikni rivojlantirishga yo'naltirilgan uslublar	100
6.4. Mashqlanish, mashqlanishni orqaga qaytishi va o'ta mashqlanish vaqtidagi biokimyoviy o'zgarishlar	109
<b>7. Sport mashqlanish jarayonida biokimyoviy adaptatsiyaning qonuniyatlari</b>	<b>114</b>
7.1. Muskul faoliyatida organizmning adaptatsiyasi haqida umumiy tushuncha	114
7.2. Mashqlarni jismoniy yuklama, adaptatsiya va mashqlanish samarasi	115
7.3. Mashqlanishning biologik prinsiplari	119
7.4. Mashqlangan organizmning biokimyoviy xarakteristikasi	122
<b>8. Sportchilarning ovqatlanishining biokimyoviy asoslari</b>	<b>133</b>

8.1. Ratsional balanslashtirilgan ovqatlanish haqida umumiy tushuncha	133
8.2. Sportchilarning ovqatlanishini ba'zi bir xususiyatlari	142
8.3. Ovqatlanish omillari yordamida sportchilarning ish qobiliyatini oshirish va tiklanish jarayonlarini tezlashtirishning biokimyoviy yo'llari	156
<b>9. Sportda biokimyoviy nazorat</b>	164
9.1. Biokimyoviy nazoratning vazifalari, turlari va tashkil qilish	164
9.2. Tekshirish materiallari va asosiy biokimyoviy ko'rsatkichlar	169
9.3. Qon va siydiklarning tarkibini asosiy biokimyoviy ko'rsatkichlari, muskul faoliyatida ularning o'zgarishi	173
9.3.1. Uglevodlar almashinuvining ko'rsatkichlari	173
9.3.2. Lipidlar almashinuvining ko'rsatkichlari	175
9.3.3. Oqsil almashinuvining ko'rsatkichlari	178
9.3.4. Organizmning kislotali-asosli holati (KAH)ning ko'rsatkichlari	182
9.3.5. Biologik faol moddalar – moddalar almashinuvining regulyatorlari	183
9.4. Muskul faoliyatida organizmni energiya bilan ta'minlash sistemalarining rivojlanishini biokimyoviy nazorati	186
9.5. Sportchi organizmining mashqlanganlik darajasi, toliqish va tiklanishni biokimyoviy nazorati	188
9.6. Sportda doping qo'llashni nazorat qilish	191
9.6.1. Dopinglarning klassifikatsiyasi	192
9.6.2. Anabolik steroidlar (AS)	194
9.6.3. Doping nazoratining vazifalari, obyektlari (materiallari) va usullari	197
9.6.4. Doping-nazoratning protseduralari	198
9.6.5. Doping qabul qilishda ayblangan sportcilarga jazo choralari	199
Adabiyotlar	205

*Muharrir*  
*Texnik muharrir*

Bosishga ruxsat etildi 00.00.11. Qog'oz bichimi 60x84 1/16.  
Hajmi 00,0 fiz.b.t. 00-00 raqamli shartnoma. Adadi 0000 nusxa.  
000-son buyurtma.

Nashriyot .....

Bosmaxona.....

