

ISBN-978-9943-055-24-7



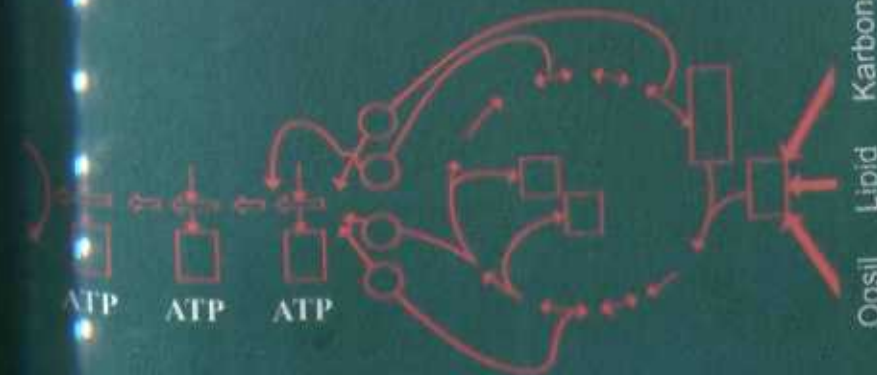
9 789943 055247



«TAFAKKUR-BOSTONI»
NASHRIYOTI

M.U.TO'YCHIBOYEV

SPORT BIOKIMYOSI



los 75.0.873
8-85

**O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI
OLYI VA O'RTA MAXSUS TA'LIM VAZIRLIGI**

M.U. TO'YCHIBOYEV

SPORT BIOKIMYOSI

*O'zbekiston Respublikasi Oliy va o'rta maxsus ta'lim vazirligi
tomonidan SA 810201 "Sport faolligi" magistratura
mutaxassisligi bo'yicha ta'lim olayotgan talabalar uchun
darslik sifatida tavsiya etilgan*

**FARG'ONA DAVLAT
UNIVERSITETI
AXBOROT RESURS MARKAZI
QABUL QILISH YIG'ISH VA
KATALOGLASH BO'LIMI**

«TAFAKKUR-BO'STONI»

Toshkent – 2012

UDK: 796(075)

75.0

S 85

To'ychiboyev M.U.

Sport biokimyosi / M.U. To'ychiboyev; Oliy va o'rta maxsus ta'lim vazirligi - Toshkent: «Cho'lpon» nomidagi NMIU, «Tafakkur-Bo'stoni» 2012. 200 b.

KBK 75.0

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'limlarni o'z ichiga oladi: muskul va muskulning qisqarish biokimyosi; muskul ish faoliyatidagi bioenergetik jarayonlar; muskul ish faoliyatidagi biokimyoviy jarayonlarning dinamikasi; toliqishning biokimyoviy asoslari; sport ish qobiliyatining biokimyoviy omillari, sportchilarning tezkorlik-kuchlilik sifatleri, chidamkorligi va ularni rivojlantirish uslublarining biokimyoviy asoslari; sport mashqlanish jarayonidagi biokimyoviy adaptatsiyaning qonuniyatlari; sportchilar ovqatlanishining biokimyoviy asoslari va sportda biokimyoviy 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 murabbiylari va sport sohasida ishlayotgan shifokorlar uchun ham foydali qo'llanma bo'la oladi.

Taqrizchilar:

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

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

ISBN - 978-9943-055-24-7

©«TAFAKKUR-BO'STONI»

MUQADDIMA

Keyingi yillarda biokimyofanining tez rivojlanishi yangi eksperimental ma'lumotlarning to'planishi, bir qator muhim qonuniyatlarning o'rnatilishi, yangi kontsepsiya 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'qimalarida sodir bo'ladigan biokimyoviy jarayonlarning funksional aspektlarini muallif iloji boricha to'laroq aks ettirishga harakat qilgan.

Ushbu darslikni yaratish jarayonida muallif uning jismoniy tarbiya institutlarining magistrantlari, murabbiylar, shifokorlar va boshqa jismoniy tarbiya va sport mutaxassislari uchun mo'ljallanganligini diqqatga 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 sifatleri 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.

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

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

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'shshish yo'li bilan barcha harakatlarni ta'minlash. Kimyoviy energiyaning mexanik energiyaga aylanish yo'li bilan muskullarning qisqarishida ish bajariladi.

Muskul xuddi dvigatel kabi juda yuqori foydali ish ko'effitsientiga ega – f.i.k. (30 – 50%). Alohida ajratib olingan muskulning f.i.k. 53% ni tashkil qiladi. Odamlarning barqaror holatida f.i.k. 49% ga yetadi. Odam qo'li bilan yaratilgan bironta 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 potentsial energiyasi (kimyoviy energiyasi) oldin issiqlik energiyasiga va so'ngra – mexanik energiyaga aylanadi. Shu bilan birga ko'p energiya yo'qoladi. Muskullarda esa organik moddalarning kimyoviy energiyasi to'g'ridan-to'g'ri mexanik energiyaga aylanadi va energiyaning yo'qotilishi nisbatan ancha kam. Muskullar qisqarishida energiya muskul qisqartiruvchi oqsillarini o'zaro tortilish kuchining o'zgarishiga va fazoda birgalikda joylashishiga sarflanadi.

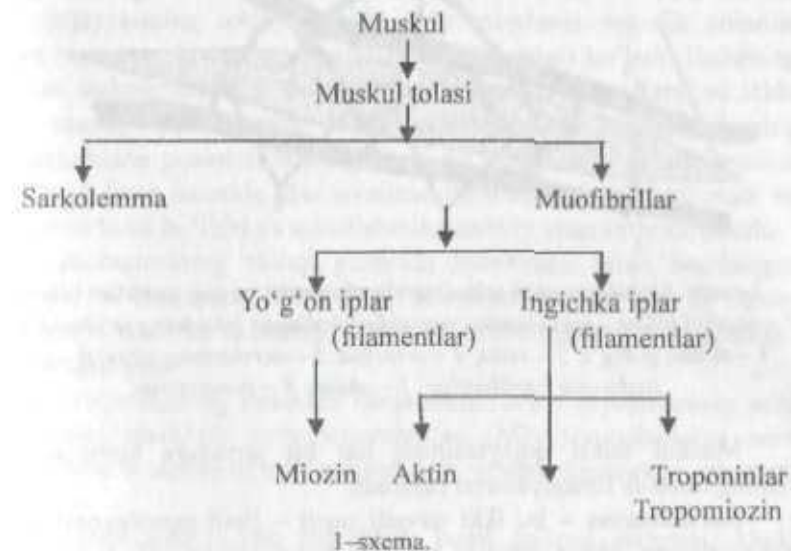
Evolutsiya jarayonida to'qimalarning differensiyasi paydo bo'lgan. Qisqarish jarayonini ta'minlaydigan to'qima – bu muskul to'qimasi.

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 xizmat qiladi**. Muskul tolalari uch xil bo'ladi: **oq-tez qisqaradigan (FT)**, **qizil-sekin qisqaradigan (ST)** va **oraliqli (FR)** muskul tolalari. Biokimyoviy nuqtai nazaridan ular muskul qisqarishining energetik ta'minoti bioenergetik mexanizmlari 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 jarayonining fermentlari (uchkatbon kislotalar sikli, oksidlanishli – fosforlanish, moy kislotalarining β -oksidlanishi) hamda bularda mitoxondriyalarning soni va hajmi ko'p bo'ladi va miogloblin oqsili miqdori ham yuqori bo'ladi.

Mana shu oqsil ST tolalarga qizil rang beradi. Boshqa tomonidan olganda, bu har ikkala tur – FT va ST tolalarini har xil motoneyronlar innervatsiya qilganligi sababli ular turli vaqtda ishga kirishadi va tolalarning qisqarish tezligi har xil bo'ladi. Har hil muskullar o'zlari tarkibida bu tolalarni turli nisbatda tutadi. Bu omil, ya'ni odam muskullarida FT va ST tolalarni turli nisbatda tutilishi genetik moyil omil bo'lib, organizmning individual rivojlanish jarayonida va sport mashqlanish jarayonining ta'sirida o'zgarib qoladi.

Har bir muskul bir necha 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 barcha tashkil etuvchi darajalarini o'rganish maqsadga muvofiq bo'ladi (1-sxema).



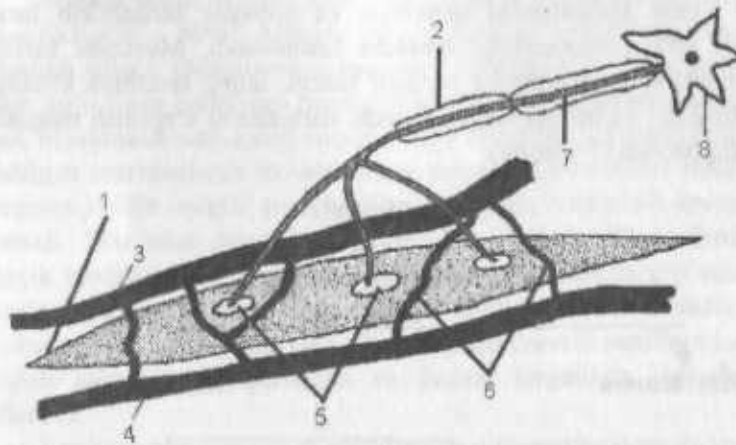
1-sxema.

1.2. Muskul tolasiining strukturasi va funksiyalari

Har bir muskul tolasi – 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 tolalari ishini qo'shilishidan hosil bo'ladi.

Musku tolasi 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'g'onligi **0,01 dan 0,2 millimetrgacha** bo'ladi (1-rasm).

Hujayra sarkolemma qobig'i bilan o'ralgan. 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 musku tolasi nervlarning oxiri va qon tomirlari bilan.
1 – musku tolasi – sarkolemma yuzasidagi kollagen iplarining to'rlari bilan;
2 – mielin qobig'i; 3 – vena; 4 – arteriya; 5 – nervlarning oxiri; 6 – qon tashuvchi kupillyarlar; 7 – akson; 8 – motoneyron.

Musku tolasi hujayrasining har bir struktura komponentlari o'zining maxsus funksiyalarini bajaradi.

Sarkolemma – bu ikki qavatli oqsil – lipid membranasi bo'lib uning qalinligi 100 A atrofida bo'ladi. Yarim o'tkazuvchan membrana hisoblanadi, chunki u turli moddalarning hujayraga kirishi va undan tashqariga hujayralararo bo'shliqqa chiqishini boshqarib turadi. Dielektriklik vazifasini bajaradi, ya'ni ikkita ionlar havzasini bir-biridan ajratib (izolyasiya qilib) turadi. Boshqa membranalarga o'xshab turli anorganik va organik kation va anionlarni tanlab o'tqazish xususiyatiga ega. U orqali yuqori molekularli moddalar o'tmaydi (oqsillar, polisa-

xaridlar va boshqalar), lekin glyukoza, sut va pirouzum kislotalari, keton tanachalari, aminokislotalar, qisqa peptidlar va boshqa kichik molekularli moddalar o'tadi.

Sarkolemma orqali moddalarning tashilishi faol xususiyatga ega, ya'ni energiya (ATPning energiyasi) sarflanishi yo'li bilan bo'ladi. Bu hujayralararo bo'shliqdagiga nisbatan hujayralarning ichida ba'zi moddalarni yuqori konsentratsiyada to'plashga imkoniyat tug'diradi. Sarkolemmani tanlab o'tkazuvchanligi musku tolasi qo'zg'aluvchanlikning 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 konsentratsiyasi K^+ ionlarining hujayra ichidagi konsentratsiyasidan yuqori, bundan tashqari, musku 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 zaryadlarning hosil bo'lishiga olib keladi. Ularning farqi membrana potentsiallarining hosil bo'lishiga olib keladi, musku tolalarining tinch holatida ular taxminan 90–100 mv ni tashkil etadi va qo'zg'alish hosil bo'lishi va uzatilishining 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.

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

Sarkoplazma – bu murakkab oqsil kolloid eritmasi. Unda glikogen, yog' tomchilari va hujayra strukturalari – yadro, mitoxondriya, ribosomalar, SR, lizosomalar, Goldji apparati va boshqalar joylashgan. Ularning funksiyalari maxsus musku oqsillari sinteziga ta'sir qilish yo'li bilan musku 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. joylashgan.

Yadro (mag'iz) – irsiyatni saqlash va nasldan naslga o'tkazishga javobgar organoid.

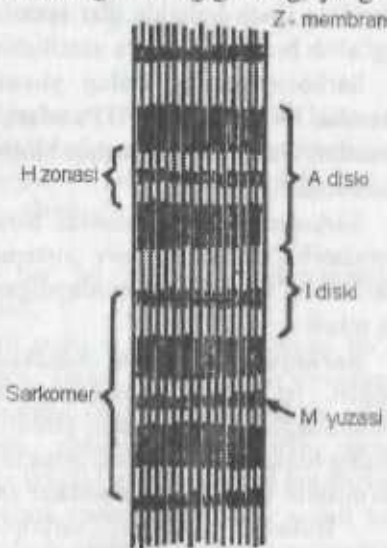
Mitoxondriya – hujayraning "kuch stansiyasi", ya'ni ATPning sintezlanish joyi. Hujayrada sintezlanadigan ATPning – 90% mitoxondriyada sintezlanadi. Ularning miqdori mashqlangan muskullarda mashqlanmaganlarga nisbatan ko'proq bo'ladi.

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 biopolimerlar (glikogen, yog'lar, oqsillar)ni parchalaydigan fermentlar chiqib, hujayraning energiyaga bo'lgan ehtiyojini ta'minlaydi.

Miofibrillar – muskullarni qisqartiruvchi element hisoblanadi. Ularning uzunligi odatda muskul tolasi uzunligiga teng, yo'g'onligi 1–2 mikrometrga teng, tashkil qiladi. Muskul tolasi hujayrasida 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'i – A disklar (2-rasm). Keyingisi yorug'lik nurlarini ikki marta sindiradi.

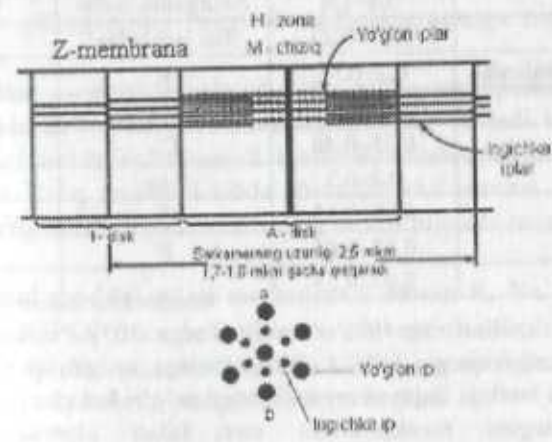


2-rasm. Miofibrill ayrim uchashtasining sxematik tuzilishi

Elektron mikroskop ostida shu narsa tasdiqlanganki, yorug' disklar ingichka iplardan (ingichka filamentlardan), qorong'i 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'iroq 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'nog'ichsimon" boshchasi bor, aktin oqsilidan tuzilgan ingichka iplar – mokisimon bo'lib, muskullar qisqarganda ular o'zaro ko'ndalang ko'prikelarni hosil qiladi.

Muskullar qisqargan vaqtda A diskning uzunligi o'zgarmaydi, chunki yo'g'on iplarning uzunligi doimiy. Yo'g'on iplarning oralig'iga kirish hisobiga I disklarning uzunligi qisqaradi. O'rtacha 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 membranalari oralig'idagi masofa qisqaradi.



3-rasm. Sarkomerning tuzilishi.
a – sarkomerning strukturasi sxematik ko'rinishi;
b – yo'g'on va ingichka iplarning joylashishi (ko'ndalang kesimi).

Ikkita yapon olimi Soichiro Tsukito va Masafumi Yano elektron mikroskopda muskullarning qisqarishi va bo'shashishi aktin iplarining miozin iplariga nisbatan siljishi natijasi ekanligini eksperimental isbotlab berishgan.

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 (1-jadval).

1-jadval

Sutemizuvchilar muskullarining kimyoviy tarkibi

Moddaning nomi	Miqdori, %	Moddaning nomi	Miqdori, %
Suv	72-80	Erkin amyokislotalar	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 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 sarkoplazmaning oqsillari (glikoliz va aminokislotalarni faollashgan jarayonining fermentlari – oqsillari, mioglobin zaxira 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 uning bo'shashida o'rni katta.

Muskul tolasi hujayrasida tuzilishi va funksiyasi bo'yicha qonning gemoglobiniga o'xshash oqsil – mioglobin bo'ladi. U o'zining funksiyasini faqat muskul tolasi hujayrasi darajasida bajaradi, ya'ni kislorodni qonning gemoglobininan mitoxondriyalar va undan CO₂ 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 turadi va sportchining mashqlanganlik darajasiga bog'liq bo'ladi. Mashqlangan muskullarda glikogenning miqdori mashqlanmaganga 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 zaxira yog'lari to'planishi mumkin.

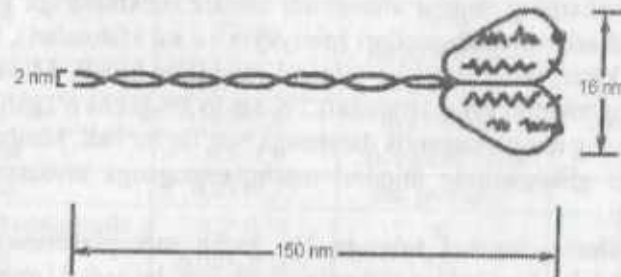
Mineral moddalardan muskullarda asosan K, Na, Ca, Mg, Cl, H₂PO₄⁻, HPO₄²⁻ va boshqalar bo'lib, ular muskulning umumiy og'irligining 1-1,5% ini tashkil qiladi. Ular qisqarayotgan muskullarda biokimyoviy jarayonlarni boshqarishda qatnashadi.

1.4. Miofibrillar oqsillarining struktura tuzilishi va xususiyatlari

Miofibrillaryar oqsillar guruhiga miozin, aktin, tropomiozin,

troponinlar (C, I, T), α - va β -akteninlar kiradi. Bular muskullarning qisqartiruvchi oqsillari hisoblanadi.

Miozin – muskullarning asosiy qisqartiruvchi oqsili bo'lib, barcha miofibrill 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 (spirallashmagan) "to'g'nog'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 miozinning molekulasini ko'proq manfiy zaryadga ega. Miozinning "to'g'nog'ichsimon boshchasi" fermentativ – ATP–aza faolligiga ega va o'zida ikkita markaz – substratni bog'lab olish va katalitik faollik markazini tutadi. Miozinning 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 oqsillarining 25% ini tashkil qiladi. U globulyar (G) oqsil, molekulyar massasi 42000 *Da*. G–aktin molekulasini 374 aminokislota qoldiqlaridan

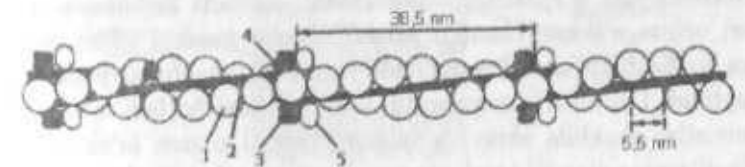
tashkil topgan, bitta polipeptid zanjiridan tuzilgan. Ikkita G–aktin molekulasini o'zaro ADP orqali bog'lanib, dimerni hosil qiladi. G–aktinning dimerlaridan ikki zanjirli strukturaga ega bo'lgan fibrillar F–aktin hosil bo'ladi (6-rasm).

Tropomiozin – uning miqdori muskullarda uncha ko'p emas – miofibrill oqsillarining 4-7% ini tashkil etadi, xolos. Tropomiozinning molekulyar massasi 65000 *Da* ga teng, uning molekulasini ikkita α -spirallashgan zanjirlardan tashkil topgan va 40 *nm* uzunlikdagi o'zak ko'rinishiga ega.

Troponinlar – molekulyar massasi 80000 *Da* bo'lgan globulyar (G) oqsillar. Ularning muskullardagi miqdori juda kam, ya'ni barcha miofibrill oqsillarining taxminan 2% ini tashkil qiladi. Molekulalari sferik ko'rinishga ega va uchta har xil subeditsiyalardan tashkil topgan – Tn-I (ingibirlovchi), Tn-C (kolsiy bog'lovchi) va Tn-T (tropomiozin bog'lovchi). Miofibrillarda F–aktin, tropomiozin va troponinlardan sarkomerning ingichka iplari (filamentlari) hosil bo'ladi (7-rasm). Troponin – tropomiozin kompleksi aktomiozin kompleksiga Ca^{2+} ionlariga sezuvchanlikni ta'minlaydi.



6-rasm. F-aktinning qo'sh spirali

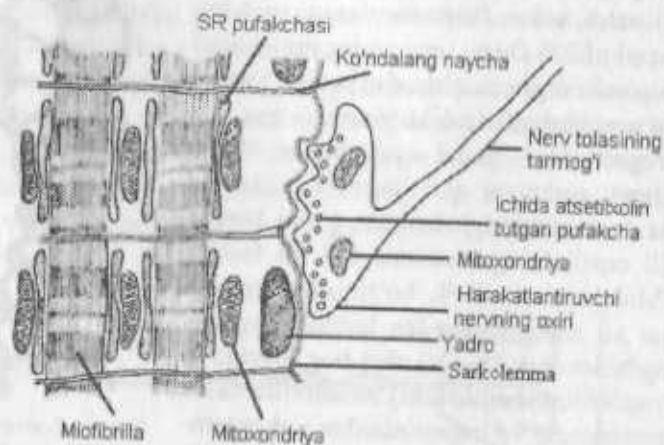


7-rasm. Sarkomerning ingichka (aktin) ipining struktura tuzilishi: 1 – aktin; 2 – tropomiozin; 3 – troponin C; 4 – troponin I; 5 – troponin – T.

1.5. Muskul qisqarishining mexanizmi

Hozirgi zamon tushunchasi bo'yicha muskullarning qisqarish jarayoni quydagicha amalga oshadi.

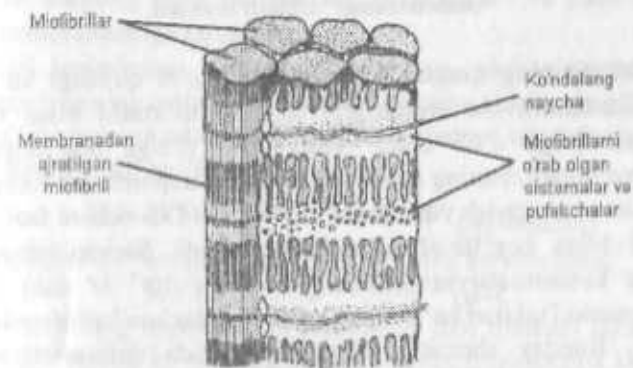
Markaziy nerv sistemasidan nerv-muskul apparati – **sinaps**ga (8-rasm) kelayotgan elektr impulslari muskul qisqarishini chaqiradi. Elektr impulslari sinapsga yetib kelishi bilan maxsus pufakchalarning bir qismi yorilib, undan neyromediator – atsetilxolin ajralib chiqadi va presinaptik membranadagi maxsus teshikchalar orqali hujayralararo bo'shliqqa o'tib, postsinaptik membranadagi (sarkolemmadagi) maxsus retseptor oqsili bilan bog'lanadi.



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

Retseptor oqsil – atsetilxolin kompleksi hosil bo'lishi retseptor oqsilining konformatsiyasi o'zgarishiga olib keladi, natijada sarkolemmani Na^+ ionlari uchun o'tkazuvchanligi oshadi va ular muskul tolasi hujayrasi ichiga kiriboshlab, sarkolemma ichki yuzasidagi manfiy zaryadlar sonini kamaytiradi. Depolyarizatsiya bo'lib, ta'sir toki 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 pompsi, yoki kalsiy nasosi, yoki bo'shashish omili deb yuritiladi. Sarkoplazmatik retikulumning pufakcha va sistenalariga elektr qo'zg'alishi (ta'sir toki) yetib kelishi bilan kalsiy nasosi ishlab Ca^{2+} ionlarini bo'shatib yuboradi. Sarkoplazmada Ca^{2+} ionlari konsentratsiyasi ko'payadi (tinch holatdagi

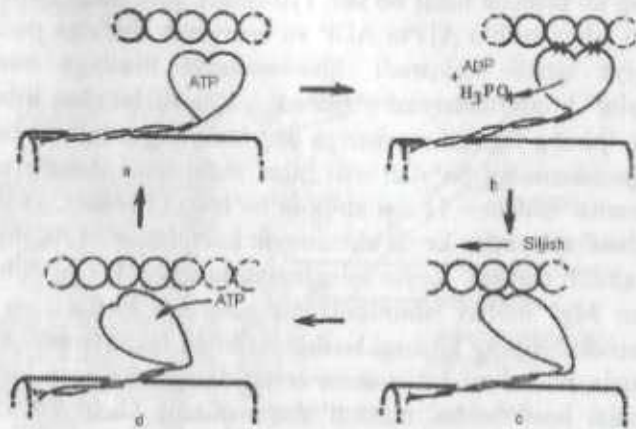
muskullarda Ca^{2+} ionlarining konsentratsiyasi $\sim 10^{-7} M$ bo'ladi, 10^{-6} – $10^{-5} M$ konsentratsiyada esa muskulning qisqaruvchanlik faolligi eng yuqori darajada bo'ladi). Bo'shalgan Ca^{2+} troponin C-ga bog'lanib konformatsion o'zgarishni chaqiradi, ya'ni troponin – tropomiozin o'qining buralishi sodir bo'ladi va ingichka protofibrilldagi (ipdagi) G-aktinning faol markazi bilan yo'g'on protofibrilldagi miozinining "boshchasi" o'rtasida ko'ndalang ko'prikcha hosil bo'ladi (10-rasm). Shu bilan birga miozin ATP-azasi ishga tushib ATPni ADP va anorganik fosfatga parchalaydi va energiya ajratib chiqaradi. Shu energiya hisobiga miozinning "boshchasini" konformatsiyasi o'zgaradi, ya'ni 90° burchak bilan (rasm 10b) aktin ipining tegishli markaziga bog'lanib olgan miozin boshchasi 45° buralib miozin ipi bo'ylab o'zi bilan aktin ipini tortadi (taxminan bitta elementar qadam – 11 nm atrofida bo'ladi) (10-rasm, c). Aktin ipi bitta "qadam" qilgandan keyin aktomiozin kompleksidan ADP va fosfor kislotasi ajralib chiqadi. Keyin miozinning boshchasiga ATPning yangi molekulasini 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 qisqarishining kuchi shuncha katta bo'ladi.



9-rasm. Sarkoplazmatik retikulumning tuzilish sxemasi.

Muskul bo'shashishi uchun harakatlantiruvchi nervdan kelayotgan impulslar 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 muskullari qisqarishiga qancha energiya sarflangan bo'lsa, ularning bo'shashiga ham shuncha energiya sarflanadi.



10-rasm. Muskullarning qisqarish va bo'shashishida yo'g'on ipdagi miozin "boshchasi" ishlash sxemasi.

Muskullarning qisqarishi jarayonining o'zi quyidagi ko'rinishga ega: harakatlantiruvchi impulslarni uzatishi to'xtashi bilan Ca^{2+} SR sisternalari ichiga o'tib oladi. Troponin-C o'ziga bog'langan Ca^{2+} ionlarini yo'qotadi, buning natijasida troponin-trapomiozin kompleksida konformatsion o'zgarish yuz beradi va troponin-I G-aktinni faol markazi boshchasi bilan bog'lanishga yo'l qo'ymaydi. Sarkoplazmada 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'shashadi. 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'shashishi jarayonida ingichka aktin iplari miofibrillarning yo'g'on miozin iplari bo'ylab sirpanadi, natijada ikkita Z-membranalar orasidagi masofa qisqaradi.

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

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

– nerv impulslarining hosil bo'lishi va nerv-musku apparati - sinapsga uzatilishi;

– qo'zg'alishlarning uzatuvchi – neyromediator atsetilxolinning bo'shalib chiqishi;

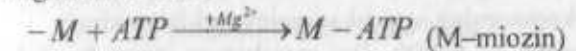
– atsetilxolinning akseptor oqsili konformatsiyasining o'zgarishi va sarkolemmaning Na^+ ionlari uchun o'tkazuvchanligining oshishi;

– Na^+ ionlarining hujayra ichiga oqimi va sarkolemmaning ichki yuzasidagi manfiy zaryad sonining kamayishi – depolyarizatsiya;

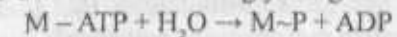
– ta'sir tokining hosil bo'lishi SR pufakchalari va sisternalarining barcha membranalariga tarqalishi;

– Ca^{2+} ionlarining ajralib chiqishi va sarkoplazmada uning konsentratsiyasining ortishi. Kalsiyning troponin-C bilan bog'lanishi;

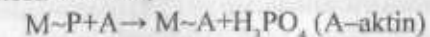
– Mg^{2+} ionlarining ishtirokida miozin boshchasi bilan fermentsubstat kompleksining hosil bo'lishi;



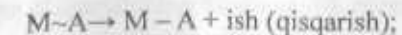
– miozinga ATP molekulasidan energiyaning ko'chirilishi;



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



– muskulning qisqarishi, ya'ni ATPning kimyoviy energiyasi mexanik ishga aylanishi;



– miozin boshchasi bilan aktin o'rtasidagi ko'ndalang ko'prikning uzilishi – bo'shash



Asosiy tushunchalar va mavzuning atamalari

Muskul tolasi – ko'p yadroli gigant hujayra yoki hujayraviy tuzilma – simplast, uzunligi 0,1 santimetrdan 2–3 santimetrgacha (ayrim hollarda 12 sm gacha) va diametri – 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 oralig'idagi masofa. Miofibrillarining struktura funksional birligi. Odamning tinch holatdagi muskulida uning uzunligi 1,8–2,5 mkm atrofida bo'ladi.

Miozin – miofibrillarining asosiy qisqartiruvchi oqsili bo'lib, uning hissasiga myofibril oqsillarining 55% to'g'ri keladi. 470000 Da molekulyar massali fibrillar 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 – fibrillar F–aktin hosil bo'ladi.

Tropomiozin – uchinchi qisqartiruvchi oqsil; molekulyar massasi – 65000 Da. Uning molekulasi ikkita α -polipeptid zanjirlaridan tashkil topgan. Sarkomerning ingichka ipining tarkibiga kiradi.

Troponin – 80000 Da molekulyar massali globulyar oqsil. Molekulasi uchta har xil subedialardan (C, I, T) tashkil topgan. Muskullarning qisqarish mexanizmidagi 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 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 tolasi o'zi nima bilan ifodalanadi? Uning tarkibiga qanday hujayra organellari (strukturalari) kiradi va ular qanday biologik funksiyalarni bajaradi?
5. Miofibrillarining miozin va aktin iplarining 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 oqsilining ahamiyati nimadan iborat?
9. Muskullarning bo'shash 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 tolasi; 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 zaxirasi; c) uglevodlarning zaxirasi; d) energiya o'zgarishining bioenergetik mexanizmlari.
4. Muskulning qisqartiruvchi elementi bo'lib xizmat qiladi: a)

miofibrill; b) muskul tolasi; 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) geksokinazaning.

8. Sarkoplazmatik retikulumning pufakchalari va sisternalarida joylashgan maxsus oqsil qaysi bir ionlarni bog'lab olish va bo'shatish funksiyalarini bajaradi? a) K⁺; b) Mg²⁺; c) Na⁺; d) Ca²⁺.

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) $ATP \rightarrow AMP + H_2P_2O_7 + \Delta G$; c) $UTP \rightarrow UDP + H_2PO_4 + \Delta G$; d) $ATP \rightarrow ADP + H_2PO_4 + \Delta G$.

2. MUSKUL ISH FAOLIYATIDAGI BIOENERGETIK JARAYONLAR

2.1. Muskul ishi uchun energiya manbalari

Muskulning qisqarishi va bo'shashi uchun bevosita energiya manbai bo'lib makroerg birikma – adenzintrifosfat (ATP) yoki ATPning 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 kDj ni tashkil qiladi.

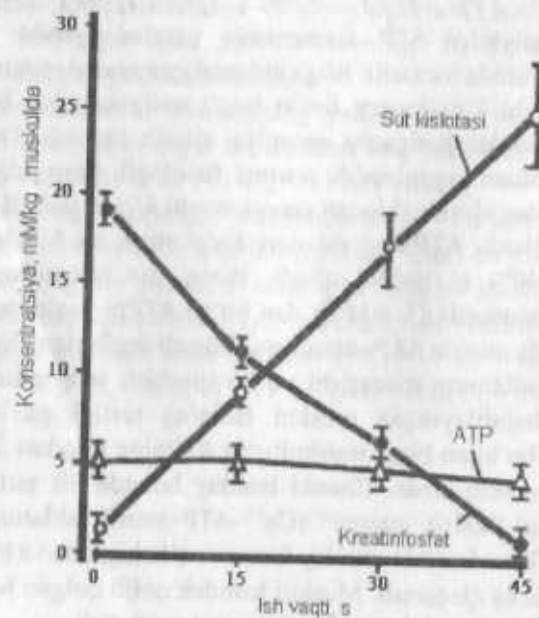
Muskullarda ATPning miqdori ko'p emas va 5 mM/kg atrofida yoki 0,25–0,40% ni tashkil qiladi. Biroq, bir tomondan, muskullar o'zida ko'p miqdorda (5 mM/kg dan ko'p) ATPni yig'olmaydi, chunki bunday holatda miozin ATP-azaning substratli ingibirlanishi ro'y beradi. Bu esa muskullarning qisqarishi va bo'shashish 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" (Ca²⁺-ATP-azasi) ishlamay qoladi va muskul to ATP zaxirasini butunlay tamom bo'lishigacha va Rigor holatini rivojlanishigacha qisqaradi. Muskul toshdek qotib qolgan holatga keladi va qisqarish hamda bo'shashish qobiliyatini yo'qotadi.

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

2.2. ATP resintezining anaerob va aerob yo'llari

Yuqorida ko'rsatilganidek, muskuldagi ATPning zaxirasi 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 uslubini qo'llash yo'li bilan shu

narsa aniqlandiki, ishlayotgan muskullarda ATPning konsentratsiyasi ish boshlanishida biroz kamayib, so'ngra o'zgarishsiz bir darajada doimiy saqlanadi, kreatin fosfatning 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 zaxirasi tiklanib (rezistezlanib) turadi.



11-rasm. Skelet muskullarining ish 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'emoli 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 resurslarining umumiy zaxirasini ifodalaydi;

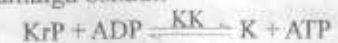
– samaradorlik kriteriyasi – berilgan jarayonda ajralgan umumiy energiya bilan ATPning resinteziga sarflangan energiyaning o'zaro nisbatini ko'rsatadi.

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

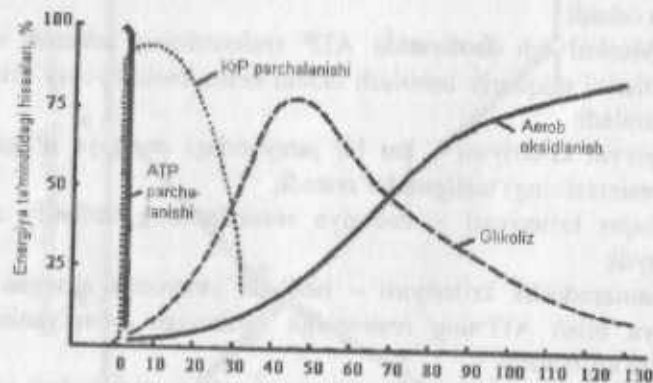
Quyida muskulda ATPning barcha resintez jarayonlarini va ularni ishga tushish tartibini ko'rib chiqamiz.

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'rsatkichi o'zgarishiga juda sezgir, ya'ni o'zining maksimal faolligini kuchsiz ishqoriy muhitda namoyon qiladi va hujayraichi pH ning pasayishi uning fa'olligini keskin pasaytiradi. Muskulning qisqarganida ajralib chiqqan Ca^{2+} ionlari fermentning 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 zaxirasi 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 zaxirasini tiklashga olib keladigan ATPning ishlatilish tezligini keskin o'zgarib turishi sharoitida uning muskullardagi konsentratsiyasining doimiylikini 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 zaxirasi maksimal intensivlikdagi mashqning berilgan quvvatini pasaytirmasdan 10–15 sekund davomida bajarishga yetadi.

Ish boshlanishining 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 – kreatinkinaza reaksiyasiga jalb qilinadi. Muskullarda KrP zaxirasining $1/3$ qismi tugallanishi bilan oq 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 zaxirasini boshlang'ich ish oldi darajasigacha tiklashga olib keladigan orqaga yo'nalgan reaksiya ustunlik qila boshlaydi.

Kreatinkinaza reaksiyasi qisqa muddatli maksimal quvvatli mashqlarning 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.

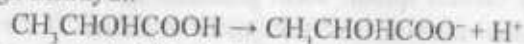
2.2.2. Glikoliz jarayonida ATPning resintezi

Muskul ish faoliyatida kreatinkinaza reaksiyasining tezligi pasayib borishi bilan energiya ta'minoti jarayoniga tobora anaerob glikoliz ko'proq jalb qilinadi. Glikoliz jarayonida muskul ichidagi glikogenning zaxirasi va qondan kirayotgan glyukoza fermentativ yo'l bilan ikki molekula pirouzum yoki ikki molekula sut kislotasigacha parchalanadi. Glikoliz yoki glikogeni fosforolizidan (glikogenoliz) yoki erkin glyukozani fosforlanishidan (geksokinaza reaksiyasi) boshlanishi mumkin. Glikoliz (glikogenoliz) jarayonining ayrim reaksiyalarini katalizlaydigan fermentlarning ko'pchiligi SR membranalarida va sarkoplazmada to'plangan. Muskul qisqarishini faollashtirish jarayonida sarkoplazmada ADP, anorganik fosfat, katexolaminlar (adrenolin va

mol energiyaning 240 kDj/moli ajralib chiqadi. Qolgan energiya esa keyinchalik pirouzum (sut) kislotasining aerob oksidlanish jarayonida ajraladi. Demak, glikoliz davomida ajralgan umumiy energiya (240 kDj/mol)ning 84 dan 125 kDj li ATPning makroerg fosfat bog'lariga aylanadi, ya'ni glikoliz jarayonida 2 molekula ATP (~80 kDj) va glikogenolizda 3 molekula ATP (~120 kDj) hosil bo'ladi. Shunday qilib, glikoliz jarayonining yoki ATP resintezning glikolitik yo'lining 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 parchalanayotgan uglevodlarning asosiy miqdori sut kislotasiga aylanadi. Shu bilan birga hosil bo'layotgan sut kislotasining har bir molekulasini 1-1,5 molekula ATPning sinteziga teng. Anaerob ishda sut kislotasining to'planish darajasi bajarilayotgan mashqning intensivligi va davomiyligi bilan to'g'ri proporsional bog'langan.

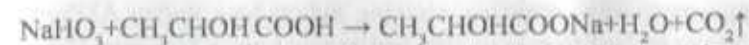
Sut kislotasi boshqa barcha organik kislotalari kabi suv muhitida dissotsiatsiyaga uchraydi:



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

Muskul tolasining sarkoplazmasida sut kislotasi konsentratsiyasi-ning keskin ko'payishi osmotik bosimning o'zgarishiga olib keladi, ya'ni suv hujayralararo bo'shlig'dan hujayra ichiga kirib uni shishiradi va tarangligini oshiradi. Osmotik bosimning ancha o'zgarishi muskullarda og'riq paydo bo'lishining 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 CO₂" (ExcCO₂)ni ajratib chiqaradi.



Ishlayotgan muskullarda glikolizning kuchayishini aks ettiruvchi omillar (sut kislotasining to'planishi, ExcCO₂ ning 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 kislotasi to'planishi va toliqishning rivojlanishi bilan sodir bo'ladigan glikoliz jarayoni shuncha tez rivojlana boshlaydi.

Shunday qilib, bajariladigan vaqti 30 sekunddan to 2-3 daqiqagacha bo'lgan mashqlarning (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 konsentratsiyasi yetarli darajada yuqori va ATP resintezining boshqa yo'llari imkoniyati deyarlik 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 reaksiyaning samaradorligi juda kam va organizm uchun nihoyatda foydasiz. Chinki, ikkita molekula ADPdan bitta molekula ATP hosil bo'ladi, ya'ni muskullarda ATPning umumiy zaxirasi 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 konsentratsiyasi uglevodlarning anaerob parchalanishi asosiy fermentlarining aktivatori hisoblanadi va shu sababli ATP resintezining glikolitik yo'lining tezligini oshirishga imkoniyat yaratib beradi.

Miokinaza reaksiyasi, xuddi kreatinkinaza reaksiyasidek oson

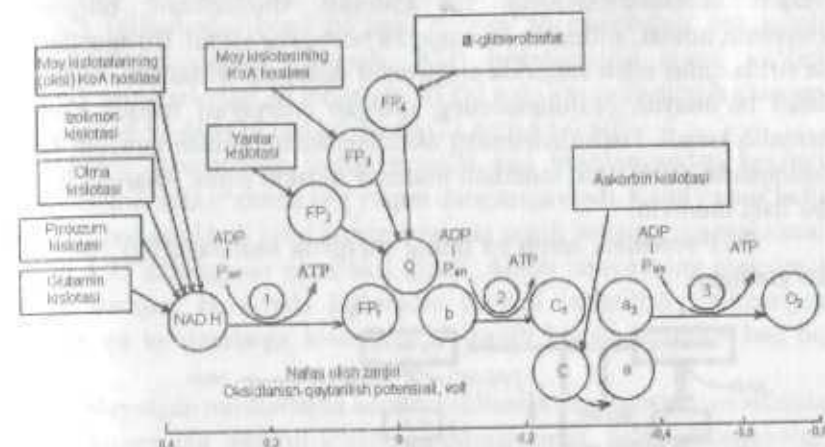
orqaga qaytadigan reaksiya, shuning uchun ham undan ATPning hosil bo'lish va ishlatilish reaksiyalari tezligining keskin farqlarini buferlashda (tekislashda) foydalanish mumkin.

2.2.4. Aerob jarayonda ATPning resintezi

ATP resintezining aerob mexanizmi o'zining eng yuqori samaradorligi bilan ajralib turadi. Uning hissasiga hujayrada resentezlanayotgan ATP umumiy miqdorining taxminan 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 mediator (terminal) oksidlanish sikllariga bo'linadi. Birinchi holda degidrogenaza fermentlari ta'sirida turli metabolitlarni almashinuvi davomida ulardan ajralib chiqqan vodorodni NAD (nikotinamidadeninedinukleotid) yoki FAD (flavinadeninedinukleotid) bog'lab oladi, ikkinchi holda esa degidrogenirlanish reaksiyalarida NAD yoki FAD bilan bog'langan vodorod, nafas olish sistemasini fermentlari orqali kislorodga uzatiladi va suv hosil bo'ladi.

Nafas olish zanjirida uchta energiyani o'zgarish punktlari bo'lib elektronlar tashilishida ajralib chiqqan energiya hisobiga ATP sintezlanishi mumkin (14-rasm). **Birinchi energiyani o'zgarish punkti** vodorodni NAD dan FADga tashilish qismida joylashgan, **ikkinchi punkt**-sitoxrom "b" bilan sitoxrom "C₁" oralig'ida va **uchunchi energiyani o'zgarish punkti**-nafas olish zanjirining tugallanish (yakunlanish) etapida, ya'ni vodorodni sitoxrom a₃ dan kislorodga uzatish qismida joylashgan. NAD vodorodning elektron va protonlarini moy kislotalarining K_oA hosilalari (oksi), izolimon, α-ketoglutar, olma, pirouzum, glutamin kislotalaridan qabul qilib oladi, FAD – moy kislotalarining K_oA hosilalari, yantar kislotasi va α-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.



14-rasm. Skelet muskullarining mitoxondriyalarda nafas olish zanjiri fermentlari ishtirokida turli substratlarning oksidlanishi.

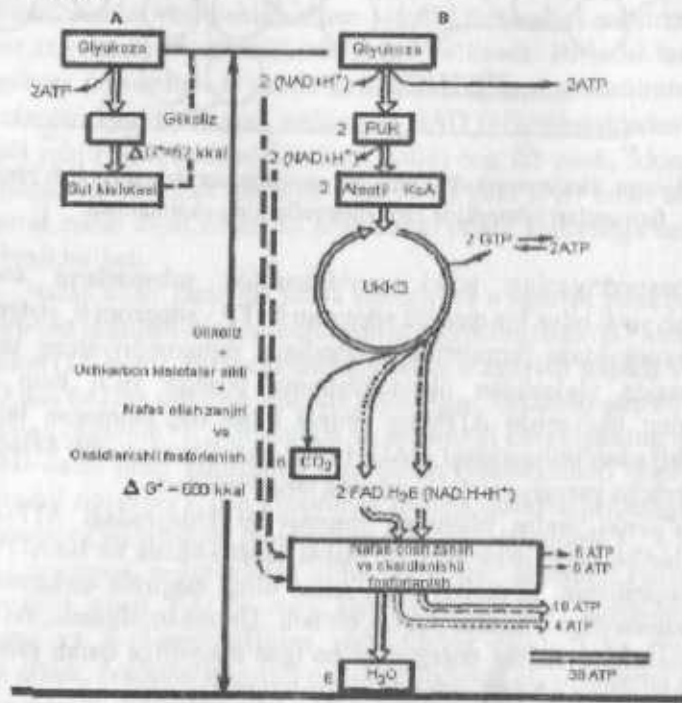
Mitoxondriyaning ichki membranasida substratlarni asosiy oksidlanish yo'li bilan bir qatorda sitoxrom C, FP₅-sitoxrom b₅ sistemasini va sitoxrom oksidaza fermenti qatnashadigan mitoxondriyaning tashqi membranasida joylashgan oksidlanishning boshqa yo'li ham bor. Bu yo'lining faollanishi ATPning sintezi bilan bog'lanmagan bo'lib, mitoxondriyadan tashqaridagi NADH ning oksidlanishiga olib keladi va ajralgan barcha energiya issiqlik sifatida tarqalib ketadi.

Ma'lumki, nafas olishning intensivligi hujayradagi ATP/ADP nisbati bilan boshqarilib turiladi. Bu nisbat qancha kichik bo'lsa ATPning ishlab chiqarilishini ta'minlaydigan nafas olish zanjirida elektronlarni tashish intensesligi shuncha yuqori bo'ladi. Umuman olganda, ATP va ADP nisbati hujayraning energiyaga bo'lgan ehtiyojiga qarab elektron tashish zanjirining ish faoliyatini boshqarib turadi.

Shu narsani ta'kidlash kerakki, odam organizmida har xil sharoitda oksidlanishli fosforlanish jarayoning bir-biridan ajratib yuboradigan turli omillar ta'sirida ATPning hosil bo'lishini blokirovka qilib qo'yishi

mumkin. Skelet muskullarining mitoxondriyalarida oksidlanishli fosforlanish jarayonida fosforlanishni oksidlanishdan ajratib qo'yish ta'siriga ega bo'lgan anashunday omillarga qalqonsimon bezning gormoni – tiroksin, to'yinmagan moy kislotalari, lizofosfolipidlar, yuqori konsentratsiyadagi sut kislotasi, dinitrofenol, oligomisin, rotenone, amital, antimisin A, sianid va boshqalar kiradi. Bu agentlarning ta'sirida nafas olish zanjirida elektronlar tashilishi tezlashadi, lekin ATP hosil bo'lmaydi, oksidlanishning ajralgan energiyasi issiqlik shaklida tarqalib ketadi. Fosforlanishning 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-rasm. Muskul ishida uglevodlarning anaerob va aerob parchalanishining energetik balansi.

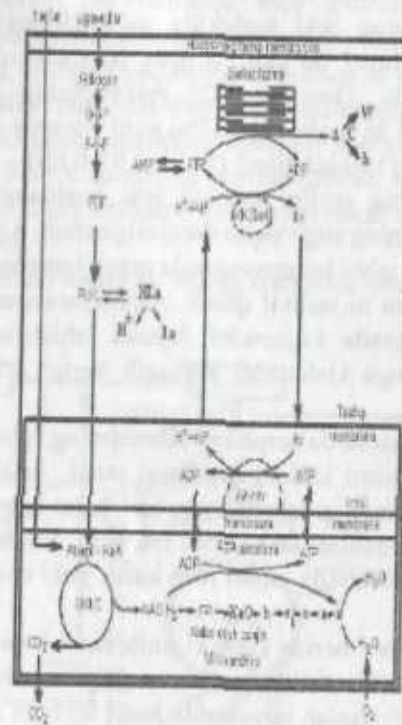
15-rasmda keltirilgan ma'lumotlarga ko'ra, 1 molekula glyukoza to'la 6CO₂ va 6H₂O gacha parchalanganda hammasi bo'lib 38 molekula ATP hosil bo'ladi. Shundan, ya'ni 38 molekula ATPdan 2 molekulasini 1 molekula glyukoza ikki molekula sut kislotasigacha anaerob sharoitda (glikolizda) hosil bo'ladi, qolgan 36 molekulasini esa aerob jarayonida sintezlanadi. Demak, ATP resentezining 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).

Aerob jarayonning tezligi muskul ishi boshlangandan keyingi 60-90-sonlarda o'zining eng yuqori darajasiga etadi. Katta va mo'tadil quvvatli uzoq muddatli ishini bajaratayotganda aerob jarayonning maksimal quvvati 1,25 kJ/kg.min ni tashkil qiladi. Aerob jarayonning maksimal quvvati darajasi hujayrada kislorodni foydali ishlatilish (utilizatsiya) tezligiga va to'qimalarga kislorodni yetkazib berish tezligiga bog'liq bo'ladi.

Ishlayotgan muskullarda aerob oksidlanishning substratlari sifatida faqat glikogenning muskul ichidagi zaxirasi emas, balki glikogenning jigardagi zaxirasi qondagi glyukoza, yog'lar, ba'zi 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 membranasini qutublangan nikleotidlarni o'tkazmasligi sababli, mitoxondriyada oksidlanishli fosforlanish jarayonida hosil bo'lgan ATP muskul to'lasini hujayrasining sarkoplazmasida joylashgan ATPazalar uchun substrat bo'la olmaydi (mitoxondriyadan sarkoplazmaga o'ta olmagan 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 membranalarda 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.



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

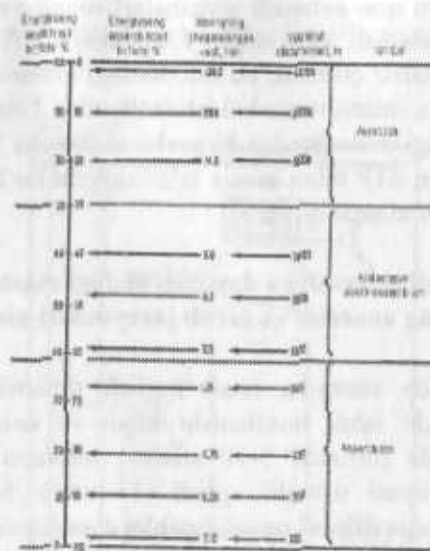
Oksidlanishli fosforlanish jarayonida ATP resintezining samaradorligi muskullarni kislorod bilan ta'minlash darajasiga bog'liq. Ishlayotgan muskullarda kislorodning zaxirasi uncha ko'p emas: biroq miqdordagi kislorod sarkoplazmada erigan va asosiy qism kislorod muskullarning mioglobini bilan bog'langan holda bo'ladi. ATPning aerob resintezi uchun muskulga kerak bo'lgan kislorodning asosiy miqdori

o'pka nafas olish va qon aylanish sistemalari orqali yetkazib beriladi. Oksidlanishli fosforlanish jarayonida 1 molekula ATP hosil bo'lishi uchun $\sim 3,45$ l O_2 talab qilinadi; bu miqdordagi kislorod tinch holatda 10-15 min davomida, intensiv muskul ish faoliyatida 1 daqiqada iste'mol qilinadi. Davomiyligi 3 daqiqadan 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 davomiylidagi mashqlarda ATP resintezining anaerob va aerob jarayonlari nisbatlari

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

Sport amaliyotida ishning energiyaga bo'lgan ehtiyojining 60%dan ko'prog'ini alaktat va glikolitik anaerob jarayonlar ta'minlaydigan mashqlarni odatda **anaerob xususiyatli mashqlar** deb belgilanadi. Aerob jarayonning energiya sarflanishidagi hisyasi 70% dan oshgan mashqlarni **aerob xususiyatli mashqlar** deb ataladi. Energiya ta'minotida anaerob va aerob jarayonlarning hissalari taxminan bir xil bo'lgan mashqlarni energiya ta'minoti **aralashgan tipdagi** mashqlar deyiladi. Birinchisiga – 100-800 m ga yugurish, ikkinchisiga – 5000 m va undan uzoq masofa va uchunchisiga – 1000-3000 m masofalar kiradi.



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

Asosiy tushunchalar va mavzuning atamaları

ATP (adenozintrifosfor kislota) – muskullarning qisqarishi va bo'shashishi uchun bevosita energiya manbai bo'lib xizmat qiladigan – makroerg birikma.

Kreatinfosfat (KrP) – muskullarda zaxira holida yig'iladigan makroerg birikma.

Kreatinkinaza reaksiyasi – kreatinkinaza fermenti yordamida KrP va ADP perefosforlanib ATP va Kr hosil bo'ladigan reaksiya.

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

Glikoliz – glyukoza uchun ikki molekula pirouzum yoki sut

kislotasigacha anaerob (kislorodsiz) sharoitda parchalanish jarayoni bo'lib, unda har bir molekula glyukoza uchun 2 molekuladan ATP sintezlanadi.

Aerob jarayoni – bu substratlarni bevosita kislorod ishtirokida oxirgi mahsulotlar CO_2 va H_2O gacha fermentative parchalanish jarayoni. Agarda uglevodlarni aerob oksidlanish jarayonini olganda, glikoliz (glikogenoliz)da hosil bo'lgan pirouzum kislota oksidlanishli dekarboksillanishga jalb qilinadi va unda hosil bo'lgan atsetil-KoA, so'ngra Krebs siklida oxirgi mahsulotlar CO_2 va H_2O gacha parchalanadi.

Oksidlanishli fosforlanish – nafas olish zanjirida energiyaning xemiosmarik o'zgarish yo'li bilan ATPning sintezlanish jarayoni.

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

Hajm kriteriyasi – energiya resurslarining umumiy zaxirasini ifodalaydi.

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

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

Exc CO_2 – sut kislotasining qon bikarbonat buffer sistemasi bilan o'zaro ta'sir qilganda ajralib chiqadigan CO_2 ni metabolik 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 tavsif 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 resintazining "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 energetik samaradorligini hisoblang.

7. Aerob oksidlanishi uchun substrat 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 sintazlanadigan 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) α -glitserofosfat; c) ADP; d) ATP.

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

3. Muskulda ATPning konsentratsiyasi 2 *mmol/kg* dan kamayib ketishi mumkin emas, chunki bunda ishlamay qolish holatlari kuzatiladi: a) SRdagi kalsiy nasosi; b) signallarning sinapsdan uzatilishi; c) miozin ATP-azasi; d) Mg^{2+} ionlari.

4. Maksimal quvvatli mashqlarda kreatinkinaza reaksiyasining eng yuqori quvvatini tashkil qiladi: a) 2,5; b) 3,6; c) 4,5; d) 3,8 *kJ*.

5. ATP resintezining qaysi bir yo'lida energiya o'zgarishining (ATP resintezining) tezligi 2,5 *kJ/kg min* ga yetadi? a) miokinaza reaksiyasida; b) aerob jarayonda; c) glikolizda; d) kreatinkinaza reaksiyasida.

6. 30 sekunddan 2,5 daqiqagacha oraliqdagi muskul ishining berilgan intensivligini pasaytirmasdan bajarilishi organizmdagi ma'lum zaxiralar hisobiga bo'ladi: a) ATP; b) oqsillar; c) yog'lar; d) uglevodlar.

7. ATP resintezining aerob yo'lining maksimal hajmi cheksiz.

chunki uning energetik 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 ma'lum soniyalarida erishadi: a) 2–3; b) 60–90; c) 40–60; d) 20–40.

9. Kreatinkinaza reaksiyasi energiya bilan asosan ta'minlaydi: a) 2–3 daqiqagacha 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 ishining 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 ishlayotgan 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. Start oldi o'zgarishlari bosh miya qobig'ining moddalar almashinuviga ta'siriga misol bo'ladi.

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

Simpatik nerv sistemasi va adrenalinning birgalikdagi ta'siri yurakning qisqarish chastotasi va aylanayotgan qonning almashinuvining tezlashtirishga olib keladi. Energiya almashinuvi oraliq mahsulotlarini (AMP, CO₂, sut kislotasi) muskullarda hosil bo'lishi va qonga o'tishi, K⁺ ionlarining chiqarib tashlanishi va atsetoxolin ajralishining kuchayishi muskullardagi kapillyarlarning devorlariga mahalliy ta'sir qilib, ularning kengayishga olib keladi. Shu vaqtning o'zida adrenalin ichki organlarning tomirlarini toraytiradi. Natijada muskul ishi boshlanishi bilan organizmda qon oqimi qaytadan taqsimlanib, ishlayotgan muskullarning qon bilan ta'minlanishi yaxshilanadi.

Biokimyoviy nuqtai nazardan startoldi holatida gaz almashinuvining kuchayishi aerob oksidlanish jarayonining intensivligining ortganidan dalolat beradi. Ko'pincha anaerob glikolizning kuchayishidan dalolat beruvchi sut kislotasi miqdorining ko'payishi ham kuzatiladi. Boshqa startoldi biokimyoviy o'zgarishlar (qonda keton tanachalari konsentratsiyasining o'zgarishi va boshq.) ham kuzatilishi mumkin. Bir qator tadqiqotchilar 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, startoldi holatida ham

ana shu metabolitning miqdori ko'payadi. Masalan, sport o'yinlari bilan shug'ullanuvchi sportchilarda (xokkeychilar, voleybolchilar, futbolchilar va boshq.) musobaqa davomida ularning qonida sut kislotasi va glyukoza konsentratsiyasining keskin ortishi kuzatiladigan bo'lsa, startoldi holatida ham shu agentlarning qondagi miqdori keskin ko'payadi. Stendda otish musobaqalarida mashqni bajarish davomida sportchining qonida, jumladan, sut kislotasining miqdori deyarli o'zgarmayotgan bo'lsa, startoldi holatida ham uning o'zgarishi kuzatilmaydi.

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

- oldinda turgan jismoniy yuklamaning xarakteri (sport turiga bog'liqligi, ya'ni sportchi qaysi tipdagi mashqni bajaradi);
- sportchining 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 miqdori oshishi bilan start oldidan gaz almashinuvining kuchayishi tajribali, yuqori malakali sportchilardagiga nisbatan ancha keskin ifodalanishi mumkin. Lekin bu reaksiya oldinda turgan yuklamaning bajarilishi bilan sodir bo'ladigan biokimyoviy o'zgarishlarga to'g'ri kelmaydi.

Umuman olganda, moddalar almashinuvining shartli refleks 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 resurslari jalb 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 zaxiralari keltirilgan.

2-jadval

Odam organizmidagi energiya zaxiralari
(M.I. Kalinskiy bo'yicha, 1989)

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

2-jadvalda keltirilgan ma'lumotlardan ko'rinib turibdiki, skelet muskulining 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 oksidlanishi

yo'li bilan parchalanib, atsetil-K₀Aga aylanadi. So'ngra atsetil-K₀A uchkarbon kislotalar siklida CO₂ 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-K₀A oqrali uchkarbon kislotalar siklida oksidlanadi.

Maksimal quvvatli muskul ishini bajarayotganda muskullarning qin qarishi 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 miqdori ustiga ATPning qo'shimcha miqdorini hosil qiladi. Glikogenoliz jarayoni adrenalinning sekretsiyasi kuchayganda, Ca²⁺ ionlari, AMP va atsetilxolinlarning konsentratsiyasi oshganda faollashadi. Adrenalin gormoni jigarda glikogendan qonga o'tadigan glyukoza hosil bo'lishini, muskul to'qimasida esa glikogenning sut kislotasigacha parchalanishini 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 zaxirasi yetmay qolishi mumkin; bunday holda muskullardagidan boshqa energiya manbalari ishlatila boshlanadi, birinchi navbatda jigarning glikogeni. Jigarning glikogenolizi adrenalini 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 harorat oshishi muskullardagi almashinuv jarayonlarining 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 zaxirasi 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 kreatinfosfatning resintezini ta'minlaydi.

Shunday qilib, odam organizmida uchta turli energiya manbalari – alaktat anaerob, glikolitik anaerob va aerob jarayonlar 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.



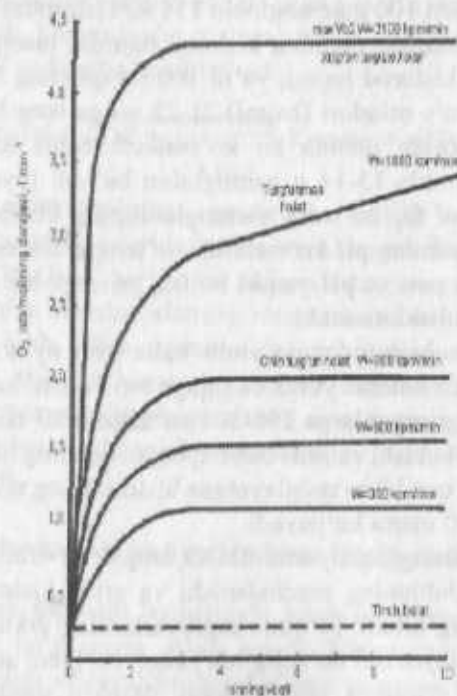
Normal sharoitda katta yoshdagi odamlarning (erkaklarning) qonini 100 millilitrida 14–16 g gemoglobin bo'ladi. Harorat 0°C va bosim 760 *mm sim.ust.* bo'lganda 100 g gemoglobin 134 *ml* kislorodni bog'lab olish qobiliyatiga ega. Shundan qonning kislorod hajmini hisoblab chiqarish mumkin. Qonning kislorod hajmi, ya'ni 100 *ml* qonning bog'lab olgan kislorodning umumiy miqdori (hajmi) 21-22 *ml* ga teng bo'ladi (erkak kishilarda). Ayollarning qonida bu ko'rsatkich biroz kamroq, ya'ni ularning 100 *ml* qonida 13-14 g gemoglobin bo'ladi (ayollarning 100 *ml* qonida 18-19 *ml* O_2 bo'ladi). Gemoglobinning 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 daqiqaga 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 daqiqaga 30-40 litrga yetadi, qon bilan tashilayotgan kislorodning miqdori – to 5-6 *l* daqiqaga, ya'ni 20 marta ko'payadi.

Muskul tolasiining kapillyarlarida CO_2 miqdorini va temperaturaning oshishi oksigemoglobinning parchalanishi va erkin kislorodning hosil bo'lishiga sharoit tug'diradi. To'qima kapillyarlaridagi erkin kislorodning konsentratsiyasi hujayra ishi bo'shlig'ida yuqori bo'lgani uchun u muskul tolasi hujayrasiga diffuziya orqali kiradi. Muskul tolasi hujayrasida boshqa oqsil – mioglobin O_2 bog'lab olib, hujayraning mitoxondriyasiga tashiydi. Mitoxondriyada u bevosita kislorod ishtirokida (aerob sharoitda) boradigan jarayonlarda ishlatiladi. Mioglobin o'zida kislorodni saqlashi (deponizvat qilishi) mumkin, chunki u gemoglobinga nisbatan ko'proq kimyoviy 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 daqiqaga 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 bajarilayotgan mashqning quvvatiga bog'liq bo'ladi (18-rasm).



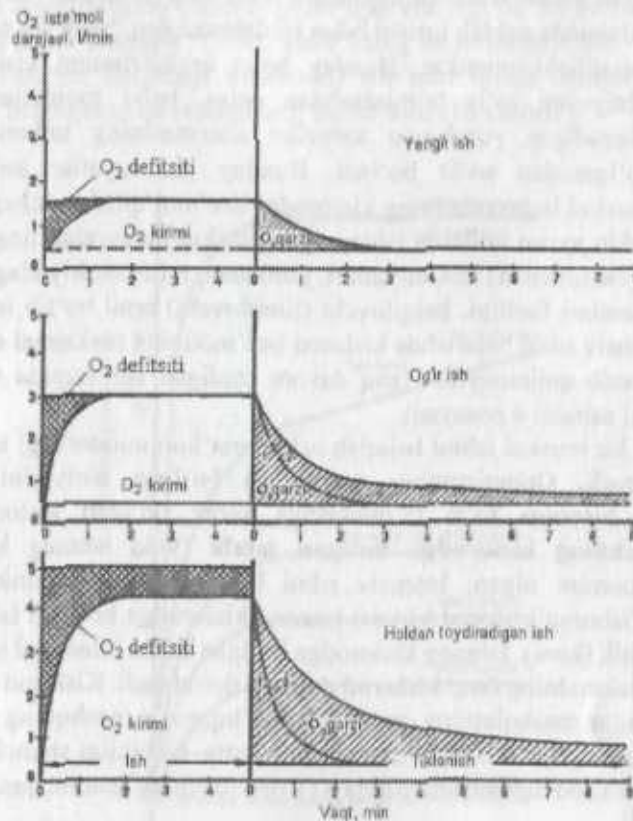
18-rasm. Bajarilayotgan ish quvvatining kislorod iste'molining tezligiga ta'siri.

Yurak urish chastotasi daqiqaga 150-180 urish bo'lgan ancha yuqori intensivlikdagi ishlarda turg'un holat o'rnatilmaydi va kislorod iste'mol qilinishi to'g'ri ishning oxirigacha yoki kislorodni maksimal iste'moli (KMI) darajasiga yetguncha oshib boraveradi. KMIga yetib borgan vaqtda kislorod iste'mol qilinishi biroz vaqt (6-10 min) davomida maksimal darajada ushlab turishi bilan ifodalanadigan "**yolg'on turg'un holati**" kuzatilishi mumkin. Bunday holat organizmning kislorodga bo'lgan ehtiyojini to'la ta'minlashdan emas, balki toqimalarga O_2 yetkazib beradigan yurak-qon tomirlari sistemasining imkoniyatlari tamom bo'lganidan sodir bo'ladi. Bunday imkoniyatlar ko'pchilik 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 fermentlari faolligi, belgilovchi (limitlovchi) omil bo'lib ishlaydi. Biroq, intensiv ishni bajarishda kislorod iste'molining maksimal darajasi uzoq ushlanib qolinmaydi. Uzoq davom etadigan ish vaqtida toliqish rivojlanishi sababli u pasayadi.

Har bir muskul ishini bajarish uchun ma'lum 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) zaxirasi sarflanadi va hujayra metabolizmining oraliq mahsulotlari to'planadi (ADP, AMP, H_2PO_4 , sut kislotasi, keton tanachalari va h.k.). Mana shu metabolitlarni yo ularni oxirgi mahsulotlarga (CO_2 va H_2O) to'la oksidlash yo'li bilan yoki boshlang'ich moddalarga resintezlash yo'li bilan hamda sarflangan energetik substratlarning zaxiralarini 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 hamda davomiyligi qancha yuqori va uzoq bo'lsa, o'rtadagi tafovut shuncha katta bo'ladi (19-rasm).



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

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 O₂-qarzi** nomi bilan yuritiladigan O₂ qarzining tez komponenti muskullarda kreatinfosfatning zaxirasini tiklash uchun kerak bo'lgan ortiqcha kislorodning miqdorini aks ettiradi, O₂ qarzining sekin (laktat) komponenti nisbatan qisqa muddatli ishda glikolitik jarayonning rivojlanishini aks ettiradi. U yarmisigacha 15–25 min davomida va butunlayin 1,5–2 soatda tugallanadi.

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 izotinik), 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 1/4 qismidan kamrog'i qatnashadi (miqtov o'tganda tepkisini bosish, shahmat 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 1/4 dan to 3/4 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 3/4 dan ko'proq qismi qatnashadi, organizmning barcha to'qima va organlarida katta biokimyoviy o'zgarishlarni chaqiradi. Regional ishini 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-kichikligiga

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 biroz yurib turishi kerak.

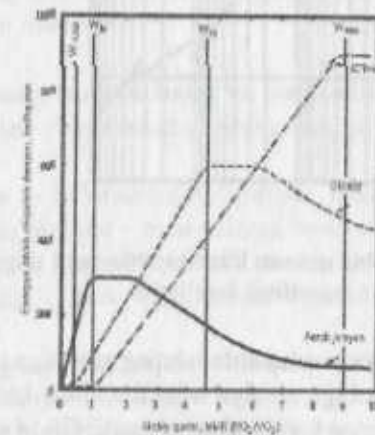
Ma'lumki, bajarilayotgan ishning quvvati uning bajarilish vaqtiga teskari proporsional. Shunday ekan, biokimyoviy jarayonlarning bajarilayotgan mashqlarning quvvatiga va uning davomiyligiga bog'liqligi bor. Bu bog'liqlik quyidagidan iborat: qancha quvvat ko'p bo'lsa, ya'ni ATPning parchalanish tezligi 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 mashqlar quvvatining oshishi bilan kislorodni iste'mol qilish darajasi va energiyaning aerob yo'li 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 sintezlanish tezligi ham pasayadi. Kislorodning maksimal iste'moliga yetgandagi mashqlarning quvvatini **kritik quvvat** (W_{kr}) 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_{tr})

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.

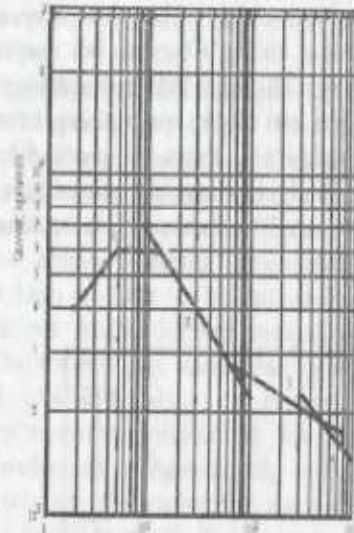
Yuqorida ko'rsatilganidek, ishning quvvati uning bajarilish vaqtiga teskari proporsional, ya'ni mashq quvvati qancha yuqori bo'lsa, uning bajarilish vaqti shuncha qisqa bo'ladi. Agarda mana shu bo'g'liqlikni grafikda ifodalab (21-rasm), vertikal chizig'i bo'ylab quvvat ko'rsatkichining logarifmlarini va gorizontal chizig'i bo'ylab ish vaqtining 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 mo'tadil zonalari. Ana shu nisbiy quvvatning zonalarida ishning chegaralangan bajarilish vaqti 15-20 sek, 20 sek – 2-3 min, to 30 min va 4-5 soatgacha bo'ladi (yuqorida keltirilgan tartib bo'yicha).



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

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,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. Kislrorod qarzi – maksimal yuqori kislrorod ehtiyojini 90-95% tashkil qiladi (7-14 l – kislrorod ehtiyoji, 6-12 l – kislrorod qarzi).



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

Submaksimal quvvat zonasida ishning energiya ta'minoti asosan glikoliz jarayonining hisobiga amalga oshadi. Qonda ko'p miqdorda sut kislotasi (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. Kislrorod ehtiyoji to 20-40 l ga yetadi, energiya sarfining darajasi energiyaning aerob ishlab chiqarishini maksimumudan 4-5 marta yuqori, kislrorod qarzi yana yuqori va kislrorod ehtiyojini 50-80% ni tashkil qiladi. Ishning oxiriga kelib ishning energiya ta'minotida aerob jarayonlarning hissasi ko'paya boshlaydi.

Katta qubbat zonasida – aralashgan tipdagi energiya ta'minoti bilan ifodalalanadi. Ishning energiyaga bo'lgan talabi glikolizning rivojlanishi yetarli yuqori darajada bo'lsa ham, asosan aerob jarayonlar hisobiga ta'minlanadi. Ammo, ishning davomiyligi uzayishi bilan ishning energiya ta'minotiga qo'shayotgan glikoliz jarayonining hissasi keskin kamaya boshlaydi. Bu quvvat zonasida ishning kislrorod ehtiyoji to 50-150 litrgacha oshib ketishi mumkin, kislrorod qarzi kislrorod 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 kislrorod ehtiyoji to 500-1500 l ga yetishi mumkin, kislrorod qarzi esa kislrorod ehtiyojining 5-10% dan 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 – mishaenlarga borib o'zining spetsifik faolligini ko'rsatadigan turli kimyobiy tabiatli moddalar.

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

Qonning kislrorod hajmi – 100 ml qon biriktirib olgan kislrorodning umumiy miqdori (21-22 ml O₂).

KMI – kislrorodning maksimal iste'moli.

Ishning kislrorod ehtiyoji – organizmning energiyaga bo'lgan ehtiyojini aerob jarayonlar hisobiga to'la ta'minlashga kerak bo'lgan kislrorodning miqdori.

Ishning kislrorod kirimi – ish vaqtida real iste'mol qilingan kislrorodning miqdori.

Kislrorod defitsiti – ishning kislrorod ehtiyoji bilan real iste'mol qilingan kislrorodning farqi.

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

Lokal ish – tananing barcha muskullarini 1/4 qismidan kamrog'i qatnashadigan muskul ishi.

Regional ish – tana muskullarining 1/4 – 3/4 atrofidagi qismi qatnashadigan ish.

Global ish – tana muskullarining 3/4 dan ko'proq qismi qatnashadigan muskul ishi.

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

Holdan toyish quvvat (W_{tr}) – 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 ehtiyojining 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 ehtiyojining – 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 glikolizning rivojlanish darajasi yetarli yuqori bo'lsa-da, 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 normaning pastki chegarasi (0,8 g/l) dan ham kamayadi.

Tekshirish uchun savollar va topshiriqlar

1. Startoldi holatida sportchining organizmida qanday biokimyoviy va fiziologik o'zgarishlar sodir bo'ladi?
2. Startoldi biokimyoviy o'zgarishlarning katta-kichikligi qanday omillarga bog'liq?
3. Odam organizmida qaysi moddalarning zaxirasi 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 bajarganda 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 tavsif 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, katta va mo'tadil zonalariga qisqacha biokimyoviy tavsif bering.

O'zingizni tekshirib ko'ring

1. Qonning kislorod hajmi (100 ml qonni birikdirib olgan O_2 ning miqdori) teng: a) 16-19 ml O_2 ; b) 10-15 ml O_2 ; c) 21-22 ml O_2 ; d) 25-30 ml O_2 .
2. Ishning kislorod ehtiyoji – bu: a) mo'ljallangan ishni bajarish

uchun kerak bo'lgan O_2 miqdori; b) organizmning energiyaga bo'lgan ehtiyojini aerob jarayonlar hisobiga to'la ta'minlashga kerak bo'lgan O_2 miqdori; c) ish vaqtida utilizatsiya qilingan O_2 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_2 qarzi o'rtasidagi farq; c) ishni to'la bajarish uchun yetmagan kislorod 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 substratlarning zaxirasini 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 glikogeni; b) oqsillar → KrP → yog'lar → muskul glikogeni → jigar glikogeni; c) jigar glikogeni → muskul glikogeni → yog'lar → oqsillar → KrP; d) KrP → muskul glikogeni → jigar glikogeni → yog'lar → oqsillar.

7. Kritik quvvat nima? a) birinchi marta glikolizning kuchayishi kuzatiladigan mashqlar 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 BIOKIMYOVIY 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 qobiliyatining pasayishi bilan sodir bo'ladi.

Toliqishni charchash bilan yanglishtirish kerak emas. Chunki, toliqish obyektiv narsa va faqat ish qobiliyatining pasayishi bilan sodir bo'ladi. Charchash esa subyektiv. Charchaganlik sezgisi ish qobiliyatining pasayishi bilan sodir bo'lmasligi mumkin. Yoki ish qobiliyati 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 ularning oldini olish uchun avtomatik ravishda muskul faoliyati intensivligini pasaytiradi.

Toliqish harakatlantiruvchi impulslar 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 almashinuv jarayonlari buzilishi bilan ifodalanadi: ATP/ADP nisbati va kreatinfosfat miqdorining 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 γ -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 toliqitradigan ishda 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** (shaxmat 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 ajralmas 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 qobiliyatining pasayishi kuzatiladi, toliqish obyektiv sezilarli va oksidlanish jarayonlari borishining 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 aylanishining kamayishiga olib keladi.

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

3. Qonda siydikchilning miqdorini anchagina ko'payib ketishi ham toliqishning biokimyoviy belgilaridan biri hisoblanadi. Siydikchilning qonda ko'payishi oqsillar katabolizmi va aminokislotalar dezaminlanish jarayonlari 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) zaxiralari tugallanib qoladi.

5. Ularning parchalanishi mahsulotlari (sut kislotasi, keton tanachalari, ADF, H₂PO₄ 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 rivojlanishi 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 tormozlanishning" rivojlanishi va ishlayotgan muskullarda miozin ATP–azasining faolligining keskin pasayishi xizmat qilishi mumkin.

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

1. Energiya ta'minotining buzilishi bilan bog'liq bo'lgan omillar, ya'ni: muskullardagi glikogen zaxirasining tugallanishi, qonda glyukoza konsentratsiyasining 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 parchalanishning sintezlanish ustidan ustunlik qilishi natijasida ish uchun muhim bo'lgan struktura oqsillarini (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, β -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 "mamnuniyat bilan" foydalanishsa, β -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 hoiatiga, unda turli kimyoviy reaksiyalarning borishiga yomon ta'sir ko'rsatadi.

Organizm mineral moddalar yo'qotilishiga yanada ham ko'proq sezgir bo'ladi. Ular qo'zg'olish 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 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 haddan tashqari xavfli 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 shakllari o'rtasida bir qator biokimyoviy o'zgarishlar bor.

Lekin, faoliyatning barcha turfari uchun toliqish rivojlanishining yagona sababi shu vaqtgacha ham aniqlanmagan.

Bir qator farmatsevtik dori moddalar – nerv sistemasining stimulyatorlari yordamida toliqishning boshlanishini uzoqlashtirishi 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. Muskel 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. Muskel 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.

Muscul 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 yyetkazib 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, siydikehil va boshqalar to'planadi.

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

Dam olish davri aerob oksidlanish va oksidlanishli

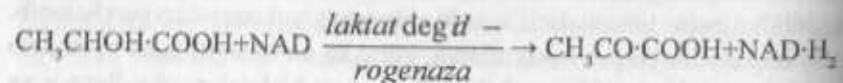
fosforlanishlarning yuqori intensivligi bilan xarakterlanib faol borayotgan plastik jarayonni energiya bilan ta'minlaydi. Masalan, dam olish vaqtida ATP, kreatinfosfat, glikogen, fosforlipidlar, muskul oqsillari resintezlanadi, organizmning suv-elektrolit balansi oldingi holati – normaga qaytadi, ish 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, muskullarning oksidlanish sistemalarini kislorod bilan ta'minlash oshadi. Bunday sharoitda kofermenti NAD bo'lgan laktatdegidrogenaza fermenti sut kislotasini to'piruzum kislotasigacha oksidlaydi.



Sut kislotasi

Pirouzum kislotasi

Qaytarilgan $NAD \cdot H_2$ 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' CO_2 va H_2O gacha oksidlanadi.

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

ham oksidlanish 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 kuchayotganligi 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 O_2 zaxirasi va ishlayotgan muskullardagi kreatinfosfatning zaxirasi tiklanadi, so'ngra muskullarning glikogen zaxirasi va faqat oxirgi navbatda yog'larning rezervlari va ish vaqtida parchalangan ferment va struktura oqsillari tiklanadi.

3-jadval

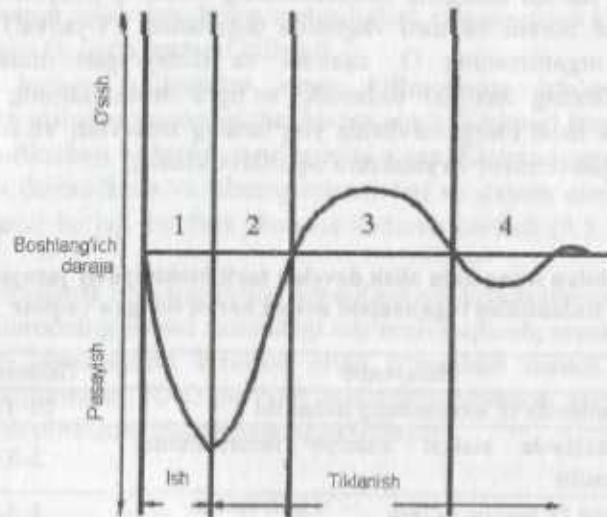
Qizg'in ishdan so'ng dam olish davrida turli biokimyoviy jarayonlarning tiklanishini tugallanishi uchun kerak bo'lgan vaqtlar

No	Jarayonlar	Tiklanish vaqti
1.	Organizmda O_2 zaxirasining tiklanishi	10–15 sek
2.	Muskullarda alaktat anaerob rezervlarining tiklanishi	2–3 min
3.	Alaktat O_2 qarzini to'lash	3–5 min
4.	Sut kislotasini yo'qotish	0,5–1,5 s
5.	Laktat O_2 qarzini to'lash	0,5–1,5 s
6.	Muskullardagi glikogen zaxirasini resintezlash	12–48 s
7.	Jigardagi glikogenning zaxirasini tiklash	12–48 s
8.	Ish vaqtida parchalangan va ferment oqsillari sintezining kuchayishi	12–72 s

Muskul ishdan so'ng dam olish davrida biokimyoviy ingridiyentlarning 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 moddalar zaxiralarining to'lish muddatlari ularning jismoniy mashqlarni bajarish vaqtidagi sarflanish intensivligiga bog'liq bo'ladi (**Engelgard qoidasi**). Ishdan so'ng dam olishning ma'lum momentida energetik moddalarning zaxirasi o'zlarining ishgacha bo'lgan (boshlang'ich) darajasidan oshib ketadi. Bu hodisa **superkompensatsiya** yoki **o'ta tiklanish** nomi bilan yuritiladi (22-rasm).



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 – 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'liqinsimon yo'l bilan ish oldi darajasiga qaytib keladi. Ish vaqtida energiya kuchli sarflansa, energiya manbalarining resintezini

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 mahsulotlari to'planishi bilan bog'liq bo'lgan haddan tashqari zo'riqish orqali bajariladigan ishlarda tiklanish jarayonlarining tezligi pasayadi, superkompensatsiya fazasiga ancha kechroq erishiladi va kichik darajada ifodalanadi.

Superkompensatsiya fazasining davom etish vaqti ishning bajarilishi qancha davom etishi va organizmda u chaqirayotgan biokimyoviy o'zgarishlar chuqurligiga bog'liq bo'ladi. Qisqa muddatli yuqori intensivlikdagi ish toliqishni tez boshlanishi va superkompensatsiya fazasini tez tugallanishiga olib keladi. Masalan, mana shunday ishda ishlayotgan muskullarda ish boshlanishigacha bo'lgan darajasidan ortishi, ya'ni glikogenning superkompensatsiyasi 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 superkompensatsiyasi 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-daqiqalariga 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 zaxirasini to'ldirib bo'lgandan so'ng oqsillar fosfolipidlar va boshqa hujayra strukturalarining 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 nukleoitidlarning katabolizm jarayonlari tarkibida azot tutgan asosiy mahsuloti hisoblanadi.

Jismoniy yuklamalar ta'sirida qondagi siydikchil miqdorining 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 miqdori normaga nisbatan ko'p bo'lishi (masalan, mashqlanish yoki musobaqadan keyin ertasiga ertalab) tiklanish reaksiyalarining tezligining kamligidan dalolat beradi. Bu ko'rsatkichning normaga qaytishi tiklanish jarayonlari tugallanganligining normallashtirishini ko'rsatadi.

Tiklanish – mashqlanish jarayonining ajratib bo'lmaydigan (ajralmas) qismi bo'lib, uning ahamiyati mashqlanishning ahamiyatidan kam emas degan fikr hozirgi vaqtda hech kimda hech qanday shubha

tug'dirmaydi. 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 foydalanilmoqda. 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 qobiliyatining 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 tezliklarining 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_2 qarzini bartaraf qilish jarayoni. U ishdan so'ng dam olishning birinchi 0,5-1,5 soatlarini o'z ichiga oladi.

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

Engelgart qoidasi – tiklanish jarayonlarining borish tezligi va energetik moddalar zaxirasining 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 zaxirasini boshlang'ich – ishgacha bo'lgan darajasidan oshishi.

Geteroxronlik – har xil vaqtlilik.

Biokimyoviy restitutsiya jarayonlari – ishgacha bo'ladigan biokimyoviy o'zaro nisbatlarning 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 muskullari 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 ular tiklanishining taxminiy muddatlarini ko'rsating.
6. Tiklanish jarayonlarining borish tezligi va energetik

moddalarning zaxirasini 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 glikogen resintezining 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. Toliqish nima bu? a) patologik hodisa; b) fiziologik hodisa; c) intensiv yoki uzoq davom etadigan ish natijasida ro'y beradigan organizmning holati bo'lib, ish qobiliyati pasayishi bilan sodir bo'ladi; d) charchash sezgisi.

2. Toliqish nima bilan ifodalanadi: a) nerv impulslari hosil bo'lishi va ularning ishlayotgan muskullarga uzatilishi buzilishi; b) nerv hujayralarida ATPning konsentratsiyasi oshishi; c) MNS harakatlantiruvchi markazlarida nerv signallarini qayta ishlashning buzilishi va "himoyalovchi tormozlanishning" 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 faolligi pasayishi; c) b va d; d) MNSda ATP/ADP nisbatining 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 almashinuv kuchayishi va ion endokrin muvozanati tiklanishi; c) sut kislotasining 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 – zaxirasi → KrP muskul glikogeni → jigar glikogeni → yog'lar → oqsillar; b) O_2 – zaxirasi → KrP → jigar glikogeni → muskul glikogeni → oqsillar → yog'lar; c) KrP → O_2 – zaxirasi → muskul glikogeni → jigar glikogeni → oqsillar → yog'lar; d) oqsillar → yog'lar → jigar glikogeni → muskul glikogeni → O_2 – zaxirasi → KrP.

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

9. Superkompensatsiyaning katta–kichikligi va davom etishiga bog'liq bo'ladi: a) bajarilayotgan ishning quvvati; b) ishlayotgan muskullardagi energetik moddalarning umumiy zaxirasi; c) jigardagi glikogenning miqdori; d) bajarilayotgan ishlarning davom etishi va organizmda ular chaqirgan biokimyoviy o'zgarishlarning chuqurligi.

10. Tiklanish jarayonlarini tezlashtirish va jismoniy ish qobiliyatini oshirish maqsadida qanday farmakologik 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 sifatleri 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 tayyorgarligi 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'yinlarini (musobaqalarini) olib borishning takomillashgan taktikasi sport musobaqalarining davomida yoki ularning alohida epizodlarida tezkorlik–kuchlilik va bioenergetik potensiyalarini (ichki imkoniyatlarini) amalga oshirishga yaxshi imkon yaratadi.

Sportchilarning jismoniy ish qobiliyatini belgilaydigan biokimyoviy omillar ichida, birinchi navbatda muskullarni qisqartiruvchi oqsillarining umumiy miqdori va fermentativ xususiyatlarini ko'rsatish mumkin. Masalan, qisqarayotgan muskulda rivojlanayotgan kuchlanishning katta–kichikligi miofibrillardagi aktin va miozin iplarining o'rtasida hosil bo'lgan ko'ndalang ko'prikchalar 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'prikkhalarining hosil bo'lish imkoniyati shuncha katta bo'ladi, binobarin, maksimal muskul kuchlanishining rivojlanishi yuqori bo'ladi.

Muskullar qisqarishining 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 proporsiyasi o'zgarishi muskullarning funksional xususiyatlariga bevosita ta'sir qiladi. Mana shu tip tolalar har 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 organizmining 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'lmagan anaerob va aerob yo'llar bilan sodir bo'ladigan biokimyoviy jarayonlarda hosil bo'ladi.

Sportchining (odamning) muskul ish faoliyati 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 kislorodning 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 ishlar bajarilganda namoyon bo'ladi.

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

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 kislotasining to'planishi (yig'ilishi) bilan boradigan ishda anaerob glikolizning kuchayish imkoniyati tushuniladi. U bajarilish vaqti 30 sekunddan to 2-3 daqiqagacha 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 organizmdagi metabolik o'zgarishlarning umumiy hajmini ko'rsatadi;

– samaradorlik kriteriyasi – metabolik jarayonlarda ajralayotgan energiyaning qancha qismi maxsus muskul ishni 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).

5.2. Anaerob va aerob ish qobiliyatlarining ko'rsatkichlaridagi farqlar

Energiya o'zgartirishning anaerob va aerob jarayonlari quvvatlari bo'yicha bir-birlaridan keskin farq qiladi. Jumladan, alaktat anaerob jarayon (ya'ni kreatinkinaza reaksiyasi) davom etish vaqti 6-8 sekunddan oshmaydigan masqalarda o'zining maksimal energiya ishlab chiqarish

tezligiga erishadi va yuqori malakali sportchilarda $3,6 \text{ kDj/kg.min}$ tashkil qiladi. Anaerob glikolitik jarayonda 30 sek atrofida davom etadigan mashqlarda energiya ishlab chiqarishning yuqori darajada kuchayishi kuzatiladi va $2,4 \text{ kDj/kg.min}$ ga teng bo'ladi. Aerob jarayonning maksimal quvvatini bajarish vaqti 2-7 daqiqaga teng bo'lgan mashqlarda kuzatiladi va yuqori malakali sportchilarda $1,2 \text{ kDj/kg.min}$ 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.

4-jadval

Sportchilarning jismoniy ish qobiliyati kriteriyalarining biokimyoviy ko'rsatkichlari

Kriteriya	Energetik 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 ₂ ajralish (Exc. CO ₂)	Kislorodning maksimal iste'moli (VO ₂ max), kritik quvvat (Wkr)
Hajm	Muskullardagi KrP umumiy miqdori, alaktat O ₂ -qarzi (Alaktat O ₂ -qarzi)	Qonda sut kislotasini maksimum yig'ilishi (max Hla), maksimal O ₂ -qatzi, pH-maksimal siljishi (ΔpH max)	Mashq vaqtidagi O ₂ -kiritimi (VO ₂).
Samaradorlik	Alaktat O ₂ -qarzini uzish tezligi (Ka)	Sut kislotasining mexanik ekvivalenti (W/Hla)	Ishning kislorod ekvivalenti (LME), anaerob almashinuv bo'sag'asi (AAB).

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 zaxiralari emas, balki qondagi glyukoza, erkin moy kislotalari, keton tanachalari, gliserin hamda jigarning glikogen zaxirasi va turli yog' rezervlari xizmat 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 uchala bioenergetik jarayonlarning hajmini taqqoslaganda, aerob jarayonning hajmi anaerob glikolizni hajmiga nisbatan 1-tartibda, alaktat anaerob jarayonnikiga esa 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 yetarli darajada katta farqlar kuzatiladi (5-jadval).

5-jadval

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

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

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

Ef – fosforlanishning samaradorligi;

Ec – ATP energiyasining mexanik ishga aylanish samaradorligi;

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

ATP energiyasining 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 taxminan 60% ni tashkil etadi.

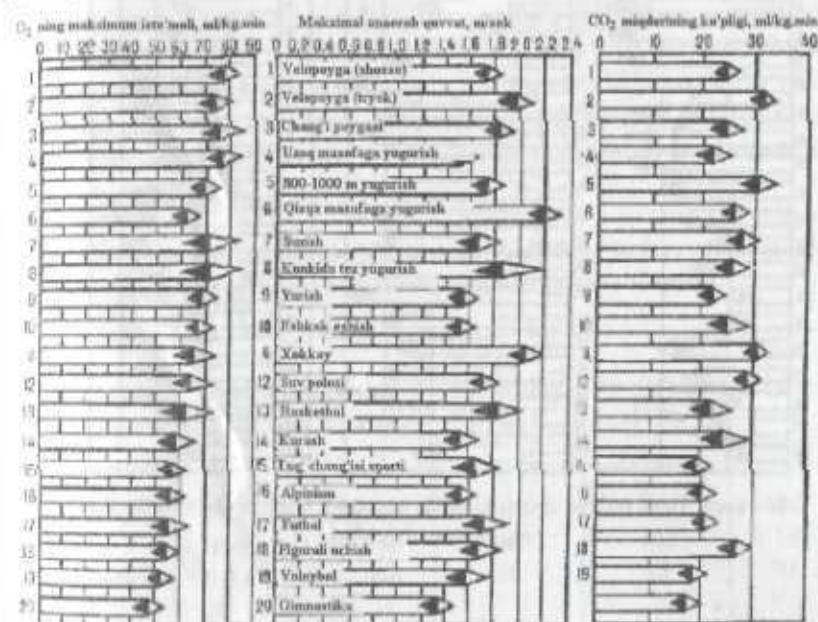
5.3. Sport ish qobiliyatining o'ziga xosligi

Sportning u yoki bu turida jismoniy ish qobiliyatining aniq namoyon bo'lishi o'ziga xoslik xarakteriga ega. Bu o'ziga xoslik sport mashqlari ta'sirida shakllanadigan sportchilarning aerob va anaerob qobiliyatlarining rivojlanish darajalarining o'zaro nisbatlariga bog'liq bo'ladi.

Masqlanish jarayonida oldinga qo'yilgan masalalar va bajariladigan ish xarakteriga qarab asosiy jismoniy yuklama faqat ishni bajarishga bevosita qatnashayotgan u yoki bu muskullargagina emas, balki energiyani (ATPni) asosan yetkazib beruvchi bioenergetik jarayonlarga tushadi. Masalan, sportchilarning tezkorlik sifatini rivojlantirishga yo'naltirilgan, qisqa muddatli maksimal quvvatli mashqlar qo'llaniladigan mashqlanish jarayonida qo'llanilayotgan jismoniy yuklamalar ta'sirida muskullarda kreatinfosfarning zaxirasi 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 resintezlanishi aerob mexanizmlari takomillashadi, organizmning energetik substratlari zaxirasi ko'payadi (birinchi navbatda jigar va muskullardagi glikogenning zaxiralari).

Shunday qilib, sportning har xil turlarida jismoniy mashqlarning xarakteri va bajarish uslublariga qarab sportchilarning organizmida ATPning resintezlanishini u yoki bu bioenergetik mexanizmlari yaxshi rivojlanadi (23-24-rasmlar). Masalan, uzoq masofaga yuguruvchilar, chang'i poygachilari, shosseda velosiped haydovchilar, konkida uchadigan sportchilar aerob quvvatning eng yuqori ko'rsatkichlarini namoyon qilishadi. Eng katta alaktat anaerob quvvatini qisqa masofaga yuguruvchilar, xokkeychilar va trek velosiped poygachilari namoyon qilishadi. O'rta masofaga yuguruvchilar, xokkeychilar, 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 hajmning erig yuqori darajasini qisqa masofaga yuguruvchilar, basketbolchilar va kurashchilar namoyon qilishadi. Glikolitik anaerob hajmning eng katta miqdorini o'rta masofaga yuguruvchilar, trek velosiped poygachilari va xokkeychilarda kuzatish mumkin.



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

Xulosa qilib aytganda, sportning har bir turida sportda erishiladigan yutuqlarga hal qiluvchi ta'sir ko'rsatadigan o'zining "yetaklovchi" 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

shu muskul va boshqa to'qima va organlarda aerob va anaerob almashinuvning muhim fermentlari miqdori oshadi, ana shu fermentlarning barqaror ishlashi uchun sharoitlar yaxshilanadi, organizmning energetik resurslari zaxirasi ko'payadi, modda va energiya almashinuv turli zveno-larini nerv va gormonal boshqarilish jarayonlari hamda muskul va boshqa to'qimalarga kislorod va ozuqa moddalarni yetkazib 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'atga yetgan 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 pasaya boshlaydi va 60 yoshga kelib balog'at yoshidagiga nisbatan taxminan ikki marta kamayadi.

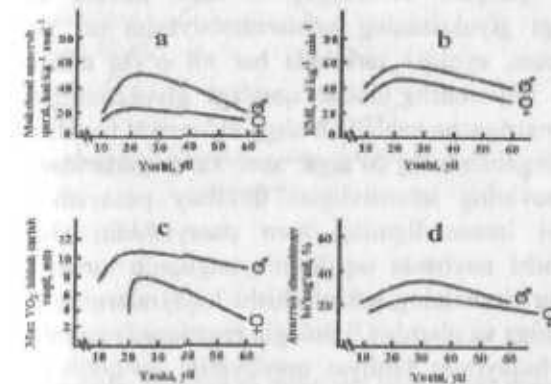
Organizmning ish qobiliyatini belgilovchi bioenergetik jarayonlarning ko'rsatkichlari o'sish va rivojlanish davomida ma'lum qonuniyatlardan asosida o'zgaradi. Masalan, erkaklarning 20 yoshlarida maksimal anaerob quvvat (MAQ) o'zining maksimal ko'rsatkichiga erishadi va to 30 yoshgacha taxminan shu darajaga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

Erkaklarda kislorodning maksimal iste'moli 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 (26-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 taxminan 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 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, lipoidlar va boshqa hujayra strukturalarining sintezi uchun ishlatiladi. O'sayotgan organizmning yana bir qator biokimyoviy xususiyatlari bunday cheklanishni kuchaytiradi.



25-rasm. MAQ (a), KMI (b), aerob hajm (c) va aerob samaradorligi (d) ko'rsatkichlarining yoshga oid dinamikalari

Jumladan, kislorodni yetkazib berishni ta'minlaydigan qondagi gemoglobin va muskul tolasi hujayralaridagi mioglobin oqsillarning miqdori bolalarda katta yoshlilarnikiga nisbatan kam, demak bolalar organizmning kislorod hajmi kichik. Bolalar va o'spirinlarda yurak-qon tomirlar va nafas olish sistemalari hatto tinch holatda ham katta yoshlarnikiga 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. Manashularning hammasi bolalarda intensiv muskul ishlarini aerob energiya ta'minotining imkoniyatlarini chegaralab qo'yadi.

ATP energiyasining 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 taxminan 60% ni tashkil etadi.

5.3. Sport ish qobiliyatining o'ziga xosligi

Sportning u yoki bu turida jismoniy ish qobiliyatining aniq nomoyon bo'lishi o'ziga xoslik xarakteriga ega. Bu o'ziga xoslik sport mashqlari ta'sirida shakillanadigan sportchilarning aerob va anaerob qobiliyatlarining rivojlanish darajalarining o'zaro nisbatlariga bog'liq bo'ladi.

Masqlanish jarayonida oldinga qo'yilgan masalalar va bajariladigan ish xarakteriga qarab asosiy jismoniy yuklama faqat ishini bajarishga bevosita qatnashayotgan u yoki bu muskullargagina emas, balki energiyani (ATPni) asosan yetkazib beruvchi bioenergetik jarayonlarga tushadi. Masalan, sportchilarning tezkorlik sifatini rivojlantirishga yo'naltirilgan, qisqa muddatli maksimal quvvatli mashqlar qo'llaniladigan mashqlanish jarayonida qo'llanilayotgan jismoniy yuklamalar ta'sirida muskullarda kreatinfosfarning zaxirasi 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 resintezlanishi aerob mexanizmlari takomillashadi, organizmning energetik substratlari zaxirasi ko'payadi (birinchi navbatda jigar va muskullardagi glikogenning zaxiralari).

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 uchadigan sportchilar aerob quvvatning eng yuqori ko'rsatkichlarini namoyon qilishadi. Eng katta alaktat anaerob quvvatini qisqa masofaga yuguruvchilar, xokkeychilar va trek velosiped poygachilari namoyon qilishadi. O'rta masofaga yuguruvchilar, xokkeychilar, 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 hajmning eng yuqori darajasini qisqa masofaga yuguruvchilar, basketbolchilar va kurashchilar namoyon qilishadi. Glikolitik anaerob hajmning eng katta miqdorini o'rta masofaga yuguruvchilar, trek velosiped poygachilari va xokkeychilarda kuzatish mumkin.



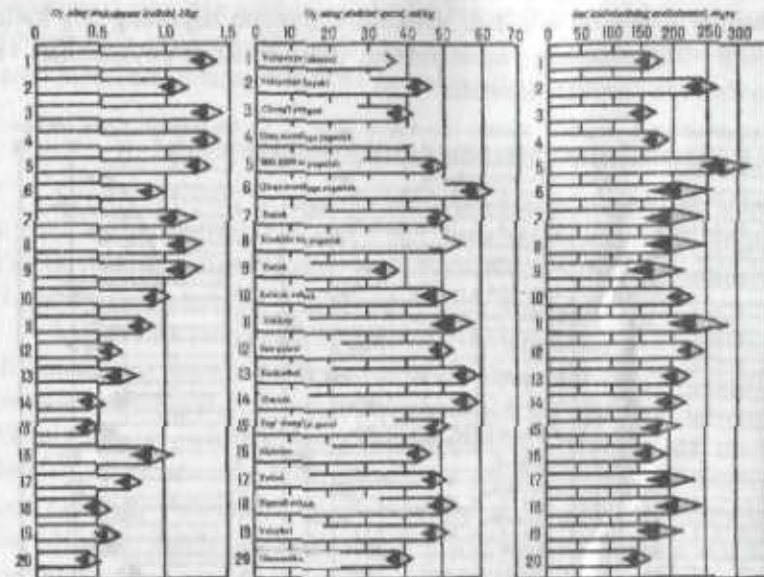
23-rasm. Turli ixtisos sportchilarida aerob va anaerob jarayonlarning quvvat ko'rsatkichlari.

Xulosa qilib aytganda, sportning har bir turida sportda erishiladigan yutuqlarga hal qiluvchi ta'sir ko'rsatadigan o'zining "yetaklovchi" 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).



24-rasm. Turli ixtisos sportchilarida aerob va anaerob jarayonlarining hajm ro'rsatrichlari.

Konkida uchadigan sportchilarda anaerob va aerob jarayonlarining quvvati, hajmi va samaradorligi ko'rsatkichlari

Sportchilar-ning malakasi	VO ₂ max ml/kg,min	Ushl. tur. vaqti sek.	AAB % MMR	Exc.CO ₂ l/min.	Umumiy O ₂ -qarzi ml/kg	Afakt. O ₂ -qarzi ml/kg
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 darajasi (malakasi) oshishi bilan jismoniy ish qobiliyatining barcha biokimyoviy xarakteristikalari yaxshilangan. Shu bilan birga, ayrim biokimyoviy parametrlarning yaxshilanish miqdori turli darajada namoyon bo'lgan. Masalan, mashqlanish vaqtida ancha chidamlilikni talab qiladigan endigina shug'ullana boshlagan sportchilarda KMI 40-45 ml/kg.min ni tashkil qiladi, shu vaqt o'zida yuqori malakali sportchilarda 80-90 ml/kg.min bo'ladi. Ma'lum bo'lishicha, ko'p yillar davomida sistematik ravishda mashqlanish natijasida shortchilarda aerob quvvat ko'rsatkichlari 2 marta, aerob hajm ko'rsatkichlari esa 4 martadan ortiqroq yaxshilanadi (7-jadval).

7-jadval

Sportda ko'p yillik mashqlanish ta'sirida bioenergetik jarayonlarning quvvati, hajmi va samaradorliklarining yaxshilanishi

Bioenergetik kriteriyalar	Baholanayotgan ko'rsatkichlar	Sportchilar II-III r.	Sportchilar HTSU	Yaxshilinish foizi
Quvvat:				
aerob	VO ₂ max, ml/kg,min	45	90	100
alaktat	KrP/t, mM/kg,min	60	102	70
glikolitik	HLA/t, mM/kg,min	20	35	75
Hajm:				
aerob	tuslt. VO ₂ max, min	3,2	13	306
alaktat	Alact. O ₂ -qarzi, ml/kg	21,5	54,5	153
glikolitik	Hla max, g/kg	0,8	2,2	175
Effektivligi:				
aerob	AAB, % MMR	44	85	93

5.5. Sportchilarning ish qobiliyatiga yoshlarining ta'siri

Organizmning o'sishi va rivojlana borganligi sari uning jismoniy ish qobiliyatida ma'lum qonuniyatlarga asoslangan o'zgarishlar sodir bo'lib turadi. Organism fiziologik balog'atga yetgani sari aerob va anaerob bioenergetik jarayonlarda energiyaning o'zgartirish imkoniyatlari tobora ortib boradi. Yoshning ulg'ayishi bilan tananing metabolizmda faol qatnashadigan massasi, ayniqsa skelet muskullari ko'payadi; ana

shu muskul va boshqa to'qima va organlarda aerob va anaerob almashinuvning muhim fermentlari miqdori oshadi, ana shu fermentlarning barqaror ishlashi uchun sharoitlar yaxshilanadi, organizmning energetik resurslari zaxirasi ko'payadi, modda va energiya almashinuv turli zveno-larini nerv va gormonal boshqarilish jarayonlari hamda muskul va boshqa to'qimalarga kislorod va ozuqa moddalarni yetkazib 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 yetgan 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 pasaya boshlaydi va 60 yoshga kelib balog'at yoshidagiga nisbatan taxminan ikki marta kamayadi.

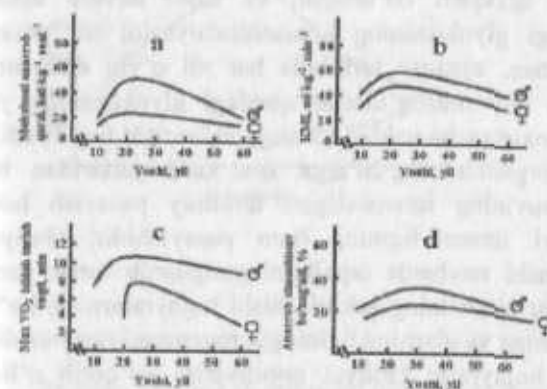
Organizimning ish qobiliyatini belgilovchi bioenergetik jarayonlarning ko'rsatkichlari o'sish va rivojlanish davomida ma'lum qonuniyatlar asosida o'zgaradi. Masalan, erkaklarning 20 yoshlarida maksimal anaerob quvvat (MAQ) o'zining maksimal ko'rsatkichiga erishadi va to' 30 yoshgacha taxminan shu darajaga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

Erkaklarda kislorodning maksimal iste'moli 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 (26-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 taxminan shu darajada 40–45 yoshlarga 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 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, lipoidlar va boshqa hujayra strukturalarining sintezi uchun ishlatiladi. O'sayotgan organizmning yana bir qator biokimyoviy xususiyatlari bunday cheklanishni kuchaytiradi.



25-rasm, MAQ (a), KMI (b), aerob hajm (c) va aerob samaradorligi (d) ko'rsatkichlarining yoshga oid dinamikallari

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 yoshlarnikiga 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. Manashularning hammasi bolalarda intensiv muskul ishlarini aerob energiya ta'minotining imkoniyatlarini chegaralab qo'yadi.

Bulardan tashqari, bolalarda muskul faoliyatini energiya bilan ta'minlash imkoniyatlari 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 glyukozaning konsentratsiyasini tez pasaytirib yuboradi. Turli-tuman, ayniqsa tarkibida har xil o'yin elementlarini tutgan, emotsiyaga boy mashg'ulotlar qondagi glyukozaning yuqori darajasini to darsni oxirigacha ushlab turishga imkoniyat tug'diradi.

Qariyotgan organizmning o'ziga xos xususiyatlaridan biri – moddalar almashinuvining intensivligini umumiy pasayish holatida plastik almashinuvini intensivligining ham pasayishidir. Qariyotgan organizmlarda birinchi navbatda oqsillarni yangilanib turish jarayoni sekinlashadi. Oqsillar sintezining sekinlashishi hujayralarning bo'linish tezligining kamayishiga va ularning fiziologik regeneratsiyasi 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 pishiqligining kamayishiga olib keladi. Eritrotsitlarning yangitdan hosil bo'lishi ham sekinlashadi. Yaralarning bitishi ham yomonlashadi va h.k.

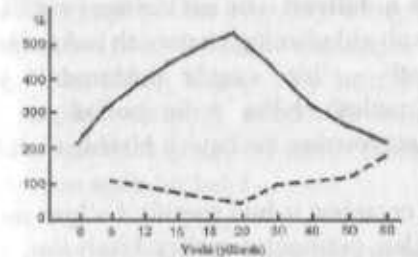
Ikkinchidan, qariyotgan organizmda oksidlanish jarayonlarning intensivligi ancha pasayadi. Jumladan, aerob va anaerob energiya ishlab chiqarish imkoniyatlari pasayadi. Shuning uchun ham, keksaygan odamlarda xuddi bolalar va o'spirinlardagidek, qonda sut kislotasining konsentratsiyasi 20-30 yoshli odamlardagiga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

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

Keksaygan yoshli odamlar uchun yana bir o'ziga hos xususiyat

xuddi bolalar va o'spirinlarnikidek, muskul faoliyatida uglevodlar sarflanishini yengil tormozlanishi hisoblanadi. Masalan, ayniqsa bir xil, zerikarli jismoniy mashqlar ko'pincha qonda glyukozaning kamayishi bilan sobir bo'ladi.

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



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

Shunday qilib, maktab/litsey va kollejlarda bolalar va o'smirlarning 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 xos xususiyatlarini albatta, inobatga olish kerak.

Asosiy tushunchalar va mavzuning atamallari

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

Potensiya omillari – bu tezkorlik-kuchlilik sifatleri va bioenergetik qobiliyatlarini o'zida mujassamlashtirgan organizmning

ichki imkoniyatlari.

Uzumdorlik omillari – sport turlarining aniq sharoitlarida potentsiya omillarini amalga oshirish darajalarini belgilaydi. Ularga texnika, taktika va psixologik tayyorlash omillari kiradi.

Alaktat anaerob ish qobiliyati – ishni energiyaga o'zgartirish jarayonlarining ATP-aza va kreatinkinaza reaksiyalari hisobiga bajarish imkoniyati.

Glikolitik anaerob ish qobiliyati – bu sut kislotasi yig'ishi bilan boradigan ish vaqtidagi anaerob glikolizning kuchayish imkoniyatlari.

Aerob ish qobiliyati – bir vaqtda kislorodni yetkazib berish va ishlatilishini ta'minlash bilan sodir bo'ladigan hujayra mitoxondriyalaridagi aerob jarayonning kuchayish hisobiga ish bajarish imkoniyati.

Plastic almashinuv – organism uchun spetsifik bo'lgan moddalar: struktura moddalari, fermentlar, gormonlar, turli sekresiyalar, energiya manbalarining zaxiralarni sintezlashga olib keladigan kimyoviy reaksiyalar kompleksi.

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

Savollar va topshiriqlar

1. Odamning (sportchining) jismoniy ish qobiliyati nima va uning qanday turlarini 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 qobiliyatlari quvvati, hajmi va samaradorligini baholash uchun qanday biokimyoviy ko'rsatkichlardan foydalaniladi?
4. Sport ish qobiliyatining qaysi bir omillari mashqlanish jarayonida o'zgarishi mumkin? Qaysi omillari organizmning genetik xususiyatlari 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 o'ziga xosligi nima bilan ifodalanadi va qanday bioenergetik parametrlarga bog'liq?

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

9. Qariyotgan organizmning qanday ikkita muhim xususiyatlarini 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'ri.

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

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

4. Sportchilarning tezkorlik-kuchlilik sifatlerini qaysi biokimyoviy omillar belgilaydi? a) muskullarning qisqartiruvchi oqsillarining umumiy miqdori va fermentativ xususiyatlari; b) miozin ATP-azasining faolligi; c) miozining polimerlanish darajasi va aktinning 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'srida 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 darajalari nisbatlari; c) sport kurashlarini olib borish taktikasi takomillashganligiga; d) bajarilayotgan ishning intensivligi va davomiyligiga.

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 kontsentratsiyasi; b) sut kislotasining past kontsentratsiyasi; c) muskul faoliyatini energiya bilan ta'minlash imkoniyatining kamligi; d) qonda siydikchil miqdorining 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-KUCHLILIK SIFATLARI, CHIDAMKORLIGI VA ULARNI RIVOJLANTIRISH USHLARINING BIOKIMYOVIY ASOSLARI

6.1. Tezkorlik-kuchlilik sifatlarining biokimyoviy omillari

Muskul faoliyatida namoyon bo'ladigan sportchining jismoniy sifatlari (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.

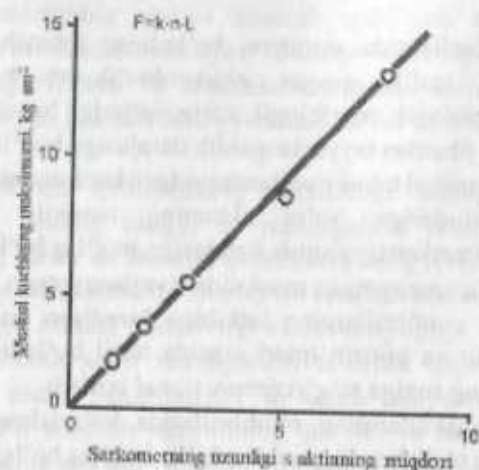
Alohida muskul tolasi rivojlantirayotgan kuch undagi qisqartiruvchi oqsillarning miqdoriga, ya'ni aktinning umumiy miqdoriga va miozinning polimerizatsiyalanish darajasiga bog'liq bo'ladi. Boshqacha qilib aytganda, qisqarayotgan muskulda rivojlanayotgan kuchlanishning katta-kichikligi miofibrillarning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

Skelet muskullarining miofibrillarida ko'ndalang ko'prikelar 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 proporsiyalari 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 muskullar tarkibida qancha FT tolalar ko'p bo'lsa, ularning tezkorlik-kuchlilik sifatlari 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 iplari o'zaro ta'sirida rivojlanayotgan

kuch ularning orasida hosil bo'layotgan ko'ndalang ko'prikchalarning soniga yoki ularning tutashgan maydoniga to'g'ri proporsional bo'ladi. Hosil bo'lgan ko'prikchalarning soni qancha ko'p bo'lsa, har bir sarkomer doirasida rivojlanayotgan kuch shuncha katta bo'ladi.



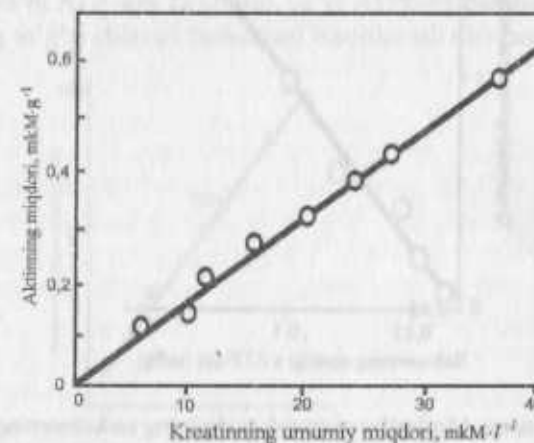
27-rasm. Maksimal muskul kuchini muskul tolalaridagi sarkomerning uzunligiga va aktinning miqdoriga bog'liqligi.

Eng uzun sarkomerlar mollyuskalarning chig'anoqlarini yopuvchi muskullarda, eng kattasi esa hashoratlar 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 rivojlantirayotgan kuchning maksimal kattaligi odamnikidan 3 marta atrofida kam. Odamning skelet muskullarida sarkomerning uzunligi o'rtacha 1,8-2,5 *mkm*, miozin iplarining 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'zgarmaydi. Lekin turli muskullarning tarkibiga kirgan har xil tipdagi muskul tolalarida sarkomerning uzunligi ma'lum variatsiyalarda 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 konsentratsiyasini aniqlash muskul kuchi rivojlanishini nazorat qilishda va tezkorlik-kuchlilik mashqlarida sportda erishiladigan yutuqlarning darajasini oldindan aytib berishda qo'llaniladi.

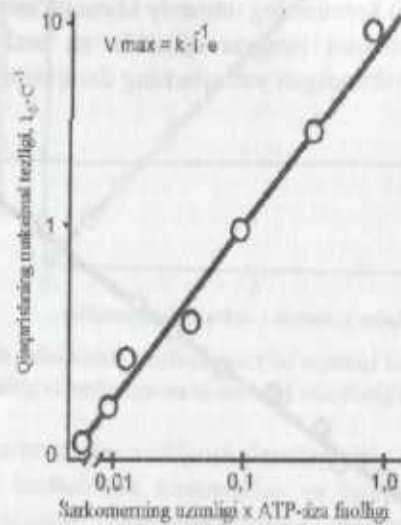


28-rasm. Skelet muskullarida aktin oqsilining miqdori va kratinning umumiy miqdori o'rtasidagi bir-biriga bog'liqligi.

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

Tezkorlik (tezlik) namoyon bo'lishining biokimyoviy asoslari ko'p jihatdan xuddi kuch sifatlarinikidek: qisqartiruvchi oqsillarning miqdori ko'pligi va ATPni parchalaydigan ferment sifatida miozinning yuqori

darajada faolligi bilan belgilanadi. 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'zi tarkibida eng qisqa sarkomer tutgan uchish muskullarida kuzatilgan, qisqarishning eng kichik tezligi – o'zining tarkibida eng uzun sarkomerni tutgan mollyuskalarning chig'anoqlarini yopuvchi muskullarida kuzatiladi.



29-rasm. Muskullar qisqarish tezligining sarkomerning uzunligiga va miofibrillarning ATP-aza faolligiga bog'liqligi.

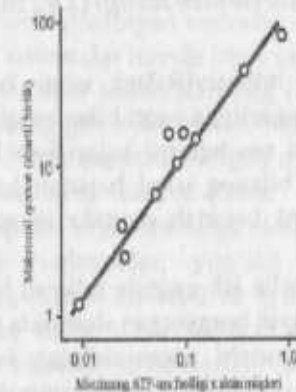
Kuchning sifati kabi qisqarishning maksimal tezligi har xil tipdagi muskul tolalarida keskin farq qiladi: FT tolalarda qisqarish tezligi ST tolalardagiga nisbatan deyarli 4 marta yuqori.

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

Umuman olganda, tezkorlikning (qisqarish tezligining) biokimyoviy asoslari miofibrillarning qisqartiruvchi oqsillari faoliyati

bilan, ayniqsa ATP-azalik faolligi bilan, ya'ni kimyoviy energiyani ishlatilish (mobilizatsiya) tezligi bilan bog'langan. Kuch sifatiga nisbatan aksincha qisqarishning maksimal tezligi sarkomerning uzunligiga yoki bitta sarkomer doirasida yo'g'on miozin iplarining uzunligiga teskari proporsional bo'ladi: qisqarish tezligi qancha katta bo'lsa, sarkomerning uzunligi shuncha kalta (qisqa) bo'ladi. Bundan tashqari, tezkorlik sifatlarining namoyon bo'lishida ATPning kreatinkinaza reaksiyasida resintezi muhim ahamiyatga ega.

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



30-rasm. Muskul rivojlantirayotgan maksimal quvvat miofibrillarning ATP-azalik faolligi yig'indisiga bog'liqligi.

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'irligini tashkil qiladi.

6.2. Chidamkorlikning biokimyoviy asoslari

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

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

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

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

Boshqa tomondan chidamkorlik ish vaqtida toliqish boshlanishini 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 komponentlari ajratiladi: alaktat anaerob, glikolitik anaerob va aerob komponentlari. Demak, umumiy chidamkorlikni ana shu energiya manbalarining quvvat, hajmi va samaradorlik parametrlarining turlicha kombinatsiyalari natijasi deb qarash mumkin. Ana shu komponentlarning hammasi chidamkorlikning har qanday spetsifik turi namoyon bo'lishida o'z hissalarini qo'shadi, lekin shulardan biri yetakchi (muhim) rolni o'ynaydi. Ana shunday yetakchi komponentni aniqlash mashqlanish vositalari va uslublarini

to'g'ri tanlash uchun muhim ahamiyatga ega.

Chidamkorlikning alaktat anaerob komponentasining rivojlanish darajasi ishlayotgan muskullar va boshqa to'qima va organlardagi kreatinfosfatning zaxirasi va uning mashqlarni bajarish vaqtida sarflanishi tejamligiga bog'liq bo'ladi. Kreatinfosfatning sarflanishi tejamligi o'z navbatida mashqlarning elementlarini bajarish texnikasi samaradorligi hamda anaerob almashinuvi sut kislotasi va boshqa mahsulotlari yig'ilayotgan sharoitda sarkoplazmatik kreatinkinaza va miozin ATP-azasi – fermentlarining 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 zaxiralari (muskul va jigarning glikogen zaxiralari va qonning glyukozasi) va ularning sarflanishini tejamligiga emas, balki sut kislotasi hosil qilayotgan vodorod ionlarini neytrallashga imkoniyati bo'lgan bufer sistemalar hamda organizmning kislotalik-ishqorlik balansi o'zgarishiga ferment sistemalarining chidamliligi muhim rol o'ynaydi. Chidamkorlikning glikolitik anaerob komponenti bajariladigan vaqti 30 sekunddan 2-3 daqiqagacha 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 turishi tezligi va aerob almashinuv fermentlarining miqdori hamda faolligi chidamkorlikning aerob komponentini ifodalaydi. Chidamkorlikning bu komponenti 3 daqiqadan birnecha soatgacha davom etadigan katta va mo'tadil quvvatli mashqlarni asosan energiya bilan ta'minlaydi.

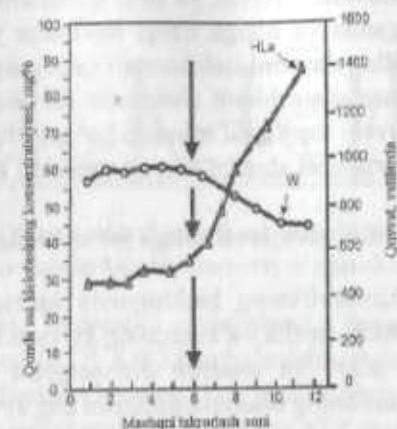
Garchi chidamkorlik odamning boshqa harakat sifatlari kabi ko'pchilik omillarga bog'liq bo'lsa-da, organizmning biokimyoviy (bioenergetik) xususiyatlari uni ro'yobga chiqarishda hal qiluvchi rolni o'ynaydi, chunki chidamkorlik u yoki bu turdagi ish vaqtida ATPning resintezlanish imkoniyatlari bilan belgilanadi.

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 tez qisqaradigan oq va sekin qisqaradigan qizil muskul tolalarining muskullardagi o'zaro nisbati irsiyatga (genetik) moyil omil bo'lganligi uchun sportchilarning ana shu sifatlarini rivojlantirish asosiy uslublari 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 oqsillar sintezini kuchaytirishga yo'naltirilgan bo'lishi kerak. Sport amaliyotida ana shu maqsadlarda **maksimal kuch va eng yuksak ishlarni takrorlash** uslublari qo'llaniladi.

Maksimal kuch uslubida biomexanik strukturasi bo'yicha musobaqanikiga yaqin yoki musobaqaning o'z 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 1/3 qismi) past bo'lsa ATPning resintezlanish tezligi pasaya boshlaydi. Kreatinfosfatning ana shunday miqdori 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 kreatinfosfat miqdorining kritik darajadan pasayishi anaerob glikolizning 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, mashq quvvatining pasayishi bilanoq yoki sut kislotasi miqdorining o'zgarishi bilan mashqlanish ishlarini to'xtatish tavsiya gilinadi (31-rasm).



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

(Grafikda sut kislotasining glikolitik hosil bo'lishi ko'paymasdan maksimal quvvatni ushlab turadigan mashqni takrorlash soni strellalar bilan ko'rsatilgan)

Eng yuksak mashqlarni takrorlash uslubini qisqartiruvchi oqsillar sintezining 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 chiqarishini kamayishga 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 struktura oqsillari energiya manbai sifatida parchalana boshlaydi va ularning parchalanish mahsulotlari yig'iladi (kichik molekulyar peptidlar, aminokislotalar va boshqalar). Oqsillar katabolizmining ba'zi 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.

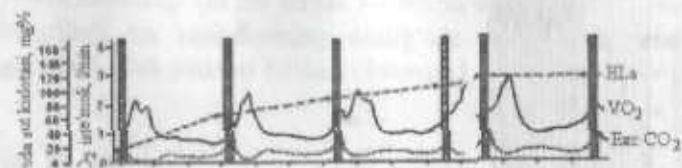
6.3.2. Chidamkorlikni rivojlantirishga yo'naltirilgan uslublar

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 organizmining ana shu bioenergetik imkoniyatlarining 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 muskullarda alaktat anaerob rezervlari ko'payadi, anaerob almashinuv mahsulotlari (sut kislotasi, ADP, H_2PO_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 ish oralig'idagi dam olish vaqti 2,5-3 daqiqadan kam bo'lmasligi kerak. Mana shu tipdagi mashqlarni bajargandagi biokimyoviy o'zgarishlar 32-rasmda keltirilgan.

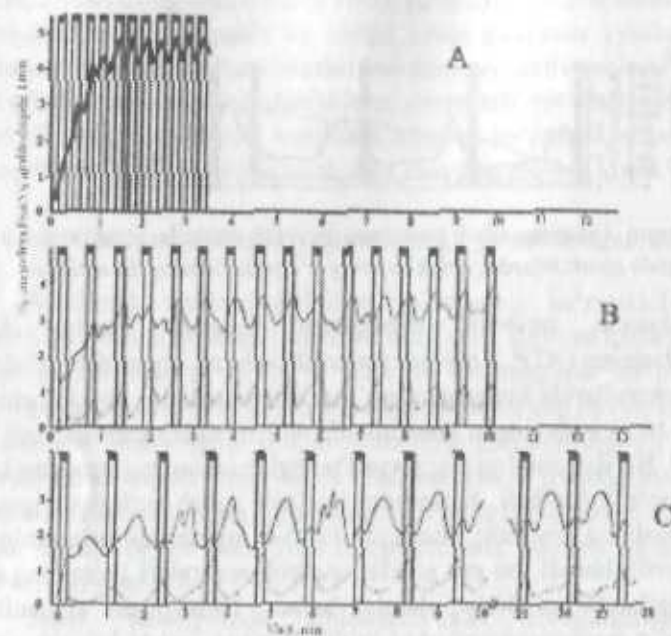


32-rasm. Qisqa muddatli maksimal quvvatli mashqlarni takrorlash vaqtida sportchilardagi biokimyoviy o'zgarishlarning dinamikasi.

Maksimal quvvatli mashqlarni bajarish vaqtida fosfat makroerglarining (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-daqiqalarda kuzatiladi. Kislorodni iste'mol qilish tezligi va qondagi sut kislotasining miqdori mashqni to 5-6 marta takrorlanishigacha uzluksiz ortib boradi, bu esa alaktat anaerob rezervlari hajmining asta-sekin tugallanib borishidan dalolat beradi. Ishlayotgan muskullarda kreatinfosfat zaxirasining miqdori kritik darajaga yetishi bilan (umumiy alaktat anaerob hajmning 1/3 qismi) birdaniga ishning maksimal quvvati pasaya boshlaydi. Odatda bunday holat mashqning 8-10-marta takrorlanishiga to'g'ri keladi.

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

Agar interval ish uslubida xuddi shunday qisqa muddatli maksimal quvvatli mashqlar 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 daqiqadan kam bo'lmasligi kerak (33-rasm).

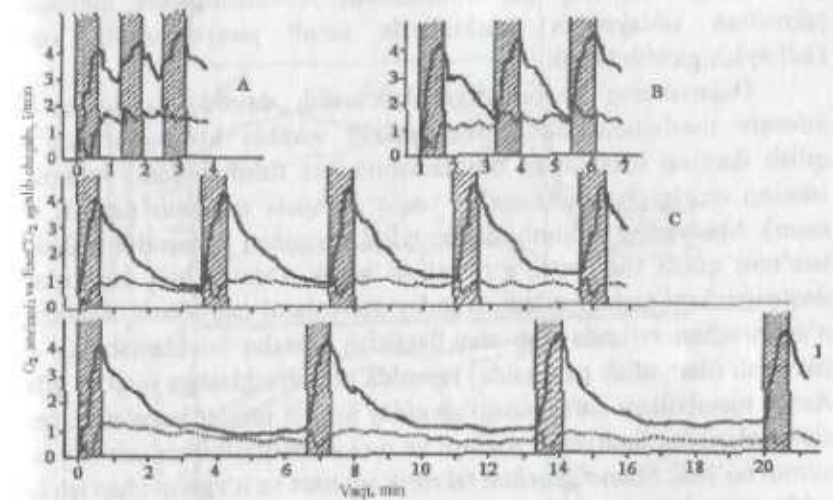


33-rasm. Mashqlanish vaqtida interval sprintda sportchilarning organizmidagi biokimyo-viy o'zgarishlarning xarakteriga dam olish intervallarining ta'siri.

Chidamkorlikning glikolitik anaerob komponentini rivojlantirishga yo'naltirilgan mashqlanishlarda sport amaliyotida eng yuksak ishlarni takrorlash va interval ish uslublaridan foydalaniladi. Bajariladigan mashqlar shunday tavsifga ega bo'lishi kerakki, ular sut kislotasining yig'ilishi bilan sodir bo'ladigan energiyaning o'zgarishini anaerob jarayonlarning eng katta kuchlanishini ta'minlashi kerak. Bajarilish vaqti 30 sekunddan to 2-3 daqiqani 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 daqiqadan kam emas, takrorlashning optimal soni 6-8 martani tashkil qilishi kerak. Glikolitik xarakterli interval ishda toliqish tez boshlanishi sababli mashqlarni takrorlash soni 3-4 marta takrorlashgacha qisqartiriladi. Mashqlanish samarasini mustahkamlash

uchun yetarli hajmdagi ish har birida 3-4 marta takrorlanadigan seriyalar bilan bajariladi va seriyalarning oralig'ida 10-15 daqiqadan kam bo'lmagan dam olish pauzasi bo'ladi (34-rasm).



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

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 uslublari qo'llanilganda aerob almashinuvga yetarli ta'sir ko'rsatishni ta'minlash uchun mashqlarning umumiy davom etish vaqti 3 daqiqadan kam bo'lmashligi 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 daqiqadan kam bo'lmagan vaqtni tashkil qiladi. 35-rasmda ana shu turdagi ishga javoban organizmda sodir bo'lgan biokimyo-viy reaksiyalar keltirilgan.

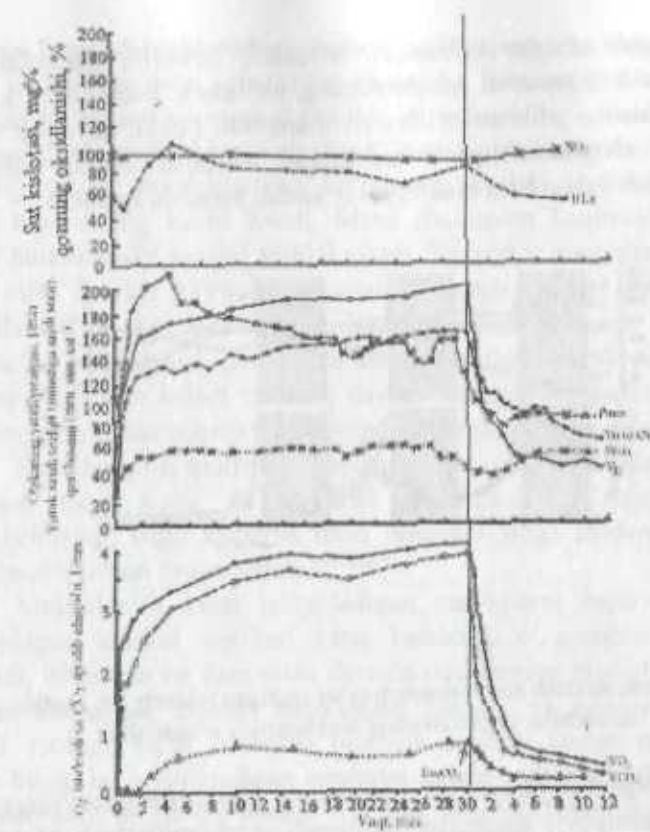
Bir martali uzluksiz ish vaqtida bajarilayotgan mashqlarning

intensivligi toqimalarda aerob almashuvni ancha kuchaytirishni ta'minlashi kerak.

Chidamkorlikning aerob komponentini rivojlantirishga yo'naltirilgan takroriy ish uslublaridan foydalanilganda mashqlarni takrorlash ishlayotgan muskullarda aerob jarayonlarning keskin 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 daqiqadan 6 daqiqagachani tashkil qiladi. Bunday seriyalarni takrorlash organizmni o'zgaruvchan rejimda goh shakllantirish (mashq boshlanishida), goh tiklanish (dam olish pauzasida) rejimida doimo ishlashga majbur qiladi. Aerob metabolism darajasidagi shunday keskin farqlar vegetativ xizmat sistemalarining faoliyatini sozlash va mukammallashtirish uchun yaxshi stimuly bo'ladi. Shuning uchun 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 "mioglobinali" interval ish nomi bilan yuritiladigan ikkita yanada samaradorli interval ish usublari 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 bo'lgan 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 stimuly tug'diradi. "Mioglobinali" 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 daralada ushlab turish bilan katta hajmda bajarilishi mumkin. Bundan tashqari u aerob samaradorlikni rivojlantirishga imkoniyat tug'diradi.

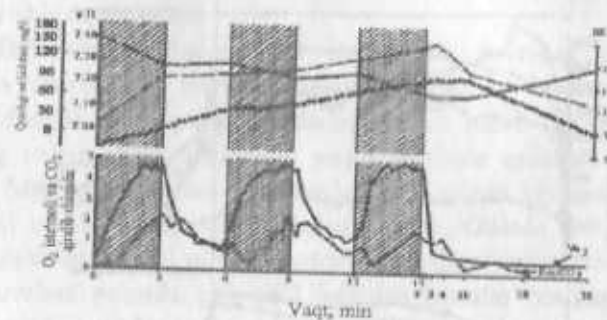


35-rasm. Uzoq davom etadigan uzluksiz ish vaqtida sportchilarning organizmidagi biokimyoviy o'zgarishlarning dinamikasi.

Mashqlanish jarayonida ana shu usublarni 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 usublarning 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 sifatlarni rivojlantirish uchun ham biokimyoviy zamin yaratishi mumkin.



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

Mashqlanish jarayonida ish vaqtida eng katta ahamiyatga ega bo'lgan biokimyoviy sistemalar rivojlanadi va takomillashadi. Maksimal va submaksimal quvvatli tezkorlik mashqlarni bajarish vaqtida ATPning sintezi 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 sintezining, 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 tiklanadi 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 ustiga, muskullarning ko'ndalang kesimi yuzasi ko'payishi bilan muskulning kuchi ortadi. Mana shularning hammasi kuchning sifati biokimyoviy asosini tashkil qiladi. Tezkorlik mashqlaridan keyin dam olish davrida ATPning sintezini anaerob yo'llari qizg'in aerob oksidlanish va oksidlanishli fosforlanish bilan almashinadi. Bu esa o'z navbatida mashqlanish jarayonida aerob oksidlanish imkoniyatlarining ko'payishiga olib keladi va uzoq davom etadigan mashqlarga bo'lgan biokimyoviy chidamkorlikning komponentlaridan biri hisoblanadi.

Shunday qilib, sport mashqlanish jarayonida tezkorlik yuklamalarini qo'llash faqat tezlik va tezkorlik chidamkorlikni rivojlantirishga olib kelmaydi, balki kuch va uzoq muddatli ishga chidamkorlikning 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'lsa-da, asosan ATPning anaerob sintezi bilan sodir bo'ladi. Shuning uchun kuch ishlatadigan mashqlanish, sportchining tezkorlik sifatlariga ham zamin tayyorlab, kreatinkinaza reaksiyasi va anaerob glikoliz jarayoni imkoniyatlarining biroz ko'payishiga yordam beradi. ATP sintezining aerob yo'li 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 ishning kislorod iste'moli nisbatan turg'un holatida bajariladi. ATP sintezining 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 sintezining aerob mexanizmlari deyarli to'la ustunlik qiladi. Agar ishning boshlanishida uncha katta bo'lmagan kislorod

qarzi bo'lsa (kislorod ehtiyojining 5-10% atrofida), ishning davomida butunlay yo'qolib ketadi. Muskullarda oqsillar 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, muskullar va jigarda glikogen 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 sifatlarni rivojlantirish lozim. Bolalar va o'smirlarni har tomonlana jismoniy tayyorlashning jiddiy yo'llaridan biri bo'lib, yangi respublika jismoniy tarbiya komplekslari – "Alpomish" va "Barchinoy" xizmat qiladi.

6.4. Mashqlanish, mashqlanishning orqaga qaytishi va o'ta mashqlanish vaqtidagi biokimyoviy o'zgarishlar

Bir qator mualliflar o'zlarining ilmiy-tadqiqot ishlarida shu narsani qayd 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 glikogenning zaxirasi hammasidan ko'ra tezroq ko'payadi;
- muskullarning struktura oqsillari miqdori va anaerob glikolizning intensivligi oshadi;
- muskullarda kreatinfosfatning zaxirasi ko'payadi.

Mashqlanishni to'xtatgandan keyin, ya'ni mashqlanishning 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 mutloq boshqacha. Mashqlanishning orqaga qaytish vaqtida turli biokimyoviy ko'rsatkichlar miqdorining 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 – glikoliz faolligining pasayishi va juda o'ta mashqlanishlikda – muskullarda glikogen miqdorining pasayishi ro'y beradi.

Energiya'ni o'zgartirish aerob mexanizmlari borishining buzilishi shunga olib keladiki, ya'ni o'ta mashqlanish sharoitida ATP resintezini 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 massasi anchagina yo'qoladi. Xullas, o'ta mashqlanganlik patologik hodisa sifatida sportchining umumiy jismoniy ish qobiliyatining 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.

KrP ning kritik konsentratsiyasi – muskullardagi kreatinfosfatning jami zaxirasining 1/3 qismi.

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

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

“Mioglobinli” interval ish – bu chidamkorlikning aerob komponentini rivojlantirishga yo'naltirilgan interval ish uslubi bo'lib, unda juda qisqa (5-0 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 tarif 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 moddalar konsentratsiyasining o'zgarishi sport amaliyotida muskul kuchi 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 uslublarning mohiyatini tariflab 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 komponentlarining namoyon bo'lishi organizmning qaysi biokimyoviy xususiyatlari bilan belgilanadi?

8. Chidamkorlikning alaktat, glikolitik va aerob komponentlar asosida yotgan biokimyoviy sistemalarni mukammallashtirishga yo'naltirilgan mashqlanishlarda 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 (hoshqarib boruvchi) ahamiyatga ega bo'lgan sifatni rivojlantirish lozimligini 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 berish 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 tez qisqaradigan oq 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 yyetkazib berish tezligi; d) oq va qizil muskul tolalarining nisbati va sarkomerning uzunligi.

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

6. Chidamkorlikning namoyon bo'lishi spetsifik xarakterga ega bo'lishi bilan belgilanadi: a) ish vaqtida foydalaniladigan substratlar 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 yo'naltirilgan: a) aerob jarayonni rivojlantirish; b) muskullarda kreatinfosfatning zaxirasini ko'paytirish va miozin ATP–azasi va kreatinkinazalarning turg'unligini oshirish; c) muskullarda oqsil sintezini kuchaytirish; d) jigarda glikogen zaxirasini ko'paytirish.

8. Chidamkorlikning glikolitik anaerob komponentini rivojlantirishga yo'naltirilgan uslublarda ishning chegaralangan vaqtini 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, imkoniyatlar oshadi: a) ATP resintezining anaerob; b) ATP resintezining aerob; c) ATP resintezining alaktat anaerob; d) kislorodni yyetkazib berish va ishlatilish.

10. O'ta mashqlanish vaqtida sportchining organizmda birinchi navbatda buzilishga olib keladi: a) KrP zaxirasi 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 muhitning 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 xususiyatlar bilan ajralib turadi:

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

– ikkinchidan, mashqlangan organizm 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 shikast yetkazuvchi 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'liqlikda 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. Mashqlanish 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 yechish, 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 funktsiya'ning 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 yuklamalar¹ organizmda adaptatsiya o'zgarishlarini qo'zg'atadigan asosiy stimuly (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 yuklamalarning organizmga ta'sir darajasi quyidagilarga bog'liq:

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

¹ Sport nazariyasi va amaliyotida "jismoniy yuklama" atamasi asosida muskul faolligining har qanday formasi, shu jumladan, bir marta va ma'lum tipdagi mashqlarni takroriy bajarish nazarda tutilib, ular vaqtida organizmda mashqlanganlik darajasi o'sishiga imkon tug'diradigan funksional o'zgarishlar ro'y beradi.

kuch ishlatadigan mashqlar (og'ir atletika, gimnastika, akrobatika va peshqalar) bilan mashqlanish muskul massasining eng ko'p oshishiga olib keladi, ya'ni muskul struktura oqsillarining sintezi 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 jarayoni 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 xususiyatli (spetsifik) va mashqlantirayotgan yuklamaning og'ir-yengilligi va xarakteriga bog'liq.

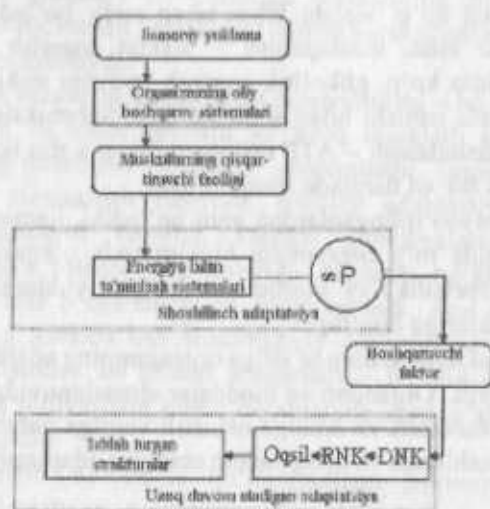
Jismoniy yuklamalarning ta'siriga organizmning adaptatsiyasi ham fazali xarakterga ega. Organizm va moddalar almashinuvida adaptatsion o'zgarishlarning xarakteri va amalga oshirish vaqtiga qarab adaptatsiya ikkita etapga – shoshilinch va uzoq davom etadigan adaptatsiya etaplariga bo'linadi.

Shoshilinch adaptatsiya etapi – bu jismoniy mashqning bir martalik ta'siriga organizmning bevosita javobi. Shoshilinch adaptatsiya jarayonlari bevosita ish vaqtida amalga oshadi va energetik resurslar jalb qilinishi (mobilizatsiyasi), kislorod va ozuqa moddalarni ishlayotgan muskullarga tashish, energiya almashinuvini reaksiyalarining 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 funksional o'zgarishlar bilan xarakterlanadi. U shoshilinch adaptatsiyani ko'p marta amalga oshirilishi asosida rivojlanadi. Demak, uzoq vaqt davom etadigan adaptatsiya – bu takrorlanayotgan mashqlarning izlari qo'shib borishi sifatida shoshilinch adaptatsiyaning ko'p marta amalga oshirishidir. Organizmning uzoq davom etadigan adaptatsiyasi jarayonida jismoniy yuklamalar ta'sirida nuklein kislotalarining va spetsitrik oqsillarning biosintezi 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 adaptatsiyalarning ayrim etaplarining o'zaro bog'lanish sxemasi keltirilgan.



37-rasm. Shoshilinch va uzoq davom etadigan adaptatsiyalar ayrim qismlarining bir-biriga bog'liqligi.

Jismoniy yuklamaning ta'sirida muskularning qisqarish faolligi oshadi, bu esa hujayrada makroerg fosfatlarning konsentratsiyasi 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, siklik AMP (s-AMP), steroid va ba'zi bir peptid gormonlar kabi birikmalar ta'sirida nuklein kislotalar va spetsifik oqsillar sintezining 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 yuklamalar bevosita ta'sir ko'rsatish vaqtida va shoshilinch tiklanish, ya'ni kislorod qarzini uzish davrida (ish tugagandan keyin birinchi 30-90 daqiqalarda) sodir bo'layotgan organizmdagi biokimyoviy o'zgarishlarning chuqurligi 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 strukturalarining jadallashtirilgan takror ishlab chiqarishini tashkil qiladi.

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

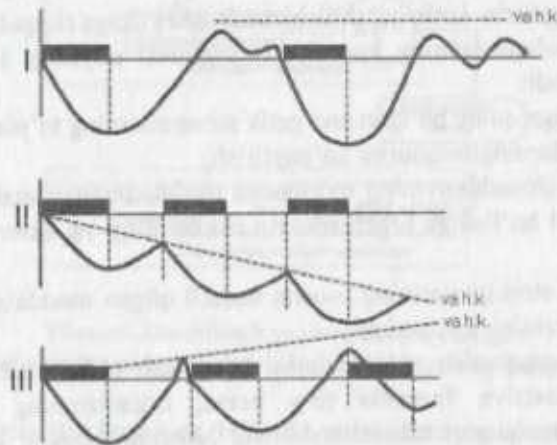
- ishlatishga qulay bo'lgan energetik substratlarning to'planishi;
- fermentlarning miqdorini ko'paytirish;
- modda almashinuvining oxirigacha oksidlanmagan mahsulotlarini ortiqcha hosil bo'lishiga organizmning chidamliligi va bufer hajmining oshishi;
- hujayra strukturalarining asosini tashkil qilgan 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 qobiliyati ko'rsatkichlarining ortib borishi va sport yutuqlarining yaxshilanishi bilan ifodalanadi.

7.3. Mashqlanishning biologik prinsiplari

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

- mashqlarni bajarishning takroriyligi prinsipi;
- mashqlarni bajarishning doimiyliigi prinsipi;
- ish va dam olishni o'zaro nisbatining to'g'riligi prinsipi;
- jismoniy yuklamani sekin-asta ko'paytirish prinsipi.

Soprt 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.



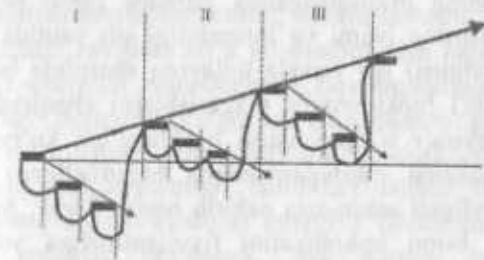
38-rasm. Sport mashqlanish jarayonida ish-dam olish vaqtining o'zaro munosabatlari:

I - takroriy yuklama oldingi yuklamaning ogibatlari 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.

Sport mashqlanishning ikkinchi prinsipi – mashqlar 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 fazasi tugashi bilan boshlansa, mashqlanish samarasi o'zgarimasdan ana shu boshlang'ich darajada qoladi (38-rasm, I). Agarda, takroriy ishni har safar organizmning to'la tiklanmagan holatida (fazasida) boshlansa, u progressiv kamayishga olib keladi (38-rasm, II).

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 funksiyaning ancha pasayishiga olib keladi; alohida mikrotsikllar o'rtasidagi dam olish yetaklovchi funksiyaning superkompensatsiyasiga (to'la tiklanishiga) erishishni ta'minlaydi, shuning uchun ham mikrotsikl har bir navbatdagi takrorlash mashqlanish samarasini oshiradi.



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

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 davomiylikdagi ishdan keyin superkompensatsiya fazasi har xil vaqtda boshlanadi 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 xarakteriga bog'liq bo'lgan har bir ish, har bir jismoniy mashq aniq bir dam olish davrini talab qiladi.

Bundan tashqari, xuddi o'sha ishdan keyin turli energetik substratlar va muskullarning struktura moddalari superkompensatsiyasi har xil vaqtlarda boshlanadi: kreatinfosfat glikogendan oldin resintezlanadi, muskul oqsillari va fosfolipidlar 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 prinsipining 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 funksiyalarini koordinatsiyalari bilan bog'langan bo'lib, molekula (struktura va ferment oqsillari), hujayra strukturalari (yadro, mitoxondriya va boshqalar), hujayra, to'qima, organ va shunday organizm darajalarida sodir bo'ladi. Adaptatsion o'zgarishlarning bunday keng spektri – molekuladan to butun organgacha yoki sistemagacha – morfologik, fiziologik, biokimyoviy va funksional xususiyatlarida o'z aksini topadi va ular jismoniy mashqlangan organizmning barcha to'qima va organlarida namoyon 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 organlarda energetik resurslar zaxirasining ko'payishi;
2. Ferment apparatlari potentsial imkoniyatlarining kengayishi;
3. Modda va energiya almashinuvining nerv va endokrin sistemalari orqali boshqarish mexanizmlarining takomillashishi.

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

Yuqori malakali sportchining organizmi submaksimal quvvat zonasida ishini juda kichik biokimyoviy o'zgarishlar bilan bajarishi mumkin, jumladan, sut kislotasini kam miqdorda yig'ilishi bilan, ya'ni pH ko'rsatkichini kam pasayishi bilan bajarish mumkin. Sut kislotasining nisbatan past konsentratsiyasi yog'lar almashinuvining fermentlarini shu jumladan, lipazalarni faollashtirish qobiliyatiga ega va natijada lipolizning intensivligi oshadi. Natijada muskullarda yog'lar almashinuvining fermentlarining yuqori darajadagi faolligi ishlayotgan muskullarga

yyetkazib berilayotgan erkin moy kislotalarini ko'p miqdorda oksidlashga hamda muskullar ichidagi triglitseridlarni shu maqsadda ishlatishga imkoniyat tug'diradi.

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

Sportchi organizmining mashqlanganlik darajasi oshishi bilan hujayra ichidagi boshqarish mexanizmlari sekin asta takomillashadi, ulardan eng muhimi ferment molekulalarning miqdori 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 miqdorigina emas, balki sturuktura va boshqa oqsillar – miozin, aktin, mioglobin va boshqa-larning 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) sintezi 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 β -oksidlanish jarayonlarining ferment sistemalari faolligi oshadi. Ana shu o'zgarishlar natijasida ATP resintezining aerob mexanizmlari takomillashadi, ya'ni aerob energiya mahsulotlarining ATPni hosil bo'lish tezligi va hajmi ko'payadi.

Shunday qilib, sistematik sport mashqlari natijasida sportchining organizmidagi 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 miqdori 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 sturuktura oqsillari (miozin, aktin va boshqalar) ning sintez jarayonlari kuchayadi, miofibrillarning miqdori ko'payadi. Bularning hammasi muskul kuchi va qisqarish tezligi o'sishiga (rivojlanishiga) olib keladi, ya'ni ATP resintezini 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 qisqaradi. Ichki membranada joylashgan nafas olish zanjiri, Krebs sikli, moy kislotalarining β -oksidlanish jarayonlarining ferment sistemalari faolligi oshadi. Shu o'zgarishlarining hammasi aerob energiya ishlab chiqarishning tezligi va hajmining oshishiga olib keladi.

8-jadvalda turli xarakterli jismoniy mashqlar ta'sirida muskul tolalarida sodir bo'lgan morfologik va biokimyoviy 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 mutlaqo kattalashmaydi. Miofibrillar

va sarkoplazmatik retikulumning oqsillari miqdorida biroz o'zgarishlar kuzatiladi; sarkoplazma oqsillarining, ayniqsa mioglobin miqdori ancha ko'payadi va muskul tolalarida mitoxondriyalar soni ko'payadi va o'lehami kattalashadi. Oksidlovchi fermentlarning umumiy miqdori jiddiy ko'payadi, bu esa ATP remintezini aerob yo'llari imkoniyatlarining oshganidan dalolat beradi.

Tezkorlik mashqlari muskul massasi va muskul tolalarining yo'g'onligini miofibrillarning oqsillari miqdorining ko'payishi hisobiga oshiradi. Sarkoplazmaning oqsillari, miozin va mioglobinning miqdori ko'payadi, lekin sarkoplazmatik retikulumning oqsillari anchagina ko'payadi. Mitoxondriyalar sonining ko'payishi va o'lehamini kattalashishi uzoq davom etadigan mashqlar ta'sir qilgandagiga nisbatan deyarli 2 marta kam. Mashqlangan odamning organizmida tezkorlik mashqlari ta'sirida muskullarda kreatinfosfatni zaxirasi ko'payadi, kreatinkinaza, fosforilaza va glikoliz jarayonining fermentlari faolligi oshadi, ya'ni ATP resintezining anaerob imkoniyatlari 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 hamda SR oqsillarining miqdorini ko'payishi ro'y beradi. Bularning hammasi mashqlangan organizmida muskullarning qishqarish va bo'shashish vaqtida muskul kuchini maksimal rivojlanish uchun zamin tayyorlaydi.

Yuqorida bayon qilingan materiallar asosida quyidagi xulosalarga kelish mumkin;

1. Mashqlangan organizm mashqlanmagan organizmga nisbatan muskul faoliyati uchun ancha katta energetik va funksional 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 zaxirasini tezroq tiklash qobiliyatiga ega.

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

Parametrlar	Mashqlar		
	Chidamkorlikka yo'naltirilgan	Tezkorlik	Kuch ishlatadigan
Muskulning nisbiy massasi, tana massasidan % hisobida	9	32	30
Muskul tolalarining 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 ²⁺ ionlarini SR bilan bog'lanishi	0	15	25
Kreatinkinaza	10	20	-
Fosforilaza	23	40	20
Fermentlar:			
glikoliz	0-9	25-30	-
to'qima nafas olishi	59-230	30-100	-
Intensivligi (maksimal):			
glikoliz	10	56	28
to'qima nafas olishini	53	45	20
Nafas olish zanjirida ATF hosil bo'lishi, muskul massasi birligi.	85	60	-

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 bajarishga mashqlanmagan organizmning kuchi etmaydi.

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 sistemalarning 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, kislorodning eng ko'p yutilishi (to 80-90ml/kg.daqiqagacha), 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 shikastlovchi ta'siri va noqulay omillariga chidamliligi (rezistentlik) oshadi.

Asosiy tushunchalar va mavzuning atamalari

Adaptatsiya – bu hayot davomida rivojlanadigan jarayon bo'lib, uning natijasida organizm muhitning ma'lum omillarida (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, uni bajarish vaqtida organizmda mashqlanganlikning yuksalishini ta'minlaydigan funksional 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 yuklama 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 jarayonidir.

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 strukturalarining kuchaytirilgan sinteziga yo'naltirilgan jarayoni.

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 qobiliyati ko'rsatkichlarining ortishi va sport yutuqlarining 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 harakatlantiruvchi sifatlarini tarbiyalashni ta'minlaydi.

Mashqlanishning biologik prinsiplari – bu sport mashqlanish jarayonida jismoniy yuklamalarning ta'siriga moslanish 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 sonlarining 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 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'yaltirilgan) mashqlar qo'llanilganda ularning har biri alohida sportchilarning organizmida qanday biokimyoviy ko'rsatkichlarni yaxshilashga olib keladi?
10. Ko'p yil davomida sistematik ravishda mashqlanishning turi muskul tolalari 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) harakatlantiruvchi 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 keladigan jarayon.
2. Sportchining organizmiga jismoniy yuklamalarning ta'sir qilish darajasi nimaga bog'liq? a) bajaradigan mashq quvvati va davomiyligiga;

b) mashqni takrorlash soni va tipiga; c) takrorlash oralig'idagi dam olish vaqtiga va dam olishning xarakteriga; d) barchasi to'g'ri.

3. Shoshilinch adaptatsiya etapining mohiyati quyidagilardan iborat bo'ladi: a) energetik moddalar jalb qilinishini, O_2 – tashilishi va almashinuvning oxirgi mahsulotlari ajralib chiqarilishi; b) organizm ish qobiliyatining oshishi; c) organizm ish qobiliyatining pasayishi; d) a va b.

4. Mashqlanishning qoldirilgan samarasining markaziy hodisasini tashkil qiladi: a) muskulda kreatinfosfat zaxirasini ko'payishi; b) organizmda glikogen zaxirasining 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'lar v'planishi; b) muskul massasining oshishi; c) miozin ATP-azasi faolligining pasayishi; d) jismoniy ish qobiliyati ko'rtakichlarining oshishi va sport yutuqlarining yaxshilanishi.

6. Oldingi ishdan so'ng organizm uchun ko'proq qulay holatda, ya'ni superkompensatsiya fazasida ishni takrorlash mashqlanishning qaysi prinsipi biologik asos hisoblanadi? a) ta'sirning orqaga qaytishi; b) takroriylik; c) doimiyligi; d) siklliligi.

7. Har bir keyingi ish yanada qulayroq holatda bajariladi va yana ham kamroq biokimyoviy o'zgarishlar ro'y beradi. Bundan mashqlanishning qaysi prinsipining biologik asoslari kelib chiqadi? a) spetsifiklik; b) mashqlanish yuklamalarini sekin-asta oshirib borish; c) mashqlar bajarishning doimiyligi; d) adaptatsiyaning ketma-ketligi.

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 davomiyligidagi yuksak mashqlarni bajarish vaqtida mashqlangan organizmda shunday biokimyoviy o'zgarishlar bo'lishi mumkin, jumladan: a) kislorod yutilishining eng yuqori tezligi; b) O_2 qarzining 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 tolasi)ning gipertrofiyasi; b) mitoxondriyalarning soni ko'payadi va o'lchami kattalashadi; c) miofibrillar yo'g'onlashadi; d) hamma javoblar to'g'ri.

8. SPORTCHILAR 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 (ozuqa moddalarning organizmga kirishi va parchalanishi)ning yig’indisi ma’nosini bildiradi. Ovqatlanish odam organizmining o’sishi va rivojlanishi, uning ish qobiliyatining oshishi, muhitning har xil sharoitlariga, shu jumladan jismoniy yuklamalarga ham moslashishlarini optimal sharoit bilan ta’minlashning asosiy omili hisoblanadi. U odamning adekvat faoliyati va uzoq vaqt yashashiga ma’lum ta’sir ko’rsatadi.

Ovqatlanishning 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 ozuqa moddalari va ozuqalarning boshqa muhim 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 ba’zi 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 organizm energiya manbasi,

plastik materiallar, vitaminlar, mineral moddalar bilan ta’minlashdan tashqari, yana maxsus vazifalarni ham, ya’ni ish qobiliyatini oshirish, toliqishning boshlanishini uzoqlashtirish (orqaga surish) va katta jismoniy yuklamalardan keyin tiklanish davri tezlatishlarini 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, bular 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 oqsillar biosintezi uchun aminokislotalarning manbasi bo’lib xizmat qiladi. Bu jarayon faqat o’sayotgan organizmlardagina emas, balki katta yoshlilarda ham oqsillarning 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 molekularlarning biosintezi uchun xomashyo bo’lib xizmat qiladi va uchinchidan, aminokislotalarning uglevodorod skeleti 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.

Ozuqa oqsillarining to’yimlilik xususiyatini kimyoviy va biologik qiymati bilan aniqlanadi. **Kimyoviy qiymat**, ya’ni ozuqa oqsillarining **to’la qiymatliligi** – organizmning normal o’sishi va rivojlanishi uchun zarur bo’lgan 20 ta har xil aminokislotalarni ag 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 oqsillari tarkibida almashinmaydigan aminokislotalar ko'proq uchraydi. O'simlik oqsillarining manbasi bo'lib dukkadoshlar va boshqadoshlar oilalarining vakillari urug'lari xizmat qiladi (no'xat, 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 mahsulotlarining kombinatsiyalarini to'g'ri tanlash kerak. Masalan, don mahsulotlari va sut, go'sht, tuxum, baliq; dukkadoshlarning urug'i va sut, jaydar, kartoshka va sut, sut mahsulotlari va hakoazolalar.

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

Yog'lar

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

O'simlik triglitseridlari, ya'ni o'simlik moylari ozuqalarning almashinmaydigan komponentlari – to'yinmagan moy kislotalarining ham manbasi 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 lipidlar umumiy miqdorining 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.

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

Ozuqa moddalar	Bir kecha-kunduzlik ehtiyoji	Ozuqa moddalar	Bir kecha-kunduzlik ehtiyoji
1	2	3	4
Oqsillar	80-100 g	PP (nikotik kislotasi)	15-25 mg
Shu jumladan:			
Hayvonlar	50-60 g	H (biotin)	0,1-0,3 mg
O'simliklar	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
Uglevodlar	400-500 g	Lipoy kislotasi	0,5 mg
Shu jumladan:		Irozit	0,5-1,0 mg
Kraxmal	400-450 g	Mineral moddalar:	
Oddiy qandlar	50-100 g	Kalsiy (Ca)	0,8-1,0 g
Klechatka (sellyuloza, pektin)	25 g	Fosfor (P)	1,0-1,5 g
Yog'lar	80-100 g	Natriy (Na)	4-6 g
Shu jumladan:		Kaliy (K)	2,5-5 g
Hayvonlar	75-80 g	Xlor (Cl)	5-7 g
O'simliklar	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
Vitaminlar:			
V ₁ (tiamin)	1,3-2,6 mg	Marganets (Mn)	5-10 mg
V ₂ (riboflavin)	1,5-3,0 mg	Yod (J)	0,1-0,2 mg
V ₃ (panioten kislotasi)	5-10 mg	Flor (F)	2-4 mg
V ₄ (piridoksin)	1,5-3,0 mg	Mis (Cu)	2 mg
V ₁₂ (kobalamin)	1-3 mkg	Kobalt (Co)	0,1-0,2 mg
		Molibden (Mo)	0,5 mg
		Selen (Se)	0,5 mg
V ₁₅ (pangam kislotasi)	2 mg	Xrom (Xr)	0,02-0,5 mg
S (askorbın kislotasi)	75-100 mg		

Ma'lumki, 1 g yog' oksidlangan vaqtda organizm 9,3 kkal (38,9 kDj) energiya oladigan bo'lsa 1 g oqsil yoki uglevod oksidlanganda bo'yo'g'i 4,1 kkal (17,2 kDj) energiya oladi, xolos. 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 organizmda araxidon kislotasining sintezi uchun xomashyo bo'lib xizmat qiladi, araxidon kislotasi esa o'z navbatida – mahalliy gormonlar – prostoglandinlarning biosintezini xomashyosi hisoblanadi.

Fosfolipidlar barcha tipdagi biologik membranalarining doimiy struktura komponentlari bo'lib, ikki qavatli fosfolipid membranasini hosil qiladi. Xolesterin o't kislotalari va barcha steroid gormonlar uchun xomashyo bo'lib xizmat qiladi. Xolesterin almashinuvining buzilishi, ya'ni uning konsentratsiyasining oshib ketishi ateroskleroz nomi bilan yuritiladigan kasallikning rivojlanishiga olib kelishi mumkin.

Uglevodlar

Uglevodlar eng keng tarqalgan ozuqa moddalari hisoblanadi; odam organizmida ularning oksidlanishi natijasida asosiy qism energiya (organizm umumiy energiya ehtiyojining 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 kkal (17,2 kDj) 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 zaxiralari 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, sportchilarda esa – bundan ham 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'zan 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 xizmat qilishi mumkin. U yuqori energiya zaxirasiga ega, ya'ni etil spirti oksidlanganda 7 kkal (29,3 kDj) energiya ajraladi yoki organizmda 1 mol etanol to'la oksidlanganda 18 molekula ATP hosil bo'ladi. Bu ko'rsatkichlar uglevodlar va yog'larning kaloriyaliligi va energetik samaradorligining o'rtasi hisoblanadi.

Biroq shu narsani ta'kidlash kerakki, alkogolni (etil spirtini) ko'p miqdorda iste'mol qilish jigarda glyukoneogenez jarayonining 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 glyukozaning miqdori normaning to 40 va hatto 30% gacha kamayib ketishi mumkin. Gipoglikemiya bosh miyaning faoliyatiga salbiy ta'sir ko'rsatadi. Gipoglikemiya bosh miyaning tana haroratini boshqarib turadigan zonalar uchun ayniqsa xavfli, shu sababli, masalan, gipoglikemiya ta'sirida tananing harorati 2°C va ko'proqqa kamayishi mumkin. Agarda shunday holatda odamga glyukoza eritmasini 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 mikrooziq organik moddalar hisoblanib, odam va hayvonlar organizmida sintezlanmaydi; ularga kundalik bo'lgan ehtiyoj milligrammlardan va hatto mikrogrammlardan oshmaydi. Vitaminlar metobollizmida va boshqa maxsus 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 iste'mol 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 iste'mol qilish organizm uchun zaharli bo'lishi mumkin, chunki ular hujayra tsitoplazmatik membranasining lipid qavatida to'planishi mumkin.

Anorganik (mineral) moddalar

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

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

Mikroelementlar – temir (Fe), yod (I), rux (Zn), mis (Cu), 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 guruhlari (kofermentlari) sifatida (Fe, Co, Cu, Zn) foydalaniladi.

Ozuqa tolalari

Ozuqa tolalari – ozuqabop o'simlik mahsulotlarining bir qismi. Ularga o'simlik uglevodlari kiradi, ya'ni: selluloza (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'liqsimon harakatini stimulyatsiya qilishga va ozuqaning ichak orqali tezroq o'tkazilishiga olib keladi.
- ichakni foydali mikroflorasini normalashtirish ozuqa tolalari bir qismining 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, sabzavotlarning ozuqa tolalari eng ko'p shishish qobiliyatiga ega, boshqali o'simliklarning tolalari esa ancha kam miqdorda suv tutadi. Tolalarga boy bo'lgan ozuqalar ichakda mexanik qo'zg'atish chaqirib, to'liqsimon harakat kuchayishiga sharoit tug'diradi va ozuqaning harakatini tezlashtiradi. Bundan tashqari, ozuqa tolalari axlat 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, sabzovotlar, mevalar va ko'k o'tlar hisobiga qondirish mumkin. Ozuqa tolalarining iste'mol 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 hokazolar. Shu narsani esdan chiqarmaslik kerak, ya'ni ulardan qo'shimcha ozuqa sifatida foydalanish, qo'shimcha miqdordagi suvni iste'mol qilishga olib keladi.

8.2. Sportchilar ovqatlanishining ba'zi bir xususiyatlari

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 uslublari 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 sportchilar ovqatlanishining quyidagi asosiy prinsiplarini 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 kombinatsiyalarini) tanlash.

4. Turli organ va to'qimalarda hujayra metabolik jarayonlarini faollashtirish va boshqarish uchun ozuqa moddalaridan foydalanish.

5. Metabolizmning muhim reaksiyalarini boshqaradigan gormonlar 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 uslublarini qo'llash hisobiga ovqatlarning xilma-xilligini ko'paytirib organizmni barcha kerakli ozuqa moddalari bilan ta'minlash.

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

8. Muskul massasini oshirish tezligini kuchaytirish 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 xususiyatlari, ularning 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 organizmida moddalar almashinuv jarayoni turlicha bo'ladi. Bu farq quyidagilardan 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 ishini bajarish vaqtida organizmning kislorodga bo'lgan ehtiyoji 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 (alakta va glikolitik) mexanizmlar hisobiga sodir bo'ladi va ularning muvozanati buziladi.

Sportchilarning bir kunlik ovqatlanish ratsionini tuzish asosida ratsional balanslashtirilgan ovqatlanishning formulasi yotadi (9-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 sport har xil turlarining sportchilariga 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 proporsiyada tutishi kerak;
- tarkibida ham hayvon, ham o'simlik mahsulotlari bo'lishi kerak;
- turli-tuman bo'lishi, tarkibida yetarli 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 hazm 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 afzalroq hisoblanadi. Shu bilan birga, ko'p martalik invensiv mashiqlanish va musobaqalar sharoitida biogik 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 mashqlarning 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 kkal va ayollar uchun 2600-3000 kkal ni 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 kkal va ayollar uchun 3000-4000 kkal ni tashkil qiladi. Sportning shunday turlarida - 400-500 metrga yugurish, boks, kurash, suzish, ko'pkurash, sport o'yinlari, zamonaviy besh kurash, kundalik energiya sarfi erkaklar uchun 4500-5000 kkal va ayollar uchun 4000-5000 kkal. 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 kkal va ayollar uchun 6000 kkal 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 kkal, Bolgariya - 4200 dan to 4600 kkal va Rossiya - 4500 dan to 5500 kkal. Ko'rsatilgan farqlarning mumkin bo'lgan sabablari mashqlanish jarayonning hajmi (miqdori), ovqatlanishning xarakteri va ehtimol, moddalar 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 ozuqa umumiy kaloriyasining 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 nisbati yoki sutkalik ozuqa umumiy energiyasining 15:25:60 foizlari bilan ta'minlanadi. Endi asosiy ozuqa moddalarning energetik koefitsientlaridan (oqsillar va uglevodlar 4,1 kkal, yog'lar 9,3 kkal) 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 kkal bo'lsa, sport bilan shug'ullanmaydigan kishilar uchun oqsillarning hissasiga 560 kkal yoki 137 g, yog'larning hissasiga 1240 kkal yoki 130 g va uglevodlarning hissasiga 2200 kkal yoki 537 g to'g'ri kelishi kerak. Sportchilar uchun ovqatning kaloriyaliligi xuddi jismoniy mehnat kishilarinikidek (4000 kkal) bo'lganda bu nisbatlar boshqacha bo'ladi, ya'ni oqsillar – 600 kkal yoki 146 g, yog'lar – 1000 kkal yoki 108 g va uglevodlar – 2400 kkal yoki 585g.

Lekin sportchilarning ratsionida asosiy ozuqa moddalarning bu nisbatlari sport turiga va bajarilayotgan mashqlarning xarakteriga 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. 10-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, marafon 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 grammadan 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 (H₂S, 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 jarayonlari normal borishini buzadi. Boshqa tomondan olganda, oqsillarni yetarli darajada iste'mol qilmaslik (har 1 kg tana og'irligiga 2 grammadan kam) ham almashinuv jarayonlarini normalashtirishga 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	Uglevodlar, g	Kaloriyalilik, kkal
Gimnastika, figurali uchish	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'rta 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
Kunlik sporti	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) material sifatida ishlatiladi. Shu tufayli iste'mol qilinadigan oqsillarning sifatiga, ularning aminokislotalar tarkibiga, ularda almashinmaydigan aminokislotalarning bo'lishiga alohida ahamiyat beriladi. Sportchilarning organizmi almashinmaydigan aminokislotalarni qo'shimcha ravishda iste'mol qilishni talab qiladi. 11-jadvalda almashinmaydigan aminokislotalarning tavsiya qilingan sutkalik normalari keltirilgan (har 1 kg tana massasiga mg hisobida).

Sportchilarning iste'mol qilayotgan oqsillarining yana bir muhim xususiyati ularning aminokislotalar tarkibi bilan balanslashtirilganlik darajasidir.

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 mahsulotlari 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 xuddi vitaminlar, almashinmaydigan aminokislotalar va boshqa kofaktorlar kabi odam organizmida sintezlanishi juda chegaralangan

almashinmaydigan 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 ni 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 iste'mol 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 kontingentning yoshi, sportning turi, tayyorgarlik bosqichi va boshqa sifatlariga qaramasdan sportchilarning sutkalik ratsionida yog'lar 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 energiya sarflanishi bilan bog'liq bo'ladi. Maksimal va submaksimal intensivlikdagi yuismoniy yuklamalar davrida sportchi organizmini energiya bilan ta'minlash asosan anaerob bioenergetik jarayonlar hisobiga amalga oshadi. Bu jarayonlarning asosan substratlari bo'lib uglevodlar xizmat 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 qandlarga (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 iste'mol qilish qonda glyukoza miqdorining 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 qandlarni 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 qandning (glyukozaning) miqdorining 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 iste'mol 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 balanslashtirilganligi jiddiy buzilish hollari aniqlangan, ya'ni ratsionda uglevodlarni kamaytirgan holatda, yog'larni yoki oqsillarni yoki ikkala komponentlar 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 natijasida hosil bo'lgan toksik (zaharli) moddalar uchun adsorbent bo'lib xizmat qiladi, o't kislotalarini bog'lab oladi, sterinlarni adsorbtsiya qilib oladi, xolesterinning miqdorini kamaytiradi, ichakning to'liqinsimon harakatini kuchaytiradi va hokazolar. Ozuqa tolalarining manbalari bo'lib xizmat qiladi: yirik tortilgan unning 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, sportchi organizmining ozuqa tolalariga bo'lgan ehtiyojini qondirish maqsadida uning ratsioniga yangi sabzovotlardan – karam, bodring, pomidor, ko'k o'tlardan salatlar, ikkinchi sabzovotli ovqatlar, karam va g'alladoshlarning mahsulotlaridan garnirlar, yangi mevalar va rezavor mevalar, sabzovotlarni kiritish maqsadga muvofiq bo'ladi.

Agar asosiy ozuqa moddalarning o'zaro nisbati sport bilan shug'ullanmaydigan odamlarnikiga nisbatan boshqacha bo'lishi sportchilar ovqatlanishining muhim xususiyatlaridan biri bo'lsa, vitaminlar va mineral elementlarni iste'mol qilishning ancha yuqori normalari sportchilar ovqatlanishining boshqa muhim xususiyati hisoblanadi. Vitaminlarga oshirilgan ehtiyojni fermentlarning yuqori daraja faolligini, hujayra va to'qimalarda kofermentlar miqdorining yanada yuqoriroq bo'lishini talab qiladigan sport mashqlarini bajarish vaqtidagi moddalar almashinuvining yuqori intensivligi bilan tushuntirish mumkin. Ma'lumki, ko'pchilik vitaminlarning o'zi koferment hisoblanadi yoki turli kofermentlarning tarkibiga kiradi, ya'ni ular 100 dan ortiq fermentlar tarkibida moddalar almashinuvijarayonlarida 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 kkal energiyaga qo'shimcha miqdorda quyidagi vitaminlar talab qilinadi: C – 35 mg, B₁ – 0,8 mg, B₂ – 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 olib kelishi mumkin. 13-jadvalda ortiqcha miqdordagi vitaminlarni qabul qilinganda yuz berishi mumkin bo'lgan ba'zi bir qo'shimcha salbiy ta'sirlari keltirilgan.

Ma'lumki, vitaminlar turli dopinglar tipidagi stimulyatorlar emas, balki ular ovqatlanishning tabiiy omillaridir. Shu bilan birga, yuqori biologik faollikka ega bo'lib, ular ish qobiliyatini oshirish toliqishning boshlanishini 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 ba'zi 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, kislota-ishqorli muvozanatni ushlab turish, asosiy metabolik jarayonlari normal borishi uchun kerak. Jumladan, ko'pchilik metallarning ionlari (Ca^{2+} , Mg^{2+} , Mn^{2+} , Mo^{2+} , Fe^{2+} va boshqalar) fermentlarning faol markazi tarkibiga kirib, substratlarni bog'lab olish va ularni reaksiyasining oxirgi mahsulotlariga aylantirish jarayonlarida bevosita qatnashadi. Ulardan boshqa birlari (Cu^{2+} , Zn^{2+} , Hg^{2+} , Pb^{2+}) bir qator fermentlarning ingibitorlari sifatida qatnashadi. Ayniqsa mashiqlanish vaqtida ham, musobaqada ham juda ko'p terlash kuzatiladigan sport turlarida sport bilan sistematik shug'ullanish jarayonida organizmning mineral moddalarga bo'lgan talabi kuchayadi. Eng avvalo bu sport o'yinlari turlariga taalluqli (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 K^+ va Na^+ ionlarga bo'lgan talabi kuchayadi va ularning sutkalik ratsiondagi miqdori 20% dan ko'proqqa oshadi. Shu bilan birga, ayol sportchilar oragnizmning temir ionlarga (Fe^{2+}) bo'lgan yuqori (oshirilgan) talabiga alohida e'tibor berish kerak, chunki ularning metabolizm jarayonida qatnashishi yetarli darajada keng, xilma-xil va ular yetishmovchiligi esa animiya turli formalarining kelib chiqishiga olib keladi.

Sutkalik ovqat ratsionining har 1000 kkal energiyasiga 7-8 mg qo'shimcha miqdoriga temirni (Fe^{2+}) iste'mol qilish lozim. Lekin ovqatning temir (Fe^{2+}) bo'yicha adekvatligi iste'mol 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.

Sportchilar organizmining vitaminlarga bo'lgan sutkalik ehtiyoji

Sport turlari	Askorbin kislotasi (C) mg	Tiamin (B ₁) mg	Riboflavin (B ₂) mg	Pantoten k-tasi (B ₅) mg	Prido-kstin (B ₆) mg	Fol k-tasi (B ₉) mg	Kobalamin (B ₁₂) mg	Nikotin k-tasi (PP) mg	Retinol (A) mg
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Gimnastika, figurali o'chash	120-175	2,5-3,5	3,0-4,0	16	5-7	400-500	3-6	21-35	2,0-3,0
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
O'rtaacha 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
Maratlon	200-350	3,2-5,0	3,85-5,0	19	7-10	500-600	6-10	32-45	3,2-3,8
Suzash, suv polo	150-250	2,9-3,9	3,4-4,5	18	6-8	400-500	5-10	32-45	3,2-3,8
Og'ir atletika, kulturizm, uloqtirish	175-230	2,5-4,0	4,0-5,5	20	7-10	450-600	4-9	25-45	2,8-3,8
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
Eshak eshah akademik eshak eshah	200-300	2,1-4,5	3,6-5,3	19	5-8	500-600	5-10	30-35	3,0-3,8

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
haydar, kanoe	180-220	3,0-3,9	3,9-4,4	18	5-8	400-500	4-8	30-35	3,0-3,6
Sport o'yinlari: futbol, voleybol, basketbol, volleybol	190-240	3,0-4,20	3,8-4,8	18	6-9	450-550	5-8	30-40	3,2-3,7
Velosport, trekda haydash	150-200	3,5-4,0	4,0-4,6	17	6-7	400-500	5-10	28-40	2,8-3,6
Shosseda haydash	200-350	4,0-4,8	4,6-5,2	19	7-10	500-600	5-10	32-45	3,0-3,8
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
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
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

Ba'zi bir vitaminlarning ortiqcha iste'mol qilingandagi qo'shimcha salbiy ta'sirlari

Vitaminlar	Toksik dozasi	Qo'shimcha salbiy ta'siri
Vitamin A	200 <i>mkg</i> dan ortiqroq-o'smirlar, 60 <i>mkg</i> dan ko'proq bolalar (1 marta doza), 6-20 <i>mkg</i> katta yoshlilar (sutkalik doza)	Gidrotsefaliyaning rivojlanishi, tsirroz, suyaklarning rezobtsiyasi, giperkaltsemiya, gipertriklitseridomiya, teratogen ta'sirlari
Vitamin R	125 <i>mkg</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 ₆	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 ₁₂ vitaminini parchalanishi

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 temir 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 xarakterli moddalarga boy. Sportchi ratsionini o'simlik mahsulotlari bilan boyitish organizmning ishqorlik rezervlari (BE) ko'payishiga olib keladi va chidamkorligini oshiradi. Shuning uchun ham ovqatlar sutkalik kaloriyasining 15-20% 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 xos 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 jarayonlarini 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 oqsillari 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 aminokislotalar tarkibi bo'yicha yaxshi balanstirilgan oqsilli ovqat va 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'lmasligi kerak;

– ozuqa oqsil kamponentlarining hazm bo'lishi uchun optimal sharoit yaratish kerak. Masalan, mashqlanish tugashi bilan go'shtni sabzavotli garnir bilan, maxsus oqsilli preparatlarni mashqlanishlar oralig'idagi tanaffuslar vaqtida maydalangan holda iste'mol qilish kerak;

– oqsillarning biosintezini kuchaytiradigan va muskul massasini oshiradigan vitaminlarni (B₁, B₂, B₆, 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 uglevodlarsiz 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 massasining oshishiga, ya'ni muskul kuchining 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'laqiymatli 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, organizmning gipoksiyaga chidamliligini oshiradi, yurakning faolligini yaxshilaydi, katta jismoniy va psixik yuklamalar paytida tiklanishni tezlashtiradi. Aminokislota – *metonin* jigarning 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 mahsulotlari oksidlanishini kuchaytirish bilan

organizmning aerob ish qobiliyatini oshiradi.

Sport ish qobiliyatini oshirishga va tiklanish jarayonlarining tezlashishiga yordam qiladigan ozuqa omillari o'rtasida vitaminlar alohida o'rinni egallaydi. Jumladan, pangam kislota – vitamin B₁₂ ishlatilayotgan kislorodning miqdorini ko'paytiradi, organizmni gipoksiyaga chidamliligini oshiradi, muskullar, jigar va miokardda glikogennining sintezini, muskullar va miokardda kreatinfosfatning sintezini ham kuchaytiradi. Vitamin B₁₂ 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 – askorbin kislota oksidlanish jarayonlarning samarali sitmulyatori hisoblanadi, chidamkorlikni oshiradi, jismoniy ish qobiliyatni tiklanishini tezlashtiradi. U barcha polivitamin komplekslarini hamda mashqlanish va musobaqa vaqtida chidamlilik uchun, tog' sharoitida tiklanishni tezlashtirish uchun qo'llaniladigan ozuqa aralashmalari tarkibiga kiradi.

Komplivit – polivitamin kompleksi o'zining tarkibida B₁, B₂, B₆, C va PP vitaminlarini yetarli darajada ko'p miqdorda tutganligi sababli muskul massasini tez o'rtirish, ya'ni muskul kuchini ko'paytirish uchun qo'llaniladi.

Shu o'rinda, shu narsani ta'kidlab o'tish kerakki, vitaminlarni haddan tashqari ortiqcha miqdorda iste'mol qilish, birinchi navbatda "Aeroviy", "Dekameviy", "Komplivit", "Undevit" 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 fruktoza iste'molini ohista oshirib start kuniga to maksimum darajasiga yyyetkaziladi.

Sport ish qobiliyatini oshirishga erishishning yana muhim yo'llaridan biri aerob bioenergetik jarayonlarning oraliq mahsulotlari – izolimon, α -ketoglutarat, yantar, olma hamda asparagin va glyutamin kislotalarini ozuqa mahsulotlari yoki biologik qiymati oshirilgan mahsulotlar tarkibida startlar oldidan, masofada, chiqishlar o'rtasidagi tanaffuslarda, 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'rtasi (izolimon, α -ketoglutarat, yantar, olma) uch karbon kislotalar siklining metabolitlari hisoblanadi, oxirgi ikkitasi – asparagin va glutamin kislotalari esa dezaminirlanib ana shu tsiklning oraliq mahsulotlari – oksalaotsiyetat va α -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 keng 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 kiradi. Bularni alohida bo'lim mustaqil ravishda o'rganadi.

Asosiy tushunchalar va temaning atamallari

Ovqatlanish – organizmning har qanday fiziologik funksiyalarni energiya va struktura moddalari bilan ta'minlash asosida yotgan barcha biologik hodisalar (ozuqa moddalarning 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 sintezlana olmaydi. 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 va plastik modda bilan adekva ta'minlash zaruriyatigina emas, balki uning normal hayot faoliyatini ta'minlash uchun asosiy oзуqа moddalari va azuqalarning boshqa muhim elementlari o'rtasidagi nisbatlarni saqlash tushunchasi yotadi.

Oзуqа 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 oзуqalarning umumiy kaloriyasidan foyizlar hisobida - 14:31:55, sportchilar uchun esa - 1:0,7-0,8:4 va 15:25:60 bo'ladi.

Asosiy oзуqа moddalarning energiya koeffitsientlari - oqsillar va uglevodlar 1g = 4,1 kkal, yog'lar - 1 g = 9,3 kkal.

Savollar va topshiriqlar

1. "Ovqatlanish" atamasi nimani anglatadi va ratsional balanslashtirilgan ovqatlanish nazariyasining asosida qanday tushuncha yotadi?
2. Odamning sutkalik ratsioni oзуqа moddalarining tarkibiga kimyoviy moddalarning qaysi guruhlar 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 oзуqalarning umumiy energiyasining foyizlarida 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 4000 kkal teng bo'lgandagi oqsillar, yog'lar va uglevodlarning miqdorlarini (gramlarda) va energiya miqdorini (kkal da) asosiy oзуqа moddalrining 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 mashqlarni 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 oзуqа 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 farmagologik dorivor moddalarning qanday guruhlaridan foydalanilmoqda?

O'zingizni tekshirib ko'ring

1. Sportchi organizmi tiklanishining 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 ovqatlanishni ta'minlab turadigan muhim omillardan biri hisoblanadi: a) vitaminlar; b) sportchining funksional 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 oзуqalarning 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 kaloriyaliligi 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'yinlari 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) saxaroza tarkibiga kiradi; c) tez glyukozaga aylanadi; d) insulin gormonini ishlab chiqarish va qonga uzatishini talab qilmaydi.

9. Sportchilarning tayyorgarligi jarayonida, ayniqsa, jismoniy yuklamalar hajmi va intensivligi yuqori bo'lgan vaqtda organizmning asosan qaysi vitaminlarga bo'lgan talabi oshadi? a) B₆, PP, C, B₁₂, A; b) B₁, B₂, PP, C, E; c) A, B₁, B₁₂, E, PP; d) B₃, B₆, C, PP, E.

10. Aminokislota – metionin, pangam kislota (B₅) to'yinmagan moy kislotalar..... erishiga yordam beradi. a) mushakda glikogenning zaxirasini ko'payishiga; b) muskul massasini oshirishga; c) ish qobiliyatini oshirishga va tiklanishining tezlashishiga; d) sut kisotasini tez yo'qotishga.

9. SPORTDA BIOKIMYOVIY NAZORAT

Organizmning jismoniy yuklamalarga adaptatsiyasida, o'ta mashqlanishda hamda patologik holatlarida organizmda moddalar almashinuvi o'zgaradi, bu turli to'qimalar va biologik suyuqliklarda ayrim myetabolitlarni (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) lar kiradi.

9.1. Biokimyoviy nazoratning vazifalari, turlari va tashkil qilish

Moddalar almashinuvining biokimyoviy ko'rsatkichlarini aniqlash kompleks tekshirishning quyidagi vazifalarini yechishga imkon beradi: bajarilayotgan individual programmaning samaradorligi va ratsionalligini aks ettiradigan sportchi organizmining funksional holatini nazorat qilish, mashqlanish jarayonida asosiy energetik sistemalar va organizmning funksional qayta qurilish adaptatsion o'zgarishlarini kuzatish, sportchilarning myetabolizmini predpatologik va patologik o'zgarishlari diagnostikasi. Biokimyoviy nazorat yana shunday xususiy vazifalarni, ya'ni jismoniy yuklamalarga organizmning reaksiyasini aniqlash, mashqlanganlik darajasini baholash, farmakologik va boshqa tiklanish vositalarini qo'llashning adekvatligi, muskul faoliyatida energetik myetabolik 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 siklida 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 samaradorligini 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 sistemalarining takomillashishi hamda boshqa adaptatsion o'zgarishlari haqida tez va yyetarli 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 myetabolizmning 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 myetabolizmning ko'rsatkichlarini aniqlaydigan uslublarning aniqliligi va ishonchiligi muhim ahamiyatga ega. Hozirgi vaqtda sport amaliyotida Shveytsariyaning "Doktor Lage" firmasining IP-400 yoki boshqa firmalarning asboblardan 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 (glyukoza, 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 testlarning indikator tilimiga tomiziladi va 1 daqiqadan 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 kislotasining miqdorini aniqlashdan mashqlanganlik darajasini, qo'llanilayotgan 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 organizmlarda 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 tiklanishning har xil vaqtlarida o'tkaziladi.

Sportchilarni tekshirish vaqtida o'rganiladigan jismoniy yuklamalarning har xil tiplari qo'llaniladi va ular standart yoki maksimal (eng yuksak) jismoniy yuklamalar bo'lishi mumkin.

Standart jismoniy yuklamalar – maxsus asboblardan – 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 daqiqa davomida chiqib-tushish) va veloergometriya (veloergometriya ning ikkita uslubi bo'ladi: birinchisida – pedalni aylantirishni 50 vatt quvvatdan boshlaydi va har 6 daqiqadan keyin yana

50 vattdan qo'shib boriladi, to yurak urish tezligi turg'unlik holatdan (daqiqaga 170 urishdan) oshaboshlagancha va ikkinchisi – boshlang'ich quvvat o'sha 50 vatt, lekin ko'paytirishni har daqiqada (50 vattga) amalga oshiriladi. Mashqlanmagan odam odatda 200–250 vattgacha yetadi xolos, mashqlangan to 500 vatt va undan oshiq, pedalni aylantirish tezligi bir xil – daqiqaga 70 aylantirish).

Hozirgi vaqtda maxsus dozalastirilgan 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 darajasining 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 myetabolik 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 yengil 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 yengil 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'llashning 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 yuklamalarning 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 mashqlangan 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 chiqarilayotgan 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

angidrid (CO₂) gazining miqdori aniqlanadi. Bu ko'rsatkichlarning 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 myetabolik o'zgarishlar aks etadi. Qonning yoki uning suyuq qismi – zardobi tarkibining o'zgarishiga qarab organizm ichki muhitning 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.

14-jadval

Katta yoshli sog'lom odamning qoni va 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 kisloatalari, 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	-

Jismoniy yuklamalar va muhitning boshqa omillari ta'sir qilgan vaqtda hamda moddalar almashinuvining patologik o'zgarishlarida yoki farmakologik 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 qon 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 aks ettiradi. Shuning uchun uning miqdori va sifati o'zgarishi bo'yicha moddalar almashiguvining ayrim zvenolari 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).

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 siydik mayda portsiyalarda (har 2 soatdan keyin) olinadi va jismoniy ish boshlashgacha va undan keyingi portsiyalar 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 samaradorligini, sportchilarning salomatligini nazorat qilish uchun ishlatilishi mumkin.

15-jadval

Katta yoshli sog'lom odam siydigining kimyoviy tarkibi

Siydikning komponentlari	Normadagi miqdori	
	g/sutka	mmol/sutka
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 mmol/l (pH 5,6 da)
Ammiakning azoti	0,5-1,0	36-71
pH	4,6-8,0	-

So'lak – odatda boshqa biokimyoviy materiallar bilan baravariga ishlatiladi. So'lakda elektrolitlar (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 organizmining kislotali-ishqorli muvozanati 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, terning har xil komponentlarini chiqarib olish uchun ularni distillangan suvda ivitib qo'yiladi. Ekstrakti vakuum ostida bug'lantiriladi va qoldiq analiz qilinadi.

Muskul to'qimasi – muskul faoliyatini biokimyoviy nazorat qilishning juda namunali materiali hisoblanadi, biroq juda kam ishlatiladi, chunki muskul to'qimasi namunasini ignasimon biopsiya uslubi 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, glikogenlarning miqdorini) ko'rsatkichlarini energiya almashinuvining mahsulotlarini, elektrolitlar va boshqalar 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, tsitoxromoksidaza, lektatdegidrogenaza va h.k.);
- uglevodlar, lipidlar va oqsillar almashinuvining oraliq va oxirgi mahsulotlari (sut va piruzum kislotalari, keton tanachalari, siydikchil, kreatin, kreatinin, siydik kislotasi, CO₂ va boshqalar); qonning pH, CO₂
- parsial bosimi, rezerv ishqorlik yoki buferlik asoslarining ortiqchasi va boshqalar;
- moddalar almashinuvining regulyatorlari (fermentlar, gormonlar, vitaminlar, aktivatorlar, ingibitorlar);
- biokimyoviy suyuqliklardan mineral moddalar (masalan, bikarbonatlar va fosfor kislotasining tuzlari, bular qonning buferlik hajmining 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 siydik tarkibining 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 miqdori 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 glyukoza kontsentratsiyasining yuqori bo'lishi jigar glikogenining intensiv parchalanishidan yoki glyukozani to'qimalar nisbatan kam ishlatishidan darak beradi, uning past kontsentratsiyasi esa – jigar glikogenining zaxirasi tugallanishidan yoki glyukozani organizmning to'qimalari intensiv ishlatishidan dalolat beradi.

Qondagi glyukoza miqdorining 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 glyukozaning darajasi faqat organizmga jismoniy yuklamalarning ta'siridan-gina 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 miqdori organizmga kirishi (alimentar **glyukozuriya**) natijasida qonda uning miqdori oshishi (**giperglikemiya** holati)da paydo bo'lishi mumkin. Jismoniy yuklamalar

vaqtida qonda glyukoza 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-daqiqalarda 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 uning qonda to'planishi muskullarda hosil bo'lishiga to'g'ri keladi va zo'riqqa qisqa muddatli yuklamalardan so'ng uning miqdori juda ko'payib, holi-joni qolmay charchaguncha ishlagan vaqtda to 30 *mmol/kg.massaga* yetishi mumkin. Sut kislotasining miqdori arterial qonga nisbatan vena qonida ko'p bo'ladi. Yuklama quvvatining oshishi bilan qonda sut kislotasining miqdori mashqlanmagan odamlarda to 5-6 *mmol/l*, mashqlanganlarda to 20 *mmol/l* va undan ortiqgacha ko'payishi mumkin. Jismoniy yuklamalarning aerob zonasida sut kislotasining miqdori 2-4 *mmol/l*, aralashda – 4-10 *mmol/l* va anaerobda 10 *mmol/l* dan ko'proqni tashkil qiladi. Anaerob almashinuvning shartli chegarasi 1 l qonda 4 *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 mashqlanganligi yaxshilanishi, ko'payishi esa yomonlanganligidan dalolat beradi. Maksimal ishni bajargandan keyin qonda sut kislotasining kontsentratsiyasi yuqori bo'lishi yaxshi sport natijalari vaqtida mashqlanganlikning yuqoriroq darajasi yoki glikolizning kattaroq miyetabolik hajmi, uning fermentlarini pH ni kislotalik tomonga siljishiga chidamliroqligidan dalolat beradi. Shunday qilib, ma'lum jismoniy yuklamalarni bajargandan so'ng qonda sut kislotasining kontsentratsiyasi o'zgarishi sportchining mashqlanganlik holati bilan bog'liq. Qonda uning miqdori 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 triglitseridlarning fermentativ parchalanish tezligini aks ettiradi. Normada ularning qondagi miqdori 0,1–0,4 mmol/l ni tashkil qiladi va uzoq muddatli jismoniy yuklamalar vaqtida ko'payib ketadi. Qonda EMKning miqdori o'zgarishi bo'yicha muskul faoliyatining energiya bilan ta'minlash jarayonlariga qo'shilish darajasini hamda energetik sistemalarning tejamlilikini yoki lipidlar va uglevodlar almashinuvining o'rtasidagi bog'lanish darajasini nazorat qiladi. Aerob yuklamalarni bajarish vaqtida energiya ta'minotining ana shu mexanizmlarining yuqori darajada bog'langanligi sportchining yuqori darajali funksional 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 yetkazib 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 mmol/l ni tashkil qiladi. Qonda to' 20 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 yuklamalarni bajarish vaqtida kuzatish mumkin. Bu ko'rsatkich qand diabeti, 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 aniqlaydi. Lipid manbalarining ertaroq jalb qilinishi muskul faoliyatini energiya bilan ta'minlash aerob mexanizmlarini organizmning mashqlanganligi ortishi bilan o'zaro bog'liq bo'lgan tejamlilikini ko'rsatadi.

Xolesterin. Bu organizmda energiya hosil qilish jarayonlarida qatnashmaydigan steroid lipidlarning vakili. Qonning plazmasida

(zardobida) normada xolesterinning miqdori 3,9–6,5 mmol/l ni tashkil qiladi va jinsiga (erkaklarda ko'proq), yoshiga (bolalarda kam), diyetasiga (vegyetariantslarda 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 – **ateroskleroz** rivojlanishining diagnostik testi bo'lib xizmat qiladi. Qonda xolesterinning konsentratsiyasi bilan yurak tomirlari 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 pereoksidli oksidlanishi (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 konyugatlar hamda glutation-peroksidaza, glutationreduktaza va katalaza fermentlarining faolligi analiz qilinadi.

Fosfolipidlar. Qonda fosfolipidlarning miqdori normada 1,52–3,62 g/l ni tashkil qiladi. Qonda ular miqdori ko'payishi diabetda, buyrak 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 miqdori nazorat qilib turiladi.

9.3.3. Oqsil almashinuvining ko'rsatkichlari

Gemoglobin. Kislorod tashish funksiyasini bajaradigan gemoglobin qon eritrotsitlarining asosiy oqsili hisoblanadi. U kislorodni 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 kislorodga ehtiyoji keskin oshadi, bu ehtiyoj qondan kislorodni to'laroq shimib olish hisobiga, qon aylanish tezligining oshishi hamda qon umumiy massasi o'zgarishi hisobiga qonda gemoglobin miqdorining 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 140-150 g/l, erkaklarda – to 160-180 g/l ko'payadi. Qonda gemoglobin miqdorining ko'payishi gipoksik sharoitlarda organizmning 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 yemirilishi (parchalanishi) va eritrotsitlarning konsentratsiyasi to 90 g/l va undan pastroqqa kamayishi 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 kislorodni tashish funksiyasini bajaradigan yuqori darajada ixtisoslashgan oqsil – mioglobin bo'ladi. Qonda mioglobinning miqdori normada juda kam (10-70 ng/l). Jismoniy yuklamalar ta'sirida, organizmning patologik holatlarida u muskul tolasi hujayralaridan qonga o'tishi mumkin, bu esa uning qondagi miqdori 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 holati 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 qiyinchiliklar bilan bog'langan. Shunga qaramay, jismoniy yuklamalarni bajargandan so'ng qonda aktin paydo bo'lishi kuzatiladi, bu esa skelet muskullarining miofibrillar strukturalarini emirilishi yoki yangilanishidan dalolat beradi. Qonda aktinning miqdorini radioimmunologik uslubiy yordamida aniqlanadi va uning o'zgarishi bo'yicha jismoniy yuklamalarni ko'tara olishlik darajasi, muskul ishidan so'ng miofibrillarining tiklanish intensivligi haqida fikr yuritiladi.

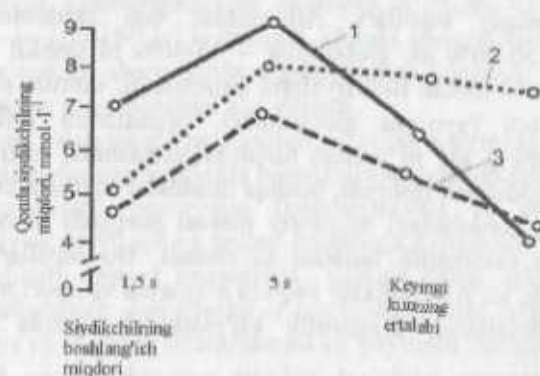
Albuminlar va globulinlar. Bular qon zardobining kichik molekularli asosiy oqsillari. Albuminlar qon zardobining barcha oqsillarining 50-60% ni, globulinlar – 35-40% ni tashkil qiladi. Ular organizmda turli-tuman funksiyalarni bajarishadi: immun sistemasining tarkibiga kiradi (ayniqsa globulinlar), organizmni infeksiyalardan saqlaydi, qonning pH ni ushlab turishda qatnashadi, turli organik va anorganik moddalarni tashiydi, boshqa moddalar 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 (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 ozuqa 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 oqsillar katabolizmining 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 jarayonlari qay daraja borishini aniqlashda qo'llaniladi. Obyektiv ma'lumot olish uchun siydikchilning konsentratsiyasini mashqlanishdan keyingi kuni ertalab nahorda aniqlanadi. Agar bajarilgan jismoniy yuklama organizmning funksional imkoniyatlariga adekvat bo'lsa (to'g'ri kelsa) va myetabolizmning 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 toliqishi rivojlanganligidan dalolat beradi.



40-rasm.

Siydikda oqsilning borligini aniqlash. Sog'lom odamning siydigida oqsil bo'lmaydi. Uning siydikda paydo bo'lishi (**proteinuriya**) buyraklarning kasalligida (**nefrozlarda**), siydik yo'llari zararlanishida hamda ozuqalar bilan ortiqcha oqsillarning 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 oqsillarning zardobdan siydikka chiqishi bilan bog'liq.

Siydikda jismoniy ishini bajargandan keyin ma'lum konsentratsiyadagi oqsil bo'lishi bo'yicha uning quvvati haqida fikr yuritiladi.

Jumladan, katta quvvat zonasidagi ishini bajargan vaqtda u 0,5% ni tashkil qiladi, submaksimal quvvat zonasida ish vaqtida esa 1,5% ga yetadi.

Kreatinin. Muskullarda bu modda kreatinfosfat parchalanishi 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 kreatininning miqdori bo'yicha kreatinkinaza reaksiyasining tezligi hamda tananing muskul massasi miqdorini bevosita aniqlash mumkin. Siydik bilan ajralayotgan kreatininning miqdori bo'yicha tananing ozg'in (oriq) muskul massasi quyidagi formulaga binoan aniqlanadi:

$$\text{Tananing ozg'in massasi} = 0,0291 \times \text{siydik kreatinini} \text{ (mg/sut)} + 7,38$$

Tana ozg'in massasi miqdorining o'zgarishi sportchilar tana massasining oqsillar hisobiga kamayishi yoki ko'payishidan dalolat beradi. Bu ma'lumotlar 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 kreatininning bo'lishi organizmning jismoniy yuklamalarga bergan reaksiyasini aniqlashda test sifatida qo'llaniladi.

Eng yosh bolalarning siydigida kreatin doimo bo'ladi, bu uning sintezining skelet muskullarida ishlatilishidan ustunlik qilishiga bog'liq bo'ladi.

9.3.4. Organizmning kislotali-asosli holati (KAH)ning ko'rsatkichlari

Intensiv muskul faoliyati jarayonida muskullarda juda ko'p miqdorda sut va pirouzum kislotalari hosil bo'ladi, ular qonga o'tib, organizmning myetabolik atsidozini chaqirishi mumkin, bu esa muskullarni toliqishga olib keladi va muskullarda og'riq, bosh aylanish, ko'ngil aynish bilan sodir bo'ladi. Bunday myetabolik o'zgarishlar organizmning bufer rezervlari tugallanishi bilan bog'langan. Organizmning bufer sistemalarining holati yuqori qobiliyatini namoyon

bo'lishida muhim ahamiyatga ega bo'lganligi sababli KAH ko'rsatkichlari sport diagnostikasida qo'llaniladi. Normada nisbatan doimiy bo'lgan KAH ko'rsatkichlariga kiradi:

- qonning pH ko'rsatkichi (7,35-7,45);
- CO_2 - qondagi karbonat anhidrid gazining ($\text{H}_2\text{CO}_3 + \text{CO}_2$) parsial bosimi (35-45 mm.sim.ust.);
- 5B - qon zardobining standart bikarbonati HCO_3^- , u qonni kislorod bilan to'la to'yinganida 22-26 mekv. l⁻¹ ni tashkil qiladi;
- BB - toza qon yoki zardobning buferli asoslari (43-53 mekv/l) - qon yoki zardobning hamma bufer sistemalarining hajmi 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 yetishmaslik ko'rsatkichlari (BB - EBB = 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'rsatkichi doimiyligi (7,34-7,36) bilan ifodalanadi.

Qonda sut kislotasining miqdori dinamikasi va qonning pH ni o'zgarishi o'rtasida teskari korrelyatsion bog'lanish o'rnatilgan. Muskul faoliyati vaqtida KAH ko'rsatkichlari bo'yicha organizmning jismoniy yuklamaga va sportchi mashqlanganligining 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 malakasining oshishi bilan ko'payadi. Organizmning katta bufer rezervlari ana shu sport turlarida sport natijalarini yaxshilash uchun jiddiy zamin hisoblanadi.

Siydikning faol reaksiyasi (pH) - organizm 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, myetabolik alkaloz vaqtida esa to pH 7 gacha kamayadi. 16-jadvalda siydik pH ko'rsatkichlari o'zgarishining yo'nalishi qon zardobining kislotalik-

asoslik holati ko'rsatkichlari bir-biriga bog'liq holda ko'rsatilgan (T.T. Berezov va B.F. Korovkin, 1998 bo'yicha).

16-jadval

Organizmda kislotalik-asoslik holatining o'zgarishi

Kislotalik-asoslik holati	Siydikning pH	Zardob HCO_3^- , mmol/l	Zardob H_2CO_3 , mmol/l
Norma	6-7	25	0,625
Nafas olish atsidozi	↓	↑	↑
Nafas olish adkaloz	↑	↓	↓
Myetabolik atsidoz	↓	↓	↓
Myetabolik alkaloz	↑	↑	↑

Eslatma: Chiziqchalar yo'nalishi ko'rsatkichlarning oshgani yoki kamayganini bildiradi.

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, laktatdehidrogenaza, kreatinkinaza va boshqalar kiradi. Ayrim hujayra fermentlari uchun, masalan, skelet muskullarining laktatdehidrogenazasi uchun bir necha formalari (izofermentlari) borligi xarakterlidir. Qonda indikator fermentlari yoki ularning ayrim izoformalari paydo bo'lishi to'qimalarning hujayra membranasining o'tkazuvchanligi buzilishi bilan bog'liq. Bunday holatdan sportchining funksional holatini biokimyoviy nazorat qilishda foydalanish mumkin.

Sport amaliyotida qonda biologik oksidlanish jarayonining fermentlari, ya'ni glikolizning fermenti - aldolazani, vodorod peroksidini qaytarilishini amalga oshiradigan ferment - katalaza faolligini aniqlaydi. Jismoniy yuklamalardan keyin ularning qonda paydo bo'lishi jismoniy yuklama noadekvatligining, toliqish rivojlanishining 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, laktatdehidrogenaza fermentlarining ayrim izofermentlari paydo bo'lishi mumkin. Jumladan, uzoq vaqt davom etgan jismoniy yuklamadan so'ng sportchilarning qonida skelet muskullari uchun xarakterli bo'lgan kreatinkinazaning 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 miqdori o'tishga olib kelsa va ular qonda dam olish davrida uzoq vaqt saqlansa, bunday holat sportchining mashqlanganligini yuqori darajada emasligidan, balki organizmning patologiyaoldi holatidan dalolat beradi.

Gormonlar. Sportchining funksional holatini biokimyoviy o'rganish vaqtida qonda gormonlarning miqdori yaxshi inforativ ko'rsatkich hisoblanadi. Moddalar almashinuvining har xil zvenolarini regulatsiya qiladigan 20 dan ortiq turli gormonlar aniqlanadi. Qonda gormonlarning konsentratsiyasi ancha past va 10^{-8} - 10^{-11} mol/l¹ atrofida bo'ladi, bu sport amaliyotida ana shu ko'rsatkichlarning keng miqyosda qo'llanishini qiyinlashtiradi. Sportchilar funksional holatini o'rganishda 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, ng/l	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	↓
Tirotksin	50-140	↑

Qonda gormonlar miqdorining 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 miqdori o'zgarishi bo'yicha jismoniy yuklamalarga organizmning moslashishi, ular boshqarayotgan myetabolik 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'minlanganligi aniqlanadi. Siydikda vitaminlar organizm ular bilan yetarli 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 mexanizmidagi perefosforlanish reaksiyalari vaqtida va boshqa jarayonlarda muskullarda anorganik fosfat fosfor kislotasi (H_2PO_4) sifatida hosil bo'ladi. Qonda uning konsentratsiyasi o'zgarishi bo'yicha sportchilarda energiya bilan ta'minlashning kreatinkinaza mexanizmining quvvati hamda mashqlanganlik darajasi haqida fikr yuritish mumkin, chunki anaerob jismoniy ishini bajargan vaqtda yuqori malakali sportchilarning qonida anorganik fosfatni ortishi kamroq malakali sportchilarning qonidagiga nisbatan ko'p bo'ladi.

9.4. Muskel faoliyatida organizmni energiya bilan ta'minlash sistemalari rivojlanishining 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

samaradorliklari nazorat qilinadi, lekin buni biokimyoviy ko'rsatkichlar bo'yicha ham amalga oshirish mumkin.

ATPning kreatinkinaza reaksiyasida resintezlanishi 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'rsatkichlarning ancha yuqori bo'lishi ATP resintezining alaktat anaerob mexanizmlari imkoniyatlarining oshganidan dalolat beradi.

Jismoniy yuklamalarni bajarish vaqtida kreatinkinaza reaksiyasining jalb etilish darajasini aniqlash uchun muskullarda KrfP almashinuvining mahsulotlarini (kreatin, kreatinin va anorganik fosfat) qondagi miqdorining ko'payishi yoki ularni siydikdagi miqdorining 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_2 -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, funksional norma 1-1,5 mmol/l bo'lgan vaqtda 10 mmol/l o'limgacha olib kelishi mumkin. Glikoliz jarayoni hajmining oshishi skelet muskullarida, ayniqsa tez qisqaradigan oq tolalarda glikogen zaxirasining ko'payishi hamda glikolitik fermentlarning faolligi oshishi bilan sodir bo'ladi.

ATP resintezi aerob mexanizmlarining quvvatini ifodalash uchun kislorodni maksimal iste'mol darajasi (KMI yoki VO_2 max), AAB boshlanish vaqti hamda qonning kislorod tashish sistemasi - gemoglobinning konsentratsiyasini aniqlash hammasidan ko'proq

ishlatiladi. VO_2 max darajasini ko'tarilishi ATP resintezi anaerob mexanizmlari quvvatining oshganligini ko'rsatadi. Sport bilan shug'ullanmaydigan katta yoshli odamlarda kislorodning maksimal iste'moli - erkaklarda 3,5 l/min, ayollarda 2,0 l/min ni tashkil qiladi va rananing massasiga bog'liq bo'ladi. Yuqori malakali sportchilarda VO_2 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 mexanizmi hajmining oshganligi haqida fikr yuritiladi. Mashqlanmagan odamlar AAB darajasidagi ishni 5-6 daqiqadan ortiq bajara olmaydi. Chidamkorlikka ixtisoslashgan sportchilarda AAB darajasida ishni davom ettirish vaqti 1-2 soatgacha yetishi mumkin.

ATP resintezining aerob mexanizmlarini samaradorligi mitoxondriyalarda kislorodning ishlatilish tezligiga bog'liq, bu eng avvalo oksidlanishli fosforlanishning fermentlari miqdori va faolligi, mitoxondriyalarning miqdori hamda energiya hosil qilishda yog'larning hissasiga bog'liq. Aerob yo'nalishdagi intensiv mashqlanishning ta'sirida yog'larning oksidlanish tezligi ortishi va ishni energiya bilan ta'minlashda ularning ahamiyati ko'payishi hisobiga aerob mexanizmining samaradorligi oshadi.

9.5. Sportchi organizmining mashqlanganlik darajasi, toliqishi va tiklanishining biokimyoviy nazorati

Mashqlanganlik darajasi - biokimyoviy nazorat amaliyotida sportchilarning funksional holati ushbu sportchilar uchun standart yoki yuksak jismoniy mashqlar vaqtida qonda sut kislotasi miqdorining o'zgarishi bo'yicha aniqlanadi. Mashqlanganlikning eng yuqori darajasini standart mashqlarni bajarish vaqtida (mashqlanmaganlarga solishtirganda) sut kislotasi kamroq miqdorda yig'ilishini ko'rsatadi, bu ishni energiya bilan ta'minlashda aerob mexanizmlar hissasining oshganidan dalolat beradi:

- yuksak ishlarni bajarish vaqtida sut kislotasining ko'p miqdorda yig'ilishi, energiya bilan ta'minlashning glikolitik mexanizmlari hajmining 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 quvvati oshirilgan vaqtda qonda sut kislotasi miqdorining kamroq ko'payishi, bu anaerob jarayonlarning mukammallashtirilganligi va organizmning energiya sarfini unumdorligi bilan belgilanadi;
- jismoniy yuklamalardan so'ng tiklanish davrida sut kislotasining ishlatilish tezligining 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 gemoglobin 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 olishligi va o'ta mashqlanganligini aniqlash, jismoniy yuklamalardan so'ng dam olish vaqti yetarliligi, ish qobiliyatini oshirish vositalarining samaradorligi hamda boshqa vazifalarni bajarish uchun zarur.

Toliqish. Maksimal va submaksimal quvvatli jismoniy yuklamalar natijasida yuzaga chiqqan toliqish, shu turdagi ishlarni ta'minlaydigan energetik substratlar (ATP, KrP, glikogen) zaxiralarining tugallanishi va qonda ularning almashinuv mahsulotlari (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 komponentlari o'zgarishi hamda qon va siydikda gormonlar miqdorining pasayishi bo'yicha aniqlanadi.

Sport diagnostikasida toliqishni aniqlash uchun odatda qonda va siydikda simpatoadrenal sistemasining gormonlari (adrenalin va uning almashinuv mahsulotlari)ning miqdori 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

rezervlari tugallanishi bilan bog'liq va adaptatsion jarayonlarni nazorat qiluvchi organizmning regulyator (boshqaruvchi) funksiyalarining o'ta zo'riqishini ko'rsatadi.

O'ta mashqlanganlik, toliqish yashirin fazasining erta diagnostikasi uchun immun sistemaning funksional faolligini nazorat qilishda qo'llaniladi. Shuning uchun T- va B-limfotsit hujayralarining miqdori va funksional faoligi aniqlanadi. T-limfotsitlar hujayra immunitet jarayonlarini ta'minlaydi va B-limfotsitlarning funksiyasini boshqaradi. B-limfotsitlar gumoral immunitet jarayonlariga javob beradi, ularning funksional faoligi qon zardobidagi immunoglobulinlarning miqdori bo'yicha aniqlanadi.

Immun sistemaning komponentlarini aniqlash maxsus sharoit va apparaturalarni talab qiladi. Sportchining funksional 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 mexanizmlar uzilib qolishi, immun sistemaning susayishi, mashqlanish va mas'uliyatli musobaqalarga tayyorlash davrlarida (ayniqsa, klimatik zonalarini keskin o'zgartirganda) sportchilarda yuqumli kasalliklar rivojlanishining oldini oladi.

Tiklanish. Organizmning tiklanishi ish vaqtida sarflangan energetik substratlar va boshqa moddalarning qaytadan tiklanishi bilan bog'langan. Ular 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 myetabolitlarining 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 tanachalarining qondagi miqdorlari 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 sintezining tiklanishidan, demak organizmning tiklanishidan dalolat beradi.

9.6. Sportda doping qo'llashni nazorat qilish

XX asrning boshlarida katta sportda jismoniy ish qobiliyatlarini oshirish, tiklanish jarayonlarini tezlashtirish, sport ko'rsatkichlarini yaxshilash uchun stimuly 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 yetkazadi, ba'zan o'lim bilan tugash sababchisi bo'ladi. Dopinglarni, ayniqsa gormonli preparatlarni doimiy qabul qilish ko'pchilik fiziologik sistemalar funksiyalarining 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)ga olib keladigan) gemorogik funksiyalarini buzilishi;
- jigarda sariq, shish, sirroz kasalliklarini chaqirishi;
- immun sistemasida shamollash, virus kasalliklari bilan kasallanishga olib kelishi;
- nerv sistemasida psixik kasallik (agressivlik, depressiya, uyqusizlik) shaklida namoyon bo'ladi;
- naychasimon suyaklar o'sishining 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 avlodlarida 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 ozuqalar va moddalar kiradi.

Sog'liqqa o'ziga xos zarar yetkazadigan va nazorat qilinadigan vositalarga dopinglar va doping uslublari (manipulyatsiyalar) kiradi.

Dopinglar farmakologik ta'sirlari bo'yicha 5 ta sinfga bo'linadi:

1. Psixostimulyatorlar (amfyetamin, 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, myetan – drostenolon, nerobolil, ryetabolil, androdiol, myetan-drostendiol, oksimiyetalon, stanozolol va ko'pgina boshqa dorilar) hamda anabolik peptid gormonlar (samototropin, gonadotropin, eritropoetin);
4. Byeta-blokatorlar (anaprimin (propranolol), oksiprenolol, nadolol, atenolol va boshqalar);
5. Diuretiklar (novurit, dixlotiazid, 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 kasalliklarning dorilari 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.) kiradi.

Organizmga 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 faolligini yaxshilaydi hamda charchashni olib tashlaydi, o'zining kuchiga ishonch hosil qiladi, ammo ana shu sistemalar funksiyalarining benihoya zo'riqishiga va energiya resurslarining 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 organizmning muskul faoliyatiga va tiklanish jarayonlariga moslashishni tezlashtiradi, gavdaning kompozitsion tarkibini yaxshilaydi. Byeta-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 massasining 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 grammacha 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 belgilarining rivojlanishiga yordam beradi: birinchi ta'siri – penisning boshlang'ich o'sishi, urug' pufakchalari va prostata bezlarining rivojlanishi va o'sishi, ikkilamchi ta'siri – badan va yuzda sochlar joylashishi va qalinligi, ovozning yo'g'onlashishi va boshqalar.

Sportda anabolik steroidlar qo'llashning asosiy samarasi ularni qabul qilishning boshlang'ich davrida bo'ladi:

– muskul massasining tez ko'payishi (ozuqa tarkibida oqsillar, yog'lar, uglevodlar, vitaminlar va mikroelementlarning miqdori yetarli bo'lgan sharoitda);

– og'ir jismoniy yuklamalar davrida 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 jumladan, jigar zaharlanishi, 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 ayollar 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 buzilishi 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'qimasi 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 belgilarining 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 siklining buzilishi va to'xtab qolishi (dimenoriya va aminoyurga), akne, yog' bezlari sekretsiasining kuchayishi, umumiy maskulinizatsiya. Hayz siklining buzilishi, akne AS qabul qilishni bekor qilinganidan keyin boshlang'ich holiga qaytadi. 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 faoliyati buzilishiga, oshqozon-ichak yo'lida qon quyilishini chaqirishga yordam berishi mumkin.

AS qabul qilish, albatta, jinsiy faollikning pasayishi va psixikada jadallashib borayotgan o'zgarishlar, ya'ni oldindan aytib bo'lmaydigan darajada ruhiy holatning o'zgarishlari, o'ta qo'zg'aluvchanlik, serjahlik, 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 qand miqdorining kamayishi bilan sodir bo'ladi. ASning tabletkali shaklini qabul qilganda insulinning sekretsiasini kamaytiradi, bu diabetning 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'lamlar uzilishiga, bo'g'im xaltasining yallig'lanish kasalligi yuzaga chiqishi, paylarning degeneratsiyasi rivojlanishiga sabab bo'ladi. Suv natriyning ushlanib qolishi tufayli muskul to'qimasining qayishqoqligi pasayishi, muskulning elastikligi kamayishiga olib keladi va to'la qiymatli muskul kuchlanishiga imkoniyat bo'lmaydi. Bularning hammasi mashqlanish va musobaqalar vaqtida muskul va bog'lovchi apparatlar jarohatlanishining 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 yetish, virilizatsiya va ginekomastiya hodisalari rivojlanishiga olib kelishi mumkin.

9.6.3. Doping nazoratining vazifalari, obyektlari (materiallari) va uslublari

Doping–nazoratning vazifasi – musobaqalar va mashqlanish jarayonida sportchilar tomonidan doping moddalari va doping uslublaridan foydalanishni mumkin qadar aniqlash, aybdorlarga maxsus choralar qo'llashdan iborat.

Doping–nazorat Olimpiada o'yinlari, jahon va Evropa chempionatlarida 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. Biokimyoyo yoki boshqa institutlar qoshida hozirgi zamon apparaturalari bilan jihozlangan doping laboratoriyalari bo'ladi.

Keyingi vaqtlarda tekshirishning asosiy obyekt sifatida **siydik namunasi** qo'llanilmoqda, chunki uni 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, sovutgichda 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 uslublari qo'llaniladi. Bunday ushblarga gaz xromatografiyasi, mass-spektrometriya, suyuqlik xromatografiyasi, flyuoretsent immun analiz va boshqalar kiradi. Shu bilan birga ikkitadigan kam bo'lmagan ushblarni qo'llash kerak.

Doping-nazoratning uslublari yuqori darajali sezgir bo'lishiga qaramay, hozirgi vaqtda anabolik peptid gormonlarni hamda qon dopingini 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 yerda 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, solufan). 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 siydik dopinglari 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'ullanayotgan shaxslar dopingga tekshirishdan o'tishlari lozim.

9.6.5. Doping qabul qilishda ayblangan sportchilarga jazo choralari

Dopingni topilishi sportchiga juda og'ir jazo, u sportdan butunlay chetlatishgacha choralari 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 maxsima" (maksimal zo'riqish bilan bajariladigan ish) sharoitidagi ish. Birinchi holda ishni 50 vattdan to har 6 daqiqadan keyin yana 50 vattdan qo'shib boriladi, to turg'un holat buzilib (daqiqaga 170 urish) yana yurak urishi tezlashguncha. Ikkinchi holda ham boshlang'ich quvvat 50 vatt bo'lib, ammo uni har daqiqada

50 vattdan qo'shib boriladi; mashqlanmagan odam 200-250 vattgacha yetadi, xolos, yuqori malakali sportchi esa 500 vatt va undan ko'proqda ham ishni davom ettiradi. Pedalni aylantirish tezligi har doim bir xil va daqiqaga 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.

Tioksia – qalqonsimon bez ishlab chiqaradigan gormon.

Doping – so'zining ma'nosi inglizcha so'z "dope"dan olingan bo'lib, narkotik qabul qilish ma'nosini bildiradi. Xalqaro olimpiya qo'mitasi tibbiyot komissiyasining 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 quyish.

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 kuchaytirish.

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 uslublari yordamida qanday amaliy masalalarni yechish 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 uslublarning nomini keltiring va ularga tavsif bering.
5. Sportchining mashqlanganligini dinamikada nazorat qilish uchun qanday biokimyoviy uslublar 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, obyektlari va uslublari 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 funksional tartiblarini adaptatsion o'zgarishlarini kuzatish; c) sportchilar myetabolizmini 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 vositalari qo'llashning adekvatligini aniqlash va h.k. kabi tipik bo'lmagan masalalarni yechish 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) etapli 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 ishlari 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 organizmida shunday biokimyoviy o'zgarishlar sodir bo'lishi mumkin, ya'ni: a) O_2 ning eng ko'p iste'moli; b) O_2 qarzining eng ko'pligi; c) sut kislotasi konsentratsiyasining eng yuqori darajasi; d) barcha javoblar to'g'ri.

8. Sportchi umumiy mashqlanganlik darajasining eng informativ biokimyoviy ko'rsatkichini qonda 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) byeta-blokatorlar va diuretiklar; d) barcha javoblar to'g'ri.

10. Anabolik steroidlar, jumladan, erkaklarning asosiy jinsiy gormoni – testosteron va uning sintetik analoglari quyidagi qobiliyatlarga

ega: a) muskullarda glikogenning zaxirasi oshishi; b) jigarda yog'larning miqdorini kamaytirish; c) skelet muskullarida oqsil sintezini kuchaytirish; d) jigarda glikogenning zaxirasini ko'paytirish.

"O'zingizni tekshirib ko'ring" bo'limiga javoblar

Bo'limlar	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	c	d
7	b	d	d	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 Б.Ф. Биологическая химия. М., 1990. Биохимия. Учебник. Под ред. В.В. Миньшикова 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 работоспособность. 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., Rogozkin В.А. Биохимия мышечной деятельности. Киев, 1989.
- Колчинская А.З. Кислород. Физическое состояние. Работоспособность. 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 физ. культуры, 1999, № 1, стр. 2–11.
- Матвеев Л.П. К дискуссии о теории спортивной тренировки // Теория и практика физ. 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.
- Проскурна 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.

MUNDARIJA

Muqaddima	3
1. Muskel va muskullarning qisqarish biokimyosi	4
1.1. Muskullarning tuzilishi.....	4
1.2. Muskel tolasining strukturasi va funksiyalari.....	5
1.3. Muskullarning kimyoviy tarkibi.....	10
1.4. Miofibrillar oqsillarining struktura tuzilishi va xususiyatlari..	11
1.5. Muskel qisqarishining mexanizmi.....	13
2. Muskel ish faoliyatidagi bioenergetik jarayonlar	21
2.1. Muskel ishi uchun energiya manbalari.....	21
2.2. ATP resintezining anaerob va aerob yo'llari.....	21
2.2.1. Kreatinkinaza reaksiyasida ATPning resintezi.....	23
2.2.2. Glikoliz jarayonida ATPning resintezi.....	25
2.2.3. Miokinaza reaksiyasida ATPning resintezi.....	29
2.2.4. Aerob jarayonda ATPning resintezi.....	30
2.3. Har xil quvvatli va davomiylikdagi mashqlarda ATP resintezining anaerob va aerob jarayonlari nisbatlari.....	35
3. Muskel ish faoliyatida organizmdagi biokimyoviy jarayonlarning dinamikasi	40
3.1. Muskel ishida biokimyoviy o'zgarishlarning yo'nalishi.....	40
3.2. Muskel ish faoliyatida organizmning energetik resurslari jalb qilinishi.....	42
3.3. Muskel ish faoliyatida kislorodning iste'moli.....	44
3.4. Ish paytidagi o'zgarishlarning xarakteri bo'yicha mashqlarni sistemaga solish.....	49
4. Toliqish va ishdan so'ng dam olish davrida organizmda sodir bo'ladigan biokimyoviy o'zgarishlar	57
4.1. Toliqish davridagi biokimyoviy o'zgarishlar.....	57
4.2. Muskel ishdan so'ng dam olish vaqtidagi biokimyoviy o'zgarishlar.....	61

5. Sport ish qobiliyatining biokimyoviy omillari	71
5.1. Sport ish qobiliyatini belgilaydigan omillar.....	71
5.2. Anaerob va aerob ish qobiliyatlarining ko'tsatkichlaridagi farqlar.....	73
5.3. Sport ish qobiliyatining o'ziga xosligi.....	76
5.4. Sportchilarning ish qobiliyatiga mashqlanishning ta'siri.....	77
5.5. Sportchilarning ish qobiliyatiga yoshlarining ta'siri.....	79
6. Sportchilarning tezkorlik-kuchlilik sifatleri, chidamkortigi va ularni rivojlantirish uslublarining biokimyoviy asoslari	87
6.1. Tezkorlik-kuchlilik sifatlarining biokimyoviy omillari.....	87
6.2. Chidamkorlikning biokimyoviy asoslari.....	92
6.3. Tezkorlik-kuchlilik sifatleri va chidamkorlikni rivojlantirish uslub va yo'llarining biokimyoviy asoslari.....	94
6.3.1. Tezkorlik-kuchlilik sifatlarini rivojlantirishga yo'naltirilgan uslublar.....	94
6.3.2. Chidamkorlikni rivojlantirishga yo'naltirilgan uslublar.....	96
6.4. Mashqlanish, mashqlanishning orqaga qaytishi va o'ta mashqlanish vaqtidagi biokimyoviy o'zgarishlar.....	104
7. Sport mashqlanish jarayonida biokimyoviy adaptatsiyaning qo'niyatleri	109
7.1. Muskel faoliyatida organizmning adaptatsiyasi haqida umumiy tushuncha.....	109
7.2. Mashqlanish, jismoniy yuklama, adaptatsiya va mashqlanish samarasi.....	110
7.3. Mashqlanishning biologik prinsiplari.....	113
7.4. Mashqlangan organizmning biokimyoviy xarakteristikasi.....	116
8. Sportchilar ovqatlanishining biokimyoviy asoslari	126
8.1. Ratsional balanslashtirilgan ovqatlanish haqida umumiy tushuncha.....	126
8.2. Sportchilar ovqatlanishining ba'zi bir xususiyatlari.....	134
8.3. Ovqatlanish omillari yordamida sportchilarning ish qobiliyatini oshirish va tiklanish jarayonlarini tezlashtirishning	

biokimyoviy yo'llari.....	148
9. Sportda biokimyoviy nazorat.....	155
9.1. Biokimyoviy nazoratning vazifalari, turlari va tashkil qilish....	155
9.2. Tekshirish materiallari va asosiy biokimyoviy ko'rsatkichlar...	159
9.3. Qon va siydik tarkibining asosiy biokimyoviy ko'rsatkichlari, muskul faoliyatida ularning o'zgarishi.....	164
9.3.1. Uglevodlar almashinuvining ko'rsatkichlari.....	164
9.3.2. Lipidlar almashinuvining ko'rsatkichlari.....	166
9.3.3. Oqsil almashinuvining ko'rsatkichlari.....	168
9.3.4. Organizmning kislotali-asosli holati (KAH)ning ko'rsatkichlari.....	171
9.3.5. Biologik faol moddalar – moddalar almashinuvining regulyatorlari.....	173
9.4. Muskul faoliyatida organizmni energiya bilan ta'minlash sistemalari rivojlanishining biokimyoviy nazorati.....	175
9.5. Sportchi organizmining mashqlanganlik darajasi, toliqishi va tiklanishning biokimyoviy nazorati.....	177
9.6. Sportda doping qo'llashni nazorat qilish.....	180
9.6.1. Dopingfarning klassifikatsiyasi.....	181
9.6.2. Anabolik steroidlar (AS).....	182
9.6.3. Doping nazoratining vazifalari, obyektlari (materiallari) va uslublari.....	185
9.6.4. Doping-nazoratning protseduralari.....	186
9.6.5. Doping qabul qilishda ayblangan sportchilarga jazo choralari.....	188
Adabiyotlar.....	194

Murotali Usmonovich To'ychiboyev

SPORT BIOKIMYOSI

«TAFAKKUR-BO'STONI» MCHJ

Toshkent shahri, Yunusobod tumani, 9-mavze 13-uy.

Bosh muharrir: M.Saparov
 Muharrir: G'.Shirinov
 Musahhah: Z.Ostonov
 Sahifalovchi: D.O'rinoва

Litsenziya № AI-190. 10.05.2011 y.

Bosishga ruxsat etildi 28.06.2012 y. Bichimi 60x84 $\frac{1}{16}$,
«Times New Roman» garniturası. Shartli bosma tabog'i 12,5.
Adadi 500 dona. Buyurtma № T-03.

«TAFAKKUR-BO'STONI» MCHJ bosmaxonasida chop etildi.
Toshkent shahri, Chilonzor ko'chasi, 1-uy.