

N.A. RAXMATOV, T.M. MAHMUDOV,  
S. MIRZAYEV

# BIOKIMYO



---

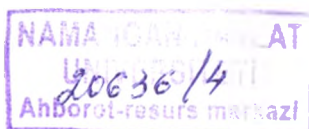
O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI  
OLIY VA O'RTA MAXSUS TA'LIM VAZIRLIGI

---

N.A. RAXMATOV, T.M. MAHMUDOV,  
S. MIRZAYEV

# BIOKIMYO

*Oliy va o'rta maxsus ta'lim vazirligi tomonidan  
5140700 – Biokimyo, 5140400 – Biologiya va inson hayotiy  
faoliyati muhofazasi bakalavriat ta'lim yo'nalishlari talabalari  
uchun darslik sifatida tavsiya etilgan*



«TA'LIM» NASHRIYOTI  
TOSHKENT — 2009

28.707

R30

**Taqrizchilar:**

*T.S. Saatov* – *biologiya fanlari doktori, professor, O‘zR FA akademigi,*

*A.Z. Zikiriyayev* – *biologiya fanlari doktori, professor,*

*T.M. Saidov* – *tibbiyot fanlari nomzodi, dotsent.*

**Raxmatov, N.A.**

Biokimyo: Darslik/N.A. Raxmatov, T.M. Mahmudov, S. Mirzayev; O‘zR Oliy va o‘rta maxsus ta‘lim vazirligi. – T.: «Ta‘lim», 2009. – 528 b.

I. Mahmudov, T.M. II. Mirzayev, S.

Mazkur darslikning statik biokimyo qismida tirik organizmning kimyoviy tarkibi, tirik organizmdagi suv, karbonsuvlar, lipidlar, oqsillar, nuklein kislotalar, vitaminlar, gormonlarning tuzilishi, xossalari va vazifalari; dinamik biokimyo qismida moddalar almashinuvining umumiy qonuniyatlari, karbonsuvlar, lipidlar, oqsil va nuklein kislotalar, suv va mineral moddalar almashinuvi; sport biokimyosi qismida esa muskul va muskul qisqarishi biokimyosi, organizmda kechadigan biokimyoviy jarayonlar dinamikasi, charchashning kelib chiqishi, sportchilar ovqatlanishining biokimyoviy asoslari, sportchilarning maxsus ish qobiliyatini oshirish va tiklash davrida dorivor moddalardan foydalanish, har xil yoshdagi odamlar jismoniy mashq mashg‘ulotlarining biokimyoviy asoslari yoritildi.

Darslik jismoniy tarbiya instituti hamda pedagogika oliy o‘quv yurtlarining jismoniy tarbiya fakultetlari talabalari, magistrantlari, ilmiy izlanuvchilari, o‘qituvchilari uchun mo‘ljallangan bo‘lib, undan akademik litsey va kasb-hunar kollejlarning talabalari ham foydalanishlari mumkin.

**BBK 28.707ya73**

ISBN 978-9943-368-03-3

© «Ta‘lim» nashriyoti, 2009- y.

---

## SO‘ZBOSHI

«Ta’lim to‘g‘risida»gi Qonunga asosan kasb-hunar kollejlari va oliy o‘quv yurtlarida kadrlar tayyorlash hamda ularning malakasini oshirishni zamon talablariga javob beradigan darajada tashkil etish, talabalarning bilim saviyalariga qo‘yiladigan kerakli talablarni belgilab beruvchi davlat ta’lim standartlari va o‘quv-uslubiy qo‘llanmalar hamda darsliklarning yangi avlodini yaratish vazifalari turibdi.

O‘zbek tiliga davlat maqomi berilishi munosabati bilan oliy o‘quv yurtlarida barcha fanlar ona tilida o‘qitila boshlandi. Lekin o‘zbek tilida ko‘p fanlar bo‘yicha darslik va o‘quv qo‘llanmalarining yetishmasligi o‘qitishning samaradorligiga salbiy ta’sir ko‘rsatmoqda. Shuning uchun fanlar bo‘yicha o‘zbek tilida darslik va o‘quv qo‘llanmalar yaratish zamon talabi bo‘lib qolmoqda.

Shu kungacha jismoniy tarbiya institutlarida biokimyo fanidan o‘zbek tilida darslik yozilmagan edi. Yuqoridagi qonunlar asosida birinchi bor o‘zbek tilida lotin alifbosida «Biokimyo» darsligi yozildi.

Darslik uch qismdan iborat bo‘lib, o‘z ichiga statik, dinamik va sport biokimyosini oladi. Statik biokimyo qismida tirik organizmning kimyoviy tarkibi, biokimyoviy jarayonlarda ishtirok etadigan molekulalarning xossalari va boshqalar berilgan.

Dinamik va sport biokimyo qismlarida esa moddalar almashinuvining umumiy qonuniyatlari, moddalarning biologik oksidlanishi, karbonsuvlar, lipidlar hamda muskul va muskul qisqarishi biokimyosi, muskul ish faoliyatidagi bioenergetik jarayonlar, organizmda boradigan biokimyoviy jarayonlar dinamikasi, charchashning kelib chiqishi, turlari va sportchilar

ovqatlanishining biokimyoviy asoslari va boshqa mavzular imkon darajasida bayon etilgan. Bundan tashqari, ilova va talabalarning «Biokimyoy» fanidan olgan bilimlarini sinash uchun test savollari ham berildi.

Darslikni yozishda foydali maslahatlar bergan professor J.A. Akramovga va tibbiyot fanlari nomzodi M.Milevaga mualliflar o'z minnatdorchiliklarini bildirishadi.

Mazkur darslik o'zbek tilida ilk bor chop etilganligi bois ayrim xato va kamchiliklardan xoli deb bo'lmaydi. Shu sababli darslikning mazmunini boyitib, uni yanada takomillashtirishga qaratilgan har qanday fikr-mulohazalar mualliflar tomonidan mamnuniyat bilan qabul qilinadi.

***Mualliflar***

---

---

## KIRISH

Jismoniy tarbiya va sportda yuqori malakali mutaxassislarni tayyorlash dasturi odam organizmining hayot faoliyati jarayonlari to'g'risida juda chuqur bilimga ega bo'lishni talab etadi.

Tirik organizm hayot faoliyatining barcha ko'rinishlari asosida hujayralarda biokimyoviy almashinuvlar ketadi. Shuning uchun jismoniy tarbiya institutlarida biokimyo fanidan bilimga ega bo'lish bo'lajak murabbiy va jismoniy tarbiya o'qituvchilarini tayyorlashning asosiy bosqichini tashkil etadi.

Jismoniy chiniqish va sport mashqlarida biokimyoviy qonuniyatlarni bilish, sport bilan shug'ullanish uchun mashq qilish uslublarini va yuqoriroq samaradorli muhitlarni qidirib topish, sport natijalari hamda yutuqlarini oshirishga imkon beradi.

Biokimyo fanidan bilimga ega bo'lish fiziologiya, gigiyena, sport tibbiyoti kabi fanlarni o'rganishga zamin yaratadi. Biokimyodan olingan bilimlar, shuningdek, jismoniy tarbiya nazariyasini o'qitishda va sport fanlari bo'yicha maxsus kurslar o'tilishida keng qo'llaniladi.

So'nggi yillarda yangi eksperimental dalillarning juda tez yig'ilishi, bir qator qonuniyatlarning yaratilishi, yangi konsepsiya va nazariyalarning yuzaga kelishi biokimyoning rivojlanishida o'z ifodasini topdi. Bu jarayon xususiyatlari sport biokimyosiga tegishlidir.

Shu bilan birga jismoniy tarbiya institutlarida biokimyo kursining dasturini doimiy ravishda tahlil qilib, to'ldirib borish kerak.

Ammo nazariy va eksperimental natijalar, ilmiy maqolalarda va kitoblarda bor materiallarni talabalarga yetkazish juda qiyin.

Shuning uchun ham biokimyo fanidan darslik yozish fikri tug'ildi. Darslik yozishda talabalarning maktabda kimyo va biologiyadan olgan bilimlari hisobga olinadi.

Darslikda mualliflar asosiy e'tiborni odam organizmida, organ va to'qimalarida boradigan biokimyoviy jarayonlarni yoritib berishga qaratdilar.

Darslikda biokimyoviy tamoyillardan biri – maxsus bo'lim – organizmda moddalar almashinuvining umumiy qonuniyatlari, tirik organizmda energiyaning hosil bo'lish qonuniyatlari (bioenergetika) va moddalar almashinuvini boshqarilishi keng yoritildi.

Biokimyo – hozirgi zamon biologiya fanlari ichida juda taraqqiy etayotgan fanlardan biri hisoblanadi. Oxirgi yillar davomida ko'p yangiliklar qilindi. Bizlarning tabiat haqidagi fikrlarimiz tubdan o'zgartirilib, tirik organizm hujayralarida boradigan jarayonlar ko'rsatildi. Genetik axborotlarni saqlash va berish uslublarini tushuntirish, oqsil va nuklein kislotalarining tizimlarini ochib berish, tirik organizmda energiya hosil bo'lish mexanizmini aniqlash, moddalar almashinuvini mexanizmi boshqarilishini tushuntirish, biologik almashinuvlarda hujayraning tuzilish rolini aniqlashlar kiritildi.

Biologik hayotning mavjudligini tushunmasdan, moddalarning kimyoviy tabiatini bilmasdan, tirik organizmning nimalardan tuzilganligini, kimyoviy almashinuvlarning ketma-ketligi va o'zaro bog'liqligini o'rganmasdan turib, organizmning hayot faoliyatini tushinish mushkul.

Tirik organizmning aniq tuzilishga egaligi tashqi va ichki hujayra membranalarini qo'shib, har xil subhujayra organellalarini va boshqalarni o'rganish oson bo'ladi. Tirik organizm o'zini o'rab olgan muhit bilan chambarchas bog'langan bo'lib, tashqi muhitdan hayot uchun kerakli oziq-ovqat moddalarini, suv va kislorodni oladi.

Organizmga tashqaridan kiradigan moddalar biokimyoviy almashinuvlarda ishtirok etish uchun murakkab bioorganik

birikmalarni hosil qiladi. Natijada tashqi muhitga parchalanish mahsulotlari chiqariladi. Tirik organizmda kechadigan moddalar almashinuvi energiya sarflanishi bilan boradi.

Biokimyo fani faqatgina tirik organizmda boradigan murakkab organik birikmalarning sintezi va parchalanishining o'zini o'rganib qolmasdan, bu almashinuvlarda energiya ajralishi va yutilishini, energiya almashinuvi mexanizmi qanday ekanligini har xil fiziologik funksiyalariga asoslab o'rganadi.

Organizmda moddalar almashinuvi biologik sog'-salomatlikning me'yorida borishini va kelib chiqadigan kasalliklarning sababini aniqlaydi.

Moddalar almashinuvini boshqarishning samaradorli yo'lini izlash – bu organizmning hayotchanligini oshirishning yangi sharoitini qidirib, har xil kasalliklarni davolash va ularning kelib chiqish sabablarini aniqlashdan iborat bo'ladi.

Moddalar almashinuvi jarayonining tezligi va xarakteri tirik organizmning taraqqiy etishiga, uning tashqi ta'sirotlarga qarama-qarshi turishiga, yangi sharoitga moslashishiga bog'liq. Moddalar almashinuvi o'zgarishini o'rganish organizmning jismoniy yuklamalarga moslashishini yaxshi bilishga, jismoniy ish qobiliyatini oshirish uslublarini va samaradorlik muhitini qidirib topishga imkon beradi.

Tirik organizmda boradigan biokimyoviy jarayonlar barcha fizik va kimyoviy qonunlarga bo'ysunadi.

Biokimyo elementar fizik va kimyoviy hodisalar asosida materiyaning yangi sifatiy tuzilishi – biologik funksiyasi yuzaga kelishini ko'rsatadi.

Bundan tashqari, biokimyo – biologik fanlar qatoriga kirganligi uchun biologik hodisalarga, fizik-kimyoviy tekshirishlarga asoslanib, to'g'ri tushuntirish berishi kerak.

Biokimyo uch qismdan iborat:

**Statik biokimyo, dinamik biokimyo va sport biokimyosi.**

*Statik biokimyo* – tirik organizmlarning kimyoviy tarkibini, ularni tashkil qiladigan moddalarning kimyoviy tabiati, xossalari va xususiyatlarini, miqdoriy nisbatlarini o'rganadi.



*Dinamik biokimyo* – tirik mavjudotlarni tashkil qilgan moddalarning kimyoviy o'zgarishini, yangilanishini hamda shu jarayonlar bilan bog'liq bo'lgan energiya almashinuvini o'rganadi.

*Sport biokimyosi* – muskul ish faoliyati davrida biokimyoviy almashinuvlarning xususiyatlarini, sport mashqlari va sportdagi biokimyoviy nazoratning usullarini, biokimyoviy qonuniyatlarni o'rganadi.

Sport biokimyosining boshqa bo'limlardan farqi shundan iboratki, funksional biokimyoda biokimyoviy jarayonlar alohida organ va to'qimalarda o'rganilsa, sport biokimyosida esa butun organizmda o'rganiladi.

Sport biokimyosi, birinchidan, biologik fanlarning rivojlantirishi uchun xizmat qilsa, ikkinchidan, sportda nazariy va uslubiy fanlarni rivojlantiradi.

Sport biokimyosidagi muhim tadqiqotlar sport ish faoliyati jarayonidagi moddalar almashinuvida umumiy qonuniyatlarni o'rganishga qaratilgan. Bu tadqiqotlar, asosan, quyidagi muammolar atrofida jamlangan:

- odam muskul ish faoliyatida energiyaning hosil bo'lish mexanizmi;
- jismoniy yuklamalar paytida oqsil sintezining boshqarilishi;
- muskul ishi faoliyati paytida moddalar almashinuvi mexanizmining gormonal boshqarilishi;
- muskulning muntazam ish faoliyatida biokimyoviy moslashishning qonuniyatlari.

Sportdagi biokimyoviy tekshirishlar ilmiy-uslubiy muammolarni yechish bilan bog'liq, ya'ni yuqori malakali sportchilarni tayyorlashdan iborat.

Bu izlanishlardagi asosiy hal qilinadigan masalalardan quyidagilarni qayd qilish mumkin:

- sport yutuqlari darajasining biokimyoviy omillarini baholash va ko'rsatish;
- sportchilarda mashqlar jarayonida biokimyoviy o'zgarishlarni o'rganish;

– musobaqalar va mashqlar yuklamalaridan so‘ng tiklanish jarayonidagi biokimyoviy tavsiflarni o‘rganish;

– mashqlar jarayonida samaradorlikni baholovchi va shuningdek, maxsus dori-darmonlar, kerakli mahsulotlar ishlatilganda ishlash qobiliyatini oshirishga va tiklanish jarayonlarini tezlashtirishga qaratilgan biokimyoviy mezonni oshirish.

Keltirib o‘tilgan muammolarni hal qilish sportchilarni tayyorlash samaradorligini oshiradi va sportda erishilgan yutuqlarini yuqori darajaga ko‘tara oladi. Sport biokimyosining ilmiy fan sifatida yuzaga kelishida buyuk olimlardan A.Xill, E.Simonson, G.Embden, V.V. Palladin, N.N. Volkovlarning hissaları katta.

Hozirgi paytda mamlakatimizda va chet ellarda sport biokimyosining muammolari ko‘pgina ilmiy-tekshirish institutlari va oliy o‘quv yurtlarida o‘rganilmoqda. Jumladan, Qozog‘iston, Rossiya, AQSh, Germaniya va boshqalar.

✓Oxirgi yillarda sport biokimyosidan doimiy ravishda ilmiy maqolalar, kitoblar chop etilmoqda. Bular bilan tanishish, o‘z navbatida, jismoniy tarbiya va sportda yuqori malakali mutaxassislarni tayyorlashda katta yordam beradi.✓

## BIRINCHI QISM

---

### STATIK BIOKIMYO

#### 1-bob.

#### ORGANIZMNING KIMYOVIY TARKIBI VA BIOKIMYOVIY JARAYONLARDA ISHITIROK ETADIGAN MOLEKULALAR XOSSASI

Odam organizmi ham barcha tirik organizmlar singari kimyoviy birikmaning molekularidan tuzilgan. Bu molekular nafaqat fizikaviy va kimyoviy qonunlarga bo'ysunadi, balki maxsus tarzda bir-birlari bilan o'zaro ta'sirlashib, tirik organizm xossalarini hosil qiladiki, bu narsa neorganik dunyo obyektlarida yo'qdir.

Tirik organizmning e'tiborga sazovor xossalaridan biri — uning murakkab va yuqori darajada tashkil qilinishidan iborat. Ular murakkab ichki tuzilishga ega va har xil tuzilgan ko'p sonli kimyoviy birikmalardan iborat. Tirik organizm tarkibiga kiruvchi alohida kimyoviy komponentlarning har biri o'z qiymatiga ega bo'lib, aniq bir funksiyani bajaradi.

Tirik organizmlarning muhim xususiyatlari ularni o'rab olgan muhitdan chiqarib olish qobiliyati va energiyani hosil qilish, murakkab ichki tuzilishini ushlab turish va tiklash uchun qo'llaniladi.

Ma'lumki, jonsiz tabiat obyektlari o'zlarining tuzilishini tashkil qilish uchun tashqi energiyani ishlatish xususiyatiga ega emas.

Tirik organizmning eng ajoyib xossalaridan biri — ularning aniq o'zlarini ishlab chiqarish qobiliyati borligidadir. Bu xossalar jonsiz tabiat obyektlarida mavjud emas. Kimyoviy xossasi, funktsiya va xarakteri maxsus tipdagi molekular tirik organizm tarkibida bor, ular o'zaro ta'sir qilib, o'zini tuzish va hosil qilish qobiliyatiga ega.

Tirik organizm tarkibiga kiruvchi molekulalar orasida suv molekulalari va qator organik moddalar ko'proq bo'ladi.

Suv mineral tuzlar va boshqa moddalar uchun erituvchi sifatida xizmat qiladi, shuningdek, dispersion muhit va organizm hujayra protoplazmasining kolloid holatini saqlashda muhim rol o'ynaydi.

Organik birikmalarning molekulalari har xil bo'lib, ko'pchiligi juda ham murakkabdir. Ulardan biri tirik hujayra uchun qurilish materiali bo'lib xizmat qilsa, boshqasi hujayrani funksional ishlashi uchun energiya bilan ta'minlaydi, uchinchi esa hujayrada ketadigan kimyoviy reaksiyalarni boshqarishda muhim rol o'ynaydi.

Juda murakkab organik molekulalar qatoriga karbonsuvlar, lipidlar, oqsillar va nuklein kislotalarni kiritish mumkin.

Karbonsuvlar va lipidlar hayotning barcha formalari uchun asosiy kimyoviy energiya manbai bo'lib hisoblanadi. Oqsillar tirik hujayraning tuzilish elementlari bo'lib, yana ular katalizator sifatida va hujayralararo jarayonlarni boshqarishda katta ahamiyatga ega. Nuklein kislotalari nasliy axborotlarni saqlashda va uzatishda birlamchi rol o'ynaydi va maxsus oqsillar hamda boshqa moddalar sintezida juda keraklidir.

Tirik organizm hujayralarida molekulalar qatnashadigan biokimyoviy jarayonlar **bioorganik jarayonlar** deb ataladi.

Bioorganik birikmalar juda ham har xildir. Murakkab bioorganik molekulalar ko'p sonli oddiy molekulalardan tuzilgan, nisbatan uncha katta bo'lmagan molekulalar qurilish materiallari bo'lib xizmat qiladi va bir-birlari bilan uzun zanjirlar orqali birikkan bo'ladi.

Masalan, oqsil molekulasi alohida aminokislotalardan tuzilgan bo'lib, polimer zanjirida kovalent bog'langan. Oqsilda hammasi bo'lib 20 ta har xil aminokislota aniqlangan, ammo ular ko'p sonli barcha imkoniyati bor oqsillarni hosil qiladi, ya'ni ular bir-birlari bilan har xil ketma-ketlikda birikadi. Shuningdek, uzun polimerli nuklein kislota molekulalari hammasi bo'lib 5 ta alohida mononukleotidlardan tuzilgan.

Organizmida oqsillar 20 ta aminokislotadan va nuklein kislotalari 5 ta mononukleotidlardan tuzilgan.

Ko'p bo'lmagan oddiy molekular makromolekulalarning qurilish materiali rolini o'ynab, bitta muhim xususiyati bor: ular hujayrada bir nechta funksiyani bajaradi. Aminokislota faqatgina oqsil molekularining qurilish materiali bo'lib qolmasdan, gormonlar, alkoidlar, porfinlar va boshqa bioorganik molekular manbayi bo'lib xizmat qiladi. Mononukleotidlardan faqatgina nuklein kislotalarining qurilish materiali sifatida foydalanmasdan, kofermentlar va energiya akkumulatori bo'lib ham ishlatiladi.

### **1.1. Tirik organizmning elementar tarkibi va bioorganik birikmalarning molekular tuzilishida ishtirok etadigan atomlarning xossalari**

Yer qobig'ida 110 dan ortiq kimyoviy elementlar aniqlangan bo'lib, bulardan 22 tasi organizm tarkibiga kiradi. Bioorganik molekularni tuzish uchun oz miqdorda vodorod (H), kislorod (O), uglerod (C) va azot (N)dan foydalaniladi.

Tirik hujayra umumiy massasi 99% yuqori bo'lgan elementlardan tuzilgan. Yer qobig'ida ko'p tarqalgan elementlarga kislorod (O), kremniy (Si), aluminiy (Al) va natriy (Na) kiradi.

Tirik organizmda uchraydigan elementlarning hujayradagi konsentratsiyasiga qarab uch guruhga bo'linadi: **asosiy elementlar**, **mikroelementlar** va **ultramikroelementlar** (1-jadval).

**Asosiy elementlarga** vodorod, uglerod, kislorod va azot kirib, atmosferaning 2–60% ni tashkil qiladi. Bu elementlar har tomonlama ahamiyatga ega. Ular tirik organizm tarkibiga kiruvchi molekularning tuzilishida ishlatiladi.

**Mikroelementlar** (natriy, magniy, fosfor, oltingugurt, xlor, kaliy va kalsiy) tirik organizmlarda 0,1 dan 0,02 % gacha miqdorni tashkil qiladi. Bulardan ko'pchiligi ionlar ko'rinishida bo'ladi. Masalan,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{PO}_4^{3-}$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{Cl}^-$ ,

1-jadval

Tirik organizmda bioorganik molekularning tuzilishida  
ishlatiladigan elementlar

Guruh	Elementlar	Belgilanishi	Atom nomeri	Atmosferaga % nisbatan bo'lishi
Asosiy elementlar	Vodorod	H	1	60,30
	Uglerod	C	6	10,50
	Azot	N	7	2,42
	Kislorod	O	8	25,50
Mikroele- mentlar	Natriy	Na	11	0,730
	Magniy	Mg	12	0,010
	Fosfor	P	15	0,134
	Oltinugurt	S	16	0,132
	Xlor	Cl	17	0,032
	Kaliy	K	19	0,036
	Kalsiy	Ca	20	0,226
Ultramik- roelementlar	Bor	B	5	0,001 dan kam
	Kremniy	Si	14	
	Vanadiy	V	23	
	Marganes	Mn	25	
	Temir	Fe	26	
	Kobalt	Co	27	
	Mis	Cu	29	
	Rux	Zn	30	
	Molibden	Mo	42	

$K^+$ ,  $Ca^{+2}$ . Organizmda ionlarning absolut miqdori va tengligi doimo saqlanib turiladi.

Organizmning ionli tarkibi dengiz suvining ionli tarkibi bilan juda o'xshash bo'ladi.

Bu o'xshashlik shunga bog'liqki, birinchi tirik organizmlar okeanda paydo bo'ldi va taraqqiy etib keldi.

**Ultramikroelementlar** (bor, kremniy, vanadiy, marganes, temir, kobalt, mis, rux va molibden) tirik organizmda 0,001 atm. % kamroq *konsentratsiyada* bo'ladi.

Biokimyoviy jarayonlarda ularning asosiy vazifasi biologik katalizator — fermentlarning faolligini o'zgartirish va shuning uchun organizmda boradigan biokimyoviy reaksiyalar tezligiga ta'sir qilishdan iborat.

Bioorganik birikmalarning molekulari, asosan, elementlar davriy sistemasining yuqori qismida joylashgan yengil atomlardan tuzilgan (1-jadval).

Ammo shuni ham aytib o'tish kerakki, barcha yengil elementlar teng darajada bioorganik molekular tarkibida mavjud emas. Berilliy, litiy, ftor tirik organizmlarda juda kam miqdorda bo'ladi.

Tirik organizm tarkibiga kiruvchi kimyoviy inert gazlar juda kam bo'lganligi tufayli ulardan molekularni tuzish uchun xomashyo sifatida foydalanib bo'lmaydi. Bu maqsadda og'ir atomlarni ham ishlatib bo'lmaydi, chunki ular bunday sharoitda suvda erimaydi.

Oltita yengil atom vodorod, kislorod, azot, uglerod, fosfor va oltingugurt tirik organizm tarkibida uchraydi. Bularning bitta umumiy xossasi bo'lib, ularning barchasi elektronlarning chiqish yo'li orqali kovalent bog' hosil qiladi.

Tashqi elektron qavati mustahkam bo'lishi uchun vodorod bitta elektron, kislorod 2 ta, azot 3 ta, uglerod 4 ta, fosfor 5 ta, oltingugurt 6 ta elektron talab qiladi.

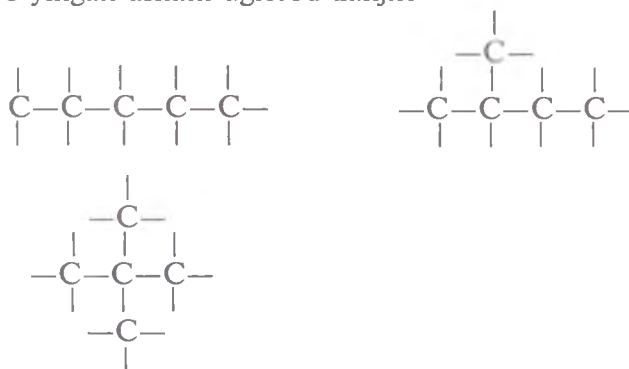
Barcha bioorganik molekularni tuzish uchun ko'rsatilgan atomlar to'plami yetarli bo'ladi.

Biologik nuqtayi nazardan uglerod atomlari muhim ahamiyatga ega, ular nafaqat boshqa atomlar bilan o'zaro bog'lanadi, balki o'zlari bir-birlari bilan bog'lanib, turg'un kovalent uglerod — uglerod bog'larini hosil qiladi.

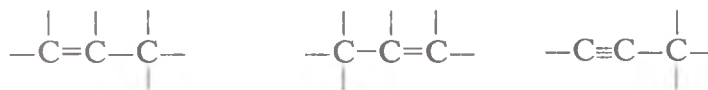
Uglerod atomlari bitta, ikkita, uchta yoki to'rtta boshqa atomlar bilan birikish xususiyatiga ega bo'lib, organik

molekulalari har xil uglerod harakatlari – to‘g‘ri tarqalgan zanjirini, halqani, to‘rsimon va har xil turdagi tuzilishni tashkil etishi mumkin.

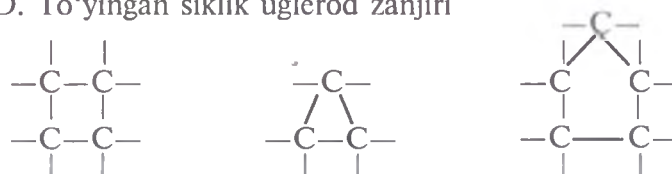
A. To‘yingan asiklik uglerod zanjiri



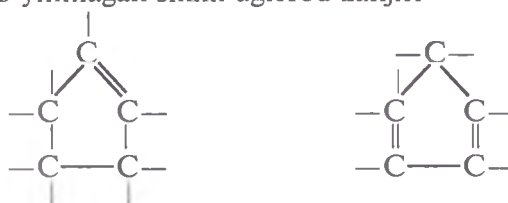
B. To‘yinmagan asiklik uglerod zanjiri



D. To‘yingan siklik uglerod zanjiri



E. To‘yinmagan siklik uglerod zanjiri

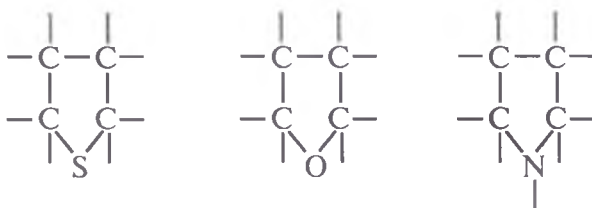




F. Aromatik uglerod zanjiri



G.. Geterosiklik uglerod zanjiri



2-jadval

Bioorganik birikmalar tarkibiga kiruvchi funksional guruhlar

Funksional guruh	Tuzilish formulasi	Organik birikmalar sinfining nomlanishi	Asosiy vakillari	Doimiy nomi
- H	$\begin{array}{c} \text{H} \\   \\ \text{R}-\text{C}-\text{H} \\   \\ \text{H} \end{array}$	Uglevododlar	$\text{CH}_4$ $\text{C}_2\text{H}_6$ $\text{C}_3\text{H}_8$	Metan Etan Propan
- OH	$\begin{array}{c} \text{H} \\   \\ \text{R}-\text{C}-\text{OH} \\   \\ \text{H} \end{array}$	Spirtlar	$\text{CH}_3\text{OH}$ $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ $\text{C}_3\text{H}_7\text{CH}$	Metanol Etanol Propanol

Jadvalning davomi

- CHO	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{R}-\text{C} \\ \backslash \\ \text{H} \end{array}$	Aldegidlar	HCHO CH <sub>3</sub> CHO	Formaldegid Asetildegid
- CO -	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{R}'-\text{C}-\text{R}'' \end{array}$	Ketonlar	CH <sub>3</sub> COCH <sub>3</sub>	Aseton
- COOH	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{R}-\text{C} \\ \backslash \\ \text{OH} \end{array}$	Karbon kislotalari	HCOOH CH <sub>3</sub> COOH	Chumoli kislotasi Sirka kislotasi
- CH <sub>2</sub> OCH <sub>2</sub> -	$\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \\   \quad   \\ \text{R}'-\text{C}-\text{O}-\text{C}-\text{R}'' \\   \quad   \\ \text{H} \quad \text{H} \end{array}$	Oddiy efirlar	C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> OC <sub>2</sub> H <sub>5</sub>	Dietil efiri
- COO-	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{R}'-\text{C}-\text{O}-\text{R}'' \end{array}$	Murakkab efirlar	CH <sub>3</sub> COOC <sub>2</sub> H <sub>5</sub>	Etilasetat
- CONH <sub>2</sub>	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{R}-\text{C}-\text{NH}_2 \end{array}$	Amidlar	CH <sub>3</sub> CONH <sub>2</sub>	Asetamid
- NH <sub>2</sub>	$\begin{array}{c} \text{H} \\   \\ \text{R}-\text{C}-\text{NH}_2 \\   \\ \text{H} \end{array}$	Aminlar	C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> NH <sub>2</sub>	Etilamin
- SH	$\begin{array}{c} \text{H} \\   \\ \text{R}-\text{C}-\text{SH} \\   \\ \text{H} \end{array}$	Merkaptanlar	C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> SH	Etantiol

Elementlar davriy sistemasida markaziy o‘rin egallagan uglerod elektromanfiy elementlar: kislorod, azot, xrom, fosfor, oltingugurt va bitta elektromusbat kislota vodorod bilan reaksiyaga kirishadi.

Uglerodning shu xususiyatiga asosan bioorganik birikmalarda molekulalar tarkibiga xarakterli biokimyoviy xossalarni beradigan funksional guruhlarni qo‘shishi mumkin (2-jadval).

Bundan tashqari, juft elektronlar har bir uglerod atrofida tetraedr konfiguratsiyani hosil qiladi, ana shunga asosan har xil organik molekulalar turli xil uch o‘lchamli tuzilishga ega bo‘ladi.

Ugleroddan tashqari boshqa hech qanday kimyoviy elementning turg‘un har xil kattalikdagi molekulalari turli konfiguratsiyadagi va kimyoviy xossalarni tashkil qilish xususiyatiga ega emas.

Tirik organizm tarkibiga kiruvchi uglerodning organik birikmalari juda kuchli tiklangan yoki gidrolangan shaklda, yer qobig‘ida esa uglerod asosan ko‘mir kislotasi tuzi – bikarbonatlar yoki karbonatlar shaklida bo‘ladi.

Atmosferada kislorodga boy uglerod va vodorod oksidlanib  $\text{CO}_2$  va  $\text{H}_2\text{O}$  birikmalari – turg‘un va kam energiyalarni hosil qiladi.

Tirik organizmda tiklangan organik birikmalar juda katta energiya zaxirasiga ega, shuning uchun ularni  $\text{CO}_2$  va  $\text{H}_2\text{O}$  dan tuzish uchun organizmdan energiya sarflashni talab qiladi.

## **1.2. Bioorganik birikmalar molekulalarining hosil bo‘lishi. Molekulalarda bog‘larning turlari**

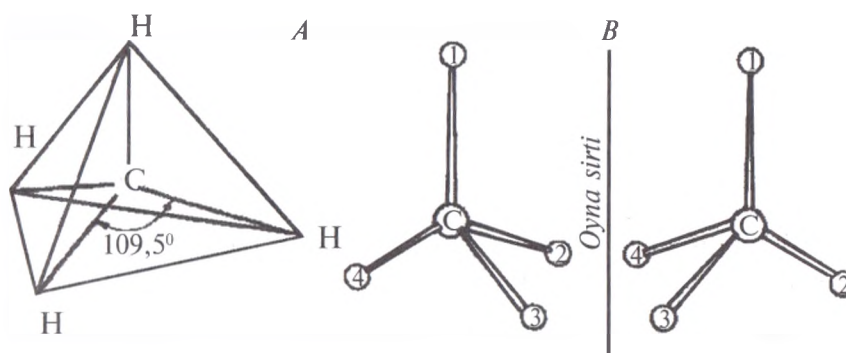
Bioorganik birikmalarning molekulalarini tashkil qilgan atomlar o‘zaro kimyoviy bog‘lar bilan bog‘langan.

Molekuladagi alohida atomlarning o‘zaro birlashishi, ularning elektron qobig‘idagi bitta yoki bir nechta elektronlarning bir-birlari bilan qo‘shilishi natijasida kimyoviy bog‘lar

hosil bo'ladi. Bog'lar hosil bo'lishi uchun elektron qobig'ida atomlar quyidagi talablarni bajarishi kerak: taxminan bir xil elektron holatda qo'shilishi uchun yetarli bo'lishi va o'zaro ta'sirlashuvchi ikkala atomning yadrosi orqali o'tuvchi o'qqa nisbatan simmetriyali bo'lishi kerak. Elektron qobig'ini yopuvchilar hisobiga atomlar orasida bog'lar hosil bo'lsa, bularga bog'lanuvchilar deb aytiladi.

Bog'lanish energiyasi – bu bog'ni uzish, yadro atomlarini ikki tomonga cheksiz uzoq masofaga surish uchun sarflanadigan energiya miqdori.

3-jadvalda bioorganik birikmalar molekularida uchraydigan ba'zi bir kovalent bog'larining xarakteristikasi keltirilgan. Atomlar orasidagi kovalent bog'lanishlarning ifodalovchi muhim parametrlari bog'lanish burchagi hisoblanadi. Buning yordamida bioorganik molekularning geometriyasini qurish mumkin. Uglarod atomining valentligini tetraedr shaklida joylashganligi muhim rol o'ynaydi. Masalan, metan molekulasida ( $\text{CH}_4$ ) hosil bo'lgan atomlar shunday joylashganki, uglarod atomlari tetraedr markazida bo'lib, vodorodning to'rtta atomi uning uchida joylashgan (1-A rasm).



1-rasm. Uglarod atomining tetraedrik konfiguratsiyasi (A), kovalent bog'lari va optik izomerlari (B).

Uglerod atomining tetraedr tuzilishi ko'pgina bioorganik molekularining asimmetrik hodisalarining o'zaro bog'liqligini ta'minlaydi. Molekulada uglerod atomlaridan biri to'rtta boshqa atomlar yoki guruh atomlari bilan bog'langan bo'lsa, ular ikkita har xil fazoviy konfiguratsiyani hosil qilib, oynada bir-birining aksini ko'rishi mumkin (1-B rasm).

Bunday birikmalarga optik izomerlar deb aytiladi. Ulardan bittasi yorug'lik tomonga aylansa, boshqasi qarama-qarshi tomonga aylanadi.

3-jadval

Ayrim turdagi kovalent bog'larning energiya bog'i va uzunlik bog'i

Bog'lar turi	Bog'lar uzunligi, nm	Bog'larning energiyasi, kJ/mol (kkal/mol)
H - H	0,074	422,8 (101)
C $\equiv$ C	0,120	514,9 (123)
C = C	0,183	418,7 (100)
C - C	0,154	247,0 (59)
C - H	0,109	364,2 (87)
C - H	0,147	205,1 (49)

Uglerod atomi asimmetriya uchun o'rinli bo'lib, asimmetrik atom deb ataladi. Atomlar orasidagi bog' elektronlar tomonidan hosil qilinib, bog'lovchilar orbita qatorida joylashgan bo'lsa, dinamik xarakterga ega bo'ladi.

Elektronlar to'xtovsiz harakatda bo'ladi, shuning uchun bog'lari to'satdan uzilishi mumkin. Bu atomlardan tuzilgan molekular dissotsiyalanishi natijasida sodir bo'ladi.

Molekulalarda zaryadlar ma'lum tartibda taqsimlanadi. Shu narsa ma'lumki, elektronlar molekularlarda har xil

energetik darajada joylashadi, birlari yuqori, boshqalari past bo'ladi. Elektronlar energetik holatining har qanday o'zgarishi zaryadlarning qaytadan taqsimlanishiga olib keladi.

Ko'pgina hosil bo'lgan molekulalarda elektronlarning atom yadrosiga tortilishi bir xil emas.

Bunday paytda bitta yoki bir nechta bog'lovchi yoki valentli elektronlar bir atomdan boshqa atom yadrosiga, ya'ni valentli elektron boshqa valentli elektron orbitasiga o'tadi. Bunday bog'lar **ion bog'lari** deb nomlanadi. Masalan, natriy xlor ( $\text{NaCl}$ ) molekulasida natriy atomi o'zining yadrosi maydonida 11 ta elektronga ega, bunda dastlabki va ikkita elektron orbitasi to'lgan bo'ladi.

Ko'pgina bioorganik molekulalar qutbli xossalarga ega. Ular kuchsiz molekulalar orasida o'zaro ta'sirlashadi. Kovalent bog'lari kuchli o'zaro ta'sirlarga misol bo'la oladi. Bunday bog'larning hosil bo'lishi uchun  $418,7 \text{ kJ/mol}^{-1}$  energiya sarflanadi. Kuchsiz o'zaro ta'sirlar shu bilan xarakterlanadiki, ulardagi energetik bog'lar past darajada bo'lib, faqat qisqa masofalarga ta'sir qiladi. Bioorganik birikmalarning molekulalari kovalent bog'lar hisobiga hosil bo'ladi, shuning uchun ham kuchsiz o'zaro ta'siri molekulalararo toifaga kiradi. Ammo makromolekulalardagi kuchsiz o'zaro ta'sirlar ichki molekula bo'lishi mumkin: ular bu yerda biologik molekulalarning maxsuslik konformatsiyasi hosil bo'lishini ta'minlaydi.

Kuchsiz o'zaro ta'sir bog'lari qatoriga biokimyoviy Vander-Vaals va vodorod bog'larining o'zaro ta'sirini kiritish mumkin.

Molekulalar orasidagi **vodorod bog'i** vodorod tutuvchi molekulalar asimmetriyasini kattalashtiradi.

Bunday molekulalarda vodorod atomining elektronlari biroz og'irroq yadro bilan birikib, vodorod atomining yadrosi atrofida musbat va manfiy zaryad hosil qiladi.

Bunday holat ko'pgina bioorganik birikmalarda vodorod va azot yoki vodorod va kislorod bog'lari orasida elektr bog'lanish bo'lganda kuzatiladi. Vodorod guruhi azot yoki vodorod —

kislorod boshqa shunga o'xshashi bilan qo'shni bo'lib turganda musbat kuchlangan vodorod atom yadrosi qo'shni guruh atomlari bilan bog'lanadi. Shunga o'xshash bog'lar quyidagicha ko'rinishga ega:



Vodorod bog'lari kovalent bog'lariga nisbatan kuchsiz Van-der-Vaals bog'iga nisbatan esa kuchli bo'ladi.

Vodorod bog'lari makromolekula tuzilishi va ular orasidagi o'zaro ta'sir uchun muhim ahamiyatga ega.

Shunday qilib, bioorganik molekulalar orasidagi atomlarning o'zaro ta'sirini kuchli, o'rtacha va kuchsizlarga ajratish mumkin. Bog'lar kuchi elektronlar o'zaro ta'sirining energetik darajasiga bog'liq.

Ancha mustahkam bog' bu kovalent bog' bo'lib, vodorod va boshqa elektrostatik o'zaro ta'sir qiluvchi bog'lar va shuningdek, bu Van-der-Vaals o'zaro ta'sir bog'lari kuchsiz hisoblanadi.

### 1.3. Bioorganik molekulalarning tuzilishi va xossalari

Yuqorida aytilganidek, tirik organizmda har xil molekulalar turli xil funksiyalarni bajaradi. U yoki bu funksiyani bajarish uchun molekula aniq xossaga ega bo'lishi kerak. Bioorganik birikmalarning molekular xossalari quyidagicha aniqlanadi:

- 1) molekulalar tuzilishidagi uglerod atomlarining joylashuviga va soniga;
- 2) funksional guruhning tabiatiga;
- 3) uglerod zanjirida birlashgan atomlarning joylashuvi va tabiatiga;
- 4) uglerod molekulasini atami orasidagi bog'lar tabiatiga qarab aniqlanadi.

Bioorganik birikmalar molekularida uglerod atomlari o‘zaro oddiy bitta, ikkita, uchta bog‘ bilan bog‘langan bo‘ladi.

Organik birikmalarda barcha uglerod atomlari bitta bog‘ bilan bog‘langan bo‘lsa, bunday birikmalarga **chegaralangan** yoki **to‘yingan birikmalar** deb ataladi.

Agar organik birikmalarda uglerod atomlari bir yoki uch bog‘ bilan bog‘langan bo‘lsa, bunday birikmalarga **chegarasiz** yoki **to‘yinmagan birikmalar** deb ataladi.

Uglerod zanjiridagi atomlarning joylashishiga qarab organik birikmalar asiklik va siklik birikmalarga bo‘linadi.

Asiklik birikmalar molekulasida ochiq, yopiq bo‘lmagan halqa tarqalmagan yoki tarqalgan oddiy yoki qo‘sh bog‘li zanjirni hosil qiladi.

Siklik birikmalarda uglerod zanjirida yopiq halqa bo‘ladi va karbosiklik halqada faqat uglerod atomlari hamda geterosiklik bo‘lib, halqada ugleroddan tashqari boshqa atomlar O, H va hokazolar bo‘ladi.

Karbosiklik birikmalar orasida asosiy guruhni aromatik molekular tashkil qilib, uchta ikki bog‘li moddalardan tuzilgan olti sonli uglerod halqalardan iborat bo‘ladi.

Bioorganik molekular xossalriga ularning tarkibiga kiruvchi har xil funksional guruhlar kuchli ta‘sir ko‘rsatadi.

*Funksional guruh – bu atomlarning faol guruhi bo‘lib, maxsus kimyoviy xossalarga ega bo‘ladi.*

Bioorganik molekularlarda bir nechta har xil funksional guruhlar bo‘lishi mumkin. Ko‘pgina muhim bioorganik birikmalarning molekulari katta o‘lchamga ega bo‘ladi.

Kichik molekularli birikmalarning (yog‘ kislota, monosaxaridlar, aminokislotalar) birikishidan katta molekularli mustahkam birikma hosil bo‘ladi.

Ayrim birikmalarning funksiyasi katta molekularlarning mustahkam tuzilishi bilan aniqlanadi. Ammo ulardan ko‘pchiligi (masalan, nuklein kislota, barcha oqsillar, ko‘p polisaxaridlar va ayrim lipidlar) birinchi navbatda funksional rol o‘ynaydi.



Ko'pgina molekularning sirlari ularning asosiy elektr xossalariida yashiringan.

Doimiy va vaqtinchalik dipolli kichik molekularlar o'zining atrofida Van-der-Vaals o'zaro ta'sirni yuzaga keltiruvchi ta'sir qilish radiusi uncha katta bo'lmagan elektr maydonni hosil qiladi. Katta qutbli molekularlar ham ta'sir qilish radiusi katta bo'lgan elektr kuchlari deb ataluvchi dispersion kuchlarni yuzaga keltiradi. Bular hisobiga katta molekularlar boshqa molekularlarni o'zlariga tortishga, o'zidan uzoqlashtirishga va yo'nalishini to'g'rilashga qodir bo'ladi.

Molekularning o'lchami qancha katta bo'lsa, uning elektr maydonidagi ta'sir radiusi va ta'sir qilish yuzasi ham shuncha katta bo'ladi.

#### **1.4. Bioorganik molekularning murakkabligi bo'yicha tarqalishi**

Tirik organizm uchun uning tarkibiga kiruvchi biologik molekularning tarqalishini aniqlash xarakterlidir.

Tashqi muhitdan organizmga kiruvchi barcha bioorganik molekularlar juda oddiy past molekularli manbalar:  $\text{SO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$  va atmosfera  $\text{N}_2$  dan hosil bo'ladi.

Tirik organizmda qator oraliq almashinuvlarning bioorganik molekularidan qurilish materiallari hosil bo'ladi: oddiy qand, aminokislotalar, yog' kislotalari va hokazo. Keyinchalik bu qurilish materiallari bir-birlari bilan kovalent bog'lanib, oqsillarning makromolekularini, nuklein kislotalarni, polisaxaridlar va lipidlarni hosil qiladi.

Keyingi pog'onada makromolekular kuchsiz kovalent kuchlar yordamida molekularlar yuqori majmuasi bilan qo'shiladi, masalan, lipoproteidlar (lipidlar va oqsillar majmuasi) yoki ribosomalar (oqsil va nuklein kislotalar majmuasi). Yuqori hujayrali molekularning majmuasi kuchsiz kovalent emas, o'zaro ta'sirlashtirishda hujayra organellari: yadro, mitoxondriya, membranalar va hokazolar bilan birlashtadi.

### **1.5. Bioorganik molekulalar xossalari va ularning funksiyasi**

Tirik organizmlar tarkibiga kiruvchi bioorganik molekulalarning har biriga aniq funksiya xos. Nuklein kislotalarining mukammal funksiyasi oqsillar va boshqa moddalarning sintezi uchun zarur bo'lgan genetik axborotlarni o'zida saqlaydi va uzatadi.

Oqsillar genlarning mahsulotlari hisoblanadi. Ko'pgina oqsillar katalitik faol bo'lib, fermentlar funksiyasi sifatida ishlatiladi.

Oqsillarning hujayralari tuzilish komponentlari rolini bajarib, boshqa bir qancha biologik funksiyalarni amalga oshiradi.

Karbonsuvlar ikkita asosiy funksiyani bajaradi: birinchidan ular organizmning hayot faoliyati uchun zarur bo'lgan asosiy energiya manbayi bo'lib xizmat qiladi; ikkinchidan, ayrim polisaxaridlar hujayradan tashqari tuzilish komponentlarini hosil qiladi.

Lipidlar hujayra membranasining asosiy tuzilish qismlari va asosiy energetik materialning zaxirasi hisoblanadi.

Bioorganik molekulalarning bir qancha turlari, odatda, bitta emas, balki bir nechta muhim biologik funksiyalarni bajaradi.

Masalan, qisqaruvchi muskul orqali miozin bir vaqtning o'zida katalizator vazifasini bajarib, ATF parchalanish reaksiyasini tezlashtiradi, muskulni energiya bilan ta'minlaydi.

Aminokislotalar faqatgina oqsil molekulalari sintezi uchun qurilish materiallari bo'lib xizmat qilmasdan, shuningdek, boshqa molekulalar — boshqaruvchilar, gormonlar, vitaminlar va hokazo moddalar sintezida qatnashadi.

Mononukleotidlar nuklein kislotalar molekulalarini yig'ishda qurilish materiallari bo'lib xizmat qilmasdan, balki molekular akkumulator va energiyani olib o'tish vazifasini ham bajaradi.

Hayotning ketma-ket shaklini moddalar almashinuvi reaksiyalarida qatnashayotgan maxsus birikmalarda ko'rsatish mumkin.

Molekulalar biologik funksiyalarni bajarish uchun ularda yuqori kimyoviy faollik, qatnashish xususiyati, biologik katalizatorlar bilan o'zaro ta'siri, o'tadigan reaksiyalarning tezligi o'zgarishida ishtirok etishi kerak.

Boshqa sharoit — hayotning oddiy sharoitida molekulalar yetarli barqaror bo'lishi va shuningdek, suvda yaxshi erishi kerak. Masalan, uzun uglerod zanjirli yog' kislotalari sintezida sirka kislotasi molekulalarning boshlang'ich xomashyo materiali bo'lib xizmat qiladi.

Barcha tirik organizmlar hujayralarida ayrim bioorganik molekulalar o'zgarmagan holda bo'ladi va aynan bir xil funksiyani bajaradi. Masalan, hujayrada energiyani saqlash va yig'ishda universal birikma sifatida adenazintrifosfat (ATF) qatnashadi.

Glukoza kimyoviy energiyalardan ozod bo'lgandan keyin doimo reaksiyalarda yoqilg'i sifatida qatnashadi.

Ayrim purinlar va pirimidinlar nuklein kislotalar sintezida o'zgaras qurilish materiali sifatida ishlatiladi. Barcha bioorganik molekulalarning xossasi ular uchun xarakterli bo'lgan funksiyalarni bajarish uchun yetarlidir.

### **1.6. Bioorganik molekulalarning kelib chiqishi**

Uncha ko'p bo'lmagan oddiy organizmlarning kimyoviy tarkibini tekshirish shuni ko'rsatdiki, Yer yuzida paydo bo'lgan dastlabki tirik hujayralar 30 ta har xil organik birikmalardan tuzilgan: 20 ta aminokislota, 5 ta azot asoslari, ikkita qand, yog' kislotalari, uch atomli spirt (glitserin) va aminlar.

Birlamchi bioorganik molekulalar abiogen tabiatga ega: bular kimyoviy komponentlarning o'zaro ta'siri natijasida Yer yuzi atmosferasida gazlar va nurlar ta'sirida hosil bo'ladi. Bu

jarayonlar yuqori konsentratsiyasidan oddiy organik birikmalar yig'ilishiga olib keldi va evolutsiya jarayonida shunday molekula olindiki, ko'proq darajada birlamchi tirik organizmlar yashab ketishiga moslashishi kerak.

***Nazorat savollari***

- 1. Bioorganik molekularning tuzilishini qaysi elementlar tashkil etadi?*
- 2. Mikroelementlarga qaysi elementlar kiradi?*
- 3. Ultramikroelementlarni aytib bering.*
- 4. To'yingan va to'yinmagan uglerod zanjiri birikmalarining farqini ayting.*

---

---

## 2-bob.

### TIRIK ORGANIZMLARDA SUV

#### 2.1. Suvning tuzilishi va xossalari.

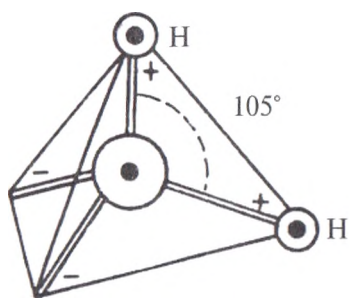
##### Suv – tirik organizmning universal dispersion muhiti

Vodorod ( $H_2$ ) va kislorod ( $O_2$ ) atomlari bir-biri bilan kovalent qutbli bog‘lari bilan bog‘langan.

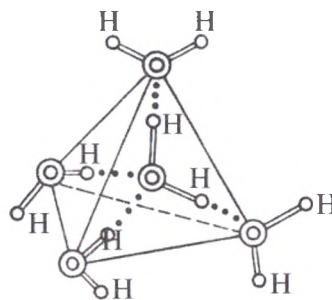
Suv molekulasida elektr zaryadlari bir tekis taqsimlangan. Unda ikkita musbat og‘irlik markazi (vodorodda) va ikkita manfiy zaryad markazi (kislorodda) mavjud. Bu markazlar tetraedr konfiguratsiyasini hosil qiladi (2-rasm).

Shuning uchun suv molekulasi ikki qutbni o‘zida ko‘p tutadi, ya‘ni suv ikki qutbli hisoblanadi. Ikki qutbli suvlar vodorod bog‘lari yordamida hosil bo‘ladi. Bu esa suv molekulalarini birlashishga olib keladi.

Bunda  $(H_2O)_n$ ,  $n = 2, 3, 4, 5$ . Bunday agregat holatlar, o‘z navbatida, murakkab kristall tuzilishga o‘xshash tuzilishni hosil qiladi. Suv molekulasining assotsiatsiyasi uning kimyoviy xossalari o‘zgarishga olib kelmaydi, unda vodorod bog‘lari



2-rasm. Suv molekulasining tetraedr modeli.



3-rasm. Suvning kristallga o‘xshash tuzilishining hosil bo‘lishi.

juda ham mustahkam emas, fizik xossalari esa o'zgaradi. Jumladan, erituvchanlik xususiyati ortadi.

Suyuq suvda molekullarning agregat holati yuqoriroq, tetraedr shaklida bo'ladi -  $(\text{HO})_5$  (3-rasm). Muz kristallarida faqat tetraedr shaklida bo'ladi. Suvda to'xtovsiz va juda tez vodorod bog'lari hosil bo'lib va uzilib turadi. Natijada molekullar agregati tezda parchalanadi va shakllanadi.

Suvning kristallga o'xshash tuzilishi tirik organizm uchun ahamiyatli bo'lib, issiqlik va parchalanishdan saqlaydi. Odam terisining sirti orqali suv bug'lanishi organizmni isib ketishdan saqlaydi.

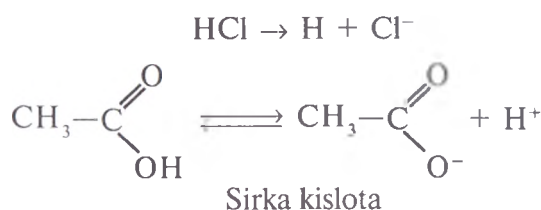
Ikki qutbli (dipolli) suvlar nafaqat o'zaro, balki boshqa moddalarning qutbli molekullari bilan ham ta'sirlashadi (4-rasm). Bu jarayonga moddalarning gidratatsiyasi deb aytiladi. Gidratatsiyada elektrik zaryadlarning o'zaro ta'sirlanishi juda tezda (80 martadan ortiq) kuchsizlanadi.

Masalan, natriy xlori suvli muhitda, uy harorati va havoda qaynash harorati  $1400^\circ$ da ionlarga dissotsiatsiyalanadi.

Shunday qilib, kristall moddalar gidratatsiyada ionlarga, molekullarga yoki agregatlarga parchalanadi. Bunda har xil turdagi dispers tizimlar hosil bo'ladi.

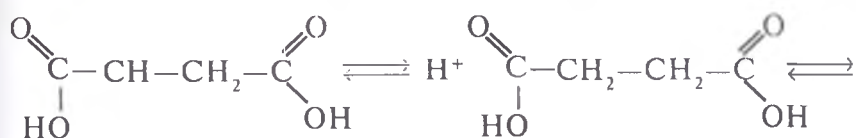
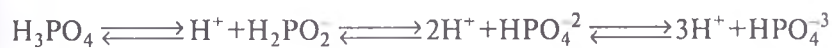
**Ionli va kuchli qutbli birikmalar** (tuzlar, kislotalar, asoslar) suvda ionlangan holatda bo'ladi. Molekullarning dissotsiatsiyalanish darajasiga ega bo'lgan muhit normal hayot kechirish uchun zarur, chunki reaksiya tezligi ionlar orasida juda katta.

Kislotalar erituvchilarda vodorod kationlariga va kislota qoldig'i anionlariga dissotsiatsiyalanadi:

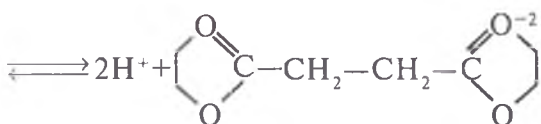


Ko'p asosli kislotalar ketma-ket dissotsiyanadi:





Qahrabo kislotasi



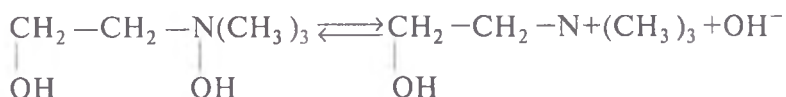
Ishqor (asos)lar gidroksil anionlarini hosil qilib dissotsiatsiyalanadi.



Asoslarning asosiy guruhini ammiakning organik va neorganik hosilalari tashkil etadi.



Metilamin



Xolin

Kislota va asoslardan tashqari boshqa birikmalar ham bo'lib, bular ishqoriy sharoitda vodorod kationlariga dissotsiatsiyalanadi



va kislotali sharoitda gidroksil anionlarini hosil qiladi. Bularga amfolitlar deyiladi.

### Aminokislota tuzi

Birikmalarning erituvchi ta'sirida ionlarga dissotsiatsiyalanishiga (elektr toki ta'sirida) **elektrolitik dissotsiatsiya** deb ataladi. Dissotsiatsiyalanish darajasi foizlarda (%) ifodalanadi.

Elektrolitlar **kuchli**, **kuchsiz** va **o'rtacha** bo'ladi.

Elektrolitlar 0,1N eritmada dissotsiatsiyalanish darajasi 30% va yuqoriroq bo'lsa, kuchli elektrolitlar; dissotsiatsiyalanish darajasi 3–30% bo'lsa, o'rtacha kuchli elektrolitlar; dissotsiatsiyalanish darajasi 3% bo'lsa, kuchsiz elektrolitlar hisoblanadi.

Elektrolitlarning bir xil harorat va konsentratsiyada dissotsiatsiyalanish darajasi qutbli erigan moddalarga nisbatan yuqori bo'ladi.

Elektrolitik dissotsiatsiyalanish xususiyatiga ega bo'lmagan kristallari qutbli moddalar suvli muhitda alohida molekulalarga parchalanib ketadi.

Gidratatsiya paytida ionlar va qutbli funksional guruhlarning xossalari gidratatsiyalangan zarralarga o'xshab, hatto suvning o'zida ham kuchli o'zgarib ketadi.

Gidratatsiya paytida suvdan ozod bo'lgan kristallga o'xshash tuzilishlar parchalanadi va yangilari hosil bo'lib, suv molekulalari gidratatsiyalangan zarralar atrofida tartibli joylashgan bo'ladi.

Agar bu erkin suvga nisbatan yana tartibli joylashishi katta bo'lsa, uning molekulasini harakatdan to'xtaydi va u muzning ayrim xossalari oladi. Bunday holatda gidratatsiya musbat deb ataladi. Bu natriy, magniy, litiy, kalsiy, bariy uchun xosdir.

Ko'p holatlarda suv molekulasini gidratatsiyalangan zarrachalar atrofida toza suvga nisbatan katta siljishiga ega bo'ladi. Bunday gidratatsiya manfiy deb ataladi. Bu kaliy, xlor, yod ionlari uchun xosdir. Organik molekulalarning anion va

kationlar markazida xuddi shunday hodisa bo'lishi mumkin. Organizmning har xil to'qimalari orasida suvni taqsimlashda ular katta rol o'ynaydi. Musbat gidratatsiya suvning issiqlik sig'imini sezilarli darajada orttiradi.

Suv ionli va qutbli birikmalarni parchalab qolmasdan, balki ko'pgina qutbli bo'lmagan moddalarni, radikallarni (ya'ni suv bilan reaksiyaga kirishmaydigan) parchalashi mumkin. Bu moddalarga lipidlar va oqsillar kiradi.

Moddalar qutbsiz gidrofob radikallar bilan bir qatorda qutbli funksional guruhlar (sovun, yog'lar, oqsil) o'zlarining radikallari orasida va funksional guruhi suv molekulasini bilan ta'sir qilib, mitsellalar hosil qilish xususiyatiga ega.

Shunga o'xshash tuzilishlar hujayra membranasi hosil bo'lishida ishtirok etadi. Bu tuzilishlarda erkin suv bilan taqqoslanganda suvning dissotsiatsiyalanishidan hosil bo'lgan vodorod va gidroksil ionlarining harakatchanligi oshadi, bu esa hujayra membranasining yuqori elektr o'tkazuvchanligiga sabab bo'ladi.

## **2.2. Organizmning suv-dispers sistemasi va uning klassifikatsiyasi**

Organizmning suyuq dispers tizimining asosini suv tashkil qiladi: qon, limfa, siydik, tupuk, oshqozon va ichak shirasi, sinoval va orqa miya suyuqligi, hujayra ichki suyuqligi, hujayralar orasidagi suyuqliklar.

Dispers tizimi deb bir xil moddalarning juda mayda bo'laklarga bo'lingan zarralaridan tuzilgan ko'p yoki oz (bir qancha) boshqa moddalar massasiga bo'linganiga aytiladi. Bo'laklarga bo'lingan moddalarga dispers faza deyiladi. Dispersion fazada bo'lingan zarralarga dispersiya muhiti deyiladi.

Ko'pgina organizmning dispers tizimi suyuqlikda suv dispers muhiti bo'lib hisoblanadi. Hujayra membranasi, asosan, oqsillar va lipidlardan tuzilgan bo'lib, u dispers fazasi rolini o'ynashi mumkin. Dispers darajasi, ya'ni (dispers fazasi zarralarining o'lchami bo'yicha) – ular:

- haqiqiy eritmalar,
- kolloid eritmalar,
- aralash eritmalariga bo‘linadi (4-jadval).

4-jadval

Dispersion darajasi bo‘yicha dispers sistemasining klassifikatsiyasi

Tizimning nomlanishi	Dispers fazasi zarralarining o‘lchami	Tizimlarga misollar
Haqiqiy eritmalar: molekular ionli	$10^{-7}$ sm dan kichik	Monosaxaridlar eritmaları, spirtlar, aldegidlar, ketonlar, efirlar va boshqalar
Kolloidli eritmalar: liofillangan — suyuq (kullar) va studenga o‘xshash (gellar) liofobli — suyuq (kullar)	$10^{-7}$ – $10^{-5}$ sm	Oqsil va polisaxarid eritmaları  Metallarning kullari
Aralash: suspenziyalar emulsiyalar	$10^{-5}$ sm dan katta	Qon plazmasidagi (zardob) eritrotsitlar aralashmasi. Sut, ichak shirasidagi yog‘ tomchilari aralashmasi

Haqiqiy eritmalar — bir jinsli, yaltiroq (gomogenli), hatto o‘tkazilgan nur ham ko‘rinmaydi, dispers muhit bilan dispers faza zarralarining o‘rtasidagi bo‘linish chegarasi ham yo‘q. Haqiqiy eritmalarda dispers faza zarralari juda kichik, ular hayvon membranasi va qog‘oz filtridan o‘tib ketadi, sentrifuga-gada cho‘kmaydi.

Haqiqiy eritmalarda dispers faza alohida molekula yoki alohida ion holda bo‘ladi. Dispers faza zarralari molekularining o‘lchami  $10^{-7}$  sm dan kichik bo‘lib, bularga monosaxaridlar, spirtlar, aldegidlar, ketonlar, efirlar kiradi.

Kolloid eritmalarda dispers faza zarralari ko‘pgina mayda molekular aralashmalaridan, ionlar aralashmasi yoki gigant polimer molekular aralashmasidan tashkil topadi.

Bu zarralar aniq ifodalangan sirtga ega bo'lib, ularda murakkab tuzilishga ega bo'lgan adsorbsiya jarayonlari o'tadi.

Kolloid zarralarning asosini yadro tashkil qiladi, uning sirtida ionlar adsorbsiyalanadi.

Yadro o'ziga o'tirgan qatma-qat ionlar va adsorbsiyaga o'tirgan qarama-qarshi ionlar bilan kolloid guruhini hosil qiladi. Granula ham ionlar qanday zaryadga ega bo'lsa, ular ham shunday zaryadga ega bo'ladi. Granula diffuziya qatlamlari bilan ionlarga qarshi mitsellani hosil qiladi. Mitsella elektrik neytral bo'ladi. Kolloid eritmalarda kolloid zarralari va dispers muhit o'rtasidagi bog'lar kuchsiz bo'ladi, bunga liofob bog' deb ataladi (suvli – gidrofob). Anorganik (neorganik) kolloidlar asosan liofoblarni tashkil qiladi. Agar bog' kuchli bo'lsa, erituvchining molekulari yadroda va kolloid zarralarning adsorbsiya qatlamida bo'lishi mumkin. Bunday kolloid eritmalar liofilli eritmalar deyiladi.

Gidrofil kolloid tizim organizm to'qimalarida oqsil va polisaxaridlardan hosil bo'ladi.

Zaryadsiz donadorlar bir-birlari bilan yopishib, kattaroq agregatlarni hosil qiladi. Bu jarayonga koagulatsiya jarayoni deyiladi. Dispersion fazaning yiriklashgan zarralarining dispersion muhitdan ajralishiga sedimentatsiya deyiladi.

Gidrofil kolloid eritmalar ikki: suyuq va studni holatida bo'lishi mumkin. Suyuq kolloid holatiga *zol* deyiladi, studni holatiga *gel* deyiladi.

Haroratning pasayishi va konsentratsiyalarining ortishida, elektrolitlar ta'sirida zol gel holatiga o'tishi mumkin. Masalan, qonning quyushib qolishi. Muskullar qisqarishi natijasida muskul oqsillari gel holatidan zol holatiga o'tadi. Bu razminka qilish paytida haroratning oshishiga yordam beradi.

Kolloid eritmalar mikrogeterogenli hisoblanadi. Dispers fazadagi zarralar o'lchamining kattalashishi ularning geterogenligini (bir xil bo'lmasligi) orttiradi. Bunda tizimning barqarorligi susayadi. Dispers fazadagi zarralar shuncha kattaki, ular hayvon membranasi va qog'oz filtridan o'tmaydi. Aralashma dispers faza va dispers muhitda tez qatlamlarga ajraladi. Agar

dispers muhit qutbli bo'lsa, dispers faza qutbsiz bo'ladi (va aksincha).

Aralashmaga stabilizator kirgizib, mustahkamligini orttirish mumkin.

Stabilizator – bu katta qutbsiz radikal bo'lib, qutbli funktsional guruh bilan birlashgan modda bo'ladi. Stabilizator dispers faza zarrachalarining sirtida joylashgan. Stabilizator zarrachalarning sirtida yupqa plyonka parda hosil qilib, ularni bir-biriga qo'shib ketishidan saqlaydi. Agar dispers fazasi qattiq moddalardan hosil bo'lgan bo'lsa, aralashma – *suspensiya* deb ataladi, agar dispers fazasi zarrachalari suyuq bo'lsa – *emulsiya* deyiladi.

Tirik organizmda ko'proq tarqalgan aralashmalar yog'larning suvli emulsiyasi va yog'ga o'xshash moddalar hisoblanadi. Bularning stabilizatori oqsillar, yog' kislotalar va ularning tuzi – sovun va shuningdek, o't kislotasi bo'ladi.

Biologik suyuqliklarda har xil ko'rinishdagi dispers tizimlar murakkab aralashmalar hosil qiladi. Masalan, qon oqsilning kolloid eritmasi hisoblanib, bunda qon hujayralari, yog' tomchilari, glukoza, aminokislota, sut kislotasi va boshqa moddalar aralashgan holatda bo'ladi.

### **2.3. Organizm suv-dispers tizimining umumiy xossalari**

Dispers tizimning ba'zi bir xossalari dispers fazasi va dispers muhitining kimyoviy tabiatiga bog'liq (rang, solishtirma og'irlik, tozaligi, elektr o'tkazuvchanligi, issiqlik o'tkazuvchanligi), boshqalari dispers faza va dispers muhit zarrachalarining konsentratsiyasini aniqlaydi (qaynash va muzlash harorati, diffuziya tezligi, osmos bosim va h.k.)

#### **2.3.1. Diffuziya**

Diffuziya hayot faoliyati jarayonida katta rol o'ynaydi.

Diffuziya dispers tizimning butun hajmi bo'yicha ixtiyoriy ravishda ularning konsentratsiyasini tenglashtirishga

olib keluvchi dispers faza va dispers muhit zarrachalarining harakatidan so'ng muvozanat holat qaror topadi. Ular tartibsiz harakatda bo'lgani uchun diffuziyaning umumiy yo'nalishini eritmaning har xil qismida erigan modda va erituvchining gradiyentli konsentratsiyasi eriganligini aniqlaydi.

Agar erigan moddaga hech qanday boshqa omillar ta'sir qilmasa, u yuqori konsentratsiya qismidan past konsentratsiya qismiga harakat qiladi. Diffuziya tezligi ko'ndalang oqim tizimi yuzasiga, gradiyent konsentratsiya kattaligiga, tizimning mutlaq haroratiga to'g'ri proporsional bo'lib, zarrachalarning diffuziyalanishi kattaligiga va erituvchining qovushqoqligiga teskari proporsionaldir.

U zarrachalar shakliga ham bog'liq bo'lib, shar shaklidagilari tezroq diffuziyalanadi, tayoqchasimonlari sekinroq diffuziyalanadi.

Organizmdagi kimyoviy reaksiyalarning tezligini, ayniqsa, biologik katalizatorlar – fermentlarning moddalarga o'zaro ta'sirini aniqlashda diffuziya tezligi muhim omil bo'lib hisoblanadi. Organizmdagi kimyoviy almashinuvlarning ba'zi bir qonuniyatlari diffuziya jarayonining ayrim xususiyatlari bilan tushuntiriladi. Masalan, katta tezlikda harakatlanuvchi molekulalar kichik o'lchamli bo'lib, diffuziya yuqori tezlikda boradi ( $\text{CO}_2$ ,  $\text{O}_2$ , sut kislota, vodorod va gidroksil ioni, glukoza).

O'zgarmasdan hujayrada uzoq saqlangan molekulalar katta o'lchamli bo'lib, diffuziya tezligi past bo'ladi (oqsillar, polisaxaridlar, nuklein kislota). Diffuziyaning tez kechishi sitoplazma hosil bo'lishiga olib keladi.

U studni ko'rinishida, nisbatan mukammal tuzilishga ega, asosi ulkan oqsil molekulasidan tuzilgan, bir-birlari bilan tikilgan bo'ladi (bunga endoplazmatik retikulum deb aytiladi).

Bu molekulalar oralig'i diffuziya katta tezlikda boradigan suyuq moddalar bilan to'ldirilgan. Muskul ish paytida diffuziya tezligi ortadi, to'qimalarda haroratning ortishi bilan kuzatiladi.

Hayot faoliyati me'yorida bo'lishi uchun faqatgina suyuq muhitda diffuziya tezligi ma'lum bo'lib qolmasdan, hujayra membranalardan olib o'tiladigan moddalar tezligi aniq bo'lishi kerak.

Barcha ko'rilgan diffuziya qonuniyatlari passiv diffuziyaga oid.

Organizmda "yengillashgan" diffuziya bo'lib, bunda maxsus moddalar – tashuvchilar qatnashadi. Bundan tashqari, "faol transport" (faol tashuvchi) bo'lib, bu jarayon oddiy (passiv) va "yengillashgan" diffuziyadan farq qilib, moddalar konsentratsiyasi gradiyenti qarshisiga olib o'tiladi.

Ko'pgina mineral ionlarning hujayralar orasidagi suyuqlikdan hujayraga yoki teskari tomonga o'tishi, aminokislotalarni ichak bo'shlig'idan ichak hujayralariga o'tishi, glukozaning birlamchi siydikdan buyrak kanalchalari hujayralari orqali qonga o'tishi shu yo'l bilan amalga oshadi.

Moddalarni konsentratsiya gradiyenti qarshisiga o'tib borishi o'z-o'zidan ro'y beradigan jarayon emas: bu energiya sarfi bilan bog'liqdir. Energiya manbayi bo'lib ATF xizmat qiladi.

### 2.3.2. Osmos. Osmotik bosim

Erituvchi ana shunday membranadan o'tish xususiyatiga uning molekulasining o'lchami membrana teshiklari kattaligiga mos kelsa yoki u membrana moddalarida eriydigan bo'lsa ega bo'ladi.

Hayvon yoki o'simlik hujayrasining ustki qatlami protoplazma bilan qoplangan bo'lsa, yarimo'tkazuvchi membrana xususiyatiga ega bo'ladi.

Erituvchi membrana orqali ikki yo'nalishda harakat qiladi, uning harakat tezligi eritma tomonga erigan moddalar uchun katta konsentratsiyada va kam erituvchilarda teskari yo'nalishga nisbatan ancha yuqori bo'ladi.

Yarimo'tkazuvchi membrana orqali bir tomonlama o'tadigan erituvchi diffuziyasiga *osmos* deyiladi.

Istalgan diffuziya singari membrana orqali bo'lingan eritmalar konsentratsiyasini osmos tenglashtirishi mumkin. Ana shunday paytda osmotik muvozanat o'rnatiladi. Bunday paytda membrana orqali ikki yo'nalishda ham bir xil miqdorda erituvchilar o'tadi. Osmos kuchiga **osmotik bosim** deb ataladi. Uning kattaligi bir litr hajmdagi eritmada erigan moddalar zarrachalarining miqdoriga va ularning harakat tezligiga bog'liq (zarrachalar o'lchami va ularning elektr zaryadlari ahamiyatga ega emas).

Eritmaning konsentratsiyasi va harorati ma'lum bo'lgan holda osmotik bosimni quyidagi formula bo'yicha hisoblash mumkin:

$$P_{osm} = CRT,$$

bunda:  $P_{osm}$  – osmotik bosim;

$C$  – eritmaning molar konsentratsiyasi;

$R$  – gaz doimiysi, tinch 0,082 l.atm/grad. mol ga teng;

$T$  – mutlaq harorat ( $t^{\circ}C + 273^{\circ}$ ).

Bu formulaga elektrolit bo'lmagan eritmalar uchun o'rinli bo'lib, elektrolitlarning ionlarga dissotsiyalanish darajasini hisobga oladigan elektrolitlar uchun unga to'g'rilangan izotonik koeffitsiyentini kiritish kerak:

$$P_{osm} = iCRT.$$

Osmotik bosimni o'lchash mumkin. Uning bosimi osmotik muvozanat qaror topgan eritmalarining tashqi bosimiga teng.

Eritmalarining bir xil sharoitda erigan moddalari zarrachalari konsentratsiyasi teng bo'lishi, binobarin, teng osmotik bosimga ega bo'lishiga **izotonik bosim** deb ataladi. Har xil osmotik bosimga ega bo'lishiga **anizotonik bosim** deyiladi.

Ikkita anizotonik eritmada kichik osmotik bosimga ega bo'lganiga **gipotonik bosim**, katta osmotik bosimga ega bo'lganiga **gipertonik bosim** deyiladi.

Agar tirik hujayra izotonik eritma bilan qoplangan bo'lsa, u holda ular orasida osmotik muvozanat qaror topadi va hujayra o'zgarmaydi. Kerak bo'lib qolganda odamning vena qon tomirlariga yoki teri ostiga dori moddalar aralashmasini



Vodorod ko'rsatkichi shkalasi

pH	Kislotalilikning ortishi							Ishqorlikning ortishi							
	Kuchli kislotali muhit			Kuchsiz kislotali muhit				Nejtral muhit	Kuchsiz ishqorli muhit		Kuchli ishqorli muhit				
	0	1	2	3	4	5	6		7	8	9	10	11	12	13
$H^+$ [g-ion/l]	$10^0$	$10^{-1}$	$10^{-2}$	$10^{-3}$	$10^{-4}$	$10^{-5}$	$10^{-6}$	$10^{-7}$	$10^{-8}$	$10^{-9}$	$10^{-10}$	$10^{-11}$	$10^{-12}$	$10^{-13}$	$10^{-14}$
$[OH^-]$ [g-ion/l]	$10^{-14}$	$10^{-13}$	$10^{-12}$	$10^{-11}$	$10^{-10}$	$10^{-9}$	$10^{-8}$	$10^{-7}$	$10^{-6}$	$10^{-5}$	$10^{-4}$	$10^{-3}$	$10^{-2}$	$10^{-1}$	$10^0$

yuborishda ularning eritmalari hujayralarga nisbatan izotonik bo'lishi kerak. Agar tirik hujayrani gipotonik eritmaga solsak, u holda suv osmotik yo'l bilan hujayraga kiradi va uning devoriga ortiqcha bosim bilan ta'sir qiladi.

Erituvchining bunday harakatida eritmaning ichki hujayralar konsentratsiyasi va uning osmotik bosimi sekin-asta kamayadi, hujayraning gidrostatik bosimi uning devorida oshadi. Hujayraning ichki osmotik bosimi tashqariga nisbatan sezilarsiz yuqori bo'lsa, uning zo'riqish holatining me'yorida bo'lishiga *turgor* deyiladi.

Hujayraga suvning ortiqcha kirishi ichki hujayraning osmotik bosimini biroz ortishiga va hujayra funksiyasining buzilishiga hamda hujayra qobig'i yorilib, ayrim paytlarda hujayraning nobud bo'lishiga olib keladi.

Qon hujayrasi uchun bu jarayon *gemoliz* deb ataladi. Agar tashqi eritmaning osmotik bosimi ichki hujayraning osmotik bosimiga nisbatan yuqori bo'lsa, u holda suv hujayraga kirishidan ko'ra ko'proq chiqadi. Buning natijasida hujayra protoplazmasi siqiladi, bunga *plazmoliz* deyiladi. Buning uzoq davom etishi natijasida hujayra funksiyasi buziladi va hujayra nobud bo'ladi. Plazmoliz organizmni chanqash (suvsizlik)dan o'lishiga birdan-bir sababchi bo'ladi.

Tirik hujayraning osmotik bosimi unda o'tadigan kimyoviy jarayonlarga bog'liq. Eriydigan moddalarning erimaydigan moddalarga aylanishi, monomer molekulalardan polimer molekulalarning hosil bo'lishi osmotik bosimni pasaytiradi. Teskari jarayon uni ko'taradi.

Hujayra qobig'i yarimo'tkazuvchi membrananing faqat ayrim xossalriga bo'ysunadi.

Suvda erigan barcha moddalar uchun u o'tmaydi va hujayra ichidagi osmotik bosimning kattaligi umumiy moddalar miqdoriga bog'liq bo'lmasdan, hujayra shirasida erigan ularning ayrim konsentratsiyasigagina bog'liq bo'ladi.

Bundan tashqari, hujayra qobig'ining o'zkazuvchanligi har xil moddalar uchun hujayra faolligining funktsionalligiga bog'liq bo'lishi mumkin. Shuning uchun moddalarning hujayra

qobig'idan o'tishi laboratoriya sharoitida kuzatilgan osmosga qaraganda murakkab jarayon hisoblanadi.

### 2.3.3. Eritmalarning faol reaksiyasi

Organizmdagi suv-dispers tizimining biologik roli va xossalari ulardagi vodorod hamda gidroksil ionlarining konsentratsiyasiga bog'liq. Erkin vodorod ionlarining konsentratsiyasi kislotalik faolligini, erkin gidroksil ionlarining konsentratsiyasi esa eritmalarning ishqoriylik faolligini aniqlaydi.

Bu konsentratsiyalarning nisbati eritma muhit reaksiyasining faolligini aniqlaydi. Eritmada vodorod va gidroksil ionlarining konsentratsiyasi teng bo'lsa, ularni neytral deb ataladi. Agar vodorod ionlari konsentratsiyasi gidroksil ionlari konsentratsiyasiga nisbatan ko'p bo'lsa, eritmada muhit kislotali bo'ladi. Agar vodorod ionlari gidroksil ionlari konsentratsiyasiga nisbatan kam bo'lsa, eritmada muhit ishqorli bo'ladi.

Toza suv reaksiya muhiti neytral bo'ladi. Kuchli qutbli suvning ayrim dissotsialanish darajasi quyidagi tenglama bo'yicha ionlarga ajraladi:



Bu jarayon juda oz dissotsiatsiyalanish konstantasi bilan xarakterlanadi:

$$K = \frac{[\text{H}^+] \cdot [\text{OH}^-]}{[\text{H}_2\text{O}]} = 1,8 \cdot 10^{-16}$$

Demak, taxminan 55 mln molekuladan bittagina molekula ionlarga dissotsialanadi. Bundan ko'rinib turibdiki, dissotsiatsiyalanmagan suv molekularining  $[\text{H}_2\text{O}]$  konsentratsiyasi kattaligi  $\sim 55,56$  mol/l ga teng. Bu qiymatni suvning dissotsiatsiyalanish konstantali formulasiga qo'yib, algebraik almashtirish bajarilgandan so'ng yangi konstanta suvning ionli hosil bo'lishini yozamiz:

$$K_{\text{H}_2\text{O}} = [\text{H}^+] \cdot [\text{OH}^-] = 1,8 \cdot 10^{-16} \cdot 55,56 = 10^{-14}.$$

$10^{-14}$  qiymati  $22^\circ$  haroratda aniqlanadi. Odatda, vodorod ionlari konsentratsiyasi  $[\text{H}^+]$  ishlatiladi va bunga vodorod sonlari deb ataladi.

Shunday qilib, suvning dissotsiatsiyalanishida vodorod va gidroksil ionlari teng miqdorda hosil bo'ladi, ularning konsentratsiyasini toza suvda hisoblash mumkin:

$$[\text{H}^+] = [\text{OH}^-] = \sqrt{K_{\text{H}_2\text{O}}} = \sqrt{10^{-14}} = 10^{-7} \text{ g-ion/l}.$$

Suvga kislotali xarakterga ega bo'lgan modda qo'shilsa, vodorod ionlarining konsentratsiyasi ortadi, suvning dissotsiatsiyalanishini pasaytiradi, shu sababli gidroksil ionlarining konsentratsiyasi kamayadi.

Suvga ishqorli xarakterga ega bo'lgan modda qo'shilsa, gidroksilning ortiqcha ionlari vodorod ionlarining dissotsiatsiyalanishini pasaytiradi va vodorod ionlarining konsentratsiyasini kamaytiradi.

Shunday qilib, kislotali muhitda vodorod ionlari konsentratsiyasi  $10^{-7}$  g-ion/l dan yuqori, ishqorli muhitda — bu ko'rsatkichdan kichik bo'ladi.

Gidroksil ionlarining konsentratsiyasini quyidagi formula bo'yicha hisoblash mumkin:

$$[\text{OH}^-] = \frac{K_{\text{H}_2\text{O}}}{[\text{H}^+]}$$

Vodorod soni — darajaning manfiy ko'rsatkichdagi soni bo'lganligi uchun uni hisoblashda qo'llash qiyinroq. Shuning uchun eritmalardagi reaksiya muhiti faolligini xarakterlash uchun vodorod ko'rsatkichi (pH) qo'llaniladi.

$$\text{pH} = \lg [\text{H}^+]$$

5-jadvalda vodorod va gidroksil ionlari orasidagi konsentratsiyasining bir-biriga bog'liqligi, vodorod ko'rsatkichi va muhit reaksiyasi keltirilgan.

Biologik suyuqliklarda vodorod ko'rsatkichi (pH)ni aniq o'lchash katta ahamiyatga ega bo'lib, ko'pgina biokimyoviy jarayonlar faqat reaksiyalar qat'iy aniqlangan muhitda o'tadi.

Muhitda vodorod yoki gidroksil ionlarining ortiqcha bo'lishi nafaqat jarayon o'tishini tezlashtirishi yoki pasaytirishi, balki uning yo'nalishini o'zgartirishi ham mumkin.

Biologik suyuqliklarda pH ni kolorimetrik (indikatorlar yordamida) yoki elektrometrik (maxsus asboblardan – pH-metrlar yordamida) aniqlash mumkin.

Eritmalarning kislotalik yoki ishqorlik faolligi, ya'ni vodorod yoki gidroksil erkin ionlarining konsentratsiyasi kuchli elektrolitik eritmalarda umumiy kislotalik yoki ishqorlikka juda yaqin, erkin va bog'langan dissotsiatsiyalanmagan molekullardagi vodorod yoki gidroksil ionlari yig'indisiga teng.

Eritmalarning umumiy kislotalik va ishqoriyligi titrlash orqali aniqlanadi. Kuchsiz elektrolit eritmalarida kislotalik faolligi yoki ishqoriyligi umumiyga nisbatan ancha kam.

#### **2.3.4. Eritmalarning buferlik ta'siri**

Moddalar almashinuvi jarayonida doimo oraliq mahsulotlari sifatida kislotali yoki ishqorli xarakterga ega bo'lgan moddalar hosil bo'ladi. Bular organizm ichki muhitining reaksiya faolligini kuchli o'zgartirishi mumkin.

Ammo bu o'zgarishlar umuman bo'lmaydi yoki pH qisman surilishi bilan kuzatilishi mumkin.

Bu organizmlarda moddalar tizimi borligi shuni ko'rsatadiki, ya'ni buferlik xossasi bo'lib, kuchsiz dissotsiatsiyalanadigan molekullarni ortiqcha vodorod yoki gidroksil ionlari birlashtirib oladi. Bufer eritmalar suyultirilganda buferlik ta'sirini saqlaydi.

Tipik bufer tizimi kuchli asoslardan kuchsiz kislotalarning eritmaları va ularning tuzlari yoki kuchli kislotalar, kuchsiz

asoslar ularning eritmalari va tuzlari aralash eritmalaridan iborat (6-jadval).

6-jadval

Tirik organizmda ko'proq tarqalgan buferlik tizimi

Bufar tizimining nomlanishi	Bufar tizimini hosil qiluvchi moddalar
Kislotali bufer tizimi	
Bikarbonatli	$H_2CO_3 + NaHCO_3$
Oqsilli	oqsil — kislota + oqsil - tuz
Fosfatli	$NaH_2PO_4 + Na_2HPO_4$
Asetatli	$CH_3COOH + CH_3COONa$
Ishqorli bufer tizimi	
Ammoniyli	$NH_4OH + NH_4Cl$

Bikarbonat tizimi misolida buferlik ta'sirini ko'rib chiqamiz. Ko'mir kislotasining dissotsiyalanishi uncha katta emas, uning tuzlarining dissotsiyalanishi to'liq, bikarbonat tizimi tarkibini quyidagicha tasavvur qilish mumkin:



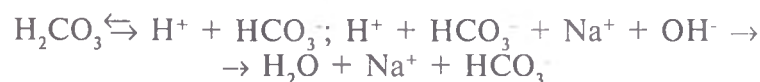
Agar bu tizimga kuchli kislotadan qo'shsak, masalan, almashinuv jarayonida tez hosil bo'lib turadigan sut kislotasi, unda oxirgacha dissotsiyalangan ionlar  $CH_3CHOHCOO^-$  va  $H^+$ , unda reaksiyada ortiqcha vodorod ionlari anion bo'lib qatnashadi.



Kuchsiz dissotsiyalanuvchi  $H_2CO_3$  molekulasini hosil bo'lib, ortiqcha vodorod ionlari qo'shilgan bo'ladi.

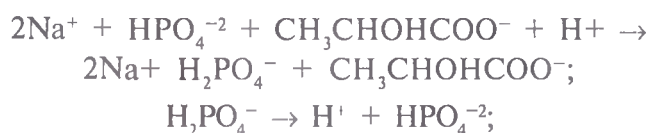
Eritmada qolgan  $CH_3CHOHCOO^-$  anionlari va  $Na^+$  kationlari eritmadagi muhit reaksiya faolligiga ta'sir qilmaydi. Agar bufer tizimiga ishqorlarni ortiqcha qo'shsak, masalan,

NaOH to'lguncha eritmada dissotsiyalanadi, Na<sup>+</sup> va OH<sup>-</sup> ionlariga reaksiyada ortiqcha gidroksil ionlari bilan H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> molekulasiga qatnashadi, dissotsiatsiya darajasi kattalashadi, keyin esa kuchsiz dissotsiyalanadigan suv molekulasiga vodorod gidroksil ionlari qo'shiladi.



Eritmada qolgan HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> anionlari va Na<sup>+</sup> kationlari muhitning reaksiya faolligiga ta'sir qilmaydi.

Boshqa bufer tizimi xuddi ana shunday prinsipda ta'sir qiladi. Masalan, fosfatli:



Tizimning bufer ta'siri chegarasiz emas. Ko'proq kislota yoki ishqor qo'shilsa, bufer tizimi moddalarining zaxirasi tugaydi va muhitning reaksiya faolligi o'zgaradi.

Eritmada bufer ta'siri xususiyatlarining miqdoriy ifodalashiga bufer hajmi deb ataladi.

#### ***Nazorat savollari***

1. Suv molekulasini necha qutbli bo'ladi?
2. Dispers tuzilishning turlarini sanab bering.
3. Diffuziya nima?
4. Osmos va osmotik bosimni tushuntiring.

---

### 3-bob.

## KARBONSUVLAR

### 3.1. Karbonsuvlarning umumiy xarakteristikasi va klassifikatsiyasi

Karbonsuvlar juda katta guruh birikmalari bo'lib, uglerod, vodorod va kisloroddan tashkil topgandir. Ularning umumiy formulasi



Ba'zi bir murakkab karbonsuvlar oz miqdorda azot (N<sub>2</sub>) va oltingugurt (S) dan iborat bo'ladi.

Karbonsuvlar barcha tirik organizmlar tarkibiga kiradi. Biosferada karbonsuvlar boshqa organik birikmalarga nisbatan juda ko'pdir.

O'simliklarda karbonsuvlar (quruq tanaga nisbatan) 80% bo'ladi.

Odam va hayvon organizmida ular juda ham oz miqdorda bo'lib, faqat jigarda 5–10% gacha, skelet muskullarida 1–3%, yurak muskullarida ~ 0,5%, bosh miyada ~ 0,2% bo'ladi. Karbonsuvlar energiya manbai bo'lib xizmat qiladi: 1 g karbonsuvning oksidlanishi (yonishi)dan 17,1 kJ energiya ajraladi.

Saxaroza, laktoza, kraxmal, inulin, glikogen murakkab karbonsuvlar bo'lib, zaxira ovqat mahsulotlari hisoblanadi.

O'simliklarda kletchatka, hasharot va qisqichbaqalarda xitin, hayvon hamda odamlarda gialuron kislotasi tirik to'qimalarga mexanik mustahkamlik beradi.

Karbonsuvlar murakkab oqsillar, nuklein kislotalari va yog'ga o'xshash moddalar – glikolipidlarning qurilish materiallari bo'lib xizmat qiladi. Tirik organizmlarda oqsillar va yog'larning me'yoriy oksidlanishi karbonsuvlarsiz bormaydi.



Yashil o'simliklar karbonsuvlarni sintez qilish xususiyatiga ega bo'lib, ular  $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$  va quyosh energiyasidan foydalanib, karbonsuvlarni sintezlaydi.

quyosh energiyasi



Odam va hayvonlar esa bunday qobiliyatga ega emas, ular karbonsuvlarni ovqat bilan (65%) oladi.

Kimyoviy tuzilishiga qarab karbonsuvlar aldegidospirtlar va ketospirtlardir yoki ularning hosilalari hisoblanadi.

Karbonsuvlar klassifikatsiyasi bo'yicha 3 sinfga bo'lib o'rganiladi:

- 1) monosaxaridlar;
- 2) oligosaxaridlar;
- 3) polisaxaridlar.

Monosaxaridlar gidrolizlanmaydi. Oligosaxaridlar gidrolizlanadi, 2 dan 10 tagacha monosaxaridlarni, polisaxaridlar esa gidrolizlanib, ko'p molekullari monosaxaridlarni hosil qiladi.

### 3.2. Monosaxaridlar

**Monosaxaridlar** yoki oddiy qandlar rangsiz kristall birikma bo'lib, suvda yaxshi eriydi, ammo qutbsiz erituvchilarda erimaydi. Ko'pincha monosaxaridlar shirin ta'mli bo'ladi.

Ularning molekullari 2 dan 7 tagacha uglerod atomidan tashkil topgan bo'lib, to'g'ri zanjirdan iborat.

Karbonsuvlar uglerod atomlari soniga qarab quyidagilarga bo'linadi:

- biozalar ( $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2$ );
- triozalar ( $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}_3$ );
- tetrozalar ( $\text{C}_4\text{H}_8\text{O}_4$ );
- pentozalar ( $\text{C}_5\text{H}_{10}\text{O}_5$ );
- geksozalar ( $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ );
- geptozalar ( $\text{C}_7\text{H}_{14}\text{O}_7$ ).

Tabiatda ko'p uglerod atomli monosaxaridlar bo'lmaydi, ammo sintetik yo'l bilan olinishi mumkin.

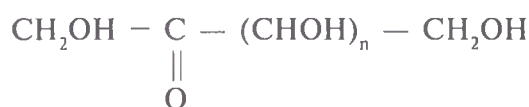
Keltirib o'tilgan karbonsuvlarda uglerod va kislorod atomlari bir xildir, ammo ayrim monosaxaridlarda kislorod kam bo'ladi, masalan, dezoksiriboza –  $C_5H_{10}O_4$ .

Hamma monosaxaridlar bitta karboksil ( $>C=O$ ) guruhga va bir nechta spirt gidroksili ( $-OH$ ) ga ega.

Agar karboksil uglerod zanjirining oxirida joylashgan bo'lsa, u aldegid guruhini hosil qiladi va monosaxarid aldoza deyiladi, masalan



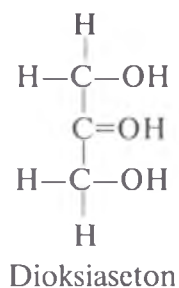
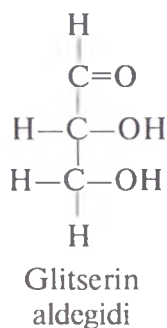
Agar karboksil uglerod atomlari orasida joylashgan bo'lsa, unda keton guruhini hosil qiladi va monosaxarid ketoza deb yuritiladi. Masalan:



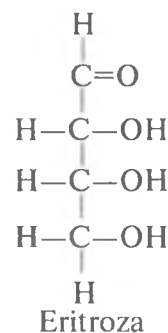
Tarkibida uchta uglerod atomi va aldegid bor monosaxaridlarni *aldotrioz*a deb, oltita uglerod atomi va keton guruhi bo'lsa, *ketogeksoza* deb yuritiladi.

Monosaxaridlar juda tez kimyoviy reaksiyalarga kirishganligi uchun juda kam holatlarda erkin holda uchraydi. Organizmda ular ko'proq hosilalar holida bo'ladi. Odam va hayvonlar organizmida o'pkadan ko'p har xil monosaxaridlar topilgan. Quyidagi monosaxaridlar eng ko'p uchraydi:

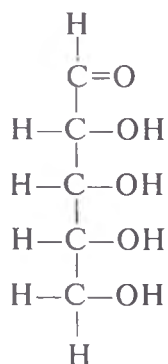
#### Triozalar



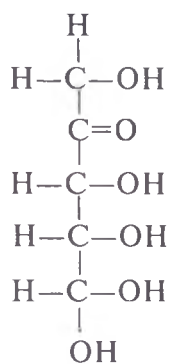
#### Tetroza



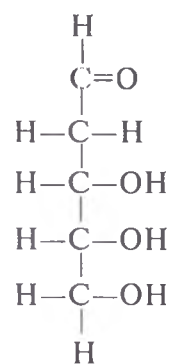
### Pentozalar



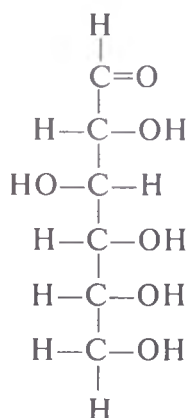
Riboza



Ribuloza

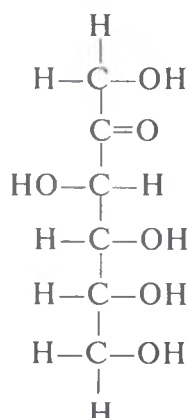


Deoksiriboza



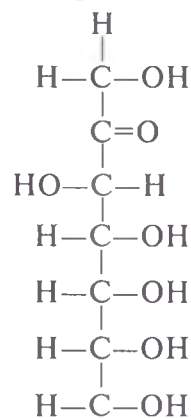
Glukoza

### Geksozalar



Fruktoza

### Geptoza



Sedogeptuloza

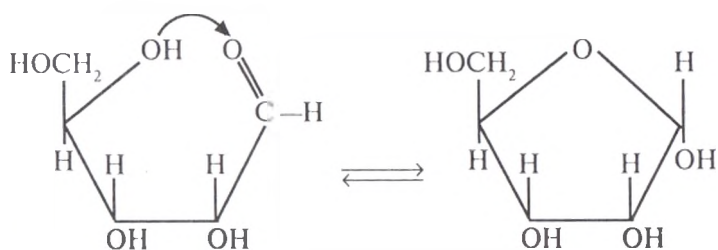
Faqatgina glukoza o'simlik shirasida va hayvon, odam limfasida, qonda, hujayra suyuqligida erkin holda uchraydi. Odam qonida, tinch holatida 0,8–1,1 g/l glukoza bo'ladi.

Monosaxaridlar ichida ko'p tarqalgani – bular pentoza va geksozalardir. Glitserin aldegidi, dioksiaseton, eritroza, riboza, ribuloza, glukoza, fruktoza, sedogeptulozalar tirik organizmda karbonsuvlar almashinuvining oraliq mahsulotlaridir.

Riboza, dezoksiriboza mononukleotidlar va nuklein kislotalari tarkibiga kiradi.

Glukoza, fruktoza, galaktozalar asosiy moddalar hisoblanadi. Monosaxaridlarda izomerlar bor. Masalan, glukoza va fruktoza.

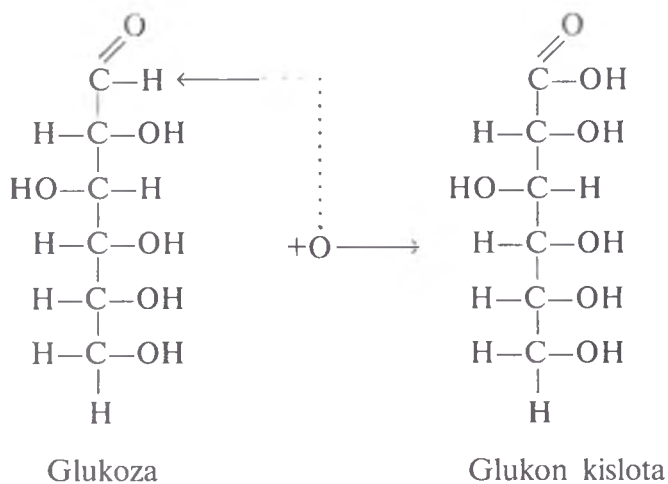
**Monosaxaridlar** 5 ta va undan ko'proq uglerod atomlari yordamida davriy shaklni ham hosil qiladi:



A. Ribozaning (aldegid) davriy shakli

B. Ribozaning (poluasetal) davriy shakli

Monosaxaridlarning kimyoviy xossalari ular tarkibidagi karboksil va spirt guruhlariga bog'liq bo'lib, poluasetal (glukozid) gidroksili boshqa gidroksil guruhlarga nisbatan juda faol reaksiyaga kirishadi.



Glukoza

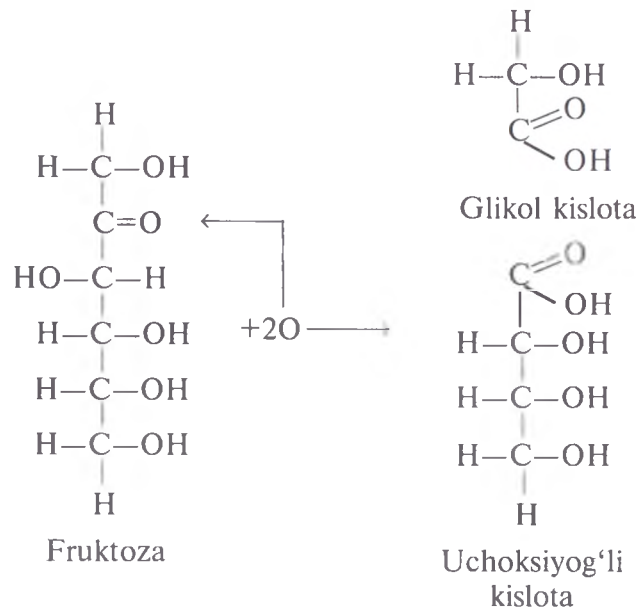
Glukon kislota

Karboksil guruhi hisobiga monosaxaridlar oksidlanadi yoki qaytariladi.

**Aldozalar** kislotali yoki neytral muhitda juda kuchsiz oksidlar yordamida oksidlanib, aldegid spirt kislotalarini hosil qiladi. Ana shu yo‘l bilan glukozadan glukon kislotasi, galaktozadan galakton kislotasi hosil bo‘ladi.

Odam organizmida bu kislotalarning fosforlangan shakllari uchraydi.

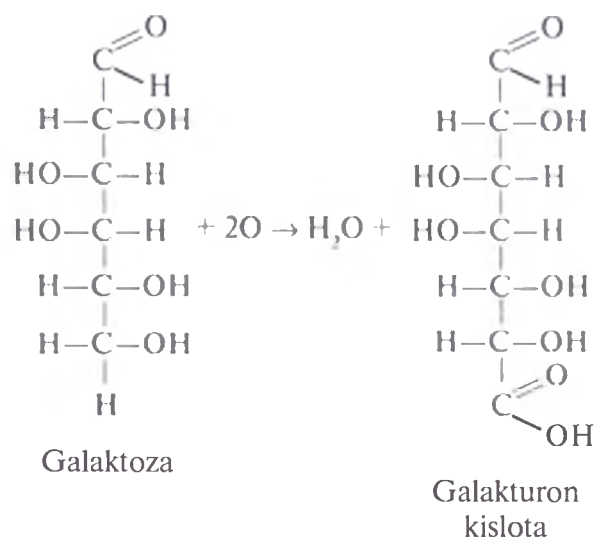
Ketozalar kuchli oksidlovchilar bilan oksidlanib, bunda ularning uglerod zanjiri uziladi:



Ishqoriy muhitda aldoza va ketozalar uglerod zanjirining uzilishi bilan oksidlanadi.

Ma'lum sharoitlarda, masalan, geksozalarning oksidlanishidan, uglerod zanjirining uzilishi hisobiga pirouzum va sut kislotasi hosil bo‘ladi:





Glukuron kislotasi davriy holatda ayrim polisaxaridlar va murakkab oqsillar tarkibiga kiradi. Bundan tashqari, glukuron kislotasi jigarda biologik zaharli moddalarni zararsizlantirishda ishlatiladi.

O'simliklarda geksozalarning ko'proq oksidlanishidan C vitamini – askorbin kislotasi hosil bo'ladi.

Monosaxaridlar molekularida gidroksil guruhlarining mavjudligi murakkab efirlar reaksiyalarini yuzaga keltiradi.

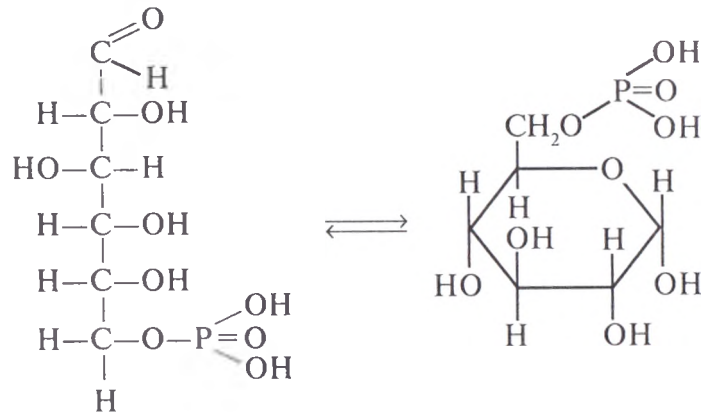
Monosaxaridlar ichida fosforli efirlar ko'proq tarqalgan hisoblanadi.

Shuningdek, murakkab karbonsuvlar tarkibida sulfatli efirlar ham uchraydi.

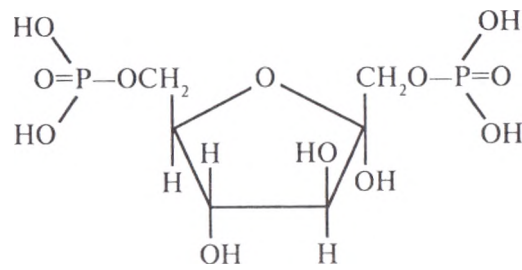
Ular davriy va davriy bo'lmagan holatlarda uchraydi. Davriy shakllari mustahkam hisoblanadi.

Glukozid gidroksillari ham efirlar hosil bo'lishida ishtirok etishi mumkin. Bunday efirlar faqat davriy shaklda bo'ladi.

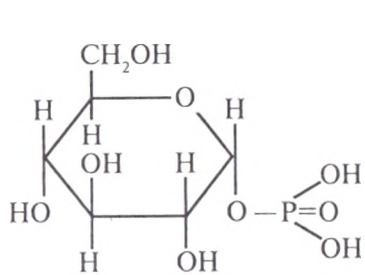
Glukozaning gidroksil guruhi hisobiga bo'lgan glukozaning murakkab efiri va fosfor kislotasi – glukoz-1-fosfat – polisaxaridlarning hosil bo'lishi va parchalanishi jarayonida katta rol o'ynaydi.



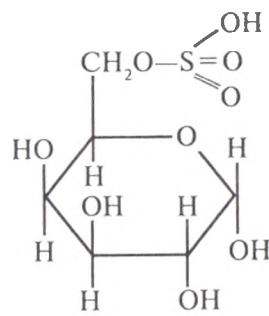
Glukoza-6-fosfat



Fruktoza-1,6-difosfat

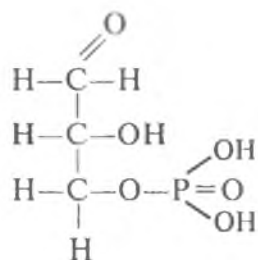


Glukoza-1-fosfat



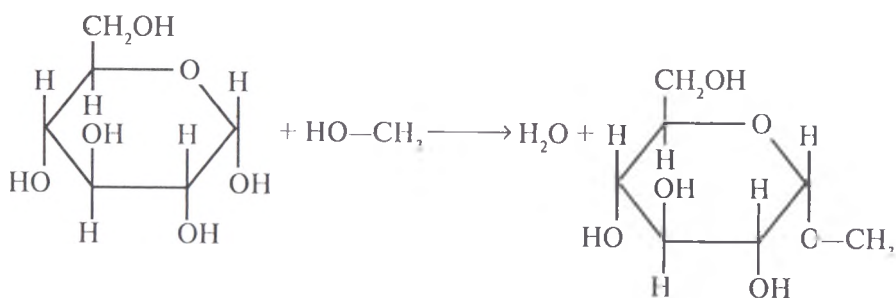
Galaktoza-6-sulfat





Fosfoglitserin aldegidi

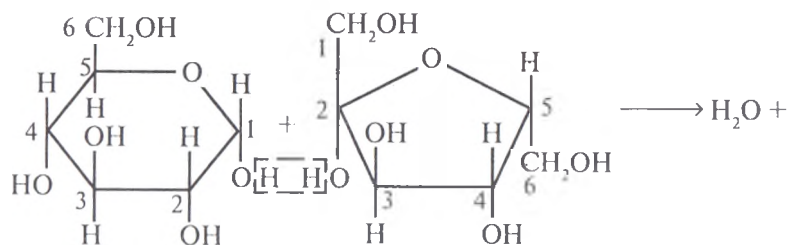
Monosaxaridlar glukozid gidroksili hisobiga spirtlar bilan reaksiyaga kirishib, oddiy efirlarni hosil qiladi. Masalan:



Glukoza

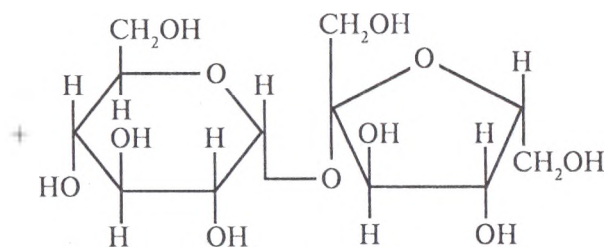
Metilglukozid

Bir monosaxaridning glukozid gidroksili glukozidlar bilan yoki ikkinchi monosaxaridning ikkilamchi spirt gidroksili bilan o'zaro ta'sirlashib murakkab karbonsuylarni hosil qiladi: oligo- va polisaxaridlar.



Glukoza

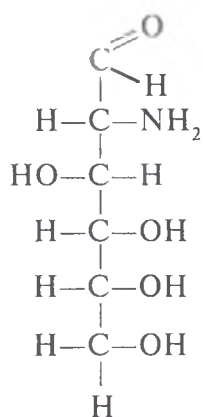
Fruktoza



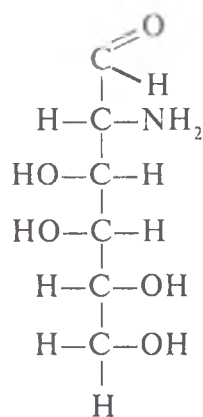
Saxaroza

Monosaxaridlarning tabiatda keng tarqalgan 2 ta aminohosilalari bo'lib, bular glukozamin va galaktozaminidir.

Bular o'ziga tegishli monosaxaridlarning ikkinchi uglerodagi gidroksil guruhlarining amin guruhiga almashinuidan hosil bo'ladi:



Glukozamin



Galaktozamin

Bular davriy va davriy emas shaklda bo'lishi mumkin.

Glukozamin – umurtqali hayvonlar to'qimalarida uchrab, ko'pgina polisaxaridlar tarkibiga kiradi.

Galaktozamin esa glukoproteidlar komponenti hisoblanib, tog'ay to'qimalarida va glikolipidlarda bo'ladi.

### 3.3. Oligosaxaridlar

**Oligosaxaridlar** — karbonsuvlar bo‘lib, uncha ko‘p bo‘lmagan monosaxarid qoldiqlaridan tuzilgan.

Bular ichida juda ko‘p tarqalgan di- va trisaxaridlar.

Oligosaxaridlar, asosan, o‘simliklarda uchraydi. Odam va hayvon organizmida polisaxaridlarning parchalanishidan oraliq mahsulot sifatida disaxarid maltoza hosil bo‘ladi. Odam va hayvon sutida disaxarid laktoza bor.

Disaxarid saxaroza odam organizmiga ovqatlar bilan kiradi (qand lavlagi, klen qand shirasi).

Disaxaridlar rangsiz kristall modda bo‘lib, suvda yaxshi eriydi, shirin ta‘mga ega.

Saxaroza, laktoza va maltozalar geksozalarning 2 ta qoldig‘idan tashkil topgan bo‘lib, izomerlar hisoblanadi.

Ularning tarkibi quyidagi emperik formula orqali ifodalanadi:



Tuzilishi bo‘yicha xossalari bilan ular bir-birlaridan farq qiladi.

Gidroliz reaksiyasi bular uchun xarakterli bo‘lib, odam organizmida gidrolitik fermentlar ta‘sirida parchalanadi.

### 3.4. Polisaxaridlar

Polisaxaridlar yuqori molekular moddalar bo‘lib, yuzlab va minglab monosaxarid qoldiqlaridan yoki ularning hosilalaridan iboratdir.

Polisaxaridlarning kimyoviy tuzilishi bir xil bo‘lib, ular chiziqli yoki tarqalgan polimerlardan iborat. Ularda monomerlar glukozid — glukozid bog‘lari bilan bog‘langan.

Ikki xil polisaxaridlar bo‘lib, ular **gomopolisaxaridlarga** va **geteropolisaxaridlarga** bo‘linadi.

Gomopolisaxaridlar — bular qattiq, suyuq bo‘lmagan, uchuvchan emas, kristall tuzilishiga va shirin ta‘mga ega emas

moddalar. Ko'pgina gomopolisaxaridlar suvda erimaydi yoki kolloid holdagi eritmalar hosil qiladi. Ular o'simliklar dunyosida keng tarqalgan bo'lib, hayvonlar dunyosida kam tarqalgan. Ko'pgina biologik ahamiyatga ega bo'lgan glukoza polimerlari – kraxmal, glikogen va kletchatka hisoblanadi. Ularni quyidagi formula  $(C_6H_{10}O_5)_n$  bilan ifodalash mumkin, ammo ulardagi monomerlar har xil bo'ladi.

O'simliklarda fruktoza polimerlari tez-tez uchrab, inulin va pektin kislotasi ko'p marta takrorlanadigan galakturon kislotasining hosilalari hisoblanadi.

**Kraxmal** – bu yovvoyi o'simliklar donida ko'proq uchrab, kartoshka tuganagida, o'simliklarning ko'k qismlarida bo'lib, fotosintez mahsuloti sifatida hosil bo'ladi. Uning ikkita har xil turi bo'lib, amiloza 15–25% ni, amilopektin esa 75–85% ni tashkil etadi.

Ular bir xil monomerlardan tashkil topgan bo'lib, tuzilishi bo'yicha har xildir. Amiloza suvda yaxshi eriydi. Amiloza molekulasida glukoza qoldiqlari kislorod «ko'priklari» orqali birinchi va to'rtinchi uglerod atomi orqali bog'langan.

Glukoza qoldiqlari tarmoqlanmagan zanjir hosil qiladi. Molekular massasi 16000–160000.

Amilopektin molekulasida glukoza qoldiqlarining tarmoqlangan zanjiridan iborat bo'lib, birinchi va oltinchi uglerod atomlari orqali bog'langan. Amilopektinning molekular massasi 100000–1000000 (600–6000 glukoza qoldig'i).

Amilopektinning har bir shoxida 18–20 tagacha monomerlar bo'lib, fazoda spiral bo'yicha joylashgan. Kraxmalning bo'laklarga bo'linishi natijasida (bular non va ovqatlar pishirishda) eruvchan dekstrinlar hosil bo'ladi.

**Glikogen** yoki hayvon kraxmali o'zining tuzilishi bo'yicha amilopektinga yaqin. Molekular massasi – 1000000–5000000 (6000–30000 glukoza qoldiqlari).

Glikogenning shoxlanish darajasi amilopektinnikiga qaraganda ko'p, ammo shoxlari qisqa bo'ladi. Ular 10–12 glukoza qoldig'idan tuzilgan. Glikogen issiq suvda kolloid eritma holida eriydi.

Glikogen bir jinsli bo'lmagan, har xil molekular massasi va shoxlanish darajasi bo'lgan polisaxaridlar aralashmasidan iborat.

Glikogenning bir qismi oqsillar bilan birikkan bo'ladi. Glikogen jigar va muskullarda kam miqdorda uchraydi. Kraxmal va glikogen organizmda yig'ilib, hayot faoliyati jarayonida energiya manbai bo'lib xizmat qiladi.

**Kletchatka** (selluloza) o'simlik hujayra po'stining asosiy qismini tashkil etadi. Paxta, linyan tolasi, filtr qog'ozlari toza kletchatka bo'lib hisoblanadi.

Molekular og'irligi 100000–500000 kletchatka molekulasida zanjirlar orasida gidroksil guruhlar ishtirokida vodorod bog'lari hosil bo'ladi, natijada yo'l-yo'l tuzilishga o'xshash bo'lib, ular sovuq va issiq suvda erimaydi.

**Geteropolisaxaridlar** – odam va hayvon organizmida geteropolisaxaridlar biriktiruvchi to'qimalarda bo'lib, tog'ay, hujayra po'sti, shilimshiq ajraluvchi moddalar bo'ladi. Bularga gialuron kislotasi, xondroitin kislotasi, geparinlar kiradi.

Gialuron kislotasi – glukuron kislotasi va asetilglukozaminning chiziqli polimeridir.

U hujayra devori uchun yopishtiruvchi modda bo'lib, to'qimalar hayot faoliyati uchun kerakli hisoblanib, ko'z tanasining shisha qismida va sinovial suyuqligida topilgan.

**Xondroitin kislotaning** tarkibida glukuron kislotasi va asetilgalaktozaminning sernokisliyi **efiri** bor. U hujayra po'stida, tog'ayda, suyak to'qimasida va ko'z qorachig'ida topilgan.

**Geparin** ham xuddi xondroitin kislotasi singari tuzilgan bo'lib, boshqacha tuzilishga ega bo'ladi. U jigar, o'pka, arteriya devorida bo'lib, qonni quyushib qolishidan saqlaydi va organizmni infeksiyalardan saqlashda ishtirok etadi.

#### ***Nazorat savollari***

- 1. Karbonsuvlarning umumiy formulasini yozing.*
- 2. Karbonsuvlar necha sinfga ajratiladi?*
- 3. Aldoza va ketozalarning bir-biridan farqi nima?*
- 4. Polisaxaridlarga misollar keltiring.*

---

#### 4-bob.

### LIPIDLARNING TUZILISHI, XOSSALARI VA VAZIFALARI

Lipidlarga tirik hujayralardagi katta guruh organik birikmalar kiradi. Ularning tuzilishi har xil bo'lib, bir qancha fizik-kimyoviy xossalari jihatidan umumiy hisoblanadi.

Ularning umumiy xususiyatlaridan biri – suvda erimasligidir (gidrofobli).

Ular qutbsiz (qutbmas) erituvchilarda: aseton, benzol, xloroform metil va etil spirtlarida yaxshi eriydi.

Lipidlar tarkibida ko'pgina va har xil tuzilishli birikmalar aniqlangan bo'lib, bularga yuqori yog' kislotalari, spirtlar, aldegidlar, karbonsuvlar, azot asoslari, aminokislotalar, fosfor kislotalari kiradi.

Bu birikmalar bir-birlari bilan har xil bog'lar orqali bog'langan bo'ladi: murakkab efir, oddiy efir, glikozid, amid va boshqalar.

Hamma lipidlarni quyidagi sinflarga bo'lish mumkin:

1. Neytral yog'lar.
2. Fosfolipidlar.
3. Sfingolipidlar.
4. Glikolipidlar.
5. Steroidlar.
6. Mum.

Ba'zan lipidlarga yog'da eruvchi vitaminlar, pigmentlar va boshqa moddalar, suvda erimaydigan va to'qimalardan organik erituvchilarda ajratib olinadigan moddalar kiradi.

Lipidlar odam, hayvon, o'simlik to'qimalari tarkibida bo'ladi.

Lipidlar ko'proq bosh va orqa miyada, jigarda, yurakda va boshqa organlarda bo'ladi.

Lipidlar nerv to'qimalarida 25%, hujayra va subhujayra membranalarida 40% ni tashkil etadi.

Bir qancha belgilariga qarab lipidlar (yordamchi zaxiradagi) rezerv va protoplazmatik lipidlarga ajratiladi.

Rezerv lipidlar yog' to'qimalarida, ya'ni teri osti yog' kletchatkasida (yog' to'planadigan joy – salnikda), buyrak qobig'ida va boshqa organlar atrofida to'planadi.

Yog' to'qimasi yig'ish funksiyasini bajaradi, u qondan o'ziga lipidlar yutish xususiyatiga ega va shu bilan birga ularni ozod etib, organizmning energiyaga bo'lgan ehtiyojini qondiradi.

Rezerv lipidlar miqdori juda keng holatda o'zgarishi mumkin. Ular ovqatlanish rejimiga, ish faoliyatining harakatiga, funksiyasiga va har xil omillarga qarab o'zgarishi mumkin.

Rezerv lipidlar tana og'irligi me'yorida 10–15% gacha semirganda 30% gacha o'zgaradi.

Organizm to'qimalarida membrana tuzilishida ishtirok etgan protoplazmatik lipidlar, aksincha o'ta turg'un bo'ladi.

Protoplazmatik lipidlar organizmning charchashi, och qolishida va har xil ratsionda ovqatlanishida o'zgarmaydi.

**Lipidlar** – lipoproteidlar shaklida, ya'ni murakkab birikmalar, maxsus oqsillar va tuzilishi jihatidan har xil yog'lar va yog'ga o'xshash moddalar holatida tashiladi.

Lipoproteidlar bir necha sinflarga bo'linadi:

1. Zichligi juda kam LP-ZJKLP;
2. Zichligi kam LP-ZKLP;
3. Zichligi katta LP-ZKuLP;
4. Zichligi juda katta LP-ZJKuLP;
5. Xilomikronlar XM.

Bu sinf lipoproteidlar o'zlarining kimyoviy tarkibi, zarrachalarining katta-kichikligi, maxsus funksiyasi bilan birbirlaridan farq qiladi.

ZJKLP – endogen triglitsiridlarni tashiydi;  
ZKLP va ZYuLPlar – xolesterinni tashiydi;

XM – bu lipoproteidlar ichida biroz kattaroq hisoblanadi.

5000 A ga teng, asosiy funksiyasi – ekzogen triglitsiridlarni tashiydi.

Lipidlar biologik jihatdan ko'p funksiyali birikmalar hisoblanadi.

Membrana tuzilishida asosiy qurilish materiallari bo'lib, regulatorlik vazifasini bajaradi.

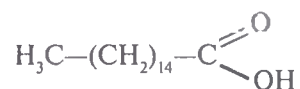
Energetik material sifatida (ya'ni yog' depolarida lipidlar to'planib, keyin esa energiya manbai sifatida sarflanadi); masalan, qushlarda tana og'irligiga nisbatan 50% yog'lar to'planadi, ya'ni migratsiya yoki bir joydan ikkinchi joyga uchib o'tish uchun; uchib o'tgach hamma to'plangan yog'lar sarflanadi. "Zolotistaya rjanka" qushi ovqatlanmasdan 4000 km masofani uchib o'tgan.

O'simliklarning urug'ida 90% yog'lar himoya funksiyasini boshqaradi (sovuqdan saqlash), endogen suvlarni hosil qiladi. Masalan, tuyaning o'rkachida yig'ilgan yog'larning oksidlanishidan o'ziga nisbatan 2 martadan ko'proq suv hosil qiladi, karbonsuvlarga nisbatan zaxira holatda bo'ladi, kungaboqar urug'ida 60% tana massasiga nisbatan 1 gr yog'ning yonishidan 3,9 kJ issiqlik ajraladi.

#### 4.1. Yog' kislotalari

Yog' kislotalari lipidlarning bir necha turlarining muhim tuzilish birikmalari hisoblanadi, bunda ular murakkab efirlar va amidlar ko'rinishida bo'ladi.

Lipidlar tarkibiga to'yingan va to'yinmagan yog' kislotalari kiradi (7-jadval). Ular (to'liq) juft uglerod atomlaridan tuzilgan. To'yingan yog' kislotalari (masalan, palmitin kislotasi) to'g'ri tarqalmagan uglerod zanjiridan tashkil topgan bo'ladi:



Palmitin kislotasi



To'yinmagan yog' kislotalari qo'shbog'li bo'lganligi uchun sis va trans izomerlarni hosil qilishi mumkin. Ammo hayvon yog'larida sis izomerlar aniqlangan bo'lib, uglerod zanjirining qo'shbog'i faqat 30° ga burilgan bo'ladi.

Uglerod atomining soni ortishi bilan to'yingan va to'yinmagan yog' kislotalarining qaynash, parchalanish harorati ortib boradi.

Yog' kislotalari qattiq (stearin yog' kislotalari) yoki suyuq (linol, araxidon) modda bo'lishi mumkin. Bular suvda erimaydi, kam miqdorda spirtga eriydi.

7-jadval

Ayrim ahamiyatga ega bo'lgan yog' kislotalari

Umumiy ishlatiladigan nomi va shakli	Uglerod atomlari soni	Tuzilishi
To'yingan yog' kislotalari		
Yog' kislotalari $C_3H_7COOH$	4	$CH_3 - (CH_2)_2 - COOH$
Palmitin kislotalari $C_{15}H_{31}COOH$	16	$CH_3 - (CH_2)_{14} - COOH$
Stearin kislotalari $C_{17}H_{35}COOH$	18	$CH_3 - (CH_2)_{14} - COOH$
To'yinmagan yog' kislotalari		
Olein kislotalari	18	$CH_3(CH_2)_7CH=CH(CH_2)_7COOH$
Linol kislotalari	18	$CH_3(CH_2)_4CH=CHCH_2CH=CH(CH_2)_7COOH$
Linolein kislotalari	18	$CH_3CH_2CH=CHCH_2CH=CHCH_2CH=CH(CH_2)_3COOH$
Araxidon kislotalari	20	$CH_3(CH_2)_4CH=CHCH_2CH=CHCH_2CH=CHCH_2CH=CH(CH_2)_3COOH$

Yogʻ kislotalarining natriyli yoki kaliyli tuzlariga **sovun** deyiladi. Oddiy sovun – bu palmitin, stearin va olein kislotalarining natriyli tuzlar bilan aralashmasi. Toʻyinmagan yogʻ kislotalari vodorodning ikki atomini yoki galogenlarni (yod, xlor) birlashtirishi va qoʻshbogʻ bor joyidan oksidlanish xususiyatiga ega.

#### 4.2. Neytral yogʻlar

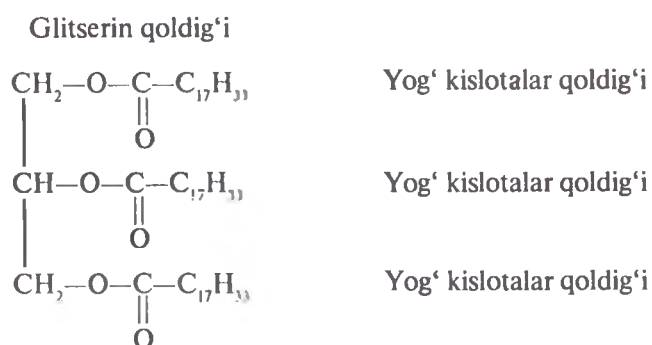
Neytral yogʻlar uch atomli spirt glitserindan va yuqori molekular yogʻ kislotalarining murakkab efilaridan tashkil topgan.

Bular tarkibida glitserinning eterifisirlangan bitta, ikkita va uchta gidroksil guruhi boʻladi. Shuning uchun ularni monodi-, triglitseridlar ham deb yuritiladi.

Organizmda oʻzining biologik ahamiyati va miqdori jihatidan neytral yogʻlardan triglitseridlar koʻp tarqalgandir. Tabiiy yogʻlar har xil triglitseridlarning bir xil boʻlmagan aralashmasidan iborat boʻlib, yogʻ kislotalarining tarkibiga qarab 2 ga, yaʼni oddiy va aralash tabiiy yogʻlarga boʻlinadi.

Oddiy triglitseridlar molekulasida bir xil (bitta) kislotalarning uchta qoldigʻi (triolen, tristearin va boshqa) mavjud.

Masalan,





Yog'larda to'yinmagan yog' kislotalarining ortishi ularning erish haroratining juda pasayishiga olib keladi.

Shunday qilib, cho'chqa (sala) yog'ining erish harorati 36–46° ga teng bo'lib, kungaboqar yog'i esa suyuq bo'lib, 21° C da qotadi.

Yog'larning to'yinmaganlik darajasi qancha gramm yod 100 gramm yog'ga qo'shilishini ko'rsatuvchi yod sonlari bilan baholanadi. Mol yog'ida (salasidagi) yod sonlari 38–46 ga, kanop yog'i 150 ga teng bo'lib, kanopning to'yinmaganligini ko'rsatadi.

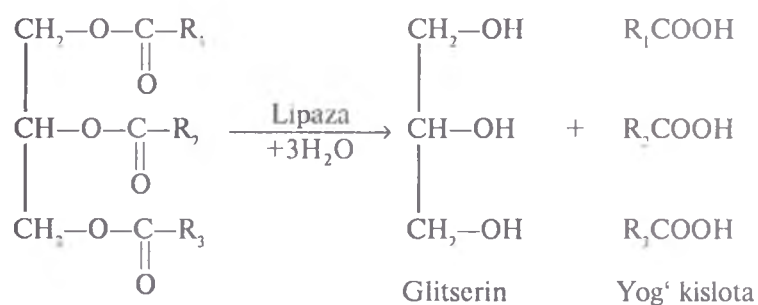
Yog'lar hatto uzoq aralashtirib turganda ham suvda erimaydi, ammo uzoq aralashtirish natijasida doimiy bo'lmagan, noto'g'ri epulsiya hosil bo'ladi.

Vaqtinchalik epulsiya epulgatorlar (epulgatorlar — suv va yog' o'rtasida chegara hosil qiluvchi moddalar) ta'sirida doimiy holatga olib kelinadi.

Natijada suv va yog' o'rtasida chegara hosil bo'ladi, bu esa mayda yog' tomchilarining katta bo'lishiga yordam beradi.

Hosil bo'lgan katta yog' tomchilari ovqat hazm bo'lishida katta rol o'ynaydi. Yog'lar sferik tomchisining diametri 1000 nm ga yetadi.

Organizmida yog'larning gidrolizi natijasida glitserin va erkin yog' kislotalari hosil bo'ladi. Bu jarayon lipaza fermenti ta'sirida boradi:



To'yinmagan yog' kislotalari o'zlarining qo'shbog'lari o'miga vodorodni biriktirib olib, to'yingan yog' kislotalariga aylanishi mumkin (gidrogenezatsiya).

Gidrogenezatsiya reaksiyasi suyuq o'simlik yog'laridan qattiq ovqat yog'larini olishda keng miqyosda ishlatiladi.

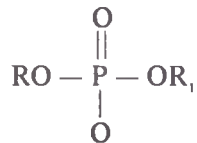
Masalan, margarin yog'lari yorug'likda, kislorod havosida, haroratda, namda mikroorganizmlar yordamida oksidlanib, kimyoviy boshqa moddalarga aylanishi mumkin. Hosil bo'lgan peroksidlar, aldegidlar, ketonlar yog'ga achchiq ta'm beradi. Ular organizm uchun zaharli hisoblanadi.

#### 4.3. Fosfolipidlar va ularning hayvon organizmidagi roli

**Fosfolipidlar** – lipidlarning ko'p tarqalgan sinflaridan bo'lib, ular hayvon va o'simlik organizmining to'qimalarida keng tarqalgan.

Hozirgi vaqtda 20 dan ortiq turli xil fosfolipidlar mavjud bo'lib, tuzilishi har xildir. Tarqalgan fosfolipidlar glitserinning murakkab efiri va boshqa spirtlar, yog' kislotalari, fosfor kislotasining murakkab efirlari hisoblanadi.

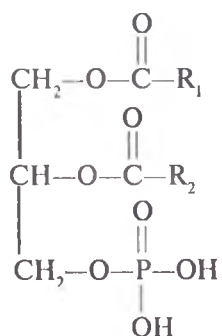
Formulasi sxematik tarzda quyidagicha bo'ladi:



bunda:  $R$  va  $R_1$  – azot asoslari, glitserin va boshqa birikmalar.

Biologik ahamiyatga ega bo'lgan fosfolipidlar – fosfotid kislotalari, xolinfosfatlar, kolaminfosfatlar, serinfosfatlar, sfingofosfolipidlar.

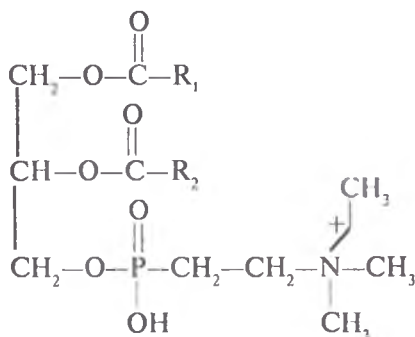
Fosfolipidlar biosintezida ishtirok etadigan asosiy oraliq mahsulot – bu fosfotid kislotalari hisoblanadi:



bunda:  $R_1$  va  $R_2$  — yogʻ kislotalari.

Xolinfosfatlar, kolaminfosfatlar, serinfosfatidlar fosfatid kislotasi hosilalari hisoblanadi va har xil azot asoslariga ega: xolin, kolamin, serin.

Xolinfosfatlarda aminospirt xolin mavjud:



Glitserin, fosfor kislotasi qoldigʻi

—  $\text{CH}_2\text{-CH}_2\text{NH}_2$  — kolamin

—  $\text{CH}_2\text{-CH-COOH}$

    |  
     $\text{NH}_2$  — serin.

**Sfingofosfolipidlar** — toʻyinmagan aminospirt sfingozinni, yuqori molekulasli yogʻ kislotasi va fosfor kislotasi bor. Bularda glitserin boʻlmaydi. Sfingolipidlar asab toʻqimalarida boʻladi.

**Glikosfingolipidlar** – sfingozindan tuzilgan bo‘lib, yog‘ kislotalari va karbonsuvlardan tashkil topgan. Fosfor kislotasi bo‘lmaydi. Asab to‘qimalarida (ayniqsa hujayra membranasida) keng tarqalgan. Glikosfingolipidlarga kiruvchi serebrozidlar gidrolizdan so‘ng karbonsuv, sfingozin va yog‘ kislotalariga parchalanadi.

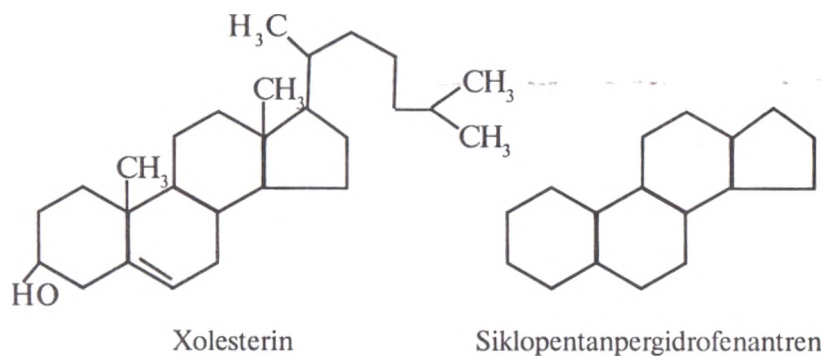
Fosfolipidlar hujayra membranalarida keng tarqalgan. Ularning biologik funksiyasi har xildir. Ular membranada (ajratuvchi) barer sifatida, tashish, retseptor, hujayra organoidlarini bir-biridan ajratib turishda ishtirok etadi.

Fosfolipidlarning membranada bo‘lishi membranalarni bog‘lovchi ferment tuzilishining funksiyasini bajarish uchun juda zarur.

#### 4.4. Steroidlar

Steroidlar kimyoviy tarkibi bo‘yicha **siklopentanpergidrofenantren** hosilalari hisoblanadi. Ular sterinlar va steridlarga bo‘linadi.

**Sterinlar** – yuqori molekular davriy spirtlar bo‘lib, tarkibida siklopentanpergidrofenantren yadrosining va C – 3 yon uglerod zanjirida gidroksil (OH) va C – 17 holatda karbonsuvar bor. Masalan, xolesterin:



Sterinlar va ularning hosilalari organizmda har xil biologik funksiyalarni bajaradi. Hayvonlar organizmida xolesterin katta biologik ahamiyatga ega. Masalan, xolesterin hujayra membranasi asosiy tarkibiy qismi hisoblanadi:

– xolesterin o't kislotalari, steroid gormonlar, D<sub>3</sub> vitamin sintezida ishtirok etadi;

– o't kislotalari esa lipidlarning parchalanishida katta rol o'ynaydi (lipazani faollashtiradi).

Steroid gormonlar esa moddalar almashinuvi jarayonini boshqarib turadi. Xolesterin almashinuvi buzilishi tomirlarda patologik o'zgarishlarga sabab bo'lib, ateroskleroz kasalligini keltirib chiqarishi mumkin.

**Steridlar** – murakkab efirlar bo'lib, sterinlar va yog' kislotalar hosil bo'lishida ishtirok etadi.

***Nazorat savollari***

- 1. Lipidlar qaysi sinflarga bo'linadi?*
- 2. Lipidlar qaysi hujayra va to'qimalarda k'op tarqalgan?*
- 3. Lipoproteidlar necha sinfga bo'linadi?*
- 4. Ko'p ishlatiladigan yog'larni ayting.*
- 5. Steroidlar kimyoviy tuzilishi bo'yicha qaysi moddalar hosilasi hisoblanadi?*



---

---

## 5-bob.

### OQSILLARNING TUZILISHI, XOSSALARI VA VAZIFALARI

**Oqsillar** deb 20 va undan ortiq aminokislota qoldig'idan tashkil topgan yuqori molekularli azotli organik birikmalarga aytiladi.

Protein so'zi (grekcha protos – birinchi, juda ham ahamiyatli degan ma'noni anglatadi) birlamchi biologik ahamiyatga ega bo'lgan moddalar sifatini ko'rsatadi.

Oqsil yoki oqsil moddalari tovuq tuxumi oqsiliga o'xshash bo'ladi.

F.Engels oqsilni filosofik ta'riflab, "Oqsil – bu hayotning yashash shaklidir" degan edi.

Shunday qilib, oqsil va oqsil moddalar tirik organizmning asosini tashkil etadi. Ana shunga asoslanib molekular biologiyaning asoschilaridan biri F.Krik oqsil bu juda katta ahamiyatga ega, chunki u har xil funksiyalarni juda ham oson va chiroyli bajaradi, deb ta'kidlagan edi.

Hozirgi paytda tabiatda  $10^{10}$  –  $10^{12}$  dan ortiq har xil oqsillar ma'lum. Ular organizmda har xil funksiyalarni bajaradi.

Bir hujayrali organizmlarda 3000 dan ortiq, odam organizmida 5 000 000 ko'p oqsillar bor. Oqsillar polimer molekularlar bo'lib, 20 ta har xil aminokislotalardan tashkil topgan.

Har xil aminokislota qoldiqlari bir-birlari bilan o'zaro birikib, juda katta bo'lgan oqsil molekularini hosil qiladi, ular fizik va kimyoviy xossalari bilan farqlanadi.

Shuningdek, oqsillar organizmda tuzilishi va funksional roli bilan farqlanadi.

## 5.1. Oqsillarning funksiyasi

Oqsillar organizmda har xil funksiyalarni bajaradi: katalitik, tashish, himoya, qisqarish, tuzilish, gormonal va oziqa.

1. Katalitik funksiyani oqsillar maxsus oqsil – katalizatorlar – fermentlar yordamida bajaradi. Organizmda fermentlar ta'sirida moddalar almashinuvidagi har xil reaksiya tezligi va energiya ortadi.

2. Tashish funksiyasida oqsillar yordamida har xil moddalar qo'shib, bir organdan ikkinchi bir organga olib boriladi. Qonda critrotsit oqsili gemoglobin o'pka kislorodi bilan birikib, oksigemoglobinga aylanadi. Qon orqali organ va to'qimalarga borgan oksigemoglobin parchalanib, o'z kislorodini to'qimalarning oksidlanish jarayonlarini ta'minlash uchun beradi. Qonning boshqa oqsillari triglitseridlar, yog' kislotalari, vitaminlarni va boshqa moddalarni qo'shib ishlatiladigan yoki ta'sir qiladigan joylarga olib boradi.

3. Himoya funksiyasini organizmda hosil bo'ladigan maxsus oqsillar bajaradi (antitela). Ular organizmga tushgan bakteriya va viruslarning hayotiy ish faoliyati natijasida hosil bo'lgan moddalarni bog'lab zararsizlantiradi. Himoya funksiyasini qondagi zardob oqsili – fibrinogen bajarib, qon ivishida ishtirok etib, oqishini kamaytiradi.

4. Qisqarish funksiyasining bir guruhi oqsillar harakatlanishi va muskul tizimining asosiy tuzilish komponenti bo'lib, organizm tomonidan mexanik ish bajarilishida qatnashadi. Aktin va miozin oqsillari muskullar qisqarishida ishtirok etadi.

5. Oqsillarning tuzilish funksiyasi shundan iboratki, ular hujayra tuzilishining asosini tashkil etadi. Ularning ko'plari (biriktiruvchi to'qimaning kollageni, keratin, soch, tirnoq va terilar, tomir devori elastini va boshqalar) asosan tuzilish funksiyani bajaradi. Oqsillarning yog'lar bilan majmuasi (fosfolipidlar) hujayra membranasi va ichki hujayralar tashkil bo'lishida ishtirok etadi.

6. Gormonal funksiyasi ko'pgina oqsillar moddalar almashinuvida boshqaruvchilik (regulator) rolini o'ynaydi. Ular gormonlarga kirib organizmning ichki sekretiya bezlarida va bir qancha organ hamda to'qimalarida hosil bo'ladi.

7. Oziqa funksiyasi ko'pgina oqsillar, ya'ni zaxira yoki oziqa oqsillarining oziqa funksiyasini bajaradi. Tuxum oqsili o'sayotgan va rivojlanayotgan mevalarning urug'larini tashkil qilsa, sut oqsili esa yangi tug'iladigan bola uchun oziqa manbayi bo'lib xizmat qiladi.

Yuqorida aytib o'tilgan oqsillarning funksiyalari juda muhim va maxsus bo'lib, ular bilan oqsillarning ahamiyati organizm hayot faoliyati uchun chegaralanib qolmaydi.

## **5.2. Oqsillarning elementar tarkibi**

Har bir oqsil (yoki o'zaro birlashgan funksional oqsillar aralashmasi) o'zining elementar tarkibi bilan farq qilsa-da, hamma oqsillar albatta 5 elementdan iborat bo'ladi: azot, uglerod, kislorod, vodorod va oltingugurt. Ular har xil oqsillardan farq qilib, quyidagicha bo'ladi: uglerod – 51–55%; kislorod – 21,5–23,5%; vodorod – 6–7%; azot – 15–17,6%; oltingugurt – 0,3–2,5%. Oqsillar tarkibida uglerod, kislorod, vodorod va azotlarning doimiy bo'lishi shundan iboratki, barcha elementlar aminokislotalar tarkibiga kiradi.

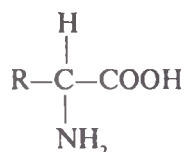
Oltingugurt mavjudligining katta farqi shundan iboratki, u faqatgina ayrim aminokislotalar tarkibiga kirib (metionin, sistlin), turli oqsillarda har xil bo'ladi. Oqsillarning elementar tarkibida eng xarakterli narsa azot miqdoridir. Ko'pchilik hollarda uning o'rtacha miqdori 16% ni tashkil qiladi.

Shunga muvofiq, oqsil tarkibidagi azot miqdori asosida ayni biologik obyekt (masalan, oziq)dagi oqsilning miqdorini aniqlash mumkin. Buning uchun mahsulot tarkibidagi azot miqdorini 6,25 ga ko'paytirish kerak. Hisoblash omili esa

100/16 asosida topilgan bo'lib, o'zgarmas qiymatga ega. Ayrim oqsillar tarkibida fosfor, yod, temir, rux, marganes, mis va boshqa elementlar ham uchraydi.

### 5.3. Aminokislotalar – oqsillar molekularining tuzilish elementlari

Oqsil molekulari aminokislotalardan tuzilgan bo'lib (8-jadval), umumiy formulasi quyidagi ko'rinishda bo'ladi:



Aminokislotalar tarkibida amino va karboksil guruhi bo'lgan organik birikmalardir.

Oqsillar tarkibida doim uchraydigan aminokislotalarning radikal tarkibiga qarab shartli ravishda 2 guruhga bo'lish mumkin:

1. Asiklik aminokislotalar:
  - A) monoaminomonokarbon kislotalar;
  - B) monoaminodikarbon kislotalar;
  - D) diaminomonokarbon kislotalar.
2. Yopiq zanjirli, ya'ni siklik aminokislotalar.

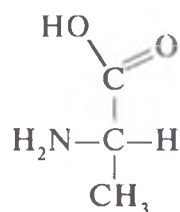
Bularning formulasi, nomlanishi va qisqartma belgisi 8-jadvalda ko'rsatilgan.

Oqsil tarkibiga kiruvchi ko'pgina aminokislotalar moddalar almashinuvida ishtirok etib, ular ovqatlar bilan organizmga tushishi yoki moddalar almashinuvida organizmda sintezlanishi mumkin.

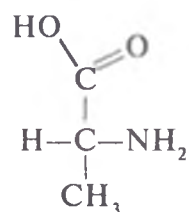
Bunday aminokislotalar **almashtirish mumkin bo'lgan aminokislotalar** deb ataladi.

Ayrim aminokislotalar organizmda sintezlanmaydi, ular faqat ovqatlar bilan organizmga tushishi mumkin. Bunday aminokislotalar **almashtirib bo'lmaydigan aminokislotalar** deb ataladi.

Glitsin aminokislotasidan tashqari, barcha aminokislotalarning bitta yoki 2 ta uglerod atomlari bilan birga 4 ta har xil radikallari mavjud bo'lib, ularning stereoizomerlari borligini ko'rsatadi:



L-alanin



D-alanin

Oqsillar tarkibiga kiruvchi aminokislotalar L-aminokislotalar hisoblanadi.

Aminokislotalar tarkibida  $\text{NH}_2$  va  $\text{COOH}$  bo'lganligi uchun amfoter xossaga ega. Agar ular tarkibida amin guruhining soni karboksil guruhdan ko'p bo'lsa, asos xossasi kuchli, aksincha bo'lsa, kislota xossasi kuchli bo'ladi. Aminokislotalar ishqoriy muhitda manfiy, kislotali muhitda musbat zaryadlanib qolishi mumkin.

Shunga muvofiq, ular ham kislotalar, ham asoslar bilan reaksiyaga kirishadi. Aminokislotalarning suvdagi eritmalarida bir vaqtning o'zida ular ham musbat, ham manfiy ionlangan bo'ladi.

Aminokislotalarning bunday holati **svitterion** deb ataladi. Ular ma'lum dipol momentiga ega.

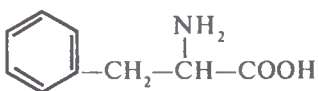
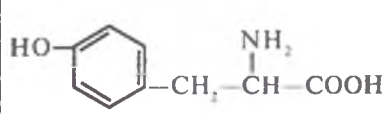
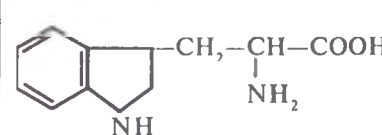
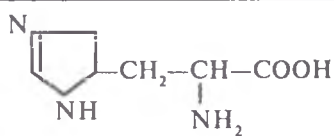
Aminokislotalar suvda yaxshi eriydi. Monoaminomonokarbonli aminokislotalar eritmasi neytral reaksiya bersa, monoaminodikarbonli aminokislotalar — kislotali reaksiya, diaminomonokarbonli aminokislotalar — ishqorli reaksiyaga kirishadi.

Aminokislotalarning xossalari nafaqat ular tarkibiga kiruvchi amin va karboksil guruhlariga, balki radikallar hamda ular tarkibiga kiruvchi funksional guruhlarga ham bog'liq.


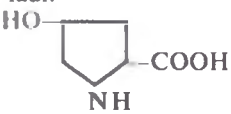
**Oqsillar tarkibiga kiruvchi aminokislotalar  
va ularning tuzilishi**

Nomlanishi		Kimyoviy formulasi	Qo'shimcha ma'lumotlar
to'liq	qisqart		
1	2	3	4
		<b>Asiklik aminokislotalar:</b> a) monoaminomonokarbon kislotalar	
Glitsin	Gli.	$\begin{array}{c} \text{CH}_2 - \text{COOH} \\   \\ \text{NH}_2 \end{array}$	Monoaminomonokarbon kislotalari. Asimetrik uglerodi yo'q. Bitta optik faol bo'lmagan aminokislota
Alanin	Ala.	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 - \text{CH} - \text{COOH} \\   \\ \text{NH}_2 \end{array}$	Monoaminomonokarbon kislotalari. Almashtirsa bo'ladigan aminokislota
Valin	Val.	$\begin{array}{c} \text{H}_3\text{C} > \text{CH} - \text{CH} - \text{COOH} \\ \text{H}_3\text{C} \quad   \\ \quad \quad \text{NH}_2 \end{array}$	Monoaminomonokarbon kislotalari. Almashtirsa bo'lmaydigan aminokislota
Leyzin	Ley.	$\begin{array}{c} \text{H}_3\text{C} > \text{CH} - \text{CH}_2 - \text{CH} - \text{COOH} \\ \text{H}_3\text{C} \quad \quad \quad   \\ \quad \quad \quad \quad \quad \text{NH}_2 \end{array}$	Monoaminomonokarbon kislotalari. Almashmaydigan aminokislota
Izoleysin	Ile.	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CH} - \text{CH} - \text{COOH} \\ \quad \quad \quad   \quad \quad   \\ \quad \quad \quad \text{CH}_3 \quad \text{NH}_2 \end{array}$	Monoaminomonokarbon kislotalari. Almashmaydigan aminokislota
Serin	Ser.	$\begin{array}{c} \text{CH}_2 - \text{CH} - \text{COOH} \\   \quad \quad   \\ \text{OH} \quad \text{NH}_2 \end{array}$	Monoaminomonokarbon kislotalari. Spirt guruhi bor. Almashadigan aminokislota

Treonin	Tre.	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 - \text{CH} - \text{CH} - \text{COOH} \\   \quad   \\ \text{OH} \quad \text{NH}_2 \end{array}$	Monoaminomonokarbon kislotasi. Spirt guruhi bor. Almashmaydigan aminokislota
Sistein	Sis.	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 - \text{CH} - \text{COOH} \\   \quad   \\ \text{SH} \quad \text{NH}_2 \end{array}$	Monoaminomonokarbon kislotasi. Oltingugurt bor. Almashadigan aminokislota. Oqsil molekulasida sistein o'zaro birikib, sistinaminokislotasini hosil qiladi.
Metionin	Met.	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CH} - \text{COOH} \\   \quad   \\ \text{S}-\text{CH}_2 \quad \text{NH}_2 \end{array}$	Monoaminomonokarbon kislotasi. Oltingugurt bor. Metil guruhini tutadi. Ular bir-birlari bilan bog'langan. Almashmaydigan aminokislota. $\begin{array}{c} \text{HOOC} - \text{CH} - \\   \\ \text{NH}_2 \\ \text{CH}_2 - \text{S} - \text{S} - \\   \quad   \\ - \text{CH}_2 - \text{CH} - \\   \\ \text{NH}_2 \\ \text{COOH} \end{array}$
<b>b) Monoaminodikarbon kislotasi</b>			
Aspartat kislotasi	Asp.	$\begin{array}{c} \text{HOOC} - \text{CH}_2 - \text{CH} - \text{COOH} \\   \\ \text{NH}_2 \end{array}$	Monoaminodikarbon kislotasi. Almashmaydigan aminokislota.
Glutamat kislotasi	Glu.	$\begin{array}{c} \text{HOOC} - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH} - \text{COOH} \\   \\ \text{NH}_2 \end{array}$	Monoaminodikarbon kislotasi. Almashadigan aminokislota.

Glutamin	Glu.	$\begin{array}{c} \text{O}=\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}-\text{COOH} \\   \qquad \qquad   \\ \text{NH}_2 \qquad \qquad \text{NH}_2 \end{array}$	Glutaminning amid kislotasi. Almashadigan aminokislota.
Asparagin	Asp.	<p>Kislota amidlari</p> $\begin{array}{c} \text{O}=\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}-\text{COOH} \\   \qquad \qquad   \\ \text{NH}_2 \qquad \qquad \text{NH}_2 \end{array}$	Asparaginning amid kislotasi. Almashadigan aminokislota.
<b>d) diaminomonokarbon kislotalar</b>			
Lizin	Liz.	$\begin{array}{c} \text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}-\text{COOH} \\   \qquad \qquad \qquad   \\ \text{NH}_2 \qquad \qquad \qquad \text{NH}_2 \end{array}$	Diaminomonokarbon kislotasi. Almashmaydigan aminokislota
Arginin	Arg.	$\begin{array}{c} \text{HN}=\text{C}-\text{NH}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}-\text{COOH} \\   \qquad \qquad \qquad   \\ \text{NH}_2 \qquad \qquad \qquad \text{NH}_2 \end{array}$	Diaminomonokarbon kislotasi. Almashadigan aminokislota
Fenilalanin	Fen.	<p>Yopiq zanjirli aminokislotalar</p> 	Monoaminomonokarbon kislotasi. Fenon guruhi bor. Almashmaydigan aminokislota
Tirozin	Tir.		Monoaminomonokarbon kislotasi. Almashadigan aminokislota
Triptofan	Tri.		Monoaminomonokarbon kislotasi. Almashmaydigan aminokislota
Gistidin	Gis.		Monoaminomonokarbon kislotasi. Almashmaydigan aminokislota



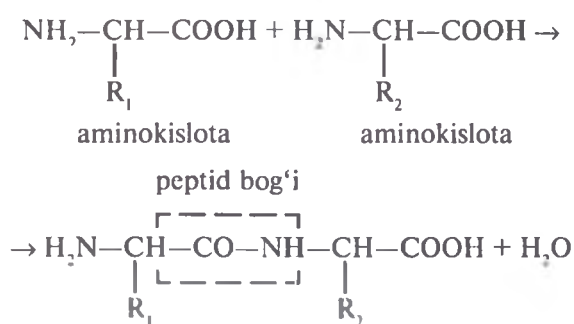
Prolin	Pro.		<p>Aminoguruhi yo'q. Iminokislota hisoblanadi. Almashadigan guruhga kiradi. Oqsilga qo'shilib, prolindan oksixrolin hosil bo'ladi.</p> 
--------	------	---	---

Aminokislotalar uchun rangli reaksiyalar xarakterli hisoblanadi. Ningidirin reaksiyasida aminokislota ningidirin bilan reaksiyaga kirishib, ko'k rangni va  $\text{CO}_2$  ni hosil qiladi. Yana boshqa DNFB usuli (Sangir) bilan ham aniqlash mumkin. Bunda sariq rang hosil bo'ladi.

Ksantoprotein reaksiyalari fenilalanin, tirozin (siklik) aminokislotalarga xosdir. Aminokislotalarni fizik-kimyoviy uslublar yordamida ajratib olish mumkin: xromatografiya, elektroforez va boshqalar.

#### 5.4. Oqsillarning tuzilishi

Oqsillar aminokislota qoldiqlarining peptid bog' orqali birikishidan hosil bo'ladi. Bir aminokislotalning karboksil guruhi va ikkinchi aminokislotalning amin guruhi o'zaro birikib kovalent peptid bog' hosil bo'lib, suv molekulasini ajraladi:



Peptid bog'larini ularning hosil bo'lishida qatnashgan aminokislotalarning karboksil guruhidagi oxirgi "in", "il" qo'shimchasi o'zgartiradi.

Glitsin karboksil guruhining alanin aminoguruhi bilan o'zaro birikishidan glitsilalanin; alaninning karboksil guruhi glitsinning aminoguruhi bilan birikishidan alanilglitsin hosil bo'ladi. Ikkita aminokislotalarning o'zaro birikishidan ikkita har xil dipeptidlar hosil bo'ladi. Bunday dipeptidning erkin amin va karboksil guruhlari bo'lib, boshqa aminokislotalar bilan reaksiyaga kirishishi mumkin. Natijada qo'shimcha peptid bog'i hosil bo'ladi va yangi 3 ta aminokislotali birikma yuzaga kelib, bunga **tripeptid** deyiladi.

To'rtta aminokislotalarning birikishidan **tetrapeptid**, beshta aminokislotalarning o'zaro birikishidan **pentopeptid** va boshqalar hosil bo'ladi.

Ko'p aminokislotalarning qo'shilishidan **polipeptidlar** hosil bo'ladi. Qancha ko'p aminokislotalar o'zaro biriksa, shuncha ko'p har xil polipeptidlar hosil bo'lishi mumkin. Ko'pgina peptidlar juda yaxshi o'rganilgan.

Dipeptidlardan muskul karnozinni va anserinning hujayra ichi Hp ni doimiy tutishdagi, tripeptidlardan glutationning oksidlanish-qaytarilish reaksiyalaridagi, biologik faol peptid va gormonlardan (angiotenzin, bradikinin, oksitosin, vazopresinlar va boshqalar) fiziologik funksiyalarini boshqarishdagi roli o'rganilgan.

Uncha katta bo'lmagan o'lchamdagi polipeptidlar ko'p xossaga ega bo'lib, oqsillarga o'xshash barcha xossalarni bajara olmaydi.

Katta o'lchamdagi polipeptidlar juda ko'p xossalarga ega bo'lib (molekular massasi 5000 dalton), oqsillarning barcha xossalarni bajaradi.

Oqsillar va peptidlar uchun biuret reaksiyasi xos bo'ladi. Oqsilning ishqoriy eritmasiga yoki peptidga mis sulfatining kuchsiz eritmasi qo'shilganda binafsha rangi hosil bo'ladi.

Oqsillar o'zlarining murakkab molekular tuzilishi va har xilligi bilan bir-biridan farq qiladi.

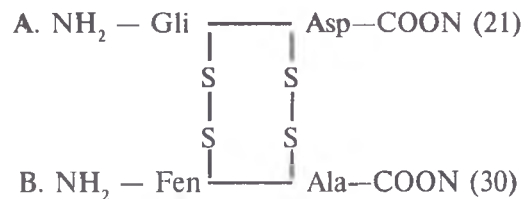
Oqsillar tuzilishi (strukturasi) bo'yicha birlamchi, ikkilamchi, uchlamchi, to'rtlamchi tuzilishga ega.

Oqsillarning birlamchi tuzilishi deb polipeptid zanjirida aminokislota qoldiqlarining ketma-ket joylashuviga aytiladi. Masalan,



Hozirgi kunda insulin, gemoglobin, mioglobin, tripsinogen, aspartataminotransferaza, lizosima, immunoglobulin va boshqa ko'plab oqsillarning birlamchi tuzilishi to'liq o'rganilgan.

Masalan, insulin 51 ta aminokislota qoldig'idan iborat bo'lib, 2 ta peptid zanjiridan tuzilgan. Peptid zanjirlari bir-birlari bilan disulfid ko'priklari orqali bog'langan bo'lib, bu oqsil molekulasini tashkil qiladi.



#### Insulin oqsilining birlamchi tuzilishi

Polipeptid zanjiridagi aminokislota qoldiqlari oqsillarning muhim fizik-kimyoviy va biologik xossalarini aniqlaydi. Oqsillarning birlamchi tuzilishining aniqlanishi biologiya va tibbiyot uchun juda katta ahamiyatga ega bo'ldi.

Birinchiidan, hayvonlar va o'simliklar oqsilining birlamchi tuzilishi ularning turiga xos bo'lib, doim aniq tartibda sintez qilinishi aniqlandi.

Ikkinchiidan, oqsillar molekulasida bironta aminokislotaning almashinib qolishi organizm hayotida muhim rol o'ynashi ayrim hollarda og'ir oqibatlariga olib kelishi ma'lum bo'ldi. Masalan, yaqin vaqtlargacha yuqorida ko'rsatilgan o'roqsimon hujayrali anemiya (kamqonlik kasalligi)ning aniq sababi shifokorlarga

noma'lum edi. Buning ustiga bu kasallik avlodan-avlodga o'tib, ko'pincha o'lim bilan yakunlanar edi. Ma'lum bo'lishicha, bu kasallikka duchor bo'lgan odamlar qonining eritrotsiti yumaloq shaklda bo'lmay, o'roqsimon yoki yarim oy shaklida bo'lib, kislorodni to'qimalarga zarur miqdorda yetkaza olmay qoladi.

Eritrotsitlar tarkibidagi oqsil — gemoglobinning birlamchi tuzilishi aniqlanishi bilan buning haqiqiy sababi ochildi.

Odam gemoglobininining molekulasida 4 ta ( $2\alpha$  va  $2\beta$ ) polipeptid zanjiridan iborat bo'lib, ular 574 ta ( $2\alpha - 141 \times 2$ ;  $2\beta - 146 \times 2$ ) aminokislota qoldig'idan tashkil topgan. Shu kasallikka chalingan odam gemoglobini (gemoglobin S) sog'lom odam gemoglobini (gemoglobin A) dan faqat bitta aminokislota qoldig'i bilan farq qiladi, ya'ni:

	1	2	3	4	5	6	7	8	}
Gemoglobin A —	val	gis	ley	tre	pro	glu	glu	liz...	
( $\beta$ -zanjir)									
	1	2	3	4	5	6	7	8	
Gemoglobin S —	val	gis	ley	tre	pro	val	glu	liz...	
( $\beta$ -zanjir)									

Xuddi ana shu 6-o'rindagi ikki asosli aminokislota — glutamat qoldig'i neytral aminokislota — valinga almashinib qolishi yumaloq eritrotsitlar o'roqsimon shaklga o'tib qolishiga sabab bo'ladi.

Hozirgi vaqtda gemoglobin molekulasiga bog'liq bo'lgan 100 dan ortiq irsiy kasallikning hammasining sababi xuddi ana shunday aniqlangan, shu sababli ular "molekular kasallik" deb ataladi.

Oqsil molekularining ikkilamchi tuzilishi deb polipeptid zanjirining spiralsimon yoki boshqa bironta konformatsiyaga o'tishiga aytiladi.

Lekin polipeptid zanjirining hamma qismi bir xilda spirallangan bo'lmay, ayrim qismi to'g'ri bo'lib, peptid zanjir bir tekislikda yotishi mumkin. Bu spiral hosil qiladigan (leysin, metionin) va spiral hosil qilmaydigan (serin, ion holdagi

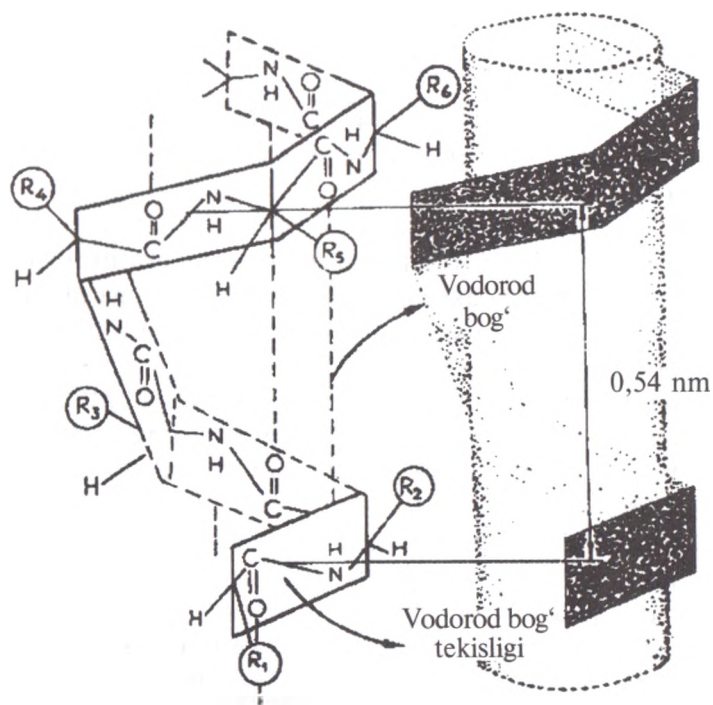
glutamat, aspartat kislota) aminokislotalar qoldig'ining takrorlanib kelishiga bog'liq.

Oqsil molekulasining ikkilamchi tuzilishi hosil bo'lishida karbonil (- C = O) va imid (- NH -) guruh o'rtasida vodorod bog'lar hosil bo'ladi, ya'ni C = O ..... H- N =

Vodorod bog'lar kovalent bog'ga nisbatan ancha kuchsiz bo'lsa ham, ular sonining ko'p bo'lishi hosil bo'lgan spiral (prujinadek) mustahkam saqlanishiga imkon beradi. Polipeptid zanjir  $\alpha$ -spiral va  $\beta$ -tuzilish ko'rinishida bo'ladi.

Eng keng tarqalgan  $\alpha$ -spiral o'ngga yoki chapga buralgan bo'lishi mumkin (5-rasm).

Deyarli hamma oqsillar  $\alpha$ -tuzilishi spirallanishga ega. Masalan, tuxum oqsillaridan biri lizosimda spirallanish 42%

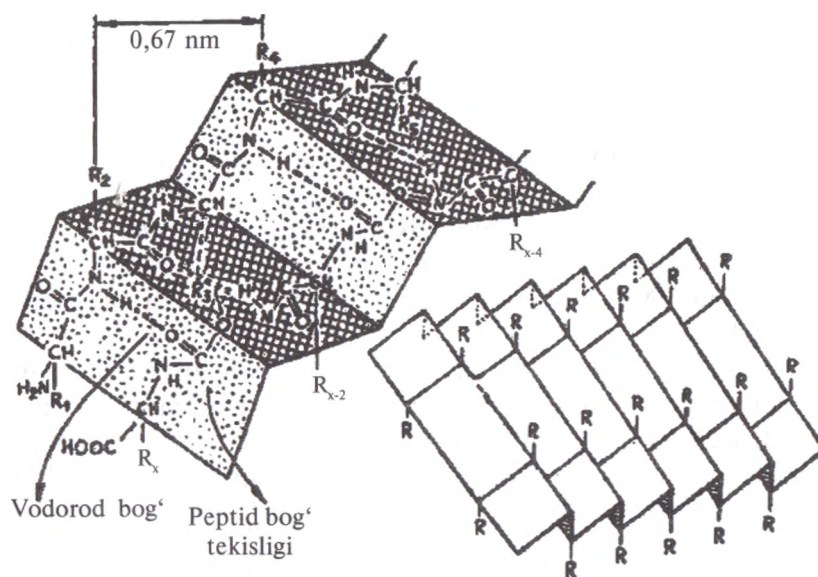


5-rasm. Peptid zanjirining  $\alpha$ -spirali.

ni tashkil etadi, ya'ni uning molekulasidagi 129 ta aminokislota qoldig'idan faqat 55 tasi spiral hosil bo'lishida ishtirok etadi. Oqsil molekulalaridan  $\beta$ -tuzilish, odatda, polipeptid zanjir yonma-yon kelganda hosil bo'ladi. Bunda vodorod bog'lar parallel yoki antiparallel holda polipeptid zanjirining peptid bog'lari o'rtasida hosil bo'ladi. Natijada polipeptid zanjirlar takrorlanib qat-qat bo'lib joylashadi. Ko'pincha fibrillar oqsillar, masalan, ipak fibroini, keratin va boshqalar  $\beta$ -tuzilishga ega bo'ladi (6-rasm).

Oqsillarning uchlamchi tuzilishi deyilganda polipeptid zanjirining ixcham (yig'iq) fazoviy konformatsiyasi tushuniladi.

Ko'pchilik globular oqsillarning molekulasi shunday tartibda o'ralib, o'lchamli to'pcha hosil qiladiki, bunda barcha gidrofob radikallar ichkariga qaragan bo'lib, "yog' tomchisi"ni tashkil etadi. Gidrofil radikallar esa tashqarida qolib, ayni muhitdagi erituvchilar bilan o'zaro munosabatda bo'ladi. Oqsillarning



6-rasm. Peptid zanjirining  $\beta$ -tuzilishi.

uchlamchi tuzilishini hosil qilishda har xil bog'lar ishtirok qiladi: kovalent-disulfid bog'i (- S - S -) ikkita sisteina qoldig'i orasida, ion bog'lanish (- COO<sup>-</sup>; - NH<sub>3</sub><sup>+</sup>) vodorod bog'lari va boshqalar.

Oqsillarning uchlamchi tuzilishi rentgen tuzilish analizlari yordamida o'rganilib, EHMda hisoblanadi.

Hozirgi paytda mioglobin, gemoglobin, lizosim, sitoxrom kabi oqsillarning uchlamchi tuzilishi o'rganilgan.

Oqsillarning uchlamchi tuzilishi ma'lum bo'lganligi uchun har bir oqsil uchun xos bo'lgan shakli uning biologik xossalarini aniqlash mumkin: katalitik, gormonal, qisqarish va boshqalar.

Oqsil molekulasining konfiguratsiyasi fibrillar (ipsimon) yoki globular (sharsimon) bo'lishi mumkin.

Ayrim oqsillar ham globular, ham fibrillar holida bo'lishi mumkin. Masalan, muskulning qisqaruvchi oqsili – aktin. Har xil omillar ta'sirida oqsillar uchlamchi tuzilishining buzilishi (konfiguratsiyasini) ularning biologik xossalarini yo'qotishga olib keladi.

Oqsillarning to'rtlamchi tuzilishi deb, kichik birikmalardan tashkil topgan oqsil molekularining fazoviy konfiguratsiyasiga aytiladi.

Yirik molekulari oqsillar ikkita va undan ortiq, ayrim hollarda polipeptid zanjir, past molekular birikmalar, metall ionlaridan tashkil topgan biologik faol tuzilish holatida bo'ladi. Undagi har bir polipeptid zanjir protomer yoki kichik birlik deb ataladi. Molekulaning o'zi esa multimer yoki oligomer deb ataladi.

To'rtlamchi tuzilishi eng yaxshi o'rganilgan oqsillardan gemoglobin, immunoglobulin, laktatdegidrogenaza, glutamatdegidrogenaza, katalaza, miozin oqsili va boshqalarni ko'rsatish mumkin. Masalan, eritrotsitlarning asosiy oqsili – gemoglobin (Nb). U to'rtta peptid zanjiridan – ikkita  $\alpha$ -zanjir va ikkita  $\beta$ -zanjirdan tuzilgan. Tetramer Nb tuzilishi  $2\alpha 2\beta$  formulasi bilan ifodalanadi. Har xil omillar (ishqor, kislota, sovutilganda, qattiq qizdirilganda) bilan ta'sir o'tkazilganda titramer Nb

avval ikkita dimerga, keyin esa monomer (protomer)larga ham parchalanadi.



$\alpha\alpha$  va  $\beta\beta$  dimerlari ham hosil bo'lishi mumkin. Dimerlar bilan protomerlar oqsil subbirlklari deyiladi; protomerlar eng kichik subbirlklardir. Dissotsiani yuzaga keltirgan agentni eritmadan chiqarib tashlansa, subbirlklar birikib, yana tetramer molekulasini hosil qiladi, ya'ni gemoglobin molekulari o'z-o'zidan qaytadan yig'iladi.

Oqsillarning to'rtlamchi tuzilishi tashkil topishida, asosan, ion, vodorod va gidrofob bog'lar ishtirok etadi. Lekin bularda kovalent bog'lar (disulfid bog') juda kam tarqalgan. Ion bog'lanishda ko'proq metall ionlari rol o'ynaydi.

### 5.5. Oqsillarning fizik-kimyoviy xossalari

Oqsillarning muhim fizik xossalaridan biri optik jihatdan faol bo'lishidir, ular qutblangan nur sathini ma'lum burchak ostida og'dira oladi. Shuningdek, ular yorug'lik nurini sindirish, tarqatish, ultrabinafsha nurlarini yutish xususiyatiga ega. Odatda, oqsillarning bu xossalaridan ularning miqdorini, molekular massasini va boshqalarni aniqlashda foydalaniladi.

Oqsillarning molekular massasi yuqori bo'lganligi uchun kolloid xossaga ega. Ular suvda eriganda molekulari ma'lum zaryadga ega bo'lganligi uchun suvning qutbli molekulari qarama-qarshi zaryadlari orqali o'zaro munosabatda bo'ladi. Bunda oqsil molekulari suv pardasi bilan o'raladi. Suvda erigan oqsil zarrasining diametri 0,001 mkm dan katta bo'lganligi uchun kolloid eritma hosil bo'ladi. Barcha kolloidlar uchun xos bo'lgan xususiyatlar — yorug'lik nurini sochish, hayvonlar va o'simliklar membranasining mayda teshiklari orqali o'ta olmaslik xossalari oqsil eritmasi bilan bog'liq. Kolloid zarralarning yarimo'tkazgich membranalardan o'ta olmaslik xususiyati oqsil eritmalarini past molekular mod-



dalardan tozalashda qo'llanilib, bu usul **dializ** deb ataladi. Hidrofil kolloidlarning eng muhim xususiyatlaridan biri gel hosil qilishidir, bunda kolloid zarralari bir-biri bilan yopishib, to'rsimon g'ovak tuzilish hosil qiladi. Ular shu bo'shliq (katak)lar hisobiga suv biriktirib olib (80–90% gacha), turli darajada bo'lishi mumkin. Oqsillar tegishli biologik funksiyalarni bajarishida bunday holat muhim ahamiyatga ega.

Oqsillarning muhim kimyoviy va biologik xossalari ularning aminokislota tarkibiga hamda bog'lanish tartibiga bog'liq. Oqsillar molekulasida ko'p miqdorda erkin karboksil guruh va kislotali reaksiya beruvchi funksional guruhlar hamda erkin aminoguruh va asosli xususiyat namoyon qiluvchi radikallar bo'lganligi uchun ular amfoter xossasiga ega bo'ladi.

Agar  $n > m$  bo'lsa, oqsil zarrasining yig'indi zaryadi manfiy,  $n < m$  holatda musbat,  $n = m$  holatda oqsil molekulasida eritmada elektroneytral bo'ladi. Bir vaqtda ham manfiy, ham musbat zaryadga ega bo'lgan bunday ion **amfion**, ya'ni **svitterion** deb ataladi. Erkin karboksil guruhning dissotsiyalanish darajasi aminoguruhga nisbatan biroz yuqori bo'lganligi uchun bu funksional guruhning miqdori teng bo'lgan taqdirda ham oqsil molekulasida manfiy bo'lishi mumkin. Eritmadagi vodorod ionlari konsentratsiyasini, ya'ni muhitning pH ko'rsatkichini o'zgartirish orqali oqsil molekulasidagi amin va karboksil guruhlar dissotsiyalanishini kuchaytirishi yoki pasaytirishi mumkin.

Eritma pH ko'rsatkichining ma'lum darajasida oqsil molekulasining zaryadi nolga teng bo'lib, elektr maydonida na anodga va na katodga tomon harakatlanadi. Bu holat **izoelektrik holat** deyiladi. Oqsil izoelektrik holatda bo'lgan eritmaning pH ko'rsatkichi shu **oqsilning izoelektrik nuqtasi** (IEN) deb ataladi.

Oqsillar izoelektrik nuqtada eng beqaror holatda bo'ladi. Turli ta'sir natijasida eritmada juda oson cho'kadi. Shunga asoslanib turli biologik aralashmalardan toza oqsil ajratib olishda

oqsillarni izoelektrik nuqtada cho'ktirish eng qulay usul hisoblanadi (9-jadval).

9-jadval

Ayrim oqsillarning izoelektrik nuqtasi

Oqsillar	IENga to'g'ri keladigan pH qiymati
Pepsin	1,0
Tuxum albumini	4,6
Ureaza	5,0
Gemoglobin	6,8
Mioglobin	7,0
Ximotripsinogen	9,5
Sitoxrom	10,65
Lizosim	11,0

Eritmadagi oqsil molekulasining zaryadi uning muhim xususiyatlaridan biri bo'lib hisoblanadi.

Ko'pgina oqsillar uchun IEN 4–7 pH atrofida, kuchli oqsillar uchun =10 (giston = 10) yoki kislotali (pepsin – pH = 1) = 1 ga to'g'ri keladi.

Oqsillar zaryadining turi va katta-kichikligiga bog'liq holda o'zgarmas elektr maydonidagi harakati **elektroforez** deb ataladi. Elektroforez usuli oqsil aralashmalarini ajratishda, gomogenlik darajasini aniqlashda keng qo'llaniladi.

Oqsillar yuqori molekular massaga ega (10-jadval).

Oqsillar turli fizik-kimyoviy agentlar ta'sirida o'z fazoviy konformatsiyasiga bog'liq bo'lgan tabiiy xususiyatlarini yo'qotadi.

Bu hodisa oqsillar denaturatsiyasi deb ataladi. Bu hodisa faqat yuqori molekular oqsillar va nuklein kislotalar uchun xos bo'lib, past molekular birikmalar – aminokislotalar, peptidlarda kuzatilmaydi.

Oqsillar yuqori harorat, bosim, ionlashtiruvchi nurlanish, ultratovush singari fizik ta'sirlar, ishqoriy yoki kislotali muhitda, og'ir metallarning tuzlari, organik erituvchilar ta'sirida denaturatsiyaga uchraydi.

*10-jadval*

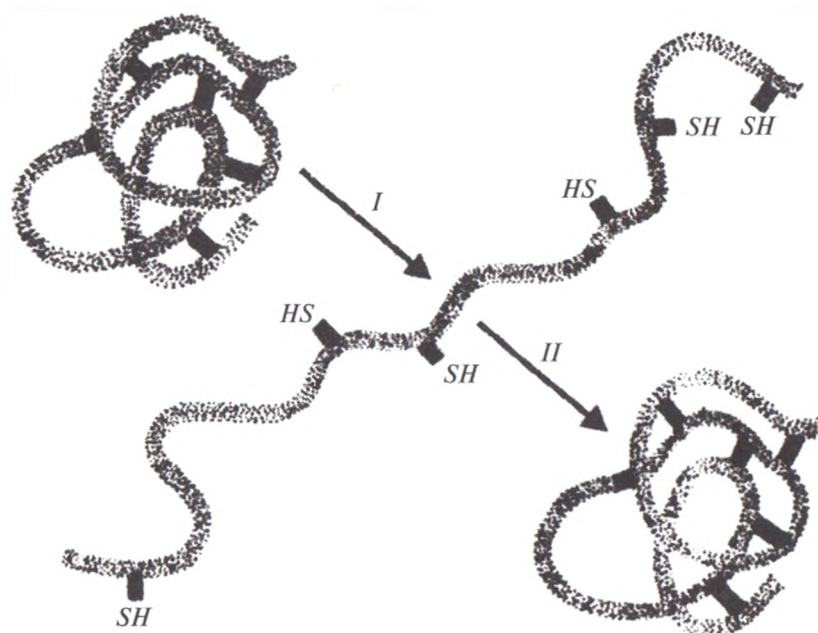
**Ayrim oqsillarning molekular massasi**

<b>Nomi</b>	<b>Molekular massasi</b>	<b>Nomi</b>	<b>Molekular massasi</b>
Insulin	5733	Katalaza	250 000
Ribonukleaza	12640	Fibrinogen	330 000
Lizosim	13930	Kollagen	345 000
Mioglobin	17000	Ureaza	480 000
Ximotropsin	23000	Miozin	493 000
Pepsin	35000	Glikogenfosforilaza	495 000
Tuxum albumini	45000	Glutamatdehidrogenaza	1 000 000
Odam gemoglobini	64500	Yuqori yog' kislotali sintetazasi	
Zardob albumini	68500	Tamaki mozaikasi virusi	40 000 000
Geksokinaza (xamirturushdan)	96000	Odam $\gamma$ -globulin	16 0000

Oqsil denaturatsiyaga uchraganda ularning ikkilamchi, uchlamchi, to'rtlamchi tuzilishi buziladi. Natijada ma'lum fazoviy konfiguratsiyaga ega bo'lgan oqsil molekulasini boshqa

istalgan tartibsiz shaklga kelib qoladi, bu esa oqsilning biologik xossalari, ayniqsa, fermentativ faolligi yo'qolishiga sabab bo'ladi.

Denaturatsiya ta'sir kuchiga qarab qaytar va qaytmas bo'lishi mumkin. Masalan, denaturatsiyaga uchragan oqsil ferment bo'lsa, u ma'lum vaqtdan so'ng yana biologik faollikka ega bo'lib qolishi mumkin. Oqsilning qaytadan tabiiy holatga kelishi renaturatsiya deb ataladi (7-rasm).



7-rasm. Oqsil denaturatsiyasi: I – tabiiy oqsil;  
II – denaturatsiyalangan oqsil.

Oqsil molekulasining qaytadan dastlabki holatga qaytishida tashqaridan hech qanday energiya talab qilinmaydi. Agar zaruriy pH va qulay harorat mavjud bo'lsa, fazoviy tuzilishi buzilgan polipeptid zanjir o'z-o'zidan tabiiy holatga o'tadi. Albatta, bu jarayonning tezligi denaturatsiya darajasiga bog'liq.

## 5.6. Oqsillarning klassifikatsiyasi

Oqsillar kimyoviy tarkibiga qarab ikkita katta sinfga: **oddiy oqsillar (proteinlar)** va **murakkab oqsillar (proteidlar)**ga bo'linadi.

Tarkibi faqat aminokislotalar qoldig'idan iborat bo'lgan oqsillar *oddiy oqsillar* deb ataladi. Ular gidrolizga uchraganda faqat erkin holdagi aminokislotalar hosil bo'ladi.

Tarkibi oqsil va qo'shimcha guruhdan tashkil topgan oqsillar esa *murakkab oqsillar* deb ataladi. Bular gidrolizga uchraganda aminokislota tabiatiga ega bo'lmagan moddalar ham hosil bo'ladi.

Oddiy va murakkab oqsillar ham o'z navbatida bir necha guruhlarga bo'linadi, quyida ularning ayrimlari bilan tani-shamiz.

### 5.6.1. Oddiy oqsillar

Oddiy oqsillar eruvchanlik va ba'zi xususiyatlariga qarab quyidagi guruhlarga bo'linadi.

**Protaminlar va gistonlar.** Protaminlar birinchi navbatda ishqoriy xossaga ega bo'lishi bilan boshqa oqsillardan farq qiladi. Ular etil spirtining 60–80% li eritmasida yaxshi eriydi. Tarkibidagi diaminomonokarbon kislotalaridan arginin va lizin miqdori 80% gacha yetadi. Ayrim hollarda esa bundan ham ortadi.

Protaminlar ayniqsa, baliqlar tuxumida ko'p. Ularning molekular massasi nisbatan ancha kichik bo'lib, 5000 atrofida. Ayrim hollardagina 10000 ga yaqinlashishi mumkin.

Protaminlarning yana bir eng muhim belgisi tarkibida oltingugurt saqlovchi aminokislotalardan sistein, metionin, shuningdek, tirozin va triptofan bo'lmashligidir.

**Gistonlar** ham ishqoriy xossaga ega, lekin ularda lizin bilan argininning miqdori protaminlarga nisbatan ancha kam, ya'ni 10–30% atrofida. Ular gistidinga boy bo'ladi. Gistonlar hujayralar yadrosida, eritrotsitlarda ko'p miqdorda uchraydi. Giston-

larning molekular massasi 5000–37000 atrofida. Ularning vakillaridan globin, bo‘qoq bezi gistoni va boshqalarni aytib o‘tish mumkin.

**Albuminlar** — o‘simliklar va hayvonlar organizmida eng ko‘p tarqalgan oqsillardan hisoblanadi. Qon zardobi oqsillarining 55–62% ni albuminlar tashkil qiladi. Molekular massasi 35000–70000 bo‘ladi.

Ular suvda NaCl va Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> eritmalarida eriydi. [NH<sub>4</sub>]<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> ning to‘yingan eritmasida erimaydi.

Albuminlar elektr toki ta‘sirida juda tez harakat qiladi. Albuminlarning qonda bo‘lishi bilan ularning osmotik bosimi aniqlanadi. Albuminlar qondagi ko‘pgina moddalarni o‘zlariga biriktirib olib, kerakli joylarga olib boradi.

**Globulinlar** ham o‘simlik va hayvonlar organizmida keng tarqalgan bo‘lib, qon zardobi tarkibida juda ko‘pdir. O‘simlik urug‘ida ular ko‘p bo‘ladi.

Ular yuqori molekular massaga egadir (150000), suvda erimaydi, lekin tuzning suyultirilgan eritmalarida eriydi. Eritmadan tuz miqdorini orttirib, ularni oson cho‘ktirish mumkin. Globulinlar elektr toki ta‘sirida juda sekin yuradi.

Globulinlarning alohida fraksiyalari o‘zlariga lipidlarni, temirni, misni biriktirib, qon ivishidagi murakkab jarayonlarda, immunobiologik reaksiyalarda ishtirok etadi. Shuning uchun ular har xil tashqi omillar va kasalliklar ta‘sirida o‘zgarishi mumkin.

Qon zardobi globulinlari  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$  bo‘lib, o‘simliklarda esa legulin, edestin va boshqalar keng tarqalgan.

**Prolaminlar va proteinoidlar.** Bular, asosan, o‘simlik oqsillari hisoblanadi. Ularning tarkibi prolinga (14%), ayniqsa, glutamat kislotaga (43%) boy.

Ular suvda, absolut etil spirtida erimaydi. Lekin spirtning 70–80% li suvli eritmasida yaxshi eriydi. Ulardan gliadin (bug‘doyda), gordein (arpada), ziyen (makkajo‘xorida), orizein (guruchda) va boshqalar keng tarqalgan.

**Proteinoidlar.** Bular tayanch to‘qima (suyak, tog‘ay, soch, jun, ipak va boshqa)larda keng tarqalgan. Shuning uchun ham

ular tayanch to'qima oqsillari, ba'zan esa oqsilsimon modda (proteinoid)lar deb ataladi.

Ularning boshqa oqsillardan farqlovchi xarakterli belgisi shundaki, suvda, tuz, spirt eritmalarida, suyultirilgan kislota va ishqorlarda erimaydi.

Shuningdek, ular oshqozon-ichak tizimining fermentlari ta'sirida ham parchalanmaydi. Ularning molekular massasi yuqori hisoblanadi. Ulardan biriktiruvchi to'qima oqsili kollagen, pay va tog'aylar oqsili keratin, ipak oqsili fibrin keng tarqalgan.

### 5.6.2. Murakkab oqsillar

Murakkab oqsillar tarkibidagi oqsilsiz qism prostetik guruhining tabiatiga qarab quyidagilarga bo'linadi.

**Xromoproteinlar** – oddiy oqsil va rangli komponentlardan tashkil topgan murakkab oqsillardir (Chromos – grekcha "bo'yoq" degan ma'noni bildiradi). Xromoproteinlar organizmda qator muhim biologik funksiyalarni bajaradi. Ular fotosintez jarayonida, hujayra va organizmlar nafas olishida, oksidlanish-qaytarilish jarayonlarida yorug'lik va rangni sezishda va shu singari hayotiy jarayonlarida faol ishtirok etadi.

Prostetik guruhining xarakteriga qarab xromoproteinlarni gemoproteinlarga, flavoproteinlarga, magniy-porfirinli oqsillarga bo'lish mumkin.

Gemoproteinlarga gemoglobin, mioglobin, sitoxromlar, katalaza, peroksidaza va boshqalar kiradi. Ular ichida eng yaxshi o'rganilgan va muhim ahamiyatga ega bo'lgani hamda tabiatda keng tarqalgani qizil qon tanachalari (eritrotsitlar) tarkibida uchraydigan oqsil – gemoglobindir.

Gemoglobin boshqa gemoproteinlar singari prostetik guruh sifatida protoporfirining hosilasi – gem tutadi. Gemoglobin 4 ta gem yadrosi va 4 ta polipeptid zanjiridan tashkil topgan: 2 ta  $\alpha$ -zanjiridan va 2 ta  $\beta$ -zanjiridan iborat. Gemoglobin molekular massasi 574 aminokislota qoldig'idan iborat bo'lib, molekular massasi 64500 ga teng.

Gemoglobin umurtqali hayvonlar, odam to'qimalari va hujayralariga kislorod yetkazib berish hamda nafas olishning oxirgi mahsuloti bo'lgan karbonat angidridni o'zlashtirishdek muhim vazifani bajaradi.

Gemoproteinlar guruhiga kiradigan ikkinchi oqsil muskul pigmenti mioglobini bo'lib, uning molekular massasi 16890. Molekulasi bitta polipeptid zanjir bilan yagona gem yadrosidan tashkil topgan. Mioglobinning oqsil qismi bilan prostetik guruhining bog'lanish tipi gemoglobinni eslatadi.

Gem yuqoridagi xromoproteinlardan tashqari a, b, c, c<sub>1</sub> sitoxromlari, katalaza va peroksidaza fermenti oqsillarining tarkibiga ham kiradi.

Flavoproteinlar prostetik guruh sifatida oqsil qismi bilan mustahkam bog'langan izoaloksazan hosilari flavinomononukleotid (FMN) hamda flavinadeninnukleotidlar (FAD)ga ega. Flavoproteinlar sariq rangli murakkab oqsillar bo'lib, vazifasi jihatidan oksidlanish-qaytarilish reaksiyalarini katalizlovchi fermentlardir. Bu oqsillarning ba'zilar metan atomlariga ega bo'lishi ham mumkin. Xromoproteinlarning eng muhim vakillaridan biri yashil o'simliklarda quyosh energiyasi to'planishida ishtirok etadigan xlorofil – oqsil majmuasidir. Bu oqsillarga tarkibida karotinoidlar bo'lgan ko'z qorachig'idagi ko'rish purpuri – rodopsin oqsilini ham kiritish mumkin. Rodopsin tarkibida prostetik guruh sifatida A vitaminining aldegid formasi – retinal bor.

**Nukleoproteidlar** – murakkab oqsillarning biologik jihatdan eng muhimi hisoblanadi. Ular oqsil va nuklein kislotasidan tashkil topgan bo'ladi. Prostetik guruhining xarakteriga qarab nukleoproteinlar ikkiga: dezoksiribonukleoproteinlar (DNP) va ribonukleoproteinlar (RNP)ga bo'linadi.

Dezoksiribonukleoproteinlarning oqsil qismi (dezoksiriboza tutadi) 5 ta giston turlari bilan ko'rsatilgan bo'lib, aminokislotalik tarkibi va molekular og'irligi bilan (lizin, arginin), boshqa oqsillar ham gistonlardan aminokislotalik tarkibi va kislotalik xossalari bilan farq qiladi.

Nukleoproteinlarning tarkibida riboza bo'lsa, ular ko'p oqsillarga ega bo'ladi. Bular ichida nuklein kislotasi molekulasini



turg'un saqllovchi, shuningdek, ayrim ribonuklein kislotalarining o'z-o'zini yig'ishida ishtirok etadigan oqsillar bor.

**Lipoproteidlar** — bular murakkab oqsillar hisoblanib, prostetik guruhida lipidlardan tuzilgan. Ularning tarkibida neytral yog'lar, yog' kislotalari, fosfolipidlar, xolesterin efilari borligi aniqlangan.

Lipoproteinlar hujayra membranasi, hujayra ichini va asab po'stlog'ini tashkil qilishda qatnashadi.

Lipoproteinlar qon zardobida erkin holatda bo'ladi. Ular lipidlarni tashish funksiyasini bajaradi. Qon lipoproteinlarining har xil turlari bo'lib, oqsil miqdori va lipidlar bilan farq qiladi.

$\alpha$ -lipoproteinlar tarkibida oqsillar ko'proq bo'ladi, xolesterin va neytral yog'lar tarkibida esa kam (65% oqsil, 35% lipid).

$\beta$ -lipoproteinlar xolesterin va neytral yog'larga boy.

Xilomikronlar — lipoproteinlarning alohida guruhi bo'lib, ular minimal miqdorda oqsil va maksimal miqdorda yog' tutadi.

**Fosfoproteinlar** — bular tarkibida fosfat kislota qoldig'i uchraydi, u ko'pincha prostetik guruh sifatida serin, nisbatan kamroq treonin qoldig'i bilan efir bog' orqali birikkan bo'ladi.

Bunday oqsillar gidroliz qilinganda ayni kislota qoldig'i serin yoki treonin bilan birikkan holda ajraladi.

Fosfoproteinlarning organizmdagi xarakterli xususiyatlaridan biri tarkibidagi fosfat kislota qoldig'ini anorganik fosfat bilan almashtira olishidir. Bular ayniqsa yosh organizm oziqlanadigan manbalarda ko'p uchraydi. Masalan, sutda, tuxumda ko'p bo'ladi. U o'sayotgan organizm uchun aminokislotalardan tashqari fosfat kislota manbayi sifatida ham xizmat qiladi. Ularning eng ko'p o'rganilgan vakillari kazein, ovalbumin, vitelin. Kazein sutda ko'p bo'lib, uning uch xil shakli ( $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$ -kazein) aniqlangan. Ularda fosforning miqdori turlicha bo'lib, sigir suti kazeini uchun 0,96, 0,52, 0,1%. Ularning aminokislota tarkibi ham bir-birini kidan ma'lum darajada farq qiladi. Fosvitin (tuxum sarig'i fosfoproteini) tarkibida fosfor miqdori 10% ga yetadi.

**Glikoproteinlar** — prostetik guruh sifatida karbonsuv birikmasi ega bo'lgan murakkab oqsillardir. Bu guruh oqsillar

tarkibiga kiradigan karbonsuvlar ko'p holda yuqori molekular geteropolisaxaridlar bo'lib, gidrolizga uchratilsa manoz, galaktoza, glukozamin, glukouronat kislota, sirka va sulfat kislotalar hosil bo'ladi.

Glikoproteinlar tarkibiga prostetik guruh sifatida ko'p hollarda gialuronat va xondroitinsulfat kislotalar, geparin, xitin, bakteriyalarning kapsular polisaxaridlari kiradi. Bu polisaxaridlar mukopolisaxaridlar, tarkibida bu polisaxaridlar bo'lgan glikoproteinlar mukoproteinlar deb ataladi. Glikoproteinlar biriktiruvchi to'qima tarkibiga kiradi, shuning uchun bu to'qima mustahkam bo'ladi. Ular hujayralararo bo'shliqlarni to'ldiradi va qon tomirlari devori tarkibiga kiradi. Glikoproteinlar ovqat hazm qilish yo'llarining ustki devorini qoplab olib, ularni hazm shiralarning fermentlari ta'siridan saqlaydi.

Glukoproteinlar hasharotlar va qisqichbaqasimonlarning kutikulasi qobig'ini tashkil qiladi.

**Metalloproteinlar** – bularning prostetik guruhi metallarning ionlari hisoblanadi. Ko'pincha ular tarkibida temir, mis, magniy va boshqalar uchraydi. Ma'lumki, ayrim xromoproteinlar ham metallar saqlaydi, lekin ularda bog'lanish tamoman boshqacha. Metalloproteinlarning metall ionlari polipeptid zanjir bilan hech qanday oraliq birikmasiz, bevosita bog'lanadi. Ularning eng xarakterli vakillaridan biri taloq oqsili – ferritindir. Uning kristall shakli tarkibida 20% temir saqlaydi. Ferritin tarkibida zaxira holda temir saqlaydigan oqsil hisoblanadi.

### 5.7. Organ va to'qimalarda oqsillarning miqdori

Hayvon to'qimalarida oqsil miqdori ko'p, o'simliklarda esa kamroq bo'ladi. Ko'proq oqsillar yovvoyi o'simliklar urug'ida (10–13%) va dukkakli o'simliklarda (20–35%) bo'ladi. Iste'mol qiladigan ildizlarda juda kam oqsil bo'lib (3,0%), barglarida ham kam bo'ladi.

Odam organizmining har xil organ va to'qimalarida quruq qoldiqli 14–84% gacha oqsillar bo'ladi (11-jadval).

## Odamning organ va to'qimalarida oqsillar miqdori

Organ va to'qimalar	Oqsillarning miqdori, %	
	Quruq to'qimaga nisbatan	Tananing umumiy oqsiliga nisbatan
Teri	63	11,5
Suyak (qattiq to'qima)	20	18,7
Tish (qattiq to'qima)	18	0,1
Ko'ndalang-targ'il muskulda	80	34,7
Miya va asab to'qimasi	45	2,0
Jigar	57	3,6
Yurak	60	0,7
O'pka	82	3,7
Taloq	84	0,2
Buyrak	72	0,5
Oshqozon osti bezi	47	0,1
Ovqat hazm qilish yo'li	63	1,8
Yog' to'qimasi	14	6,4
Qolgan to'qimalar: Suyuqlik	85	1,4
Qattiq	54	14,6
Tananing barchasi	45	100,0

O'pka, taloq, buyrak oqsilga ancha boy bo'lib, ayniqsa, ko'ndalang-targ'il muskulda, suyakda, terida ko'proq bo'ladi (64,9%).

**Nazorat savollari**

1. Oqsillar deb nimaga aytiladi?
2. Oqsillarning funksiyalari nimadan iborat?

---

## 6-bob.

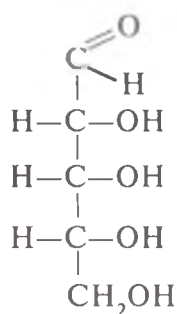
### NUKLEIN KISLOTALARNING TUZILISHI, XOSSALARI VA VAZIFALARI

Nuklein kislotalar barcha tirik organizmlarda, hatto viruslarda keng tarqalgan yuqori molekular polimer moddalaridir. Ularning asosiy vazifasi irsiy belgilarni saqlash va nasldan-naslga berish hisoblanadi, bu esa hayotning uzluksizligini ta'minlaydi. Hozircha Yer yuzida nuklein kislotalarning ishtirokisiz bu funksiyani amalga oshiradigan birorta ham jonli mavjudot aniqlangan emas, faqat nuklein kislotalar aynan o'ziga o'xshash nusxa sintezini ta'minlaydi. Shuningdek, ular organizmda boradigan juda ko'p muhim metabolik jarayonlarda ishtirok etadi va me'yorida kechishini boshqaradi. Lekin ularning hayotiy jarayonlaridagi ishtirokiga baho berganda juda ehtiyot bo'lish kerak, chunki nuklein kislotalarning birorta funksiyasi oqsil hamkorligisiz amalga oshmaydi. Shuning uchun ham hayotning dastlabki kurtaklari vujudga kelishida ularning qaysi biri hal qiluvchi rol o'ynaganligini aniqlash shu kungacha munozarali bo'lib kelmoqda.

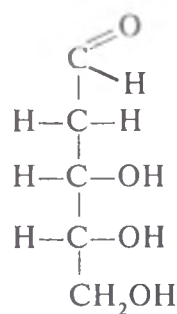
Nuklein kislotalarning molekular massasi juda yuqori. Ayrimlariniki bir necha milliardni tashkil etadi. Shunga muvofiq, ularning fizik-kimyoviy xossalari, ayniqsa, tuzilishi juda murakkab. Lekin nuklein kislotalarning elementar tarkibi ancha sodda. Ular, asosan, uglerod, vodorod, kislorod, azot va fosfordan tashkil topgan. Biroq keyingi yillardagi tekshirishlar nuklein kislotalar tarkibida kremniy, oltingugurt ham bo'lishini ko'rsatmoqda. Ular hujayraning asosiy birikmalarida (yadro, ribosoma, mitoxondriy va boshqalarda) nukleoproteinlar holida, ya'ni oqsillar bilan turli xil majmualar hosil qilib uchraydi. Nuklein kislotalar kimyoviy tarkibi va funksiyasiga qarab ikkiga: **dezoksiribonuklein kislota (DNK)** va **ribonuklein kislota (RNK)**ga bo'linadi.

### 6.1. Nuklein kislotalarning tuzilish elementlari

Nuklein kislotasi tarkibiga kiruvchi har bir nukleotid uchta birikmani o'z ichiga oladi: azot asoslari, monosaxarid pentoza va fosfat kislotaga qoldig'i. Nuklein kislotalariga ikkita pentoza kiradi: riboza va dezoksiriboza.



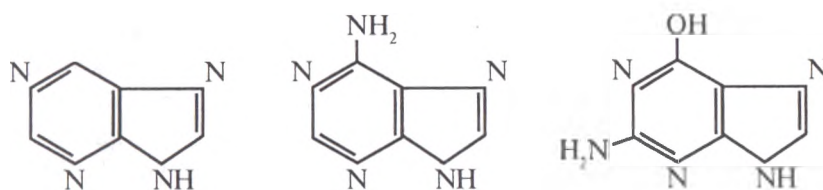
Riboza



Dezoksiriboza

Nuklein kislotalar tarkibidagi nukleotidlarga qaysi karbonsuv kirishiga qarab ikki guruhga bo'linadi: dezoksiribonuklein kislotasi (DNK) va ribonuklein kislotasi (RNK).

Nukleotidlar tarkibida 5 ta azot asoslari aniqlangan bo'lib, shundan ikkitasi: adenin va guanin barcha nuklein kislotalar tarkibiga kiradi hamda purin birikmasining geterosiklik hosilalari hisoblanadi, shuning uchun ularni purin asoslari deb yuritiladi:

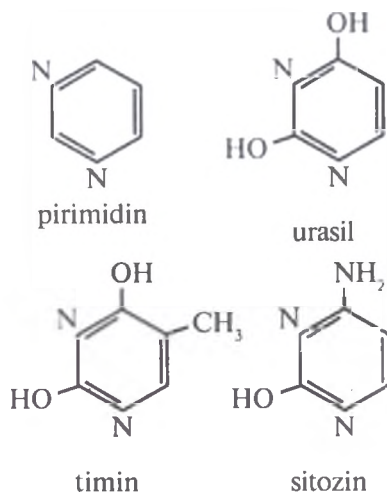


purin

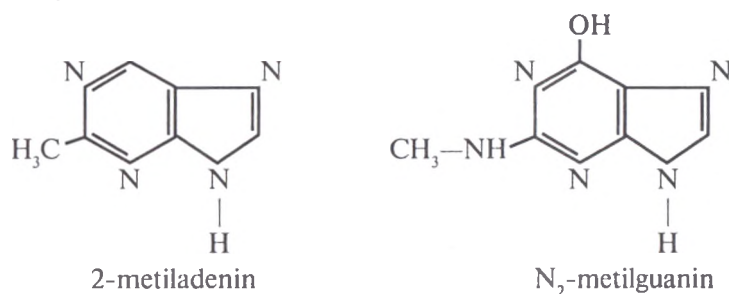
adenin

guanin

Uchta azot asoslari – urasil, timin, sitozin pirimidin hosilalari hisoblanib, olti a'zoli geterosiklik halqasida ikki atom azot bor va pirimidin asoslari deb yuritiladi.



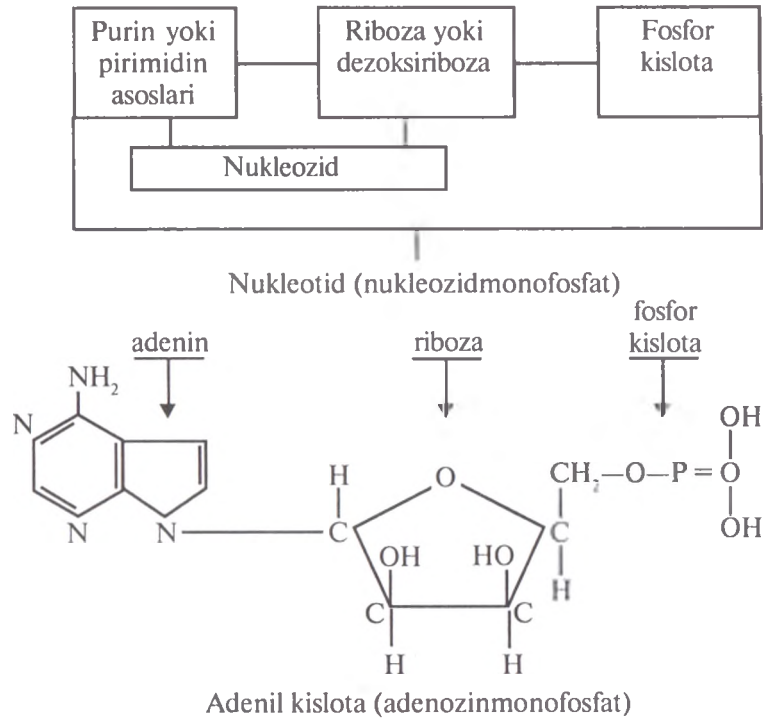
Nuklein kislotalar tarkibida A, G, S, U, T dan tashqari boshqa azot asoslari ham uchraydi. Ularning miqdori yuqorida ko'rsatilgan asoslarga nisbatan ancha kam. Shuning uchun ham ular kamdan-kam uchraydigan asoslar yoki minor asoslar deb ataladi. Misol:



Purin va pirimidin asoslari xossalari jihatidan bir-biriga juda o'xshash. Ular suvda yaxshi eriydi.

Sitozin DNK va RNK tarkibida, timin faqat DNKda, urasil faqat RNKda uchraydi.

Purin yoki pirimidin asoslari riboza yoki dezoksiriboza bilan qoʻshilishidan nukleozidlar hosil boʻladi.



Pentozaning gidroksil radikaliga fosfor kislota qoldiqlari efir bogʻlari orqali qoʻshilishi natijasida nukleotidlar hosil boʻladi (12-jadval).

*12-jadval*

**Nukleozid va nukleotidlarning tarkibi va nomi**

Azot asoslari		Nukleozidlar(asos+ karbonsuv: riboza yoki dezoksiriboza)	Nukleotidlar (nukleozid +H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> )
Purinli	Adenin	Adenozin	Adenil kislotasi.
	Guanin	Guanozin	Guanil kislotasi
Pirimidinli	Urasil	Uridin	Uridil kislotasi
	Sitozin	Sitidin	Sitidil kislotasi
	Timidin	Timidin	Timidil kislotasi

DNK va RNKlar tarkibiga nukleotidlar kirib, ular gidrolizidan so'ng tarkibi o'xshash va biroz farq qiladigan quyidagi birikmalarga bo'linadi:

DNKning gidrolizat tarkibi:	RNKning gidrolizat tarkibi:
<i>dezoksiriboza</i>	<i>riboza</i>
adenin	adenin
guanin	guanin
sitozin	sitozin
timin	urasil
H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>

Nuklein kislotalari bir-biridan tarkibidagi nukleotidlar farqi bilan va ularni tutish miqdori bilan, birlamchi, ikkilamchi, uchlamchi tuzilishi bilan farq qiladi.

## 6.2. DNKning tuzilishi

DNK — dezoksiribonuklein kislota barcha tirik organizmlar hujayrasida, hatto ayrim viruslarda genetik modda sifatida keng tarqalgan. Uning hujayrasidagi asosiy qismi yadro xromosomalarida, qisman sitoplazmada (0,1–0,2%) bo'ladi. Sitoplazmatik DNK yoki satelit (sayyor) DNK yirik organoidlar — mitoxondriya, xloroplast, kinetoplast (bir hujayrali organizmlarda) va boshqalarda uchraydi. Lekin u plazmatik membranalarda ham juda oz miqdorda bo'lishi keyingi tekshirishlarda aniqlangan.

DNKning hujayralardagi umumiy miqdori organizmning evolutsion pog'onada rivojlanganlik darajasiga bog'liq, ya'ni organizm qancha sodda tuzilgan bo'lsa, ularda DNK miqdori oz, qancha murakkab tuzilgan bo'lsa, aksincha, ko'p bo'ladi. Uning ayrim organizmlar hujayrasidagi (xromosomalarning gaploid to'plami bo'yicha) miqdori 13-jadvalda keltirilgan. Lekin shuni eslatib o'tish kerakki, ayrim sodda tuzilgan qadimgi organizmlarda (masalan, ikki yoqlama nafas oluvchi baliqlarda, amfibiyalarda) DNK miqdori sutemizuvchilardagiga nisbatan bir necha marta ko'p bo'lishi aniqlangan.



DNKning o'rtacha miqdori ayni organizmning turli to'qimalari hujayrasida deyarli bir xil. Faqat jinsiy hujayralarda somatik hujayralardagiga nisbatan ikki marta kam bo'ladi (14-jadval). Masalan, tovuq hujayrasidagi DNK  $2,6 \cdot 10^{-12}$  g, uning spermasida  $1,3 \cdot 10^{-12}$  g. Uning hujayralardagi miqdori tashqi sharoitga, organizmning oziqlanish darajasiga bog'liq emas.

13-jadval

**Ayrim organizmlar hujayrasidagi DNK miqdori  
(gaploid to'plami bo'yicha)**

Organizmlar	DNK miqdori ( $10^{-12}$ g)
Ichak tayoqchasi (bakteriya)	0,01
Bulutlilar	0,06
Kavakichlilar	0,3
Baliqlar	50
Amfibiyalar	84
Toshbaqa	2,5
Qushlar	1,0—2,0
Ignatanlilar	0,9
Sutemizuvchilar	2,9—3,2

14-jadval

**DNKning hujayralar yadrosidagi o'rtacha miqdori  
( $n \cdot 10^{-12}$  g)**

Organlar	Kalamush	Tovuq	Karp
Jigar	9,4	2,6	3,3
Buyrak	6,7	2,3	-
Taloq	6,5	2,6	-
O'pka	6,7	-	-
Yurak	6,5	2,5	-
Oshqozon osti bezi	7,3	2,7	-
Sperma	-	1,3	1,6

DNKning virus zarrasidagi miqdori juda kam bo'ladi. Masalan, bakteriofag T<sub>2</sub> dagi DNK miqdori  $1 \cdot 10^{-16}$  ga teng.

DNKning molekular massasi juda yuqori. Ularni ultrasentrifuga va elektronmikroskopiya usullari yordamida aniqlash mumkin.

**DNKning birlamchi tuzilishi** deb polinukleotid zanjirida nukleotidlarning ketma-ket joylashishiga aytiladi.



Turli tabiiy manbalardan ajratib olingan DNKlarning nukleotid tarkibini o'rganish natijasida Chargaff qator miqdoriy qonuniyatlarni aniqladi. Hozirgi vaqtda bu qonuniyatlar Chargaff qoidasi deb yuritiladi.

1. DNK molekulasidagi purin asoslari, ya'ni adenin va guaninning molar konsentratsiyasining yig'indisi pirimidin asoslari – sitozin va timinning molar konsentratsiyasi yig'indisiga teng:

$$\frac{A + G}{S + T} = 1$$

2. Adenin molar konsentratsiyasi timinnikiga, gulaniniki sitozinga teng:

$$A = T; G = S \text{ yoki } \frac{A}{T} = 1; \frac{G}{S} = 1$$

3. DNK zanjiridagi 6-aminoguruhi asoslar miqdori 6-ketoguruhi asoslar miqdoriga teng, ya'ni adenin va sitozin molar konsentratsiyalari yig'indisiga teng:

$$A + S = G + T \text{ yoki } \frac{A + S}{G + T} = 1$$

4. Guanin bilan sitozin molar konsentratsiyalari yig'indisi adenin bilan timinning (DNK yoki urasil RNK molekulasida) molar konsentratsiyalari yig'indisiga nisbatan turli manbalardagi nuklein kislotalarida turlicha bo'ladi. Bu

maxsuslik koeffitsiyenti deb ataladi va  $\frac{G + S}{A + T(U)}$  shaklda ifodalanadi.

Yuksak o'simliklar va hayvonlar DNKsi AT-tipga mansub, ya'ni ularda AT-juftlarning miqdori GS-juftlarning miqdoriga nisbatan ko'p. Ularda GS miqdori 28–50% atrofida o'zgarib turadi. Agar evolutsion pog'ona bo'ylab pastga tushsa, uning miqdori keng miqyosda o'zgarib boradi. Masalan, zamburug'larda, suv o'tlarida va bakteriyalarda GS miqdori 28–70% atrofida o'zgarib turadi. Ularning DNKsi ko'pincha GS-tipga mansub sil tayoqchasida (qushlarda uchraydigan turida) AT-juftning umumiy miqdori 30%, GS-juftniki 70% bo'ladi. Ularda nukleotidlar bog'lanishi 3'→5' yoki 5'→3' tartibda, ya'ni fosfat kislota qoldig'i bir vaqtning o'zida ikkita dezoksiriboza bilan fosfodiefir bog' orqali birikadi.

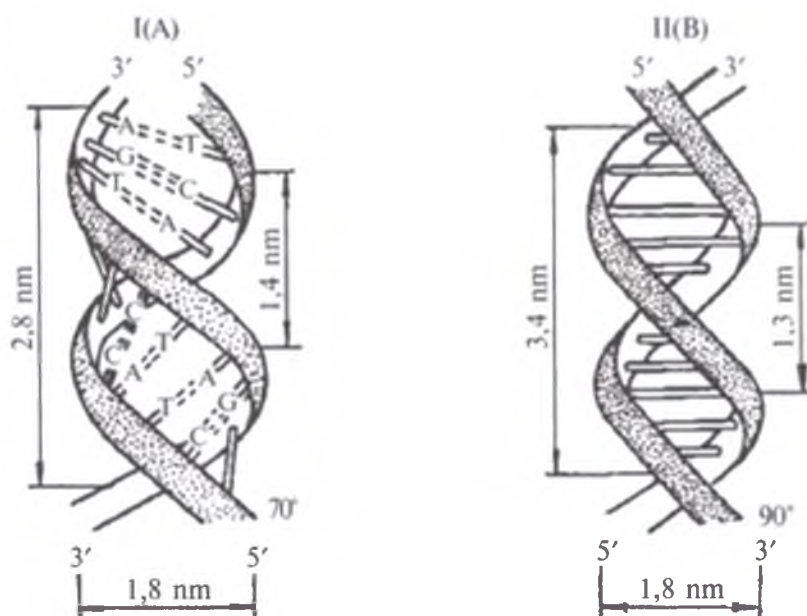
**DNKning ikkilamchi tuzilishi** deb polinukleotid zanjirlarining fazodagi spirallashuviga aytiladi.

Rentgentuzilish analizi natijalari asosida Uilkins DNK molekulasidagi nukleotidlar spiralsimon ko'rinishda joylashishini aniqlagan. Bu ma'lumotlar, Chargaff qonuniyatlari hamda DNKning nukleotid tarkibi to'g'risidagi analitik ma'lumotlar asosida Uotson bilan Krik 1953-yilda DNK molekulasining qo'sh spiralli tuzilishi to'g'risidagi gipotezani taklif etishdi. Bu gipoteza keyinchalik eksperimental tasdiqlandi. Qo'sh spiralning ochilishi biologiya fani tarixida eng muhim kashfiyotdir. Bu tadqiqot mualliflari Nobel mukofotiga sazovor bo'lishgan.

Azot asoslari spiral ichida, karbonsuv va fosfat qoldiqlari tashqarisida joylashgan. Asoslar juftliklardan iborat bo'lib, vodorod bog'lari bilan bog'langan, bu esa DNKni mustahkam saqlaydi (8-rasm).

Azot asoslari qo'sh spirallarda aniqlik asosida joylashgan bo'lib, bunga komplementarlik deyiladi. Masalan, bitta (asosda) spiralda timin bo'lsa, unga qarama-qarshi spiralda adenin, guanin – sitozin joylashgan bo'ladi. Shu orqali DNK molekulasida purin va pirimidin asoslari bir xilda bo'ladi.

DNKning uchlamchi tuzilishi deganda — DNK hujayrada juda ham xushbichim joylashgan bo'ladi. Hamma DNK hujayra yadrosida joylashgan DNK molekulasi yuqori molekular massaga egadir ( $10^7$ – $10^{10}$ ).



8-rasm. DNKning qo'sh spiral tuzilishi.

**DNKning xossalari.** DNK ipsimon oq modda bo'lib, suvda yaxshi erimaydi. Lekin tuzlarning suvdagi eritmasida yaxshi eriydi. Uning eritmasi yuqori qovushqoqlikka ega. Eritmaning qovushqoqligi DNKning molekular massasiga bog'liq va o'zgarishi mumkin.

Shuningdek, uning eritmasi tarkibida fosfor ko'p bo'lganligi uchun u yuqori zichlikka ega.

DNK qo'sh spiralining tarqalib yakka spiralli tugunga o'tishiga **denaturatsiya** deb ataladi (pH, qizdirganda, suvli muhitga spirt, ketonlar qo'shish). DNK qo'sh spiralining tuzilishi faqat harorat ko'tarilganda emas, balki muhit kuchli kislotali yoki ishqoriy tomonga o'zgarganda ham buziladi, ya'ni u denaturatsiyaga uchraydi.

Umuman olganda, DNKning denaturatsiyasi qaytar jarayon. Uni maxsus sharoitda ilgari holatiga keltirish mumkin, u renaturlangan DNK deb ataladi. Masalan, harorat ko'tarilishi

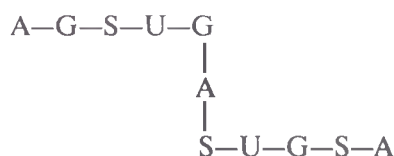
bilan denaturatsiyaga uchragan DNK molekulasi sekin-asta sovitsa, renaturatsiyaga uchraydi yoki uzoq vaqt suyuqlanish haroratdan 20° past holatda saqlansa oson renaturlanadi. Bu vaqtda har bir zanjirdagi komplementar asoslar bir-birini topib, vodorod bog'lar hosil qiladi va nihoyat, bispiralli tuzilishi tiklanadi.

### 6.3. RNKning tuzilishi

RNK – poliribonukleotid xuddi DNKga o'xshab, barcha tirik organizmlarda uchraydi. RNKning birlamchi tuzilishi deb polinukleotidlar zanjirida nukleotidlarning ketma-ket joylashuviga aytiladi (AMF, GMF, SMF, UMF). Bular tarkibiga riboza kiradi.

Masalan, A - G - S - U - A - G - S - U - G - S - A .....

Bir zanjirli tuzilishga ega bo'lgan vodorod bog'lari hisobiga zanjir ichida nukleotidlar spirallashgan va buklangan bo'lsa, bunda RNKning ikkilamchi tuzilishi deb ataladi.



Tirik hujayrada, asosan, uch xil: ribosomal RNK (r-RNK), informatsion RNK (i-RNK) va transport RNK (t-RNK) uchraydi.

Ribosomal RNK hujayrada umumiy RNK miqdorining 60–80% ini tashkil etadi.

Turli organizmlardan ajratib olingan ribosomalar tarkibida sedimentatsiya konstantasiga ko'ra bir-biridan farq qiladigan r-RNK turlari - 5S, 5,8S, 16S, 18S, 23S, 28Sr-RNKlar topilgan. Ularning molekular massasi  $0,35 \cdot 10^6$ – $1,8 \cdot 10^6$  atrofida bo'ladi. Ular 120 dan 6000 tagcha mononukleotiddan tashkil topgan. Tashuvchi RNK (t-RNK) hujayradagi miqdori r-RNKdan keyinda turadi. U umumiy RNKning 10–15% ini

tashkil etadi. Uning 60 dan ortiq turi ma'lum. Ularning tarkibida 75–85 ta nukleotid bo'lib, molekular massasi 23000–28000 atrofida. t-RNK sitoplazmada erigan holda uchraydi.

Axborot-RNK (i-RNK) umumiy RNKning 2–5% ini tashkil etadi. U ham sitoplazmada, ham yadroda uchraydi. Molekular massasi  $0,5 \cdot 10^6$  va undan ortiq. Uning turi juda ko'p. Har bir i-RNK turiga maxsus oqsil to'g'ri keladi. Shuningdek, yadroda har xil yuqori molekular RNK (ya-RNK) uchraydi.

RNKni bir-biridan ajratishda ultrasentrifugalash, elektroforez, xromatografiya usullaridan foydalaniladi.

RNK, asosan, UMF, SMF, AMF va GMFlardan tashkil topgan. Unda ham nukleotidlarning bog'lanishi xuddi DNK-dagiga o'xshash, ya'ni nukleotidlar o'zaro fosfodiefir bog'lar orqali birikkan. RNKda ham nukleotidlar konsentratsiyasi ma'lum qonuniyatga bo'ysunadi. Lekin u hamma vaqt DNK-dagi nukleotidlar konsentratsiyasi qonuniyatlariga muvofiq kelavermaydi. Chunki t-RNK qolipda sintezlangandan keyin odatdagi asoslar boshqa hosilalarga aylanib ketadi (15-jadval). RNKda GS juftining miqdori AU juftining miqdoridan ko'p bo'ladi.

15-jadval

Ayrim ribosomal RNKlarning nukleotid tarkibi

Organizmlar	Nukleotidlarning molar nisbati, %				$\frac{G + S}{A + U}$
	G	A	S	U	
<b>Hayvonlar:</b>					
kalamush	32,8	18,7	29,6	18,9	1,66
ipak qurti	26,1	16,1	23,9	23,8	0,99
<b>Yuqori o'simliklar:</b>					
bug'doy	30,8	25,2	25,4	18,6	1,22
loviya	31,4]	24,9	20,1	29,6	0,68
<b>Suvo'tlar:</b>	30,1	23,2	25,1	21,6	1,23
yashil suvo'tlar					
<b>Zamburug'lar:</b>					
aktinomitsitlar	31,1	23,8	25,2	19,9	1,29
<b>Bakteriyalar:</b>					
sil tayoqchasi	33,0	22,6	26,1	18,3	1,45

RNKning nukleotid tarkibi uning qaysi tipga mansubligiga bog‘liq. Masalan, ichak tayoqchasidan ajratib olingan RNK tiplari nukleotid tarkibi bo‘yicha quyidagicha farq qiladi (molar % miqdori)

	A	G	S	U
t-RNK	20,3	32,1	28,9	15,0
r-RNK	25,2	31,5	21,6	21,7
i-RNK	25,1	27,1	24,1	23,7

RNK tarkibi uchun eng xarakterli narsa minor asoslarining bo‘lishidir. Ayniqsa, t-RNK ana shunday minor asoslariga boy. Uning tarkibida hatto azot asoslarining oltingugurtli hosilalari ham uchraydi. Masalan, 6-tiouridin, psevdouridin. RNKning birlamchi tuzilishi DNKga nisbatan yaxshi o‘rganilgan. Hozirgi vaqtda 64 ta t-RNKning birlamchi tuzilishi to‘liq o‘rganilgan. O‘rganilgan t-RNK turlarining tuzilishi bir-biriga juda o‘xshash. Hammasida ham zanjirning bir uchida GMF nukleotid qoldig‘i, ikkinchi uchida SGA trinukleotid qoldig‘i uchraydi.

#### 6.4. DNK va RNKning biologik roli

DNKning ahamiyatini uning fundamental biologik roli aniqlaydi. Hujayradagi barcha genetik axborotlar yig‘indisi xromosoma genida joylashgan. Nasliy axborotlarni kodlashda asosiy rolni DNK bajaradi. Axborotlar kod shaklida berilib, ularning asosini aniq nukleotidlar tashkil qiladi.

DNKning alohida qismlari oqsillarning har xil tarkibi va funksiyalarini kodlaydi. Shuning uchun DNK va uning miqdori organizmning har xil hujayralarida bir xilda bo‘ladi.

RNK DNK bilan funksional bog‘langan: uning asosiy vazifasi hujayra dasturi asosida DNKning bo‘laklari ko‘rsatilganidek, oqsil sintez qilishida qatnashadi. Har bir RNK oqsil sintezida o‘z funksiyasini bajaradi: r-RNK ribosoma tuzilishini tashkil etadi.

Oqsil molekulasini sintezlash yoki polipeptid zanjirini yig‘ish m-RNK ishtirokida amalga oshiriladi, bo‘lajak oqsil

molekulasining aminokislotalik tarkibini esa nukleotidlar kodlab turadi. O'z navbatida, m-RNK DNK molekulasidan oqsil tuzilishi va xossalari uchun kerakli genetik xabarlarini olgandan so'ng. Nihoyat, t-RNK aminokislotalarni oqsil sintezigacha olib boradi, ya'ni m-RNK molekulasiga har bir t-RNK o'zlarining aminokislotalarini maxsus bog'lab, sintez joyiga olib boradi. Oqsil sintezi uchun 20 ta aminokislota ishlatiladi, t-RNK ko'proq – 60 ga yaqin, bunga sabab shuki, ya'ni ayrim aminokislotalar uchun bitta, ikkita yoki undan ko'p t-RNKlari bor.

Hujayrada juda ko'p har xil oqsillar sintezlanadi, ularni sintezlash tezligi har xil, shuning uchun RNK tarkibi va miqdori har xil bo'ladi (ayniqsa, m-RNK).

#### **6.5. Nukleotidlarning tuzilishi va ularning moddalar almashinuvidagi roli**

Mononukleotidlar o'zlariga fosfat kislotasi qoldiqlarini biriktirib olib, di-, tri- nukleozidfosfatlarini hosil qiladi. Erkin nukleozidtrifosfatlar hujayrada DNK va RNK sintezida ishtirok etadi. Nukleozidtrifosfatlar energiya almashinuvida makroergik birikmalar hisoblanib, juda muhim rol o'ynaydi. Bioenergetik jarayonlarda adenozintrifosfat (ATF)ning xizmati juda katta. RNKning parchalanishidan yoki to'g'ridan-to'g'ri ATFdan hosil bo'lgan siklik nukleotidlar maxsus fermentlar ta'sirida siklik shaklga aylanadi. s-AMF moddalar almashinuviga ta'sir qilib, boshqaruv funksiyasini bajaradi.

##### ***Nazorat savollari***

- 1. Nuklein kislotalar kimyoviy tarkibiga qarab necha sunfga bo'linadi?*
- 2. DNKning kimyoviy tarkibi nimalardan iborat?*
- 3. RNKning kimyoviy tarkibi nimalardan iborat?*
- 4. DNK va RNKning bir-biridan farqini tushuntiring.*



---

## 7-bob.

### FERMENTLAR

#### 7.1. Fermentlar – biologik katalizatorlar

Tirik organizmda doimo juda ko'p har xil reaksiyalar bo'lib turadi. Natijada barcha hujayra tuzilishlari yangilanadi. Bu o'zgarishlar tirik tabiatga nisbatan million marta tez o'tadi.

Bu o'zgarishlar organizmda juda past haroratda va bosimda, vodorod va gidroksil ionlarining chegaralangan konsentratsiyalarida o'tadi.

Misol uchun, ovqat tarkibidagi oqsilning aminokislota parchalanishi odam organizmida ovqat hazm qilish tizimida 37°C haroratda 2–3 soat davomida o'tsa, laboratoriya sharoitida 100°C da kislotalar, ishqorlar ishtirokida bir necha o'n soatlar davomida o'tadi.

Tirik organizmda reaksiyalarning juda tez borishiga sabab ularda faollikka ega bo'lgan biologik katalizatorlar bo'lib, bular fermentlar yoki enzimlardir.

Ular kimyoviy reaksiya tezligini orttiradi, lekin o'zlari reaksiyadan keyin avvalgi holatiga qaytadi.

Fermentlar kimyoviy tarkibi jihatidan oqsillar hisoblanadi. Ular kolloidli eritmalar hosil qiladi, molekular massasi 10 000 000 dan tortib bir necha milliongacha bo'lib, eritma holida o'zlarida amfoter elektrolitlar sifatida va pH o'zgartirganda molekularlarning zaryadlarini elektr toki ta'sirida o'zgartiradi. Fermentlarni eritma holidan kristall holiga olib kelishi mumkin. Kristallarda oz miqdorda suv bo'ladi va yuqori faollikka ega. Kristallarni suvsizlantirishda buziladi va fermentlar faolligini yo'qotadi.

Fermentlar bir-biridan farq qilib, hujayra ichidagi va tashqarisidagi fermentlarga bo'linadi.

Hujayra ichidagi fermentlar o'zlarining ta'sirini hosil bo'lgan joylarida o'tkazadi. Ular murakkab hujayra tuzilishlariga kirib, boshqa fermentlar bilan majmualar hosil qilishi mumkin va bitta reaksiyalar tezligini orttirmasdan, balki biokimyoviy jarayonlardagi ko'p reaksiyalarning tezligini orttirishi mumkin.

Hujayra tashqarisidagi fermentlar hujayradan ajralib qonga o'tadi, ovqat hazm qiluvchi shiralar va boshqa biologik suyuqliklar har xil moddalar almashinuvini tezlashtiradi.

## 7.2. Fermentlarning tuzilishi

Fermentlar ham boshqa oqsillar singari tarkibi bo'yicha ikki guruhga: bir komponentli va ikki komponentli fermentlarga, ya'ni oddiy va murakkab oqsillardan hosil bo'lgan fermentlarga bo'linadi. Ikki komponentli fermentlarda qo'shimcha prostetik guruh rolini mikroelementlarning ioni, vitaminlar, nukleotidlar va boshqalar bajarishi mumkin. Ana shu oqsil bo'lmagan organik prostetik guruh **koferment**, oqsilli qismi esa **apoferment** deb ataladi.

Koferment va apoferment juda kam faollikka ega bo'ladi, ikkalasi qo'shilib majmua hosil qiladi va faolligini orttiradi, bunga esa **xoloferment** deb ataladi.

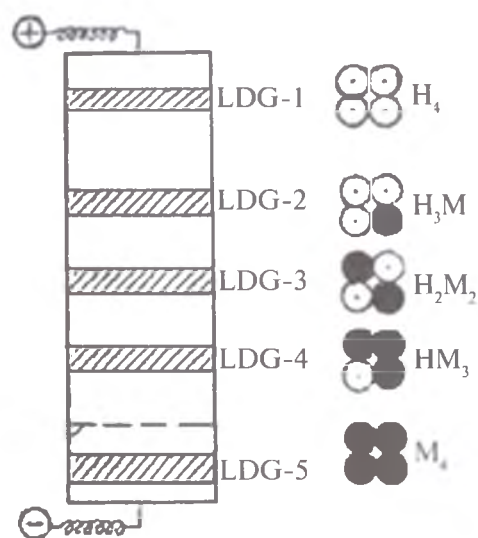
Ikki komponentli fermentlarning eng xarakterli xususiyatlaridan biri ularning tarkibiy qismi alohida-alohida faollik ko'rsatmasligidir. Prostetik guruh yoki koferment qisman faollikka ega bo'lishi mumkin, lekin u organizm talabiga muvofiq ravishda reaksiya tezligini ta'minlay olmaydi. Ularning majmuasida oqsil faqat qo'shimcha guruhning faolligini orttirib qolmay, ayni fermentning maxsusligini ta'minlaydi. Fermentlar molekulasi bitta, ikkita yoki undan ortiq polipeptid zanjiridan tashkil topgan bo'lishi mumkin. Har bir polipeptid zanjir o'ziga xos birlamchi, ikkilamchi va uchlamchi tuzilishga ega bo'ladi. Masalan, ribonukleaza, lizosim va boshqalarning molekulasi faqat bitta polipeptid zanjiridan iborat.

Laktatdehidrogenaza 4 ta, katalaza 8 ta va hokazo polipeptid zanjir — protomerlardan tashkil topgan. Bunday fermentlar

**multimer fermentlar** deb ataladi. Ularning har biri o'ziga xos tuzilishga ega. Ko'pincha multimer fermentlarda protomerlar tabiati jihatidan har xil bo'ladi, ular aminokislota tarkibi, molekular massasi bilan farq qiladi. Ularning o'zaro nisbati ayni ferment tarkibida turlicha bo'lishi mumkin. Natijada bir xil va turli fizik-kimyoviy xossaga ega bo'lgan fermentlar hosil bo'ladi. Bunday fermentlar **izomer fermentlar** yoki **izozimlar** deb ataladi. Ularni elektroforetik usul bilan bir-biridan oson ajratish mumkin. Masalan, laktatdegidrogenaza (LDG)ning molekulasini ikki xil polipeptid zanjiridan tashkil topgan bo'lib, 5 xil izomer hosil qiladi. Uning yurak muskulidan olingan turi 4 ta bir xil polipeptid zanjiridan iborat bo'lib, shartli ravishda  $H_4$  deb (heart – yurak) belgilangan LDGning skelet muskullaridan oldingi turi ham yuqoridagidan farqlanuvchi 4 ta bir xil polipeptid zanjiridan tashkil topgan. LDGning bu shakli  $M_4$  (muscle – muskul) deb, qolgan izozimlarning tarkibi quyidagicha belgilangan:  $H_3M$ ,  $H_2M_2$ ,  $HM_3$ . 9-rasmda ularning elektroforegrammasi ko'rsatilgan.

Multimer fermentlarning eng xarakterli xususiyatlaridan biri shuki, ularning tarkibiy qismi sharoitga qarab ajralib ketishi, ya'ni protomerlarga dissotsiyalanishi mumkin. Ular zarur bo'lsa, qaytadan yana tiklanishi mumkin. Bu jarayon o'z-o'zidan boshqariladi. Multimer ferment ularning eng yuqori faolligi xuddi ana shunday multimer holatida kuzatiladi. Tarkibiy qismlar dissotsiyalanganda faollik juda susayib, ayrim hollarda butunlay yo'qoladi. Shuningdek, multimer fermentlar multienzim majmualar hosil qilishi ham mumkin. Bu vaqtda bir sikldagi reaksiyalarni katalizlovchi fermentlarning molekulariga o'zaro birikib, kelishgan holda ishlaydi, ya'ni ayni reaksiya natijasida hosil bo'lgan oraliq modda go'yo qo'ldan-qo'lga o'tib, tayyor mahsulotga aylanadi.

Katalitik reaksiyalarda fermentlar ishtirokini tekshirish faol markazlar haqidagi tushunchalarni keltirib chiqaradi. Ma'lumki, ferment molekulasini substrat molekulasidan juda katta bo'ladi. Demak, shunday ekan, ular o'zaro birikkanda ferment molekulu-



9-rasm. Laktatdehidrogenazaning poliakrilamid gelida elektroforez qilinganda izofermentlarga ajralishi. LDG-1, 2, 3, 4, 5—laktatgidrogenaza izofermentlarining elektroforegrammasi.

lasining hamma qismi bog‘lanishda ishtirok etmaydi. Haqiqatan ham, ferment-substrat majmualar tuzilishini o‘rganish unda fermentning faqat maxsus bo‘lagigina ishtirok etishini ko‘rsatadi.

Ferment molekulasining xuddi ana shunday bog‘lanishlarida ishtirok etadigan va ayni reaksiyani amalga oshiradigan qismi uning faol markazi deb ataladi. Faol markaz tabiati jihatidan har xil bo‘ladi. Bir komponentli fermentlarda faol markaz rolini ayrim aminokislotalarning qoldig‘i bajaradi, ikki komponentli fermentlarda esa bu vazifani asosan prostetik guruh yoki koferment bajaradi.

Bularda fermentativ reaksiya amalga oshishida albatta oqsil qismining ma‘lum uchastkalari ham katta rol o‘ynaydi. Ba‘zan faol markazda substrat markazi va katalitik markaz alohida ko‘rsatiladi. Lekin ularni bir-biridan qat‘iy chegara bilan ajratish

mumkin emas. Bundan tashqari, multimer fermentlarda alohida markaz – allosterik markazlar ham mavjud. Ular maxsus effektorlarni biriktirib olib, ferment faolligini boshqarishda alohida rol o'ynaydi. Fermentlarning faol markazlari polipeptid zanjirining ma'lum tartibda o'ralishi natijasida hosil bo'ladi, ya'ni bunda bir-biridan uzoqda joylashgan ayrim aminokislotalarning funksional guruhlari bir-biriga yaqinlashib qoladi.

Ayrim fermentlarda bir-biridan mustaqil faoliyat ko'rsatuvchi bir necha faol markaz bo'lishi mumkin. Masalan, jigar alkoholdehidrogenazasida ( $M = 84000$ ) 2 ta, achitqilar alkoholdehidrogenazasida ( $M = 150000$ ) 4 ta faol markaz bo'ladi.

Fermentlarning faol markazlari ularning birlamchi tuzilishiga bog'liq ravishda ikkilamchi, uchlamchi, to'rtlamchi tuzilishlar darajasida yuzaga keladi. Ko'pchilik faol markazlar unga substrat yaqinlashgandagina tashkil topadi.

Fermentlar tuzilishining har qanday o'zgarishi ularning faol markaziga ta'sir etadi, ya'ni bunda fermentning faolligi ortadi yoki susayadi.

Ferment molekulasidagi chuqur o'zgarishlar faol markazning butunlay yo'qolishiga olib keladi. Denaturatsiya va renaturatsiya jarayonlarida fermentlar faolligining o'zgarishi ham xuddi ana shularga asoslangan.

Fermentlar oqsil tabiatli moddalar bo'lganligi uchun ularning barcha fizik va kimyoviy xossalari oqsillarga o'xshash bo'ladi. Fermentlarning eng muhim xossalaridan bo'lgan maxsusligi va faolligi haqida fikr yuritamiz.

**Fermentlarning maxsusligi** – fermentlar shunday yuqori maxsuslikka egaki, ular ma'lum bir substratni yoki kimyoviy bog'lanishning hosil bo'lishi yo parchalanishi reaksiyasini katalizlaydi, organizmda boradigan barcha reaksiyalar qat'iy tartibda o'zaro bog'langan holda kechishini ta'minlaydi. Shuningdek, ularning maxsusligi ayni moddalarning parchalanishi yoki sintezlanishini amalga oshirish bilan birga, bu jarayonlar bir me'yorda o'tishini ham boshqaradi.

Asosan, fermentlar faoliyatida **nisbiy, mutlaq** (absolut) va **stereokimyoviy maxsuslik** farq qilinadi.

Nisbiy maxsuslikka ega bo'lgan fermentlar ma'lum kimyoviy bog' hosil bo'lishini yoki parchalanish reaksiyasini katalizlaydi. Masalan, lipaza fermenti glitserin turli xildagi yog' kislotalar bilan hosil qiladigan murakkab efir bog'larini suv yordamida uzadi, ya'ni bu ferment murakkab efir bog'iga nisbatan maxsuslikka ega.

Bu guruhga kiradigan fermentlarning ba'zilar ma'lum funksional guruhga nisbatan maxsuslikni namoyon qiladi, bunday fermentlar guruhga xos maxsuslikka ega bo'lgan fermentlar deb ataladi. Masalan, tripsin fermenti ishqoriy aminokislotalar – arginin va lizinlarning karboksil guruhlari hisobiga hosil bo'lgan peptid bog'larini suv yordamida uzsa, ximotripsin aromatik aminokislotalar – fenilalanin, tirozin va triptofanning karboksil guruhi hosil qilgan peptid bog'larini gidrolizlaydi.

Mutlaq maxsuslikka ega bo'lgan fermentlar faqat ma'lum bir substratga ta'sir ko'rsatib, ma'lum o'zgarishlarni keltirib chiqaradi. Masalan, ureaza fermenti karbonat kislotaning amidi – siydikchil (mochevina)ni gidrolizlab, ammiak va karbonat angidrid hosil qiladi. Lekin boshqa kislota amidlariga ta'sir qilmaydi.

**Stereokimyoviy maxsuslik.** Bunda fermentlar faqat bitta stereokimyoviy shakldan substratga, ya'ni substratning bitta optik antiplodiga ta'sir etadi. Masalan, laktatdehidrogenaza faqat L-laktat oksidlaydi. Uning D-izomeriga muayyan ferment ta'sir etmaydi.

Shuningdek, ba'zi fermentlar substratning trans- va sis-izomerlariga qarab ta'sir etadi. Ayni fermentlar qat'iy maxsuslikka ega bo'lmaydi. Ular ayni bir vaqtda bir necha xil moddalarga, hatto substrati tamoman farq qiladigan moddalarga ham ta'sir etishi mumkin. Umuman olganda, fermentlar maxsusligini aniqlash juda qiyin. Shuning uchun bunday ishlarni nihoyatda tozalangan ferment mahsulotlarida amalga oshirish zarur.

### Fermentlar faolligiga haroratning ta'siri

Harorat ko'tarilishi bilan fermentlarning faolligi ma'lum darajada ortadi. Lekin harorat 40° dan ortganda ferment faolligi pasaya boshlaydi. Ko'pchilik fermentlar 60°–80° da butunlay faolligini yo'qotadi, bunda ularning tuzilishi butunlay o'zgarib, qaytmas denaturatsiyaga uchraydi. Fermentlarning bu xususiyati ularning oqsil tabiati bilan bog'liq. Lekin ayrim fermentlar 80° dan yuqori haroratda ham faollikni saqlab qolishi mumkin.

Masalan, tabiiy issiq suv manbalarida o'sadigan o'simlikning fermenti 90° da ham yuqori faolligini saqlab qoladi. Ba'zi fermentlar (bunga sovuq suvda va sovuq iqlim sharoitida yashaydigan suvo'tlar) faolligi past haroratda ham yuqori bo'lishi mumkin. Masalan, katalaza uchun 0–10° optimal harorat hisoblanadi.

### Vodorod ionlari konsentratsiyasining ta'siri

Organizmdagi ko'pchilik fermentlar pH-7 atrofida yuqori faollikka ega bo'ladi. Muhitning kislotali yoki ishqoriy tomonga o'zgarishi ular faolligining pasayishiga sabab bo'ladi. Ayrim fermentlar ma'lum pH muhitdagina yuqori faollikka ega bo'ladi. Masalan, pepsinning substrati tuxum albumini bo'lganda optimum pH-1,5; gemoglobin bo'lganda 2,2; fumarazada substrat fumarat kislota bo'lganda 6,5; malat bo'lganda 8,0 ga teng bo'lgan muhit kerak bo'ladi. Arginazaning eng yuqori faolligi pH - 9,5–9,9 da kuzatilgan.

### Aktivatorlar va ingibitorlarning ta'siri

Fermentlar optimal faollikka ega bo'lishi uchun harorat, pH, substrat konsentratsiyalari bilan bir qatorda ba'zi bir kichik molekular birikmalar, metall ionlari ham talab qilinadi. Bunday kofaktorlar **aktivatorlar** deb ataladi. Reaksiya muhitida boshqa xildagi moddalar paydo bo'lishi ferment faolligini pasaytirishi, hatto yo'qotishi mumkin, bunday moddalar **ingibitorlar** deb ataladi.

Organizmida boradigan ko'pchilik fermentativ reaksiyalarda metallarning ionlari ( $K^+$ ,  $Na^+$ ,  $Mg^{+2}$ ,  $Mn^{+2}$ ,  $Zn^{+2}$ ,  $Cu^{+2}$ ) va boshqalar faol ishtirok etadi. Ular, odatda, ferment-substrat yoki koferment-apoferment majmuasi hosil bo'lishini osonlashtiradi, natijada reaksiya tez sodir bo'ladi. Anionlardan xlor anioni ham ba'zan fermentlar, masalan, amilaza faolligining ortishida muhim rol o'ynaydi.

Ingibitorlar ta'siri jihatidan ikki guruhga: **raqobatli** va **raqobatsiz ingibitorlarga** bo'linadi. Agar ingibitor tuzilishiga ko'ra muayyan ferment substratiga o'xshasa, konkurent (raqobatli) tormozlanish yuz beradi, bunday ingibitor **raqobatli ingibitor** deb ataladi.

Raqobat tormozlanishga suksinatdegidrogenazaning malonat kislota bilan tormozlanishini misol qilib keltirish mumkin. Malonat kislota tuzilishi jihatdan muayyan fermentning substrati suksinat kislotaga o'xshash bo'lganligi uchun fermentning faol markazini band qilib oladi, shu tufayli haqiqiy, ferment-substrat majmua hosil bo'lishiga to'sqinlik qiladi, natijada ferment suksinatning oksidlanish qobiliyati yo'qoladi, ya'ni ferment tormozlanadi.

**Raqobatsiz ingibitorlar** fermentning faol markazidan boshqa joyga bog'lanib, fermentativ reaksiyani tormozlaydi. Bu tipdagi ingibitorlar bilan substrat orasida tuzilish jihatdan hech qanday o'xshashlik yo'q. Raqobatsiz tormozlanishning kuchi va darajasi substratning konsentratsiyasiga bog'liq emas. Og'ir metallarning ionlari ( $Hg^{+2}$ ,  $Pb^{+2}$ ,  $Ag^+$ ,  $Cu^{+2}$ ) va boshqalar ko'pchilik fermentlar uchun nokonkurent ingibitor hisoblanadi.

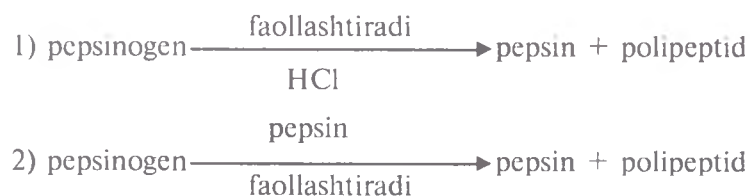
Ingibitorlardan eng kuchlisi sianid ioni ( $CN^-$ ) hisoblanadi. Ayniqsa, uning ta'sirida nafas olish fermentlarining faolligi yo'qoladi. Bunda ferment tarkibidagi metall ioni (nafas olish fermenti tarkibidagi temir ioni) sianid ioni bilan majmua hosil qiladi, natijada muayyan fermentning faol markazi buziladi.

Fermentlar faolligining tormozlanishi qaytar va qaytmas bo'lishi mumkin. Odatda, metabolitlar ta'sirida hosil bo'ladigan tormozlanish qaytar bo'ladi. Bunday metabolitlar **allosterik effektorlar** deb atalib, fermentlar faolligini boshqarishda muhim



rol o'ynaydi. Og'ir metallarning ionlari va boshqa kimyoviy moddalarning ta'sirida hosil bo'ladigan tormozlanish qaytmas bo'ladi. Masalan, dizopropilftorfosfat (DFF) faol markazida serin aminokislotasini tutuvchi fermentlarning, ya'ni xolinesteraza fermentining ingibitori hisoblanadi. Bu modda yuqoridagi fermentning faol markazi bilan bog'lanib, asetilxolin gidrollizini tormozlaydi. Shuning uchun u asabni zaharlovchi modda hisoblanadi.

Ko'pgina fermentlar tirik hujayralarda faol emas holatda ishlab chiqiladi, bularga **profermentlar** deyiladi. Profermentlarning faol holatga o'tishida har xil faolatorlar ta'sir etadi. Aktivatorlar sifatida har xil fermentlar, gormonlar ta'sir qilishi mumkin. To'qimalar nafas olish jarayonini tezlashtiruvchi fermentlarni  $Mg^{+2}$  va  $Mn^{+2}$  ionlari faollashtiradi. Yuqori vodorod ionlarining konsentratsiyasida pepsin faol emas pepsinogendan hosil bo'ladi:



Pepsinogendan pepsinning hosil bo'lishi **avtokatalitik faollanish** deb ataladi.

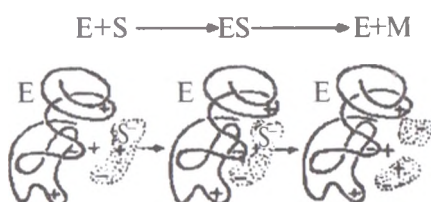
Vodorod ionlari hisobiga hosil bo'lgan pepsin pepsinogendan pepsin hosil bo'lishida o'z-o'ziga katalizatorlik vazifasini bajaradi.

### 7.3. Fermentativ reaksiyalar mexanizmi

Organizmida boradigan fermentativ reaksiyalar mexanizmi juda murakkab bo'lib, ular juda tez, sekundning ulushlarida sodir bo'ladi.

Fermentativ reaksiyalar mexanizmi oraliq moddalar nazariyasiga muvofiq, substrat dastlab fermentning faol markaziga birikib, ferment-substrat majmua hosil qiladi. So'ng bu majmua

ma'lum darajada o'zgarib, ferment va mahsulotga parchalanib ketadi (10-rasm).



10-rasm. Fermentlarning ta'sir mexanizmi.

Haqiqatdan ham, majmualar hosil bo'lishi maxsus tajribalar asosida isbotlangan.

Hozirgi vaqtda hatto ularni aniqlaydigan maxsus analizatorlar ishlab chiqilgan. Ayrim ferment substrat majmualari kristall holda ajratib olingan, ularning tuzilishi, ya'ni ferment bilan substratning o'zaro munosabati aniqlangan.

Fermentning faol markazi shakllangan joyda maxsus botiqlik, ya'ni "cho'ntak" bo'lib, ularga muayyan fermentning substrati yaqinlashganda, u bilan tegishli aminokislota qoldiqlari o'rtasida bog'lanish vujudga keladi.

"Cho'ntak" substrat bilan bog'lanishi natijasida qulf-kalit singari komplementar majmua hosil bo'ladi, "cho'ntak" konformatsiyasi substratning fazoviy qurilishiga to'g'ri keladi. Shu sababli qulf-kalit tabiati jihatidan bu bog'lanishlar ionli, kovalent, donor-akseptor va boshqa tipda bo'lishi mumkin. Agar substrat ferment yuzasidagi ayni botiqlikka mos kelmasa, bunda bog'lanishlar vujudga kelmaydi. Lekin fermentativ jarayonda muayyan ferment molekulasidagi botiqlik harakatsiz, doim substratning shakliga mos holda shakllanib turadi deb bo'lmaydi. Uning shakli hamma vaqt muayyan substratga mos bo'lishi shart emas.

Ayrim hollarda fermentativ faol markazi substrat yaqinlashgandagina ma'lum shaklga keladi. Bunda ferment molekulasi-ning deyarli hamma qismi harakatga kelib, tegishli konformatsiyani hosil qiladi va fermentativ reaksiya ancha tez hamda

oson borishini ta'minlaydi. Agar yuqoridagi fikrni davom ettirsak, ferment molekulasi yuzasidagi "cho'ntak"ka o'xshash bo'shliq substrat kelgandan keyin boshqa shaklga aylanadi. Hatto, aytish mumkinki, "cho'ntak"ning qopqog'i yopiladi. Shunday qilib, ferment muayyan substrat uchun mikromuhit yaratadi. Bu yerda shuni unutmaslik kerakki, substrat fermentga mos kelmasa, uning molekulasida tegishli konformatsion o'zgarish bo'lmaydi.

D.Koshland tushuntirishicha, qo'lqop panjalarga qarab shaklini qanday o'zgartirsa, muayyan ferment ham shaklini o'z substratiga shunday moslashtirib o'zgartiradi.

#### 7.4. Fermentlar faolligining boshqarilishi

Umuman olganda, hujayralardagi barcha fermentlarning faolligi doim o'z-o'zidan avtomatik ravishda boshqarilib turadi. Lekin ayrim fermentlar borki, ular muayyan metabolitik sikl uchun to'liq javobgar bo'ladi. Bunday fermentlar **regulator** (boshqaruvchi) **fermentlar** deb ataladi. Fermentlar faolligining boshqarilishi alohida ahamiyatga ega, ko'pincha ular hujayralarda boradigan qaytmas reaksiyalarni katalizlaydi.

Regulator fermentlarning faolligi teskari bog'lanish tamoyilida boshqariladi, ya'ni bunda reaksiyalar siklining oxirgi mahsuloti ular uchun ingibitor hisoblanadi. Masalan, treoninidan izoleysin hosil bo'lish jarayoni 5 ta fermentativ reaksiyadan iborat. Shu tizimdagi birinchi ferment ( $E_1$ ) – treonindezaminaza regulator ferment hisoblanadi. Uning faolligi - L-izoleysinga bog'liq.

Muhitda uning konsentratsiyasi ortib ketssa, muayyan fermentning faolligi to'xtatiladi. Boshqaruvchi fermentlar faolligining to'xtatilishi qaytar bo'lib, ular muayyan sharoitga qarab qaytadan oson faollanishi mumkin. Ularga ta'sir etuvchi ingibitor (metabolit) hech qachon faol markaz bilan bog'lanmaydi, chunki ular tuzilishi jihatidan muayyan ferment substratidan farq qiladi. Ular fermentning allosterik markaziga

birikib, uning konformatsiyasini o'zgartiradi. Shuning uchun ham ular **allosterik effektor** (yoki modulator) deb ataladi. Agar ular fermentning faolligini xuddi yuqoridagidek tormozlab qo'ysa, manfiy effektor deb, ferment faolligini orttirsam, **musbat effektor** deb ataladi. Ko'pincha muayyan boshqaruvchi fermentning substrati musbat effektor sifatida xizmat qiladi.

Boshqaruvchi fermentlar, odatda, oligomer tuzilishiga ega bo'lib, katalitik va allosterik markazlar alohida kichik birlik (bo'lakcha)da joylashgan bo'ladi. Masalan, aspartat-transkarbomilaza 2 ta katta va 4 ta kichik bo'lakchalardan iborat. Uning katalitik markazlari katta bo'lakchalarga, allosterik markazlari kichik bo'lakchalarga joylashgan. Agar ular bir-biridan ajratilsa ham katalitik xususiyatlari o'zgarmaydi, ya'ni katta bo'lakchalar katalitik funksiyani bajaradi, lekin faolligi boshqarilmaydi, kichik bo'lakchalar effektorlarini biriktirib olishi mumkin, lekin katalitik faollik ko'rsatmaydi. Bunday fermentlar yumshoq denaturatsiyaga uchratilsa, ya'ni biroz qizdirilsa yoki mochevina ta'sir ettirilsa ham effektorning sezuvchanligi kamayishi yoki yo'qolishi mumkin, bu jarayon **desensibilizatsiya** deb ataladi.

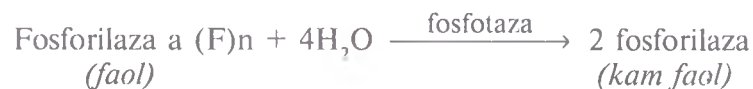
Faol markazlari bir nechta bo'lgan fermentlarning eng muhim xususiyatlaridan biri shuki, ularning birortasida kichik bo'lakchadagi faol markazga substratning birikishi boshqa kichik bo'lakchalarning faolligini orttirib yuboradi, ya'ni ularga substratning birikishi yanada osonlashadi. Buni gemoglobin asosida oson tushuntirish mumkin. Gemoglobin molekulasida 2 ta kichik bo'lakchadan iborat. Har bir bo'lakchada 2 tadan protomer (a, b) bo'ladi. Har bir protomer bittadan faol markazga ega.

Shulardan biriga, aytaylik, a-poliipeptid zanjirining gem guruhiga kislorod molekulasida biriksa, uning konformatsiyasi o'zgaradi. Bu o'zgarish tezda ikkinchi protomerga o'tib, uning konformatsion shaklini shunday o'zgartiradiki, unga kislorod birikishi birinchi protomerga birikishiga nisbatan ham oson bo'ladi. Ulardagi o'zgarish 3 protomerga o'tib, o'z navbatida kislorodning yanada oson birikishini ta'minlaydi.

Organizmida qaytar jarayonlarni katalizlovchi fermentlarning faolligi substrat, kofaktor va reaksiya mahsulotlari konsentratsiyasi bilan bevosita boshqarilib turadi.

Agar ferment substratga to'yinmagan bo'lsa, uning faolligi substrat konsentratsiyasi bilan boshqariladi. Bu yerda shuni ta'kidlash kerakki, boshqaruvchi fermentning faolligi substrat konsentratsiyasiga bog'liq bo'lmaydi. Kofaktor konsentratsiyasining kamayishi ham tegishli fermentlar faolligining kamayishiga sabab bo'ladi. Kasallik davrida (vitaminlar yetishmaganda) vitaminlarga bog'liq kofaktorlar ham tegishli fermentlar faolligini boshqarishda muhim rol o'ynaydi.

Ayrim fermentlar faolligining boshqarilishi bevosita fermentativ jarayondan iborat. Masalan, glikogen gidrolizini ta'minlovchi ferment fosforilazaning faolligi ikki xil ferment: fosforilaza kinazasi va fosfotazasi yordamida boshqarilib turadi:



Fosforilaza kinazasi ham ikki xil shaklda bo'ladi. Uning kam faol shakli s-AMF yordamida faollanadi.

Shuningdek, ximotripsin ham oshqozon osti bezida faol emas shaklda sintezlanadi, u **ximotripsinogen** deb ataladi. U ingichka ichakka tushishi bilan tripsin yordamida faol shaklga aylanadi. Lekin fermentlar faolligining bunday boshqarilishi teskari bog'lanish tamoyili orqali boshqarilishga nisbatan ancha kam tarqalgan.

Shuningdek, ayrim fermentlar faolligi genlar yordamida ham boshqariladi. Masalan, laktatdegidrogenazaning har xil izomerlari ma'lum, ular ikki xil gen nazoratida sintezlanadi. Shunga muvofiq, ularning faolligi turlicha bo'ladi.

## 7.5. Fermentlar klassifikatsiyasi

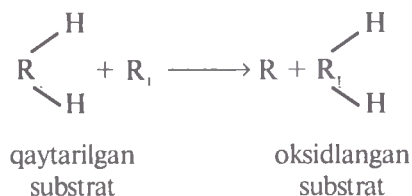
Ko'pchilik fermentlar substrat nomiga «aza» qo'shib nomlangan. Masalan, kraxmalning gidrolizlanishini tezlashtiruvchi ferment — amilaza (grekcha amilium — kraxmal), yog'lar gidrolizida ishtirok etuvchi ferment — lipaza (grekcha lipos — yog'), shuningdek, mochevina gidrolizini ta'minlaydigan ferment — ureaza (lotincha urea — mochevina) deb ataladi.

Jonli hujayra 1000 ga yaqin fermentlarni o'z ichiga olib, har xil kimyoviy reaksiyalarni tezlashtiradi.

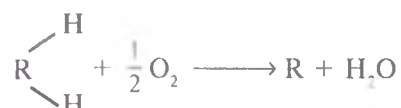
Jahon biokimyogarlarning V kongressida fermentlar bo'yicha xalqaro komissiya taklif qilgan klassifikatsiya qabul qilindi. Bunga ko'ra fermentlar 6 ta katta sinfga bo'linadi. Fermentlarning bu sinflari o'z navbatida kichik sinflar va kenja sinflarga bo'linadi. Hozirgacha ma'lum bo'lgan barcha fermentlar ro'yxatga olinib, har biri uchun 4 sonli individual nomer — shifr belgilangan. Birinchi son sinf nomeri, ikkinchisi kichik sinf, uchinchisi kenja sinf va oxirgisi aniq fermentning nomerini ifodalaydi.

**1-sinf. Oksidoreduktazalar.** Bu sinfga kiradigan fermentlar oksidlanish-qaytarilish reaksiyalarini katalizlab, ma'lum substrat (donor)dan vodorod yoki elektronning boshqa substrati (akseptor)ga ko'chish reaksiyalarini katalizlaydi. Oksidoreduktazalar quyidagi kichik sinflarga bo'linadi: degidrogenazalar, oksidazalar, gidrooksilazalar.

**Degidrogenazalar** oksidlanish va qaytarilish reaksiyalarida elektron va protonlarini bir substratdan ajratib olib (vodorod), ikkinchi substratga beradi:



**Oksidazalar** substratdan vodorodni kislorodgacha olib o'tishni katalizlaydi:



Gidroksilazalar va oksigenazalar – biologik oksidlanishda bir qancha reaksiyalarni tezlashtirib oksidlanadigan moddaga kislorod yoki gidroksilning birikishini tezlashtiradi.

**2-sinf. Transferazalar.** Bu sinfga atom va atomlar guruhining molekular ichida hamda molekulararo ko'chishini katalizlovchi fermentlar kiradi.

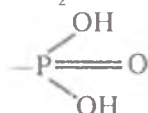
Metiltransferazalar –  $\text{CH}_3$  – metil guruhini olib o'tadi:



Glikoziltransferazalar – (glikozil) monosaxarid qoldiqlarini;

Aminotransferazalar –  $\text{NH}_2$  amin guruhini;

Fosfotransferazalar –



(fosforli) fosfor kislota qoldig'ini tashiydi.

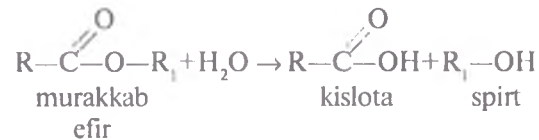
**3-sinf. Gidrolazalar.** Bu sinfga katta guruh fermentlar kirib, ular turli xildagi organik moddalar molekulari ichidagi bog'larni suv yordamida uzadi:



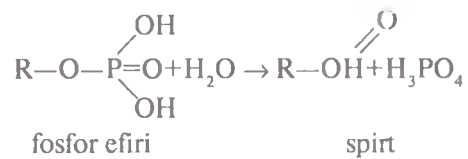
Gidrolazalar sinfga 500 ga yaqin individual fermentlar kirib, ular suv yordamida oddiy va murakkab efir, peptid, glukozid, amid, angidrid bog'larini uzadi. Gidrolazalarga barcha oziq-ovqatlarni parchalovchi fermentlar kiradi. Substratning kimyoviy tuzilishi va bog'larni parchalash xarakteriga qarab (yoki

sintezlaydigan) gidrolazalar kenja sinflarga bo'linadi: eksterazalar, fosfatazalar, glukozidazalar, peptidgidrolazalar.

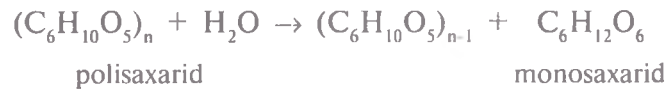
**Eksterazalar** murakkab efir (har xil lipid)larning kislota va spirlarga parchalanishini tezlashtiradi:



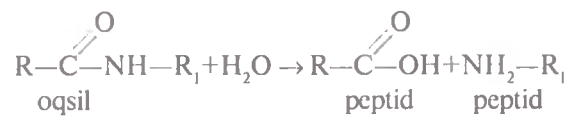
**Fosfatazalar** fosfor kislotasining nukleotidlardan gidrolitik parchalanishini va karbonsuvlarning fosfoefir bog'larini katalizlaydi:



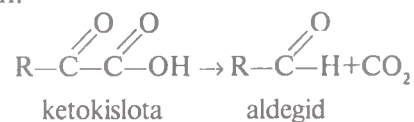
**Glukozidazalar** murakkab karbonsuvlar gidrolizini tezlashtiradi, masalan:



**Peptidgidrolazalar** oqsil va peptidlardagi peptid bog'larining gidrolizini tezlashtiradi:

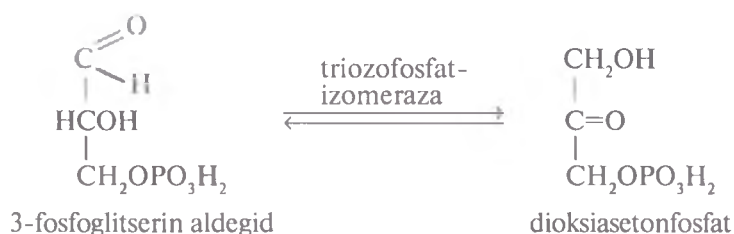


**4-sinf. Liazalar.** Organik birikmalarni C - C, C - N, C - O bog'lari bo'yicha gidrolitik bo'lmagan parchalashni tezlashtiradi, masalan:





**5-sinf. Izomerazalar.** Bu sinf boshqa sinflarga nisbatan kichik bo'lib, 90 ga yaqin alohida fermentni o'z ichiga oladi. Ular molekular ichida ko'chish, oksidlanish-qaytarilish, kimyoviy bog'lanishni qayta taqsimlash reaksiyalari orqali kimyoviy birikmalarning fazoviy izomerlanish reaksiyalarini tezlashtiradi:



**6-sinf. Ligazalar yoki sintetazalar.** Bu sinfga mansub bo'lgan fermentlar tirik organizmlar tarkibiga kiradigan moddalarni molekularidagi turli-tuman kimyoviy bog'larning sintezlanish reaksiyalarini katalizlaydi. Ligazalar katalizlaydigan reaksiyalarning xarakterli xususiyati shundaki, ular katalizlaydigan sintetik jarayonlar energiya ajratuvchi parchalanish reaksiyalar bilan bog'liq holda boradi, chunki bu reaksiyalarda asosar energiya sarflanadi. Bular quyidagi kichik sinflarga bo'linadi C - O, C - S, C - N, C - C bog'ini tashkil qiluvchi ligazalar

#### Nazorat savollari

1. Fermentlar kimyoviy tarkibi bo'yicha qaysi moddalarga o'xshash bo'ladi?
2. Koferment va opoferment deb nimaga aytiladi?
3. Aktivator va ingibitorlar deb nimaga aytiladi?
4. Fermentlarning ta'sir qilish mexanizmini ko'rsating.
5. Raqobatli va raqobatsiz ingibitorlarni tushuntiring.

---

## 8-bob.

### VITAMINLAR

#### 8.1. Vitaminlarning umumiy xossalari

XIX asrning oxiriga kelib odam va hayvon organizmiga doimo ovqat bilan oqsil, yog‘, karbonsuv va mineral tuzlar tushib turishi aniqlandi.

Shu bilan birga moddalar almashinuvida kamchiliklar va kasalliklar paydo bo‘lishi ma‘lum edi. Demak, ovqat bilan organizmga tushadigan asosiy ovqat mahsulotlaridan boshqa yana bir narsa yetishmasligi aniq bo‘lib qoldi.

Ana shu ovqat mahsulotlarining tarkibida yetishmaydigan moddani 1880-yilda rus olimi N.I. Lunin eksperiment orqali ko‘rsatib berdi.

Polyak olimi K.Funk esa unga "vitamin"lar, ya'ni "hayot aminlari" deb nom berdi.

**Vitaminlar** – bular organizmning hayotiy faoliyati, ko‘payishi, o‘sishi uchun kerakli, kimyoviy tarkibi jihatidan har xil past molekulali moddalar guruhidir.

Vitaminlar uchun xarakterli belgilar quyidagilar:

– vitaminlar odam organizmida sintezlanmaydi, shuning uchun ular ovqatlar bilan organizmga tushishi kerak. Ayrımlari ( $B_6$ ,  $B_{12}$ , pantoten va folein kislota) ichak mikroflorasi yordamida sintezlanadi, boshqalari organizmda (masalan, nikotin kislota triptofandan) sintezlanadi. Ammo bu jarayonlar organizmning bu vitaminlarga bo‘lgan ehtiyojini qondira olmaydi;

– bular plastik materiallar yoki energiya manbai bo‘lib xizmat qila olmaydi. Bularga organizmning ehtiyoji uncha katta emas, bir kecha-kunduzda mg larda (masalan, C – 0,07 g;  $B_1$  – 0,002 g;  $B_{12}$  – 0,000003 g) bo‘ladi;

– vitaminlar organizmga juda kam miqdorda ovqat bilan tushib, biokimyoviy jarayonlarga ta’sir qiladi. Ko‘pgina

vitaminlar fermentlarning faol guruhiga (koferment) kirib, ularning ta'sir qilishini aniqlaydi;

– vitaminlarning ovqatlar bilan kam miqdorda (yoki yomon hazm bo'lishi) organizmga tushishi moddalar almashinuvini va fiziologik funksiyalarni buzadi, hatto kasalliklarni (avitaminoz va gipovitaminoz) keltirib chiqaradi.

## 8.2. Vitaminlarning klassifikatsiyasi

Vitaminlar 2 katta guruhga bo'linadi:

- 1) suvda eriydigan vitaminlar;
- 2) yog'da eriydigan vitaminlar.

Bunday klassifikatsiya fiziologo-biokimyoviy ahamiyatga ega: yog'da eruvchi vitaminlar odam organizmida yig'ilishi mumkin, shuning uchun qisqa vaqtli (defitsit) yetishmaslik qandaydir yaxshi bo'lmagan hodisaga olib kelmaydi. Ovqatlar bilan yog'da eruvchi vitaminlarni ko'proq qabul qilish ularning konsentratsiyasi organizmdagi lipidlarni me'yoridan orttirib, ayrim hollarda yaxshi bo'lmagan o'zgarishlarga yoki funksional buzilishlarga (gipervitaminoz) olib kelishi mumkin. Organizmda suvda eruvchi vitaminlar amalda yig'ilmaydi, shuning uchun ularning ta'siri katta emas. Suvda eruvchi vitaminlarning ratsionda kam miqdorda bo'lishi yoki bo'lmasligi moddalar almashinuvida maxsus buzilishlarni juda tez keltirib chiqaradi.

16-jadvalda keltirilgan qator moddalar (orot, pangamat kislota, xolin, karnitin, U vitamin) organizm uchun katta ahamiyatga ega bo'lsa-da, lekin barcha vitaminlarga xos bo'lgan xarakterli xossalarga ega emas, shuning uchun ular vitaminlarga o'xshash moddalarga kiritiladi.

Organizm hayotiy faoliyatida barcha vitaminlar bir xil rol o'ynamaydi. Bir xil vitaminlar yetishmasligiga moddalar almashinuvining buzilishi sabab bo'lsa, boshqasining yetishmasligi faqatgina almashinuvga ta'sir qilib qolmasdan, fiziologik funksiyani chetlashi mumkin; ko'proq vaqt yetishmasligi – sog'liqning buzilishiga va o'limga olib kelishi mumkin.

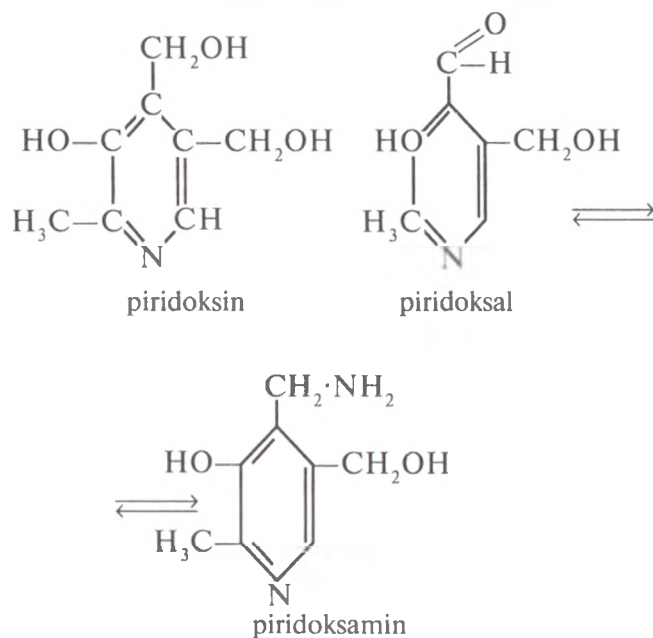
## Vitaminlar klassifikatsiyasi

Harflarda ifodalanishi	Biokimyoviy nomi	Maxsus ta'sir qilishi
Suvda eriydigan vitaminlar		
B <sub>1</sub>	Tiamin	Asabga qarshi (beri-beridan saqlaydi)
B <sub>2</sub>	Riboflavin	Riboflavinazozdan saqlaydi
B <sub>3</sub>	Pantoten kislota	Dermatika qarshi
B <sub>5</sub> (PP)	Nikotin kislota	Pellagra qarshi
B <sub>6</sub>	Piridoksin	Oqsillar almashinuvini boshqarishda ishtirok etadi
B <sub>12</sub>	Sianokobalamin	Anemiyaga qarshi
B <sub>13</sub>	Orot kislota	Nuklein kislotalar sintezida ishtirok etadi
B <sub>15</sub>	Pangamat kislota	To'qimalarning kislorodni o'zlashtirishiga yordam beradi
B <sub>c</sub>	Folein kislota	Anemiyaga qarshi
B <sub>T</sub>	Karnitin	Anemiyaga qarshi
C	Askorbin kislota	Singaga qarshi
H	Biotin	Seborriyaga qarshi
-	Xolin	Li potrop
N	Li poil kislota	Li potrop
U	Metilmetionin sulfoniy xlorid	Yaralar omiliga qarshi
P	Bioflavinoidlar	Tomirlar o'tkazuvchanligini oshiradi
Yog'da eruvchi vitaminlar		
A	Retinol	Kseroftalga qarshi
D	Kalsiferol	Raxitga qarshi
E	Tokoferollar	Oksidlanishga qarshi
K	Naftoxinonlar	Gemorroyga qarshi





pirimidin hosilasining 3 ta yaqin tuzilishini tashkil etadi. Tirik organizmda moddalar almashinuvi jarayonida ular bir-biriga o'tishi mumkin, ammo odamda esa 2 ta oxirgisi aniqlangan.



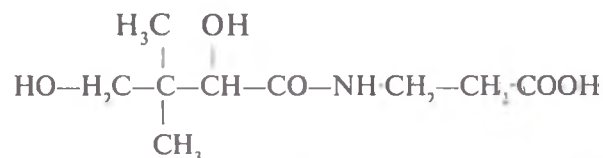
Piridoksal va piridoksamin fosforlanib piridoksalfosfat yoki piridoksaminfosfatga aylanadi va bir qator fermentlarning asosiy kofermentlariga o'tib, oqsil almashinuvini boshqarishda qatnashadi.

Bularning ichida eng muhimi aminotransforaza hisoblanib, aminokislotalarning aminoguruhini ketonkislota olib o'tishda qatnashadi va almashtirib bo'lmaydigan aminokislotalar, ketokislotalarni hosil qiladi.

Piridoksin boshqa fermentlar tarkibiga kirib, aminokislotalarni dekarboksillaydi. Uning ishtirokida aminokislotalardan aminlar hosil bo'ladi, ularning ko'pchiligi (serotonin, gistamin,  $\gamma$ -aminomoy kislota) asab tizimida va boshqa organlarda muhim rol o'ynab, moddalar almashinuvini boshqaradi. Piridoksin

karbonsuvlar almashinuvida ishtirok etib, fosforilaza fermenti tarkibiga kirib, glikogenning parchalanishida qatnashadi.

**Pantoten kislota**si – **B<sub>3</sub> vitamini**. Pantoten kislota si tarkibiga alanin va pantolin kislota si kiradi:

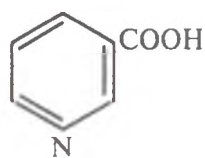


Pantoten kislota si koenzim A ning faol guruhi hisoblanib, pirouzum va a-ketoglutarat kislotalari almashinuvida muhim rol o'ynaydi. Koenzim A ning sirka kislota si (asetil-koenzim A) bilan qo'shilishidan faqatgina pirouzum kislota sini oksidlovchi dekarboksillanishi hosil bo'lmasdan, balki yog' kislotalarining  $\beta$ -oksidlanishi va ayrim aminokislotalarning dezaminlanishidan ham hosil bo'ladi.

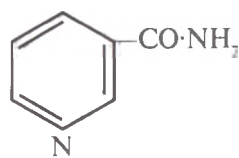
Uch karbon halqasida aerob oksidlanishda asetil-koenzim A yog'lar, karbonsuvlar va bir qator aminokislotalar almashinuvida bog'lovchi bo'g'in hisoblanadi.

Koenzim A yog'lar sintezida va oksidlanishida ishtirok etadi. Barcha organ va to'qimalarning moddalar almashinuvida pantoten kislota si muhim rol o'ynaydi. Shuning uchun uning hayvonlar va o'simliklar olamida keng tarqalganligini ko'rsatadi.

**Nikotin kislota si** – **PP vitamini**. Bu oddiy birikma hisoblanadi. Nikotin kislota si va uning amidi vitaminlik xususiyatiga ega.



nikotin kislota si



nikotinamid

Nikotinamid nafas olish fermentlarining faol guruhiga kiradi. Kofermentlarning 2 xili ma'lum bo'lib, unga nikotina-



mid kiradigan nikotinamidadenin nukleotid (NAD) va nikotinamidadenin nukleotidfosfat (NADF) kiradi. Agar fermentlar tarkibiga NADF kirsam, bir substratdan ikkinchi substratga vodorodni olib o'tadi, ya'ni substratlarning anaerob oksidlanishida ishtirok etadi. Bundan tashqari, NADF biosintez jarayonida ishtirok etadi. Shuning uchun nikotin kislotasining yetishmasligi biologik oksidlanish va organizmda sintezlanadigan qator moddalarning hosil bo'lishi buzilishiga olib keladi.

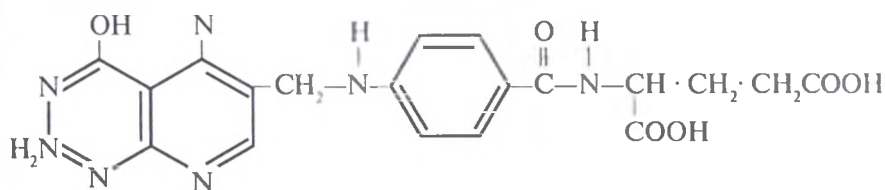
**Sianokobalamin – B<sub>12</sub> vitamini.** Bu vitamin tarkibi bo'yicha biroz murakkab hisoblanadi. Uning molekular massasi – 1356. Sianokobalamin molekulasida tarkibida halqa bo'lib, gemoglobin porfiriniga o'xshash, ammo markazda temir bo'lmasdan, kobalt va sianoguruh bo'ladi. Uning formulasidan ko'rinib turibdiki, B<sub>12</sub> vitamini ikki qismdan iborat: porfiriniga o'xshash va nukleotidli. U toza holda kristalli modda bo'lib, qora-qizg'ish rangda bo'ladi.

B<sub>12</sub> vitaminining biokimyoviy roli ko'p qirralidir. U koferment tarkibiga kiradi (kobamid kofermenti). Kobamid kofermentini saqlovchi fermentlar asetillanish reaksiyasi (asetil-koenzim A ning hosil bo'lishi)ga ta'sir qilib, sirka va pirouzum kislotalarining biologik oksidlanish jarayonlarini tezlashtiradi.

B<sub>12</sub> vitaminining purin va pirimidin asoslari sintezida ishtiroki RNK va DNK hosil bo'lishida katta ahamiyatga ega.

Kobamid fermentlari oqsil sinteziga ta'sir qilib, ularni quvvatlab turadi va anabolik effekt ko'rinishida bo'ladi. B<sub>12</sub> vitamini metionin almashinuvida, metil guruhini olib o'tishda qatnashadi va uning yog'lar almashinuvida yaxshi tomonga ta'sir qilishini ko'rsatadi (lipotrop holda ta'siri).

**Folein kislota – B<sub>c</sub> vitamini.** Uning shpinat bargida ko'p miqdorda uchrashi kislota nomi bilan bog'liqligini ko'rsatadi (lotincha folium – barg demakdir). Folein kislotasi 3 ta komponentdan tuzilgan bo'lib, pteridin, paraaminobenzol va glutamin kislotasidan tashkil topgan:



pterildin      paraaminobenzol kislota      glutamin kislota

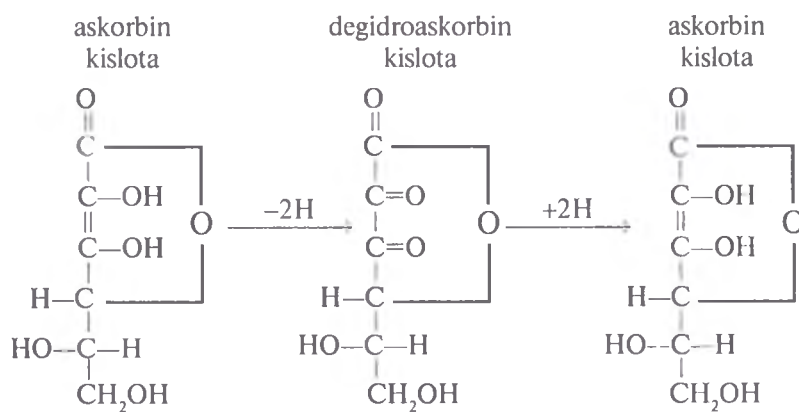
Hayvon va odamlar uchun qator murakkab fermentlar tizimida folein kislota muhim kofaktor hisoblanadi.

Folein kislota bir qator moddalarning biosintezida qatnashadi, ularni quvvatlaydi, timin, purin sintezida, shuningdek, nuklein kislotalar hamda fermentlar (NAD, NADP) hosil bo'lishida tuzilish elementlari bo'lib xizmat qiladi.

Folein kislota ta'siri xuddi vitamin B<sub>12</sub> nikiga o'xshash bo'lib, agar ikkalasi birga ta'sir qiladigan bo'lsa, bu eritrotsitlar sintezi va oqsillar almashinuvini quvvatlaganligini yaqqol ko'rsatadi.

**Askorbin kislota – C vitamini.** Bu to'yinmagan birikma o'zida karboksil guruhiga ega emas. Ikkita enol gidrooksili bo'lishi uni nordon xarakterli birikma ekanini aniqlaydi.

Askorbin kislota degidroaskorbin kislota tezda qaytar oksidlash yo'li bilan aylanishi (degidridlanish) va o'ziga vodorod atomini biriktirib (qayta tiklanish), yana askorbin kislota aylanishi mumkin.



Askorbin kislotasining bu xususiyati uni oksidlanish-qaytarilish reaksiyalarida vodorodni olib o'tishda qo'shimcha qatnashishini anglatadi.

C vitamini, ayniqsa degidroaskorbin kislotasi – kam tutiluvchi birikma. Shuning uchun ovqat mahsulotlarini uzoq saqlash jarayonida uning miqdori kamayadi. C vitamini qizdirilganda (ovqat tayyorlashda), ayniqsa og'ir metallar tuzlari ishtirokida (mis, temir) buziladi.

C vitaminining biokimyoviy roli uni oksidlanish-qaytarilish reaksiyalarida ishtirok etishini ta'minlaydi.

C vitamini muskuldagi oqsillar almashinuvi tuzilishiga ta'sir ko'rsatadi: u to'qima biriktiruvchi oqsillarni (kollagen va boshqalar), buyrak usti gormonlarini, ayrim aminokislotalar almashinuvini boshqarishda (tirozin, prolin, lizin) va ayrim fermentlarni me'yorlashtirishda (masalan, gialuronidaza) qatnashadi.

**Bioflavinoidlar – P vitamini.** Bu guruh birikmalar tez biologik tuzilishi va ta'siri bilan xarakterlanadi. Ularning birikmasi davriy (siklik) birikmalarga kirib, tuzilishi bo'yicha tabiiy bo'yoqlarga o'xshaydi.

P vitamini oksidlanish-qaytarilish reaksiyasiga ta'sir qilib, gialuronidaza faolligini to'xtatib, vena qon tomirlari devorlarining o'tkazuvchanligini me'yorida saqlashda ishtirok etadi.

**Orot kislota – B<sub>13</sub> vitamini.** Bu vitamanga orot kislota shartli ravishda kiritilgan bo'lib, tovuq va kemiruvchilarda avitaminoz kasalligini chaqiradi. U urasil va sitozinni hosil qiluvchi (manbalaridan) hisoblanib, pirimidin nukleotidlari biosintezida ishtirok etishi mumkin.

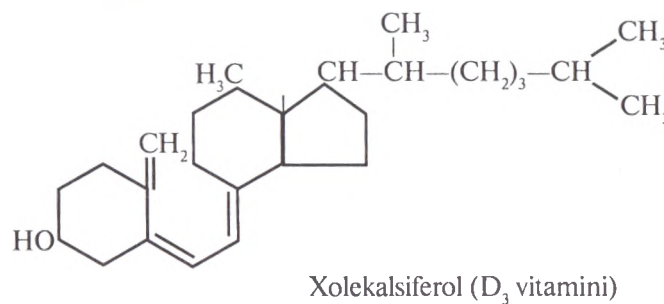
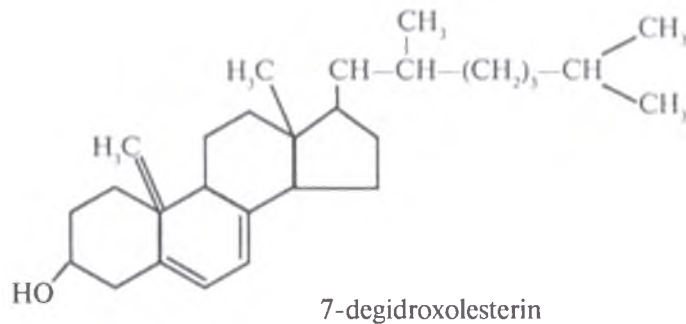
Nuklein kislotalar biosintezini quvvatlab turish uchun orot kislota davolash amaliyotida ishlatiladi.

**Pangamat kislota – B<sub>15</sub> vitamini.** Bu kislota ham vitaminlarga shartli ravishda kiritilgan (hayvon va odam organizmining bunga talabi aniq emas).

Ammo u ovqat mahsulotlarida aniqlangan bo'lib, bir qator qimmatli xossalarga ega, shuning uchun B<sub>15</sub> vitamini sport







O'simlik mahsulotlarida D vitaminining miqdori ko'p emas. Hayvon mahsulotlaridan jigarning yog'i 10000–500000 ME (1 g mahsulotda), baliq jigaring yog'i – 250, tovuq tuxumi – 2–4, cho'chqa va mol jigari – 0,2–2, sigir suti – 0,01–0,2, sariyog' – 0,2–0,8.

Keltirilganlardan ko'rinib turibdiki, keng tarqalgan oziqalar bilan ovqatlanish organizmning D vitaminiga talabini to'la qondira olmaydi. D vitaminining yetishmasligiga, asosan, bolalar organizmi juda sezgir bo'ladi.

D vitamini ingichka ichakdan o't kislotalari ishtirokida so'riladi, keyin jigarga tashiladi va u yerda  $\text{NADN}_2$  hamda molekular kislorod ishtirokida ishlovchi mitoxondriyalar tizimi ta'sirida 25-Oksikalsiferolga aylanadi. 25-Oksikalsiferol buyraklarda gidroksillanadi, natijada gormonal xususiyatga ega bo'lgan 1,25-Degidrokalsiferol hosil bo'ladi. Bu reaksiya paratgormonlar bilan boshqariladi. 1,25-Degidrokalsiferol ichakda  $\text{Ca}^{2+}$  tashilishini kuchaytiradi. Uning ta'sirida ichak

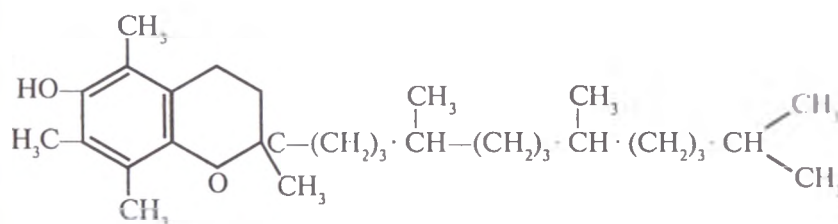
shilliq qavati hujayralarining tegishli oqsillari kalsiy biriktirgan oqsilga aylanadi, bu birikma ichak mikrovarsinkalarida faoliyat ko'rsatadi. Yuqoridagi oqsil  $Ca^{2+}$  ga bog'liq ATF-aza ichakda  $Ca^{2+}$  tashilishida qatnashadi va jarayon  $Na^+$  ga ham bog'liq.

D vitamini suyak to'qimalarida fosforli-kalsiyli tuzlar hosil bo'lishida, uning mustahkamligini oshirishda, organizmning oksidlanish-qaytarilish reaksiyalarida va shuningdek, limon kislotasini chiqindiga chiqarishni boshqarishda qatnashadi. Bundan tashqari, D vitamini buqoq va juftbuqoq bezlarining funksional tuzilishiga ta'sir ko'rsatadi. D vitamini yetishmaganida faqat suyak to'qimasi emas, balki butun organizm zarar ko'radi, qon bilan a'zolarga  $Ca^{2+}$  yetarli bormasligi natijasida ikkilamchi o'zgarishlar yuzaga chiqadi.

D vitamini tanqisligida ingichka ichakning shilliq qavatida distrofik o'zgarishlar yuz beradi, bu esa ichakning faoliyatini, ayniqsa, so'rish (aminokislotalar, vitaminlar va boshqalarni) qobiliyatini susaytiradi. Aminokislotalarning hujayra ichidagi miqdori o'zgaradi, bu bilan azot balansi siljiydi, sisproteinemiya yuzaga chiqadi, jigar, buyrak, timus, taloq va boshqa a'zolarida oqsil sintezi buziladi.

D-gipovitaminozda lipidlar almashinuvi buziladi (qonda umumiy xolesterin, erkin yog' kislotalari va fosfotidiletanolaminlarning miqdori jigardagi lipidlar almashinuvi buzilishi natijasida ortadi). D-gipovitaminozda organizmdagi oqsil almashinuvida o'zgarishlar kuzatilgan. Taloqda va timusda oqsil parchalanishi ortishi bilan uning sintezi pasaygan. Shunday hollarda bolalar va kattalarda suyaklarning demineralizatsiyasi yuz beradi, unga kuchli bo'lmagan ta'sirlar suyaklar sinishiga olib keladi. Qon zardobida  $Ca^{2+}$  va P miqdori ortishi hisobiga yumshoq to'qimalarda  $Ca^{2+}$  yig'iladi va buyraklarda tosh hosil bo'ladi.

**Tokoferollar – E vitamini.** E vitamini bir-biridan aromatik yadrosidagi metil guruhlari soni va joylashishi bilan farq qiluvchi tokoferolning hosilalari  $\alpha$ ,  $\beta$  va  $\gamma$ -tokoferollardir.  $\alpha$ -tokoferol eng yuqori biologik faollikka ega bo'lib, u tabiatda ham ko'p tarqalgandir.



$\alpha$ -tokoferol (E vitamini)

E vitamini sariq rangli moy ko'rinishiga ega, organik erituvchilarda yaxshi eriydi, kislota va ishqorlar qizdirilishining ta'siriga chidamli, lekin oksidlovchilarga ancha chidamsiz. Shu bilan birga havo kislorodi va ultrabinafsha nurlarga ham chidamsiz.

Tokoferollar faqat o'simliklarning yashil qismida, ayniqsa boshloqlarning maysalarida hosil bo'ladi. Ular o'simlik moylarida ko'p bo'ladi: kungaboqar moyida o'rtacha 60 mg%, bundan 100% ini  $\alpha$ -tokoferol tashkil qiladi, paxta moyida tegishli 90 mg% va 65%, soya moyida 120 mg% va 10%. Hayvon mahsulotlarida ham tokoferollar bo'ladi.

Odam va hayvonlarda tokoferollar ingichka ichakda oddiy diffuziya yo'li bilan so'riladi. Ovqatda yog'lar bo'lganda va o't kislotalari ishtirokida, iste'mol qilingan tokoferollarning 50% i so'riladi.  $\alpha$ -tokoferol yaxshi so'riladi. Tokoferollar a'zo va to'qimalarga lipoproteidlar tarkibida tashiladi.

Hujayra ichidagi E vitamini faqatgina biomembranalar bilan bog'langan holda ularning tarkibiy qismi hisoblanadi. U membranalarning lipidlari va lipoprotein tabiatli retseptorlarga bog'langan holatda bo'ladi.

E vitaminining organizmdagi biokimyoviy roli ko'p qirralidir. Muskullar to'qimasida moddalar almashinuviga katta ta'sir ko'rsatadi. U yurak muskuli va skelet muskullarida sintezlanadigan eng muhim makroergik birikma – kreatinfosfat sintezida, muskuldagi miozinni yuqori darajada saqlashda, muskullardagi minerallar almashinuvini boshqarishda homiladorlik vaqtida jinsiy hujayralarining hosil bo'lishiga ta'sir qiladi va steroid gormonlar sintezini boshqarishda qatnashadi. To'qima nafas olishida tokoferollarning boshqaruv roli juda ham katta



ahamiyatga ega. E vitamini sitoxrom C ni tiklab, flavinli fermentlarning faolligini oshiradi va koenzim Q va boshqalar sinteziga yordam beradi.

E vitaminining yetishmasligi makroergik birikmalar hosil bo'lishini oshirmasdan, to'qimalarning kislorodga talabini orttirib yuboradi (2–2,5 marta normaga nisbatan).

E vitamini A vitaminiga o'xshab hujayra membranalarining o'tkazuvchanligini va shuningdek, muskul hujayrasini boshqarishda ishtirok etadi.

**Naftoxinonlar – K vitamini.** Naftoxinonlar suvda erimaydi va organik erituvchilarda yaxshi eriydi. Havo kislorodi bilan oson oksidlanadi. K vitaminiga, asosan, yashil o'simliklar, ayniqsa karam (10–30 mkg/g) boy. Hayvonlardan olingan mahsulotlarda esa K vitaminining miqdori kam bo'ladi. Masalan, cho'chqa jigarida 0,4–0,8 mkg/g.

K vitaminining funksiyasi qon ivishini boshqarib turadi. K vitaminining yetishmasligi qon ivishi mexanizmidagi muhim rol o'ynaydigan protrombin hosil bo'lishi jarayoni buzilishiga olib keladi. K vitaminining asosiy biologik ahamiyati shundan iboratki, u jigarda qon ivishini ta'minlovchi oqsillar sintezida qatnashadi. Shu jarayonda K vitamini oqsil molekulalaridagi glutamin kislotasi qoldiqlarining  $\alpha$ -karboksillanish reaksiyalarida, jumladan protrombindan protrombin hosil bo'lishida koferment (protrombin, prokonvertin, IX va X omil) sifatida qatnashadi.

K vitamini yetishmasligi qon ivishini sekinlashtiradi, natijada qon ketishi va gemorrogik belgilar rivojlanishiga imkoniyat tug'iladi. K vitaminini yetishmasligi odamlarda juda ham kam hollarda uchraydi, chunki u ovqatlar bilan organizmga tushishdan tashqari ichak mikroflorasi orqali yetarli ko'p miqdorda sintezlanadi. Ammo yetishmaslik ichakdan vitaminlarning so'rilishi buzilganda ro'y berishi mumkin.

#### **8.4. Vitaminlarning kofermentlik funksiyasi**

Vitaminlar moddalar almashinuvida muhim rol o'ynaydi. Hozirgi paytda barcha reaksiyalar me'yoriy ketishi uchun

nafaqat vitaminlar, balki fermentlar bilan ular tarkibidagi kofermentlar ham alohida ro'1 o'ynaydi (17-jadval).

17-jadval

Eng muhim kofermentlar va ular tarkibiga kiruvchi vitaminlar

Vitaminlarning nomi	Kofermentlarning nomi	Fermentlar katalizlaydigan reaksiyalar
PP (nikotin kislota)	NAD, NADF (nikotin-amidadenin-dinukleotid; dinukleotidfosfat)	To'qima nafas olish jarayonida vodorod atomini tashishda va bir substratdan boshqa substrat biosintezida
B <sub>2</sub> (riboflavin)	FAD (flavinadenin-dinukleotid)	Vodorod atomini substratdan kislorodga olib o'tishda
B <sub>3</sub> (pantoten kislota)	Koenzim A (KoA)	Asetil yoki asil radikalini (tashishda) olib o'tishda (sirka va yog' qoldig'i)
B <sub>c</sub> (folein kislota)		Nuklein kislotalar va boshqa jarayonlar biosintezida bir uglerodli birikmalarni olib o'tishda
B <sub>1</sub> (tiamin)	Tiominpirofosfat (TPF)	Ketokislotalarning oksidlanib dekarboksillanishida (pirouzum, a-ketoglutar). Pentoza siklidagi glukozaning oksidlanishida
B <sub>6</sub> (piridoksin)	Piridoksal-5-fosfat	Aminokislotalar dekarboksillanishida hamda aminlanishida va boshqa bir qator oqsillar reaksiyasida va aminokislotalar almashinuvida
B <sub>12</sub> (siankobalamin)	Koenzim B <sub>12</sub> (kobamid kofermenti)	Doimiy metil guruhlari hosil bo'lishida va olib o'tishda va boshqa biosintez reaksiyalarida

### 8.5. Organizmda vitaminlar yetishmasligidan kelib chiqadigan kasalliklar

Vitaminlar – ovqatning almashtirib bo‘lmaydigan omillari hisoblanadi.

Ularning zaxiralari organizmda juda ham ko‘p emas. Shuning uchun ular ovqatlar bilan organizmga tushishi kerak. Moddalar almashinuvi va sog‘lom bo‘lish ratsiondagi vitaminlar miqdoriga bog‘liq (18-jadval).

Avitaminozlar – ovqatda vitaminlarning yo‘qligidan yoki biron-bir vitaminning hazm bo‘lmasligidan kelib chiqadi.

Gipovitaminozlar – ovqat bilan vitaminlarning kam tushishi yoki yomon hazm bo‘lishidan kelib chiqadi.

18-jadval

Ratsiondagi vitaminlar miqdorining sog‘liqqa va moddalar almashinuviga qaratilganligi

Ratsiondagi vitaminlar miqdori	Organizmgga ta'siri	Sog‘liqning ko‘rinishi
Talabga javob yetarli bo‘lsa	Fiziologik jarayonlarning me‘yorida o‘tishini ta‘minlaydi. Yaxshi bo‘ladi	Sog‘lom
Yetarli bo‘lmasa yoki talabga nisbatan ortgan bo‘lsa (me‘yorga nisbatan)	Organizmning reaksiya berishi pasayadi, ayrim tuzilishlarning funktsionalligi yetarli bo‘lmaydi. Almashinuv jarayoni buziladi	Vitaminlar yetishmasligining boshlanishi: mehnat qobiliyatini pasaytiradi; infeksiyaga, charchashga, ishtaha, vaznning pasayishiga olib keladi
Uzoq vaqt bo‘lmasligi yoki juda ham past miqdorda bo‘lishi, hazm bo‘lishining buzilishi	Fiziologik jarayonlar paytida almashinuv buziladi	O‘ziga xos maxsus kasalliklar, avitaminozlar, gipovitaminozlar.

Organizmida gipervitaminozlar – ovqatlar bilan vitaminlarning ko‘proq tushishidan kelib chiqadi.

Bu hodisa juda ham kam bo‘ladi, ammo ayrim vitaminlar A, D, K lar organizmda ko‘proq sintezlanishi mumkin.

Organizmida karbonsuvlarga talab ortganda B<sub>1</sub> ga, oqsillarga talab ortganda, B<sub>6</sub> ga, o‘simlik yog‘lariga talab ortganda vitamin E ga talab ortadi. Oqsilga talab pasayganda ko‘pgina vitaminlarga talab ortadi, chunki ularning fermentlarini faollashtirib beruvchilar vitaminlardir.

Vitaminlarga talab, ayniqsa yuqori tog‘li hududlarga chiqqanda, iqlim o‘zgarganda va har xil haroratli omillar o‘zgarganda, pasayganda ortadi. Ayniqsa, shu sharoitga o‘rganguncha talab ortib boradi.

Vitaminlar organizmga har xil ovqat mahsulotlari bilan tushadi. Odam organizmining vitaminlarga bo‘lgan ehtiyoji va ularning asosiy ovqat manbalari 19-jadvalda keltirilgan.

*19-jadval*

**Katta odamlar organizmining vitaminlarga bo‘lgan ehtiyoji va ularning asosiy ovqat manbalari**

Vitaminlar	Bir kecha-kunduzdagi ehtiyoj	Ovqatdagi asosiy vitaminlar manbayi
Tiamin (B <sub>1</sub> )	1,3–2,6 mg/0,6 mg 4000 kJ	Donli mahsulotlar. Po‘stlog‘idan va pereferik qismlardan tozalanmagan hayvon va o‘simlik mahsulotlari
Riboflavin (B <sub>2</sub> )	1,5–3 mg (0,7 mg 1000 kJ)	Sut, sut mahsulotlari, tuxum, go‘sht, sabzavotlar
Nikotin kislota (PP)	15–20 mg (6,6 mg 1000 kJ)	Jigar, tuxum, qora non, mol go‘shiti, pishloq, sut, kartoshka
Piridoksin (B <sub>6</sub> )	1,5–3 mg	Go‘sht, baliq, kartoshka, karam, krupa, ikkinchi navli bug‘doy noni
Folein kislota (B <sub>9</sub> )	0,2 mg	Jigar, ko‘katlar (petrushka, shpinat, salat, ko‘k piyoz), mol go‘shiti, tuxum

*Jadvalning davomi*

Siankobalamin (B <sub>12</sub> )	3 mkg	Go'sht va baliq mahsulotlari, tuxum, tvorog
Askorbin kislota (C)	60–100 mg	Kartoshka, karam, boshqa sabzavotlar, quruq mevalar
Retinol (A)	1 mg retinol ekvivalentida	Jigar, sut, baliq, sariyog', tuxum, pishloq
Vitamin D (kalsiferollar)	0,0025 mg (100 ME)	Baliq, baliq mahsulotlari, sut, sariyog'
Vitamin E (tokoferollar)	12–15 mg	O'simlik yog'i, margarin, krupa, tuxum, jigar

***Nazorat savollari***

- 1. Vitaminlarga xos xarakterli xususiyatlarni aytib bering.*
- 2. Vitaminlar necha sinfga bo'linadi?*
- 3. Vitaminlarning kofermentlik funksiyasini tushuntiring.*
- 4. Vitaminlar yetishmasligidan kelib chiqadigan kasalliklarni aytib bering.*

---

---

## 9-bob.

### GORMONLAR – BIOKIMYOVIY JARAYONLARNI BOSHQARUVCHILAR

Gormonlar endokrin bezlarda ishlab chiqariladigan, to‘qima, organlar va butun organizmda boradigan moddalar almashinuvi jarayonlari va funksional holati boshqarilishida muhim rol o‘ynaydigan yuqori biologik faollikka ega bo‘lgan organik moddalardir.

Hozirgi vaqtda gormonlar haqidagi ta‘limot mustaqil endokrinologiya faniga aylandi. Bu fan gormonlarning kimyoviy tabiatini, tuzilishi bilan funksiyasi orasidagi bog‘liqlikni, ta‘sir mexanizmi hamda endokrin bezlarning fiziologiyasi va patologiyasini o‘rganadi.

Endokrinologiya fanining yuzaga kelishi 1849-yilda Addison tomonidan bronza kasalligining ochilishi bilan bog‘liq. Klod Bernar ichki sekretsiya bezlari to‘g‘risidagi tushunchani fanga birinchi marta kiritgan. Ichki sekretsiya bezlari mahsulotini gormonlar deb (yunoncha hormao – qo‘zg‘ataman, uyg‘otaman degan ma‘noni anglatadi) atashni birinchi marta 1905-yilda Beylis va Starlinglar taklif etishgan. Gormonlar odamlar va hayvonlarning maxsus organlarida – ichki sekretsiya bezlarida ishlab chiqarilib, bevosita qon oqimiga quyiladi.

Oshqozon osti bezi, qalqonsimon bez, buyrak usti bezlari, jinsiy bezlar (urug‘don va tuxumdonlar) paratireoid bezlar va gipofiz eng muhim ichki sekretsiya bezlari hisoblanadi. Lekin keyingi yillardagi tekshirishlarda bosh miya qismlari, ayniqsa gipotalamus ham yuqori gormonal faollikka ega bo‘lgan moddalar ishlab chiqarishi va ular ham qon orqali butun tanaga tarqalishi aniqlanmoqda. Ular faqat ichki sekretsiya bezlari faoliyatini boshqarmasdan, boshqa organ va to‘qimalarga ham bevosita ta‘sir ko‘rsatadi.

Bu yerda shuni ta'kidlash kerakki, organizmdagi gormonal boshqaruv evolutsion nuqtayi nazardan qaraganda qadimgi bo'lib, u hali asab tizimi shakllanmasdan oldin ham mavjud bo'lgan.

Lekin gormonal boshqaruv boshqa barcha hayotiy jarayonlar singari hamma vaqt asab tizimi impulslari nazoratida bo'ladi. Gormonlar qon bilan birga butun organizm bo'ylab harakatlanar ekan, ularning ayrimlari o'ziga xos organ yoki to'qimalar hujayrasiga ta'sir etadi.

Shuning uchun ham organizmda ana shunday gormonlar miqdori me'yoridan ko'p yoki oz bo'lsa, fiziologik o'zgarish sodir bo'ladi. Masalan, gipofizda sintezlanadigan tireotropin miqdori me'yoridan kamaysa, faqat qalqonsimon bezning faoliyati o'zgaradi. Gormonlarning metabolik jarayonlaridagi ishtiroki juda murakkab, ko'p qirrali bo'lib, ulardan eng ahamiyatligi oqsil sinteziga ta'sir etishi, ayrim fermentativ reaksiyalar faolligini o'zgartirishi va membranalarning o'tkazuvchanligini ma'lum bir me'yorda sozlashidir.

Gormonal faollikka ega bo'lgan moddalar ayrim to'qima va hujayralarda ham ishlanib chiqadi. Ammo ularning ta'siri ko'proq mahalliy xarakterga ega.

Quyida gormonlarning molekular tabiatiga ko'ra klassifikatsiyasi keltirilgan.

**1. Oqsil va peptid tabiatli gormonlar.** Bu guruhga gipotalamus gormonlari (tiroliberin, lyuliberin, somatostatin va boshqalar), gipofiz gormonlari (o'suv gormoni, follikulalarni quvvatlovchi gormon, lyuteinlovchi gormon, prolaktin, tireotrop gormoni, adrenokortikotrop gormoni, gonadotrop gormoni, melanotrop gormoni, vazopressin, oksitosin), oshqozon osti bezining gormonlari (insulin, glukagon), qalqonsimon oldi bezning gormoni (paratgormon), qalqonsimon bez gormoni (kalsitosin) kiradi.

**2. Aminokislotalar xarakteridagi gormonlar.** Bularga buyrak usti bezining mag'iz qismi gormonlari (adrenalin va noradrenalin) va qalqonsimon bez gormonlari (tiroksin va triyodtironin) kiradi.







faoliyatiga ta'sir etib, suv va mineral moddalar almashinuvini yaxshilaydi. Shuningdek, yog'larning parchalanishini, yog' kislotalar va glukozaning oksidlanishini kuchaytiradi. Bularning hammasi organizmning o'sishini ta'minlaydi. Uning ba'zan anabolitik gormon deb atalishi ham ana shundan kelib chiqqan.

**Tireotropin (TTG).** U ham gipofizning oldingi qismida ishlanib chiqadigan oqsil. Lekin u kimyoviy tabiatiga ko'ra glikoproteinning molekular massasi 28300 ga teng. Tarkibida 3,5% geksozalar, 2,5% glukoza bo'lishi aniqlangan. Ikkita nokovalent bog'langan A va B kichik birliklardan tashkil topgan. Ularning molekular massasi 13600 va 14700 ga teng. A kichik birlik, ya'ni TTG A 96 ta aminokislota qoldig'idan tashkil topgan. B kichik birlik, ya'ni TTG o'zida 112 ta aminokislota qoldig'ini saqlaydi.

Tireotropin qalqonsimon bez funksiyasini, ya'ni unda ishlab chiqiladigan asosiy gormon biosintezini boshqaradi. Uning miqdori kamayganda bu bezning hajmi kichiklashganligi kuzatilgan. Uning miqdori ortganda qalqonsimon bezda yod va kislorodning yutilishi kuchayadi, glukozaning oksidlanishi, DNK sintezi tezlashadi. Bu esa qondagi tiroksin miqdorining ortishiga sabab bo'ladi. Lekin shuni ta'kidlash kerakki, tiroksin miqdorining ortib borishi, o'z navbatida, tireotropin sintezining kamayishiga olib keladi.

Umuman olganda, ularning funksiyasi teskari bog'lanish mexanizmi prinsipida boshqariladi.

**Adrenokortikotropin (AKTG).** U tarkibiga ko'ra 39 ta aminokislota qoldig'idan tashkil topgan polipeptid. AKTGning asosiy gormonal faolligi shundan iboratki, u buyrak usti bezlari po'st qavatining kortikosteroidlari biosintezini va sekretsiyasini quvvatlaydi. Bundan tashqari, yog'larning sarflanishini tezlashtiruvchi va melanositquvvatlovchi faolligini namoyon qiladi. AKTG faollik ko'rsatishda N-asetilneyraminat (sialat) kislota retseptor bo'lib xizmat qiladi. U lizinning aminokislotalari bilan ion tipida bog'lanib, hujayra membranasi o'tkazuvchanligini o'zgartirishda rol o'ynaydi. Shuningdek, bu majmua adenilatsiklaza faolligini o'zgartirishda alohida ahamiyatga ega. Uning





polipeptid zanjiridan tashkil topgan bo'lib, A zanjirda 21 ta, B zanjirda 30 ta aminokislota qoldig'i ma'lum tartibda joylashgan. Ko'pchilik hayvonlarning oshqozon osti bezi Langergans orolchasining  $\beta$ -hujayrasidan ajratib olingan. Insulin faqat ayrim aminokislotalar qoldig'i bilan farq qiladi. Molekular massasi 6000 ga teng. Uning dimer va multimer holatdagi shakllarining molekular massasi mos ravishda 12000 va 36000 ga teng.

Insulinning asosiy biologik funksiyasi karbonsuvlar almashinuvida, xususan, qondagi glukoza miqdorining bir me'yorda saqlanib turishida ishtirok etishidir. Insulin me'yoriy holatda bir kecha-kunduzda 2 mg ajraladi. Qonda uning miqdori kamaysa, glukoza ortib ketadi. Agar qondagi glukoza miqdori buyrakning o'tkazuvchanlik chegarasidan yuqori bo'lsa, u holda qand siydik orqali tashqariga chiqarib yuboriladi, bu kasallik **qandli diabet** deb nomlanadi.

Kasallik davrida siydikdagi glukoza miqdori 3–5% gacha, ayrim hollarda undan ham yuqori bo'lishi mumkin. Har xil ekzogen va endogen omillar ta'sirida oshqozon osti bezining olib tashlanishi yoki insulin sintezining yo'qotilishi, yuqorida aytganimizdek, og'ir kasallik – qandli diabetga olib keladi.

Bu esa har xil moddalar almashinuvi, ayniqsa, karbonsuvlar va lipidlar almashinuvining buzilishiga olib keladi. Buning natijasida qonda qand ko'payib ketadi (giperglikemiya), keton tanachalari (ketonemiya), siydikda glukoza ko'p ajratiladi (glukozuriya), keton tanachalari (ketonuriya), jigarda glikogen darajasi pasayadi.

Qandli diabet bilan kasallangan kishiga insulin yuborish bilan yuqorida ko'rsatilgan kamchiliklarni me'yorga keltirish yoki hayotni saqlab qolish uchun imkon berish mumkin.

**Glukogon** ham peptid gormon bo'lib (bitta peptid zanjiri, 29 ta aminokislota qoldig'i bor), me'da osti bezida, Langergans orolchalarining A-hujayralarida sintezlanadi. Glukogonning qondagi miqdori 100 ng/l ( $3 \cdot 10^{-4}$  mol/l atrofida); karbonsuvsiz ovqat yeyilgandan keyin va ochlik paytida glukogen konsentratsiyasi 1,5–2 baravar ko'payib qoladi. Glukogon glikogen

bilan yog'larning safarbar etilishini jonlantiradi, shu jihatdan u adrelin bilan noradrenalina o'xshab ketadi. Glukogon xuddi adrenalini singari hujayra ichidagi idora etish mexanizmlariga adenilatsiklaza tizimi orqali ta'sir o'tkazadi. Bularning o'rtasidagi tafovut quyidagidan iborat: adrenalini muskullarga zo'r kelgan paytlarda yoki stresslar ta'siri ostida qonga ajralib chiqadi va organizmning zudlik bilan zo'r berib ishlab borishini ta'minlash uchun xizmat qiladi, qondagi glukogon konsentratsiyasi esa ovqatlanish maromiga bog'liq bo'ladi va ovqat hazmi oxiriga yetgandan keyin asta-sekin ortib boradi.

Qondagi insulin va glukogon konsentratsiyalari bir-biriga qarama-qarshi tarzda o'zgaradi: insulin (glukogon nisbati) ovqat hazm bo'layotgan mahalda hammadan katta va ochlik paytida hammadan kichik bo'ladi.

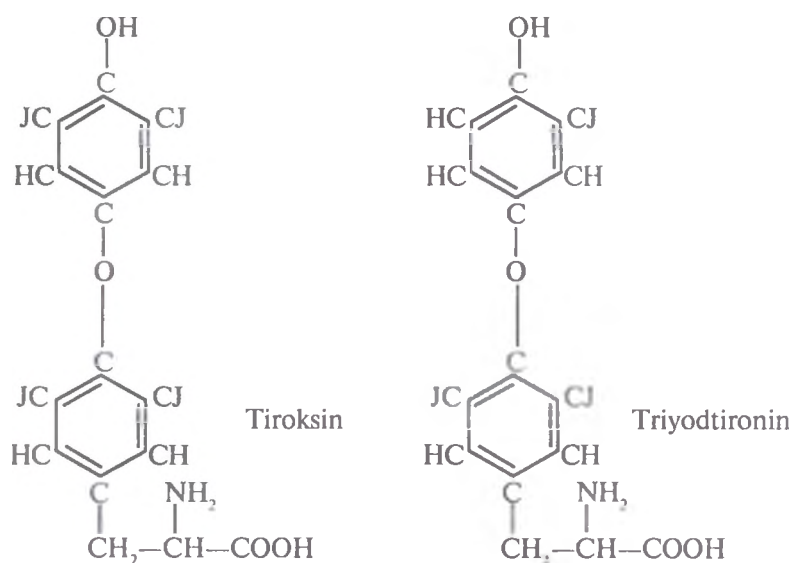
Bu gormonlar moddalar almashinuviga ham teskari ta'sir ko'rsatishini ta'kidlab o'tamiz: jumladan insulin glikogen va yog'lar sintezini kuchaytirsa, glukogon bularning safarbar bo'lishini kuchaytiradi. Insulin ta'siri ostida qondagi glukozaning miqdori kamayadi, glukogon ta'siri natijasida esa ortadi. Gipoglukozemik holatlarga davo qilish uchun glukogonning qo'llanishi shunga asoslangan.

**Paratgormon** qalqonsimon bez oldida joylashgan parateroid bezlardan ishlab chiqariladigan gormon. Uning molekulasida bitta polipeptid zanjiridan iborat bo'lib, unda 84 ta aminokislota ma'lum tartibda joylashgan. Molekular massasi 9510 ga teng. Polipeptid zanjirining N-uchida alanin, S-uchida glutamin joylashgan.

Paratgormon kalsiy va fosfor almashinuvini boshqaradi. Uning miqdori kamayganda, kalsiyning qondagi miqdori ham kamayib, fosfor ortadi. Agar ovqatda uzoq vaqtgacha kalsiy miqdori kam bo'lsa yoki uning ichakda so'rilishi buzilsa, muayyan gormon ko'p ishlab chiqarilib, suyakdagi kalsiy fosfatni ancha o'tkazadi. Albatta, bu gormon qondagi kalsiy va fosfat ionlari konsentratsiyasini me'yorida saqlab turganda D vitamini bilan hamkorlikda bo'ladi.

## 9.2. Aminokislotalar xarakteridagi gormonlar

**Qalqonsimon bezning gormonlari.** Qalqonsimon bez tiroksin va triyodtironin gormonlarini ishlab chiqaradi. Yod tutuvchi har ikkala aminokislota hujayraning umumiy metabolizmiga ta'sir ko'rsatadi. Tiroksin kristall modda, suvda yaxshi eriydi. Ishqorning kuchsiz konsentratsiyasi eritmasida ham yaxshi eriydi. Kimyoviy tabiatiga ko'ra tirozinning hosilasi hisoblanadi. Undagi yod miqdori 65% ga teng. Molekulasi optik jihatdan faol, uning L-izomeri yuqori gormonal faollikka ega:



Triyodtironin hatto tiroksindan 5 marta yuqori biologik faollikka ega. Lekin uning qondagi miqdori tiroksindan ancha kam. Umumiy olganda qondagi gormonlarning 3/4 qismini tiroksin tashkil qiladi. Uning qonda bir kecha-kunduzlik ajralishi 1 mg. Bu organizmning ayni gormonga bo'lgan talabidan ancha yuqori. Shuning uchun u to'qimalarga kelib to'plangandan keyin tezdan boshqa o'zgarishlarga, ya'ni dezaminlanish,

dekarboksillanish va hokazo reaksiyalarga uchraydi. Hosil bo'lgan oraliq mahsulotlarining ayrimlari biologik faollikka ega bo'lishi mumkin. Tiroksinning qondagi ma'lum miqdorini saqlab turishda jigar muhim rol o'ynaydi. Uning qalqonsimon bezda ishlab chiqarilishi, me'yorda gipofiz gormoni tireotronin bilan teskari bog'lanish orqali boshqarilib turadi.

Qalqonsimon bezda tireoid gormonlar biosintezi bir necha bosqichda boradi. Avvalo, qon bilan kelgan anorganik yodning to'planishi va elementar yodgacha oksidlanishi, so'ng tirozin qoldiqlarining yodlanishi va yodtironinlar tuzilishining hosil bo'lishi, nihoyat, yod tutuvchi oqsil – globulinning proteolizi natijasida tiroksin va triyodtironinning ajralishi bilan yakunlanadi.

Tiroksin sintezida yodning qondagi konsentratsiyasi ham alohida ahamiyatga ega. Suvda, oziq-ovqatda yod kam bo'lsa, qalqonsimon bezning hajmi kattalashib, buqoq (endemik buqoq, shu joyga xos buqoq) kasalligi kelib chiqadi. Lekin organizmga qo'shimcha yod berib, bu kasallikning oldini olish oson va davolash mumkin. Ayniqsa, radiofaol  $J^{131}$  kasallikni davolashda juda qo'l keladi.

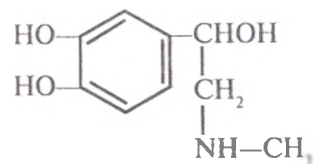
Tireoid gormonlarning asosiy biologik roli genlar faoliyatini tezlashtirishga asoslangan. Hayvon organizmiga yuborilgan tiroksin osonlik bilan hujayraga kirib, yadrodag xromatin oqsillari bilan bog'lanadi. Bu esa qator ferment oqsillari sintezini tezlashtiradi. Bundan tashqari, tireoid gormonlar uchun metoxondrial membrana hamda sitoplazmada alohida retseptorlar topilgan. Tiroksin ta'sirida 100 dan ortiq ferment tizimlarining faolligi ortganligi aniqlangan.

Qalqonsimon bezning gormon hosil qilish funksiyasi pasaysa, ya'ni gipofunksiya holati yuzaga kelsa, endemik buqoq kasalligi rivojlanadi. Bu kasallik, asosan, ovqat tarkibida yod yetishmasligi natijasida paydo bo'ladi. Gipofunksiya natijasida miksedema kasalligi kelib chiqadi. Bu kasallik bilan kasallangan odamlarning terisi ostida suv to'planadi, semirib ketadi. Bu vaqtda asosan suv, tuzlar va lipidlar almashinuvi buziladi. Agar yoshlikdanoq bolalarda tiroksin yetishmasa (yod kam bo'l-

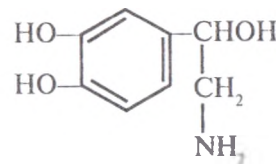


ganda yoki bez atrofiyaga uchraganda), organizm o'sishdan to'xtaydi. Bolaning bo'yi past, tana tuzilishi noto'g'ri bo'lib, jinsiy jihatdan ham, aqliy jihatdan ham rivojlanishdan ancha orqada qoladi. Bu kretinizm deb nomlangan qalqonsimon bezning faoliyati kuchayib, qancha tiroksin ishlab chiqarish ortsa, organizmda moddalarning oksidlanishi ham kuchayadi. Bunda P/O ning nisbati ancha kamayib, ATF zarur miqdorda sintezlanmaydi. Tanada hosil bo'layotgan energiya, asosan, atrofni isitishga sarflanadi. Bunday hol davom etaversa, organizm ozib, yurak urishi kuchayadi, tana harorati odatdagidan yuqori bo'ladi. Odamning ko'zi chaqchayib, go'yo kosasidan chiqib turgandek bo'ladi. Bu *Bazedov kasalligi* deb ataladi. U o'z vaqtida davolanmasa, yomon oqibatlarga olib keladi.

**Buyrak usti bezining mag'iz qismi gormonlari.** Buyrak usti bezidan gormonal faollikka ega bo'lgan ikkita modda (katexolaminlar) – adrenalin va noradrenalin ajratib olingan:



Adrenalin



Noradrenalin

Adrenalin va noradrenalin buyrak usti bezining mag'iz qismida hosil bo'lib, xromoffin pufakchalarida to'planadi. Noradrenalin simpatik asab tolalarining uchlarida ajralib, postsinaptik hujayralarga ta'sir qiluvchi neyromediatorlardan hisoblanadi.

Adrenalin gipotalamusdagi asab uchlarida sekretiya qilinadi. Adrenalin rangsiz kristall modda bo'lib, suyuqlanish harorati 215–216°.

Buyrak usti bezlari mag'iz qismida yuqori biologik faollikka ega bo'lgan L-adrenalin sintezlanadi.

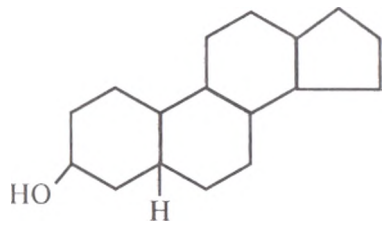
Adrenalin va noradrenalinning odam venoz qonidagi miqdori 0,04 mkg% va 0,2 mkg% bo'ladi. Adrenalin va uning gomologlari karbonsuvlar almashinuvi boshqarilishida muhim ahamiyatga ega. Ular ta'sirida muskullarda glikogen parchalanib, qonda glukoza, muskullarda sut kislotasi miqdori ortadi.

Adrenalinning (glukagon, insulin va boshqa gormonlardan) karbonsuvlar almashinuviga ta'siridagi farq shundaki, uning ta'siri ma'lum sharoitda tasodifan yuz beradi. Odatda, adrenalin buyrak usti bezlaridan kerakli holda chiqarilib turishi mumkin, natijada tezdan metabolik reaksiyalari o'zgaradi. Insulin va boshqalarning ta'siri esa doim bir me'yorda davom etadi. Shuningdek, adrenalin va noradrenalin qon bosimini ko'tarish, yurak urishini tezlatish xususiyatiga ega. Ular ta'sirida organizm odatdan tashqari qo'zg'algan holatga kelishi mumkin.

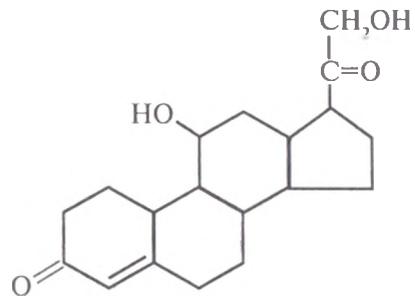
Adrenalin va noradrenalin ATF bilan majmua hosil qiladi. Ular asab tolalari uchlarida to'planib ta'sirlanganda parchalanadi, buning uchun bu hujayralar bilan asab uchlari o'rtasida kimyoviy bog'lanishni amalga oshirish kerak. Adrenalinning metabolik jarayonlardagi ta'sirining molekular mexanizmi ancha yaxshi o'rganilgan.

### 9.3. Steroid gormonlar. Buyrak usti bezining po'st qismi gormonlari

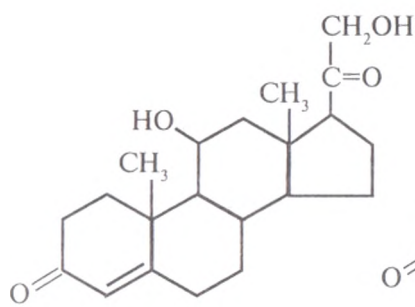
Steroid gormonlar molekulasini asosini siklo-pentanpergidrofenantren halqasi tashkil etuvchi sterollarning hosilalaridir. Ular asosan buyrak usti bezlarining po'st qavatida va jinsiy bezlarida ishlab chiqariladi. Ularning miqdori juda ko'p bo'lib, faqat ayrimlari yuqori gormonal faollikka ega. Buyrak usti bezlarining po'st qavatidan 46 dan ortiq steroid moddalar ajratib olingan, ularni umumlashtirib **kortikosteroidlar** deb nom berilgan. Ularning sakkiztasi gormonal faollikka ega bo'lib, eng ahamiyatlisi kortikosteron, dezoksi-kortikosteron, 17-oksi-kortikosteron (gidrokortizon), kortizon va aldosterondir. Ular pregnanning hosilalari bo'lib, tuzilishi quyidagicha:



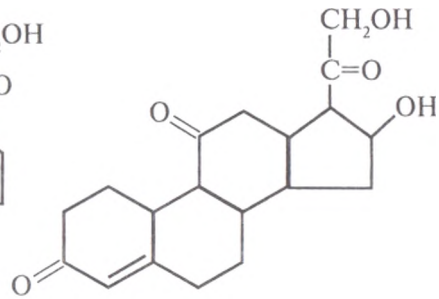
Pregnan



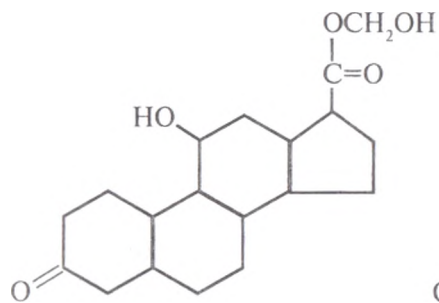
Kortikosteron



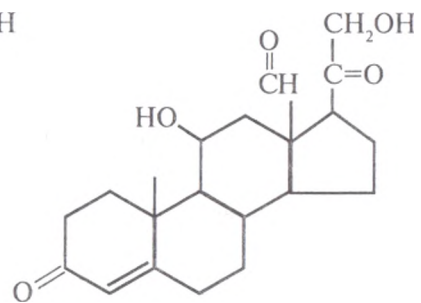
Gidrokortizon



Kortizon



Dezoksikortikosteron



Aldosteron

**Kortikosteron** sof holda 182° da suyuqlanadigan kristall modda, eritmasi optik faollikka ega. Me'yoriy holatda odam buyrak usti bezlarida bir sutkada 0,84–4,0 mg hosil bo'ladi. Uning asosiy metabolitik funksiyasi karbonsuv, oqsil va lipidlar almashinuvida ishtirok etishdir.

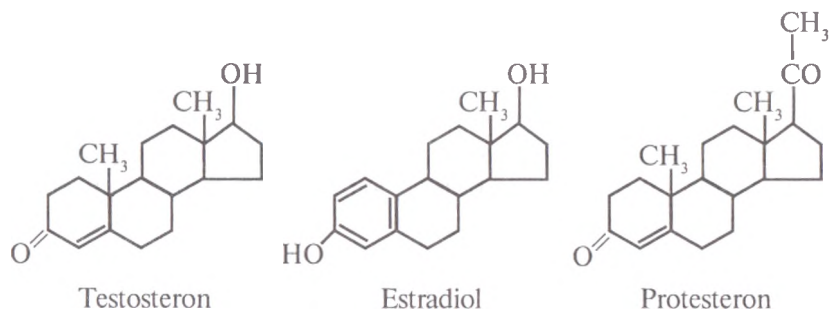
Uning miqdori me'yordan kam bo'lganda qonda glukoza, jigar va muskullarda glikogen miqdori kamayib, oqsillarning aminokislotalarga parchalanishi va lipolitik jarayonlar kuchayadi. Shuningdek, buyrakda ionlarning qayta so'rilishi buziladi. Bularning hammasi tanada shish paydo bo'lishiga, muskullarning zaiflanishiga, qon bosimining pasayishiga va teridagi pigmentlar buzilishi va boshqalarga sabab bo'ladi. Kortikosteron me'yordan ortiq ishlab chiqarilsa, anabolitik jarayonlarni kuchaytirib, o'z navbatida boshqa kasalliklarga sabab bo'ladi.

**Gidrokortizon** yoki kortizon 220° C da suyuqlanadigan kristall modda, eritmasi optik faollikka ega. Uning buyrak usti bezidan bir kecha-kunduzlik ajralishi boshqa kortikosteroidlardan ancha ko'p, ya'ni 4,9–27,9 mg dan iborat. Agar uning miqdori me'yordan kam bo'lsa, moddalar almashinuvida (mineral moddalardan tashqari) xuddi yuqoridagidek o'zgarishlar sodir bo'ladi. Lekin bunda, ayniqsa gormonning miqdori me'yoridan ko'p bo'lsa, karbonsuvlar almashinuvi kuchli darajada buziladi: aminokislotalarning karbonsuvlarga aylanishi kuchayib, qonda glukoza miqdori ortadi. U qonda glukoza miqdori ortib, glikogen va yog'lar sintezi kuchayishiga va muskullar atrofiyalanishiga sabab bo'ladi. Uning rivojlanishi natijasida gavda qo'pollashib, beso'naqay bo'lib ketadi. Odamning yuzi yumaloq qip-qizil bo'lib qoladi.

**Aldosteron** ham kristall modda bo'lib, 219° da suyuqlanadi. Eritmasi optik faollikka ega. Uning qonga sutkalik ajralishi juda kam bo'lib, 0,15–0,4 mg ni tashkil etadi. U asosan mineral moddalar – K<sup>+</sup>, Na<sup>+</sup> almashinuvida muhim ahamiyatga ega. Shuning uchun ham u **mineralokortikosteroid gormon** deb ataladi. Uning miqdori me'yoridan kam bo'lganda organizmda K<sup>+</sup> to'planishi, Na<sup>+</sup> ko'p miqdorda chiqarilishi

kuchayadi. Aldosteron karbonsuvlar almashinuviga ta'sir etmaydi. Bu gormon ko'p ishlanib chiqsa, qon plazmasida kaliyning miqdori kamayib, natriyning konsentratsiyasi ortib ketadi, buning natijasida qon bosimi ko'tariladi va holsizlik kuzatiladi.

**Jinsiy gormonlar.** Erkaklar va ayollar jinsiy bezlarida steroid tabiatli 10 dan ortiq gormonlar ishlanib chiqadi, ular **jinsiy gormonlar** deb yuritiladi. Ularning ba'zilar buyrak usti bezi ekstraktidan ham topilgan. Bu gormonlar erkaklik jinsiy gormonlari – androgenlar (androsteron, degidroandrosteron, testosteron), ayollik jinsiy gormonlari – estrogenlar (estradiol, fomikulin, estriol) va sariq tana gormonlari (pregnadiol, progesteron) guruhlariga bo'linadi. Bu jinsiy gormonlarning eng ahamiyatlisi erkaklik jinsiy gormonlaridan testosteron va ayollik jinsiy gormonlaridan estradiol, sariq tana gormoni – progesteronidir:



**Testosteron** – 150° da suyuqlanadigan kristall modda. Eritmasi optik faollikka ega. Uning odam tanasidagi o'rtacha miqdori 21,6 mg% ni tashkil etadi. U umumiy metabolitik jarayonga, ayniqsa nuklein kislota va oqsillar biosinteziga kuchli ta'sir etadi. Organizmda uning miqdori kamaysa, oqsil miqdori ham kamayib, tanani yog' bosishi va boshqa o'zgarishlar kuzatiladi. Shuningdek, u yosh bo'g'inlarda jinsiy belgilar shakllanishini ta'minlaydi.

**Estradiol** ikki xil modifikatsiyada kristallanadigan modda. Tuxumlardan bir kecha-kunduzda 1 mg ajraladi. Bu organizm-

ning umumiy rivojlanishiga xuddi testosteron kabi ta'sir ko'rsatadi, ya'ni ayollik jinsiy organlari rivojlanishini, ikkilamchi jinsiy belgilar paydo bo'lishini ta'minlaydi. Uning miqdori kam bo'lganda, hayz ko'rish sikli buziladi, homila tushib ketishi, semirib ketish kuzatiladi. Estradiol karbonsuvlar, oqsillar va nuklein kislotalar almashinuviga ta'sir ko'rsatadi, uch karbon kislotalar sikli fermentlarning faolligini oshiradi.

**Progesteron** menstruatsiya siklining ikkinchi yarmida, ko'p miqdorda homiladorlik davrida hosil bo'ladi. Bu gormon bachadon shilliq pardasining rivojlanishiga, urug'langan tuxumning bachadon devoriga joylashib, homiladorlikning birinchi yarmida embrion me'yorda rivojlanishiga ta'sir etadi. Progesteron, shuningdek, sut bezlari rivojlanishini ta'minlaydi, navbatdagi jinsiy sikl boshlanishini to'xtatadi.

***Nazorat savollari***

- 1. Gormonlar deganda qaysi moddalarni tushinasiz?*
- 2. Oshqozon osti bezi gormonlariga qaysi gormonlar kiradi?*
- 3. Qalqonsimon bez gormonlari haqida nimalarni bilasiz?*
- 4. Steroid gormonlariga qaysi gormonlar kiradi?*

## IKKINCHI QISM

---

### DINAMIK BIOKIMYO

#### 10-bob.

#### MODDALAR ALMASHINUVINING UMUMIY QONUNIYATLARI

##### 10.1. Tirik organizmning tirik emas organizmlardan farqi

Tirik organizmlar o'zining murakkabligi, sifat va miqdoriy tuzilish tarkibi jihatidan tirik emas organizmlardan farq qiladi. Tirik organizm tarkibiga yuzlab, minglab har xil moddalar kiradi. Bitta turga kiruvchi tirik organizmlar o'zining miqdoriy tarkibi jihatidan tirik emas organizmlardan farq qiladi. Ayniqsa, bu oqsillarga xos hisoblanadi. Organizmda minglab oqsillar mavjud bo'lib, tarkibi jihatidan bir-biridan farq qilib, murakkab tuzilishlar hosil qiladi.

Tirik organizmlar tirik emas organizmlarga nisbatan doimo ko'payishda bo'ladi, ya'ni o'ziga o'xshash organizmni hosil qiladi.

Tirik organizmlarda tirik emas organizmlarga nisbatan doimo atrofni o'rab turgan muhit bilan moddalar almashinuvi yoki metabolizm jarayonlari bo'lib turadi.

##### 10.2. Moddalar almashinuvi tirik organizmlarning asosiy hayot faoliyatidir

Moddalar almashinuvi tirik organizmning o'zida doimiy o'tadigan, o'zi bajaradigan, o'zi boshqaradigan kimyoviy yangilanadigan jarayonlardan iborat. Bu haqda F.Engels shunday deb yozgan edi: «Hayot bu oqsil tanachalarining yashash usulidir, moddalar almashinuvining doimiy uni o'rab

turgan tashqi muhit bilan aloqasi to'xtasa, hayot ham to'xtaydi». Hayotning asosiy ko'rinishi moddalar almashinuvi bilan bog'liqdir: tirik materiyaning qo'zg'aluvchanligi, harakati, o'sishi va hokazolar.

Organizmدا moddalar almashinuvi jarayonida tashqi muhitdan ovqat mahsulotlari va kislorod (u bilan birga oqsil, yog'lar, karbonsuvlar, mineral moddalar, suv, vitaminlar va boshqa moddalar) kiradi va oshqozon-ichak yo'lida ular taxminan parchalanadi: murakkab oqsil molekulalari, karbonsuvlar, lipidlar va boshqa moddalar oddiy molekulalarga parchalanadi, suvda yaxshi eruvchan bo'lib organizmga tezda taqsimlanadi. Shu vaqtning o'zida ovqat hazm qilish jarayonida organizmga tushgan moddalar o'ziga xos parchalanishga uchraydi.

Yuqorida aytganimizdek, har xil molekulari ovqat oqsillaridan 20 taga yaqin aminokislotalar hosil bo'ladi; ko'p sonli murakkab karbonsuvlar molekulasidan — bir nechta monosaxaridlar (ko'proq glukoza) hosil bo'ladi.

Ovqat hazm qilish mahsulotlari va shuningdek, hazm bo'lmagan ( $O_2$ ,  $H_2O$ , bir qancha mineral moddalar va boshqalar) mahsulotlar qonga tushadi va qon orqali butun organizmga tarqaladi. Har xil organ va to'qimalar hujayrasiga tushadi va quyidagilar uchun ishlatiladi: 1) organizm to'qimalarini yangilash; 2) organizm o'sishi (organlar to'qima hajmini aniqlash); 3) energiya olish; 4) organizm uchun juda muhim funksiyani bajaruvchi moddalar sintezi (gormonlar, fermentlar, har xil sekret bezlari va boshqalar). Oxirida organizmدا hosil bo'lgan oddiy moddalar almashinuvining oxirgi mahsulotlari sifatida organizmdan chiqariladi. Moddalar almashinuvi bizni o'rab turgan muhitda jonsiz tabiatda ham bo'lib o'tadi (havoda metallarning zanglashi, toshlarning maydalanishi). Bu jarayonlar natijasida kerakli moddalar: metallar havo kislorodi bilan o'zaro ta'sirida yangi modda — metall oksidi, tosh parchalanishi natijasida — qum va boshqa narsalar hosil bo'ladi. Tirik organizmlarda moddalar almashinuvi jonsizdan farq qilib, doimiy tarkibi va organizmning ichki tomonlarini,



uning hayotchanligini, o'sishini, rivojlanishini, tashqi muhitning o'zgarishiga o'rganishni, harakatga loyiqqligini, ko'payishini bajaradi.

### 10.3. Assimilatsiya va dissimilatsiya – moddalar almashinuvining ikki tomonidir

Hozirgi zamon eksperimental biokimyo ma'lumotlariga ko'ra, moddalar almashinuvi bir-biriga bog'liq ikkita jarayon: *assimilatsiya* va *dissimilatsiyadan* iborat.

Assimilatsiya jarayoni tufayli tirik organizmlar atrof-muhitdagi kerakli moddalarni olib o'zlashtiradi.

Dissimilatsiya assimilatsiyaning aksi bo'lib, oqsil, nuklein kislotalar, karbonsuvlar, lipidlar kabi yuqori molekular birikmalarning parchalanishi va moddalar almashinuvining oxirgi mahsulotlari, suv, karbonat angidrid, mochevina, ammiak va hokazolar hosil bo'lishiga olib keladi.

Moddalar almashinuvi ikki muhim jarayon – katabolizm va anabolizmdan iborat.

Yuqori molekular birikmalar: karbonsuvlar, oqsillar va yog'larning fermentativ o'zgarishi, ko'pincha oksidlanish reaksiyalari orqali kichik molekulalarga parchalanishi *katabolizm* deyiladi.

Tashqi muhitdan olingan yoki hujayrada ilgari to'plangan moddalar oziq modda bo'lib xizmat qiladi. Yuqori molekular birikmalarning parchalanishidan oddiy molekulalar: laktat kislota, asetat kislota, ammiak yoki mochevina va boshqalar hosil bo'ladi.

Katabolizm jarayoni davomida murakkab organik molekulalardagi erkin energiya ajralishi kuzatiladi va bu energiya ATF molekulasida fosfat bog'lari energiyasi shaklida to'planadi.

Anabolizm jarayonida kichik molekulali oddiy moddalardan fermentativ reaksiyalar yordamida organizm ehtiyoji uchun zarur bo'ladigan yuqori molekulali hujayra birikmalari: polisaxaridlar, oqsillar, nuklein kislotalar, yog'lar sintez qilinadi.

Lekin anabolizm va katabolizm jarayonlari hujayrada bir vaqtda boradi va bir-biri bilan uzviy bog‘liq bo‘ladi.

Bu ikki jarayon davomida molekulalarning fermentativ parchalanishi yoki sintezlanishi kuzatiladi, hosil bo‘ladigan oraliq moddalar **metabolitlar** deyiladi.

Asosiy oziq moddalarning katabolizmi uch bosqichdan iborat:

Birinchi bosqichda yuqori molekularli moddalar o‘z asosiy tuzilish bo‘laklariga parchalanadi.

Masalan, polisaxaridlar geksozalar va pentozalarga, yog‘lar yog‘ kislotalari va glitseringacha, oqsillar aminokislotalargacha parchalanadi.

Ikkinchi bosqichda hosil bo‘lgan birikmalar oddiyroq molekulalargacha parchalanadi.

Masalan, geksozalar, pentozalar va boshqalar parchalanib, uch uglerod atomli fosforlangan shakllarga – glitseraldegid-3-fosfatga, so‘ng piruvat kislota orqali asetilkoenzim-A ga parchalanadi. Bular katabolizmning umumiy oraliq mahsulotlari deb ataladi.

Oqsil molekulasiga kiruvchi 20 xil aminokislota katabolizm jarayonida asetil-Ko-A hamda boshqa umumiy metabolitlarni hosil qiladi.

Ikkinchi bosqichda hosil bo‘lgan molekulalar uchinchi bosqichda katabolizmning umumiy yo‘li bo‘yicha oxirgi mahsulotlarga –  $\text{CO}_2$  va suvga parchalanadi.

Oziq moddalrning organizmda assimilatsiya va dissimilatsiyalanish jarayonlarida o‘tadigan ayrim kimyoviy reaksiyalar energiya almashinuvi bilan ham bog‘liq. Tirik organizmlarda moddalarning assimilatsion o‘zgarishi va biosintezi tashqi energiyaga muhtoj bo‘ladi. Katabolizmning oxirgi mahsuloti –  $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$  anabolitik reaksiyalar tufayli yashil o‘simliklarda fotosintez jarayonida o‘simliklar bargida quyosh energiyasi hisobiga organik moddalarga aylantiriladi.

Mikroorganizmlarda  $\text{CO}_2$  ning assimilatsiyasi va organik moddalarning sintezlanishi ular tomonidan turli organik modda (vodorod, vodorod sulfid, ammiak va boshqa)larning oksidlanishi

shida ajralgan energiya hisobiga boradi. Bu jarayonda organik moddalar sintezi oksidlanish hisobiga bajarilganligi uchun *xemosintez* deb nomlanadi.

Tayyor oziq moddaga muhtoj bo'lgan ba'zi bir mikroorganizmlarda, hayvonlar va odam organizmida assimilatziya jarayonining asosini tashkil etuvchi sun'iy reaksiyalar nafas olish va bijg'ish jarayonlarida ajralib chiqadigan energiya yuzaga chiqadi. Lekin xlorofil tutuvchi ba'zi bir o'simliklar ham sintetik reaksiyalar uchun kerak bo'ladigan energiyani nafas olish jarayoni hisobiga qoplaydi. Chunki yashil o'simliklarning hamma organlari quyosh energiyasini bir yo'la yig'ishtira olmaydi.

Ikkinchidan, hayot jarayonlari uchun zarur energiya vaqtga bog'liq bo'lmagan holda sarflanadi. Shunday qilib, barcha tirik organizmlarda boradigan anabolitik jarayonlarning energetik ehtiyoji bir vaqtda o'tadigan katabolitik reaksiyalar natijasida jang'arilgan energiya hisobiga qoplanadi.

#### **10.4. Moddalar almashinuvining yoshga qarab o'zgarishi**

Yosh o'suvchi organizmda assimilatziya dissimilatziya ustidan yuqoriroq bo'ladi. Bunda sintezlanuvchi moddalar (tuzilish oqsillar, oqsilfermentlar) parchalanishga ko'ra tezroq hosil bo'ladi. Bu esa organizmning o'sishiga, organ va to'qimalarning ko'payishiga olib keladi.

Assimilatziya va dissimilatziya tug'ilishdan keyin ancha farq qilib, asta-sekin tenglashib boradi. 17–19 yoshda organizmdagi moddalar almashinuvining ikki tomoni tenglashib bo'ladi. Organizm o'sishi to'xtaydi.

Keksayib borgan sari dissimilatziya hukmronlik qilib boradi va organizm uchun kerakli bo'lgan hayotiy moddalar (tuzilish oqsillar, oqsilfermentlar, energiya manbayi bo'lib xizmat qiluvchilar), juda kerakli organ va to'qimalar soni (bosh miyada, yurakda, ichki organlarda, muskullarda) kamayib boradi.

Organ va to'qimalarda almashinuv tezligi har xil bo'ladi. Faol funksiyali to'qimalarda ular juda katta bo'ladi: asab, miya, jigar va boshqa ichki organlarda, qon, muskullarda yuqoridir. Jumladan, kalamush jigari fermentlari 80–90 soatda, skelet muskullari tolasi taxminan 30 kunda yangilanadi.

#### **10.5. Moddalar almashinuvida moslashishning o'zgarishi – tirik organizmlar ko'nikishining asosidir**

Assimilatsiya va dissimilatsiya nisbatiga moddalar almashinuvi jarayoni jadalligi, muskul faolligi, o'rab olgan muhit harorati va organizmning o'zi (masalan, kasal paytda), ovqatning sifatli hamda miqdoriy tarkibi va ko'pgina boshqa omillar ta'sir ko'rsatadi. Jadal muskul ishini bajarishda muskul ish faoliyatini energiya bilan ta'minlash jarayonida dissimilatsiya birdan kuchayadi. Assimilatsiya jarayonida qisman energiya talab qilish ko'proq bo'lgani uchun, bu paytda energiya kirishining kamchiligi uchun, assimilatsiya to'xtaydi. Ish tamom bo'lgach assimilatsiya jarayoni uchun energetik almashinuv va boshqa har xil kerakli moddalar bilan ta'minlanadi: ishlatilgan energetik substratlar, parchalangan tuzilish oqsillar, fermentoqsillar va organizmning hayot faoliyati uchun muhim ko'pgina boshqa moddalar bilan to'ldiriladi.

Kuchli muskul mashqi organizmni assimilatsiyaning ayrim qator moddalari bilan ta'minlab, dissimilatsiya ustidan yuqoriroq bo'lishi mumkin. Bu esa juda muhim bo'lgan qisqaruvchi oqsillar, energetik substratlar, fermentoqsillar va boshqa moddalar yig'ilishiga olib keladi.

Yuklamalar va boshqa har xil xususiyatlar, mashqlanishning o'zi hamda uni rivojlantiruvchi omillari miqdoriy va sifatliy yig'ilishlarga olib keladi.

Ayniqsa, sport mashqlarining boshlang'ich bosqichida assimilatsiya jarayoni dissimilatsiya ustidan yuqori bo'ladi.

Bizni o'rab turgan muhit haroratining pasayishi dissimilatsiyani kuchaytirishga olib keladi.

Bu paytda hosil bo'lgan energiyaning ko'payishi organizmni sovishdan saqlaydi. Kasal paytida dissimilatsiya jarayonining kuchayishi energiya manbai bo'lib, bu esa tana harorati ortishiga olib keladi. Ovqatlanish almashinuv jarayoni borishiga ta'sir qilishi mumkin. Organizmga ovqat mahsulotlarining ko'proq tushishi assimilatsiyaning kuchayishiga olib keladi.

Birinchi navbatda bu organizmda lipidlar yig'ilishi, ularning sintezlanishi va parchalanishiga bog'liq.

To'liq bo'lmagan va qiymatsiz, sifatsiz ovqatlar tarkibi almashinuv jarayonlarining umumiy jadalligini organizmda pasaytiradi, bu dissimilatsiyaning assimilatsiya ustidan yuqoriroq ekanini ko'rsatadi.

Tashqi muhitning ko'p sonli omillari almashinuv jarayonining ayrim tomonlariga ta'sir qiladi. Masalan, quyosh chiqishi reaksiyani tezlashtiradi, teri qoplami pigmentlarining yig'ilishini va sintezini ta'minlaydi, organizmni ultrabinafsha nurlaridan saqlaydi.

Almashinuv jarayonidagi barcha o'zgarishlar tashqi omillar ta'sirida borib, moslashish xarakteriga ega. Ular organizmning har xil omillar ta'siriga chidamliligini orttiradi.

Shunga asoslanib, modda almashinuvi o'zgarishi mumkin, ya'ni organizmda u yoki bu tomonga siljishlarni tashkil etib, teskarisiga organizm o'zgarmasligini, tashqi muhitning o'zgarishiga qaramay (masalan, tashqi muhitni o'rab olgan haroratning juda tez o'zgarishiga qaramasdan tana haroratini doimiy ushlab turishi) tirik organizmlarni yuqori o'rganib borish qobiliyatini saqlab turadi.

Moddalar almashinuvining bu xususiyatlari organizmning funksional imkoniyatlarini, sport mashqlari jarayonida jismoniy sifatlarini oshirishga yordam beradi.

### **10.6. Moddalar almashinuvining asosiy turlari**

Moddalar almashinuvida plastik, funksional, energetik, tashqi muhitning ta'siri va oraliq almashinuvlar mavjud.

**Plastik almashinuv** – bunga organizm uchun maxsus sintezlarni o'tkazuvchi kompleks kimyoviy reaksiyalar kiradi. Struktur moddalar, fermentlar, gormonlar, har xil sekretorlar, energiya manbai zaxiralari kiradi.

**Funksional almashinuv** – bu kompleks reaksiyalar bo'lib, hujayra, organ, to'qimalarning funksional faolligini ta'minlab beradi (masalan, muskul qisqarishini ta'minlaydigan reaksiya, yurak ishini, o'pka, buyrak, jigar).

Funksional almashinuv, asosan, energiya hosil bo'lish jarayoni bilan bog'liqdir. Bu yerda ATF energiya manbai bo'lib xizmat qiladi.

**Energetik almashinuv** – bu ham organizmning kompleks kimyoviy reaksiyalari bo'lib, bu jarayonda karbonsuvlar, yog'lar, oqsillarning parchalanishidan hosil bo'lgan energiya hisobiga yangi molekula ATF sintezlanadi (resintez).

**Moddalar almashinuvi** – tashqi muhit almashinuvi bilan boradi. Bunda organizmga ovqat mahsulotlari tashqaridan kiradi. Kislorod kiradi va tashqi muhitga mahsulotlarni chiqaradi.

**Oraliq almashinuv** – kimyoviy reaksiyalar kompleksi bo'lib, organizmga kimyoviy birikmalar kirishi hisobiga o'tadi. Oraliq almashinuvda hosil bo'ladigan moddalar metabolitlar deyiladi.

### **10.7. Moddalar almashinuvi jarayonining hujayra tuzilishlari bilan bog'liqligi**

Moddalar almashinuvi kimyoviy nuqtayi nazardan qaraganda juda ko'p kimyoviy reaksiyalar yig'indisidan iborat bo'lib, ularning istalgani organizmdan tashqarida o'tishi mumkin. Alohida bu reaksiyalarning hayot uchun ahamiyati yo'q.

Moddalar almashinuvining qulay o'tishi kimyoviy jarayonlarning ketma-ketligini, ya'ni birinchidan – kimyoviy reaksiyalar tezligini fermentlar boshqarsa, ikkinchidan – organizmdagi barcha elementlar tuzilish qismining darajasini aniqlaydi.

Har bir hujayra tirik organizmning tuzilish va funksional birligidan iborat. Ayrim mayda organizmlar tanasi bitta hujayra (masalan, bir hujayrali bakteriyalar) dan tuzilgan bo'ladi. Boshqa organizmlar ko'p hujayradan tuzilgan bo'lib (odam tanasi bir necha yuz trillionlar), har xil tiplari o'zining maxsuslashtirilgan funksiyasini olib boradi. Masalan, muskul hujayralari qisqarishni, epiteliy hujayrasi himoya funksiyasini, ichki sekretiya bezlari hujayralari gormonlar sintezini bajaradi. Hujayra tashqi tomondan qobiq bilan o'rab olingan bo'lib, uch qatlamli plazmatik membrana bimolekula lipid qatlami va ikki tomondan oqsil molekulalari bilan qoplangan.

Ekspirimental natijalar asosida shuni aytish mumkinki, membrananing oqsil qatlamida teshikcha bo'lib, u lipid molekula bilan to'ldirilgan oqsil qatlami ostida joylashgan bo'ladi. Foydali nuqtayi nazardan qaraganda natijalar shuni ko'rsatadiki, qobiqning o'tkazuvchanligi har xil moddalar uchun molekulalarning kattaligiga va ularni lipidlarda eruvchanlik xususiyatiga qaraydi. Hujayra qobig'i tanlab o'tkazish xususiyatiga ega bo'lib, ayrim moddalarni bir tomonlama o'tkazadi.

Bu xususiyat hujayrada asosiy faol qismi borligini ko'rsatadi, bundan tashqari, osmotik ishlarni bajaradigan xususiyati (membranani ikki tomonlama ionlar konsentratsiyasi farqi bilan ta'minlash) u uchun kerak energiya bilan ta'minlaydi.

Hujayra po'stlog'ining o'tkazuvchanligi hujayrada almashinuv jarayonlari o'tishi uchun juda muhim ahamiyatga ega.

Ko'pgina dorivor va zaharli moddalar, gormonlar hujayra membranasining o'tkazuvchanligiga ta'sir qiladi.

Hujayra membranasini qator chuqurchalar hosil qilib, hujayraga chuqurroq kiradi. Bu kanallar murakkab pufakchalar va hujayra organoidlari bilan bog'liqdir. Hosil bo'lgan murakkab o'zaro bog'langan kanallar tizimi pufakchalarning endoplazmatik turi deb ataladi yoki endoplazmatik retikulum deyiladi.

Bu tur hujayra tizimini tashuvchi, tashqi muhitdan moddalarni olib o'tishni ta'minlovchi va hujayralararo organellalar orqali axborot bilan ta'minlash mumkin.

Tashqi tomondan endoplazmatik tur devorlari orqali bir qancha tekis sharga o'xshash donachalar joylashgan bo'lib, bunga **ribosomalar** deb ataladi. Ribosoma hujayra oqsillarining ko'p qismini sintezlanish joyi hisoblanadi.

Hujayrada almashinuv jarayonlarining jadalligi ribosoma tarkibi bilan juda yaqindan bog'langan. Hujayrada ribosomalar yuqoriroq tutilishi hisobiga oqsil mahsulotlarini ko'proq ishlab chiqaradi. Hujayraning o'rta qismida (faqatgina muskul hujayrasidan tuzilgan, yog' to'qimasi hujayrasi) yadro joylashgan.

U irsiy materiallarni saqlash va uzatish joyi hisoblanib, xromosomada konsentrlangan bo'lib, DNKdan tashkil topgan va oqsillar bilan bog'langan uncha ko'p bo'lmagan RNK bor. Yadroda xromosomadan tashqari bitta yoki bir nechta yadrochalar bo'lib, RNKga boydir. Yadro sitoplazma po'stlog'idan ajratilgan bo'lib, teshiklari bor, shular orqali yadro sitoplazma bilan aloqa qiladi.

Ichki hujayra organellalari mitoxondriyaning uzunchoqsimon shakli bo'lib, diametri 0,5 dan 1 mkm, uzunligi 1 dan 7–10 mkm gacha bo'ladi.

Bu kattaroq bo'lib, oddiy mikroskopda ko'rish mumkin. Uning biologik funksiyasi aniqlangan bo'lib, toza holda (differensial sentrifugalash usuli yordamida ajratib olingan) ajratib olingandan so'ng o'rganilgan.

Mitoxondriya o'zida hujayrani "energetik stansiyasi"ni tutib, almashinuv mahsulotlari — karbonsuvlar, yog'lar, oqsillarni oxirgi mahsulotlar almashinuvigacha oksidlab ( $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ ) buning natijasida hosil bo'lgan energiyani ATF resintezi uchun ishlatib, bu energiyani hujayraning barcha qismlariga yetkazadi.

Hujayrada mitoxondriya miqdori 50 tadan 5000 tagacha bo'ladi.

Mitoxondriya membranalarining tashqi va ichki yuzasida, ayniqsa, kristallar yuzasida, shuningdek, ichki bo'shliqda juda



ko'p miqdorda turli-tuman fermentlar joylashgan bo'lib, bu organoidlarning faoliyati ularga bog'liq. Avvalo, hujayraning nafas olishiga yordam beradigan fermentlar mitoxondriyalar fermentlariga kiradi, nafas olishi esa mitoxondriyalarning eng muhim funksiyalaridan biri bo'ladi, chunki nafas olish bilan hujayra faoliyatidagi muhim modda – ATF sintezi uchun zarur bo'lgan energiya yetkazib beriladi.

ATF barcha organizmlar hujayralarining mitoxondriyalarida sintezlanadi va hujayra bilan butun organizm hayot faoliyati jarayonlarini amalga oshirish uchun zarur energiyaning universal manbai bo'lib hisoblanadi.

Mitoxondriyaning muhim xususiyatlaridan biri – uning alohida genetik tizimi bo'lib, ko'proq og'irligiga nisbatan 1% ga yaqin barcha nuklein kislotalarni (DNK, RNK), oqsil sintezi uchun apparatlari (ribosomalar)ni saqlaydi va shunday qilib, hujayrani boshqa qismlaridan ajratib, uni o'z-o'zidan ko'payishini ta'minlaydi. Ana shunga asoslanib shuni aytish mumkinki, muskul hujayrasidagi mitoxondriyalar sport mashqlari ta'sirida qisman ko'payishi mumkin.

Jismoniy ish paytida hujayraning boshqa organ va to'qimalarida katta funksional yuklamalar olib borishida shunga o'xshash o'zgarishlar bo'ladi.

Hujayrada mitoxondriyadan tashqari lizosomalar mavjud bo'lib, ular uncha katta bo'lmasdan, gidrolitik fermentlarni tutib, oqsillar, lipidlar va karbosuvlarni parchalash xususiyatiga ega.

Lizosomaning funksiyasi hujayra nobud bo'lgach juda yaqqol ko'rinadi: lizosomadan gidrolitik fermentlar ozod bo'lishidan so'ng hujayra juda tez erib ketadi. Harakatsiz hujayralarda lizosoma hujayra tuzilishlarida parchalangan fragmentlarni "hazm qilish"ni olib boradi.

Lizosomalar leykotsitlarda juda yaxshi rivojlangan bo'lib, uning asosiy funksiyasi – organizmga tashqaridan tushgan begona zarralarni, yoki organizmlar (masalan, bakteriya), yoki organizm o'zining moddalarini hazm qiladi.

bir vaqtning o'zida ikkita substrat oksidlanadi va nafas olish koeffitsiyenti taxminan 0,85 ga teng bo'ladi. Karbonsuvlarga boy ovqat iste'mol qilingandan so'ng ularda substratlar oksidlanishi yuqoriroq bo'lib, energiya manbai bo'lib xizmat qiladi. Nafas olish koeffitsiyenti ortadi va ahamiyatga ega bo'ladi. Och qolganda substratlar sifatida yog'lar ishlatiladi va nafas olish koeffitsiyenti 0,7 ga yaqin bo'ladi. Oraliq mahsulotlarni har xil organ va to'qimalarda o'rganish oraliq metabolitlar konsentratsiyasi radifaol moddalarning o'tirishi orqali aniqlanadi.

Oraliq mahsulotlar har xil organ va to'qima namunalaridan olingan qonda aniqlanadi. Buning uchun mikrobiopsiya usulidan foydalaniladi. Odam organizmi organ va to'qimalarida almashinuv jarayonini o'rganish katta qiyinchiliklar tug'dirish hisobiga olinib, tekshirishlarni ko'proq hayvonlarda o'tkazish tanlandi.

#### ***Nazorat savollari***

- 1. Tirik organizmning tirik emas organizmdan farqi nimadan iborat?*
- 2. Anabolizm va katabolizm jarayonlarining bir-biridan farqi nimada?*
- 3. Moddalar almashinuvining asosiy sabablarini aytib bering.*

## 11-bob.

### BIOENERGETIKA

Organizmning hayot faoliyatidagi jarayonlar energiya sarfi bilan bog'liqdir. Energiya mexanik ishlar — muskullar qisqarishida, elektrik ishlarda, asab impulslarini uzatishda va generatsiyada (qayta tiklanishda), osmotik ishlarda — hujayra membranasini sekretiya, resorbsiya va moddalar filtratsiyasida, kimyoviy ishlar — murakkab organik birikmalar biosintezi jarayonida hosil bo'ladigan atomlar orasidagi yangi kimyoviy bog'lar uchun ishlatiladi.

Hamma turdagi biologik ishlarning energiya manbayi bo'lib ovqat moddalari molekularidagi kimyoviy potensial energiya hisoblanadi. Bu energiya moddalar almashinuvi jarayonida va maxsus molekularning joylashuvi natijasida har xil turda hosil bo'ladi. Tirik organizmlarda energiya hosil bo'lishi qonuniyatlarini bioenergetika fani o'rganadi.

#### 11.1. Energiya va tirik tizimning ishi

**Energiya** — bu ishni ishlab chiqarish xususiyati. Energiyaning ikki turi mavjud bo'lib, 1 — potensial energiya (tana turishi yoki holatiga bog'liq; 2 — kinetik energiya (harakat energiyasi).

Tirik organizmda potensial energiya bioorganik birikmalar molekularidagi atomlar orasidagi kimyoviy energiya bog'lari shaklida bo'ladi.

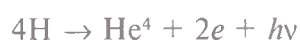
Masalan, glukoza molekulasidagi C, H, O atomlari orasidagi bog'ning potensial energiyasi miqdori 1 mol moddada 285000 J/kmol ni tashkil qiladi.

**Kinetik energiya** — bu elektronlar oqimi (guruhi) bo'lib, bular yangi kimyoviy bog'lar hosil qilishda yoki maxsus jarayonlarni hosil qiluvchilar yordamida boshqa turdagi kinetik

energiyaga aylanadi: issiqlik, mexanik, elektr, elektromagnit va boshqalar.

Energiyaning bir turdan boshqa turga aylanib turishi organizmni har xil hayotiy funksiyalarni bajarishga o'rgatadi.

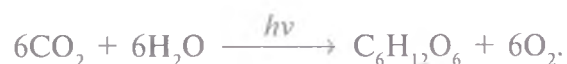
Yerda quyosh nuri barcha biologik jarayonlarning birlamchi energiya manbai bo'lib hisoblanadi. Quyoshning uchuvchan energiyasi yadro energiyasidan hosil bo'ladi. Quyosh yuzining yuqori harorati ta'sirida H (vodorod) atomi geliy (He) atomiga aylanadi va gamma nuri holatida energiya ajratadi:



bunda:  $h$  – Plank doimiysi,  $hv$  – birlamchi gamma nurining chastotasi.

Gamma nuri elektronlar bilan o'zaro ta'sir etib, yana energiya hosil qiladi (fotonlar).

Yerda quyosh nurining uchuvchan energiyasi o'simliklar bargining xloroplastlari yordamida ushlanib, fotosintez reaksiyasi natijasida kimyoviy energiyaga aylanadi. Bu energiya esa  $\text{CO}_2$  va  $\text{H}_2\text{O}$  dan karbonsuvlar va boshqa bioorganik moddalar sintezi uchun sarflanadi:



Shunday qilib, quyosh nurining energiyasi kinetik energiyaning bir turi bo'lib, potensial energiyaning turiga aylanadi.

Biologik oksidlanishda ajralgan energiyaning bir qismi ATFni makroergik fosfat bog'lari hosil bo'lishi uchun ishlatilsa, boshqa qismi issiqlikka aylanadi va boshqa ishlatib bo'lmaydi.

Makroergik fosfat bog'larining hosil bo'lish jarayoni mitoxondriyalarda bo'lib o'tadi.

**Biologik oksidlanish** – tirik organizmda bo'lib o'tadigan fotosintezga teskari jarayon hisoblanadi.

Ovqat mahsulotlarining oksidlanishidan hosil bo'lgan va makroergik fosfat bog'larida yig'ilgan kimyoviy energiya organizmda har xil biologik funksiyalarni bajarish uchun qo'llaniladi:

- a) yangi bioorganik molekularlar sintezi uchun;
- b) kimyoviy ishlar uchun;
- d) osmosga qarshi moddalarni faol olib o'tish yoki ion gradiyenti uchun;
- e) membrana potentsiallarini tutib turish va elektrik impuls-larni hosil qilish uchun.

Bular ichida faqat birinchi guruh ovqat moddalari energiyasi yangi kimyoviy bog'lar energiyasiga aylanadi, boshqalarda ular boshqa energiyalarga aylanadi.

Tirik organizmlarda bu jarayonlarning borishi uchun samara-dorli energiya hosil qiluvchi va shuningdek, juda nozik boshqarish tizimlari bor. Bular esa organizm talabiga qarab ko'nikib boradi. Yuqorida ko'rsatilgan energiyaning hosil bo'lishi jarayonlarida bir qismi yo'qoladi, ya'ni issiqlik sifatida yutiladi.

Energiya hosil bo'lishi samaradorligi foydali ta'sir koeffitsiyenti (FTK) deb qabul qilingan:

$$FTK = \frac{A}{Q} \cdot 100,$$

$A$  – foydali energiya,  $Q$  – barcha energiya ishlatilgan.

FTK kattaligi asosiy biologik funksiyasi uchun 20-jadvalda ko'rsatilgan.

20-jadval

FTK har xil biologik funksiyalar uchun

Biologik funksiyasi	FTK kattaligi, %
ATF sintezi	55–60
Oqsil sintezi	20–26
Glikogen sintezi	36
Lipidlar sintezi	30
Ionlarning faol tashilishi	20
Muskulning mexanik ishi	35–50

20-jadvaldan ko‘rinib turibdiki, energiyaning hosil bo‘lish samaradorligi biologik jarayonlarda uncha katta emas. Agarda biz e‘tibor bersak, barcha biologik funksiyalar uchun energiya manbai bo‘lib ATF xizmat qiladi.

Quyosh  $17 \cdot 10^{29}$  ga yaqin J/soat energiya ajratadi. Uning massasi taxminan  $2 \cdot 10^{33}$  g. 1 g quyosh materiyasiga  $8 \cdot 10^4$  J/soat energiya to‘g‘ri keladi. Shu paytda odam tanasining 1 g og‘irligi uchun bir soatiga 10000 dan ortiq energiya ajratadi.

Hisoblashlar shuni ko‘rsatdiki, odam yugurganda 1 g og‘irlikka ketadigan energiya katta okean paroxodi energiyasi bilan teng bo‘lar ekan.

Sportchilar kuchli muskul ishlarini bajarganda bir kecha-kunduzda 21000 ga yaqin kJ energiya sarf qiladi.

To‘liq tinchlik holatida bir kecha-kunduzda 8000 kJ energiya sarf bo‘ladi yoki 5 kJ bir soatiga to‘g‘ri keladi. Bu energiyaning sarflanishi hayot faoliyati uchun quyidagicha taqsimlanadi:

Yog‘lar, oqsillar va karbonsuvlar sintezi	1740
ATF sintezi	3370
Ion gradiyentlarini tutib turishi uchun	900
Yurak va nafas olish muskullari ishi uchun	1130
<b>Jami:</b>	<b>7640</b>

Shunday qilib, organizm tinch paytda energiya, asosan, bioorganik birikmalar va ionlarni tashishi uchun sarf bo‘ladi.

### **11.2. Tirik organizmlarda energiya hosil bo‘lishining asosiy bosqichlari**

Tirik organizmning doimiy holatini va har xil biologik ishlarni bajarish uchun ishlatiladigan erkin energiya (asablarni qo‘zg‘atish, muskul qisqarishi, buyrakning sekret ishlab chiqarishi) ovqat moddalarining kimyoviy energiyasi tashqarisidan tushadi.

Organizmda energiyaning qayta tashkil bo‘lishiga bog‘liq metabolik reaksiyalar yig‘indisini quyidagilarda ko‘rsatish mumkin:

1) Birlamchi energiya beruvchilar: erkin energiyaning qisman o'zgarishi reaksiyasi (bu reaksiya biologik generator energiyasi rolini o'ynaydi).

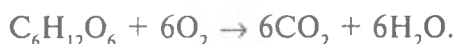
2) Reaksiya (yoki ketma-ketlik reaksiyalar) davomida ajralgan erkin energiya oraliq birikmalari bilan bog'lanib, keyingi energiyalarni olib o'tishga sharoit yaratadi.

3) Stabil makroergik birikmalar sintez reaksiyasi natijasida erkin energiyaning yig'ilishi metabolik almashinuvlar paytida ajraladi (bunday hollarda energiya akkumulator rolini ATF bajaradi).

4) Murakkab bioorganik birikmalar sintezi va har xil biologik ishlarning bajarish uchun makroergik birikmalar energiyasidan foydalaniladigan reaksiyalar.

Ovqat mahsulotlarining oksidlanishi hayot faoliyati jarayonlarining asosiy energiya generatori bo'lib hisoblanadi. Glukozaning oksidlanishidan quyidagi tenglama asosida moddalar hosil bo'lib, fiziologik sharoitda erkin standart energiyaning o'zgarishi

$$\Delta G_1^0 = 2847 \text{ J/mol ga teng:}$$

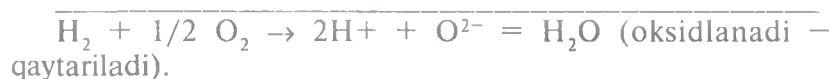
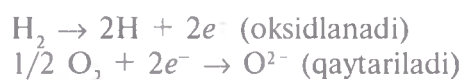


### 11.3. Biologik oksidlanish va energetik jarayonlarning o'tishi

Yuqorida ta'kidlaganimizdek, biologik oksidlanish fotosintez jarayonining aksi bo'lib (fotosintezda quyosh nuridan foydalanib organik moddalar sintezlanadi), bunda organik moddalar parchalanishi natijasida energiya ajralib chiqadi va hayotiy funksiyalar uchun qo'llaniladi.

**Oksidlanish jarayoni** — bu kimyoviy reaksiyalar bo'lib, bunda oksidlanayotgan moddalardan elektronlar (elektronlar donori) qaytariladigan moddalarga (elektron akseptorlariga) olib o'tadi.

Masalan, atmosfera kislorodi yordamida vodorod oksidlanishida vodorod atomlaridan ajralgan elektronlar kislorod atomiga olib o'tiladi va suv hosil bo'ladi.



Biologik oksidlanish reaksiyalarida ko'pincha elektron akseptori sifatida kislorod ishlatiladi. Bunga **aerob oksidlanish** deyiladi. Shu bilan birga ko'p oksidlanish reaksiyalarida elektron akseptori kislorod bo'lmasdan boshqa moddalar xizmat qiladi. Bu reaksiyalarga **anaerob tipidagi reaksiyalar** deb aytiladi. Oksidlanish reaksiyalarida, agar hamma energiya issiqlik ko'rinishida ajralib chiqsa, bunga **erkin oksidlanish** deyiladi.

Hujayra metabolizmi jarayonida bir necha yuz oksidlanish reaksiyalari mavjud bo'lib, ulardan o'nga yaqini energiyani olib o'tish jarayonida qatnashishini ko'rsatdi. Shulardan biologik oksidlanishda ko'p ishtirok etadigan uchta asosiy tur reaksiyani ko'rsatish mumkin.

I. Bioorganik substrat molekulasining to'g'ridan-to'g'ri kislorodga ta'siri:



Bu tur oksidlanish reaksiyalarini katalizlaydigan fermentlarga oksidazalar deb aytiladi.

II. Bioorganik substrat molekulasidan vodorodning ajralishiga bog'liq reaksiya:



Reaksiya davomida degidrogenaza fermenti yordamida vodorod substratdan ajralib, akseptor molekulasiga o'tadi va qaytarilgan turiga aylanadi. Keyinchalik vodorod qator



oralik almashinuvlar orqali oxirgi akseptor – kislorodga beriladi.

III. Elektronlar berish va oksidlanayotgan moddalarning molekularidagi musbat zaryadlarning ortishi bilan bog‘liq bo‘lgan reaksiyalar:



Substratdagi vodorodni molekular kislorodga olib o‘tish bir qator oksidlanish va qaytarilish sistemasi orqali ketma-ketlik asosida o‘tadi. Vodorodni kislorodga ketma-ket olib o‘tish reaksiyalari maxsus olib o‘tuvchi elektronlar ishtirokida bo‘lib, bunga nafas olish zanjiri deb ataladi. Hayvon va odamlarda bu 4 ta asosiy tip olib o‘tuvchilar bo‘lib, har biri oksidlanish va qaytarilish reaksiyalarida qatnashib, elektron berish yoki qabul qilish bilan boshqa olib o‘tuvchilarga qo‘shiladi (11-rasm).

1-tipda nafas olish zanjirida elektronlarni olib o‘tuvchi nikotinamid kofermentlari – NAD va NADFlar yordamida boradi.

2-tipda nafas olish zanjirida elektronlarni olib o‘tuvchi kofermentlar – flavinmononukleotid (FMN) va flavinadenindinukleotid (FAD) yordamida boradi.

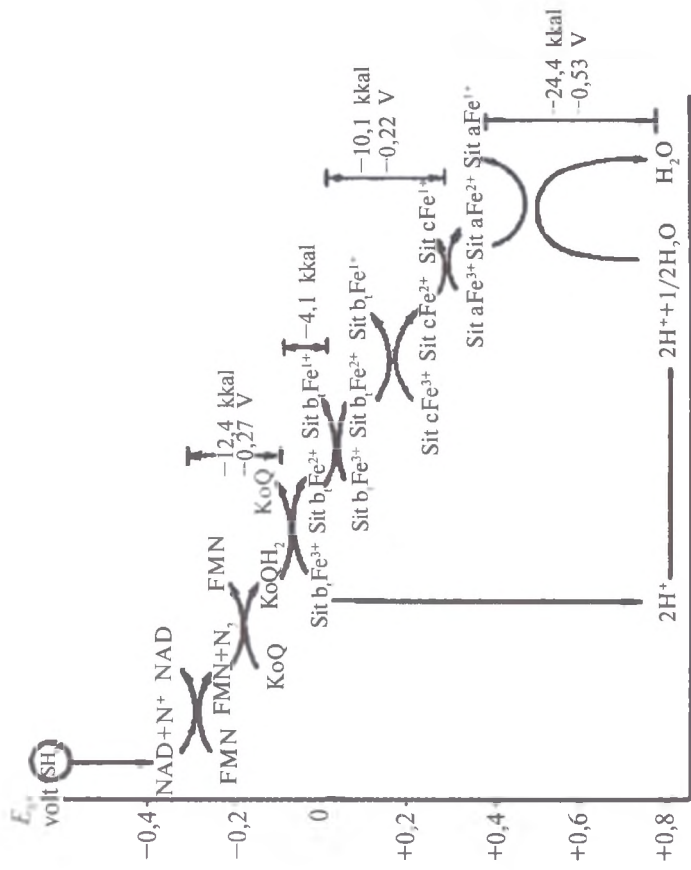
3-tipda nafas olish zanjirida elektronlarni olib o‘tuvchilar benzoxinon birikmalari bo‘lib, ularni koferment Q yoki ubixinonlar deb ataladi.

4-tipda nafas olish zanjirida elektronlarni olib o‘tuvchilar – KoQdan sitoxromlarga beriladi.

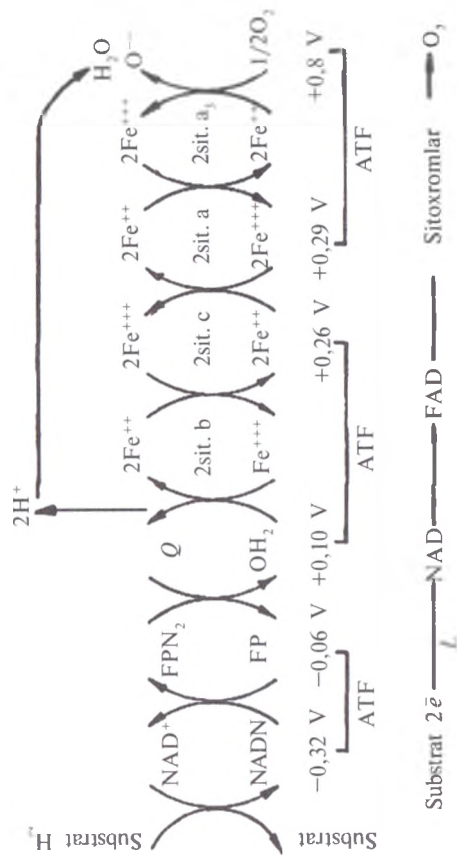
Nafas olish zanjirida elektronni kislorodga o‘tkazuvchi keyingi qism sitoxrom tizimidir (12-rasm).

Sitoxromlar 1886- yilda Mak Muin tomonidan ochilgan. 1925- yilda Keyman hujayralarning nafas olish jarayonida sitoxromlarning fundamental rolini kuzatgan.

Bundan tashqari, Keylin olgan natijalar sitoxrom *a* ga o‘xshash nafas fermentlari CO ta’sirida o‘z faolligini pasaytirishi to‘g‘risidagi Varburg natijalariga to‘g‘ri keladi.



11-rasm. Elektronlarni olib o'tuvchilarning ketma-ket joylashishi.



12-rasm. Nafas olish zanjiri.

Hozirgi vaqtda qator sitoxromlar bo'lib, ular *a*, *b* va *c* harflari bilan belgilangan. Hamma sitoxromlar gemoglobinga yaqin xromoproteinlardir. Ular molekulasida 0,47% temir saqlaydi. Shuning uchun temirning valentligini o'zgartirish orqali elektronni qabul qiladi yoki beradi.

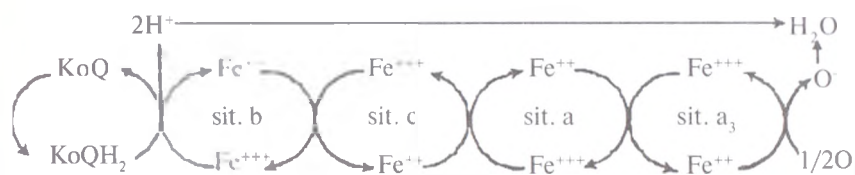


Buning natijasida sitoxrom oksidlangan va qaytarilgan shaklga o'tib turadi. Shunday qilib, sitoxrom tuzilishi qaytarilgan koenzim Q bilan kislorod o'rtasida elektron o'tkazuvchi oraliq bog'lovchi bo'g'im vazifasini bajarar ekan.

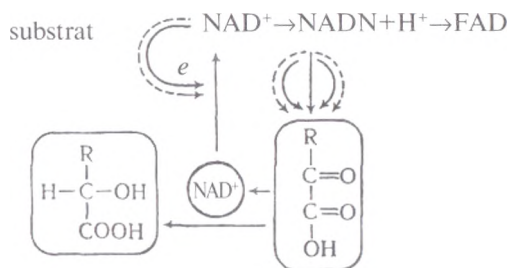
Hujayradagi oksidlanish zanjirida nechta sitoxrom ishtirok etishi hali to'la aniqlanganicha yo'q. Ulardan *b*, *c*, *a* va *a<sub>3</sub>* yaxshi o'rganilgan. Oxirgi *a*, *a<sub>3</sub>* sitoxromlar — sitoxromoksidaza o'z molekulasida 6 molekula gem A ni va 6 atom mis tutadi va CO sianidlar, H<sub>2</sub>S ta'siriga juda sezgir bo'ladi. Sitoxrom *c* — reduktaza qaytarilgan koenzim Q bilan sitoxrom tizimini bog'lovchi bo'g'imdir. Sitoxrom *b* yuqoridagi enzimning tarkibiy qismi bo'lishi mumkin.

Uchala sitoxrom, ya'ni *b*, *c*, *a* va *a<sub>3</sub>* lar yordamida qaytarilgan koenzim Q dagi vodorod atomlarining elektronlari kislorodga ko'chadi, proton esa sitoxrom tizimini chegaralab o'tib, bevosita kislorodga beriladi, natijada suv molekulasini hosil bo'ladi.

Oksidlanish-qaytarilish potentsiali turli sitoxromlar uchun turlicha qiymatga ega, sitoxrom *b* uchun -0,36 B, sitoxrom *c* uchun +0,26 B, sitoxrom *a* uchun +0,29 B, O/H<sub>2</sub>O tuzilishi uchun +0,81 B (standart sharoitda). Shunday qilib, sitoxromlar zvenosi oksidlanish zanjirida ubixinon bilan kislorod o'rtasida joylashgan ekan. Qaytarilgan KoQH, dan elektron sitoxrom *b* ga, undan sitoxrom *c* ga, so'ngra sitoxrom *a* ga o'tadi. Elektron kislorodga ko'chishining oxirgi bosqichi Varburg nafas fermentiga o'xshash bo'lgan sitoxrom *a<sub>3</sub>* — sitoxromoksidaza fermenti orqali amalga oshadi. Bu ferment CO, sianid va N<sub>2</sub>S ta'sirida ingibirlanadi, ya'ni o'z faolligini yo'qotadi. Nafas olish zanjirida sitoxromlar ishtirokini quyidagicha tasvirlash mumkin:



Agar nafas olish zanjirida ishtirok etuvchi sitoxromoksidaza fermenti sianid kislota bilan shikastlantirilsa, u vaqtda to‘qimaning nafas olishi 90% ga kamayishi mumkin. Kislorod yetishmasa yoki mutlaqo bo‘lmasa, elektron va protonlarning oraliq uzatuvchi sistema orqali ko‘chishi o‘zgaradi:



Qaytarilgan NAD - N dan elektron va protonlarni kislorodga uzatish imkoniyati bo‘lmasa, NAD · N ning oksidlanishi  $\alpha$ -ketokislota  $\alpha$ -oksikislotagacha qaytariladi, reaksiya natijasida oksidlangan  $NAD^+$  hosil bo‘lib, unda yana oksidlanuvchi substratdan elektron va proton qabul qilish qobiliyati paydo bo‘ladi.

Elektron va protonlarning oxirgi akseptori – kislorod bo‘lmasa, sitoxrom tuzilishi elektron va protonlarni hech qayerga uzata olmaydi, natijada ularning ko‘chishi to‘xtaydi. Ikkinchi tomondan, qaytarilgan NAD ga bog‘liq degidrogenazalar ko‘payib, hammasi elektron va proton bilan to‘lib, nafas olish jarayoni mutlaqo to‘xtashi mumkin edi. Biroq hujayralarda bunday hodisa kuzatilmaydi. Ularda qaytarilgan degidrogenaza ketokislotalar bilan reaksiyaga kirishib, ularni qaytaradi, o‘zi esa oksidlangan shaklga o‘tadi, natijada substrat-

ning oksidlanishi normal davom etaveradi. Kislorod yetishmaganida, ya'ni baland tog' sharoitida hamda muskullarning jadal ishlashi natijasida qaytarilgan NAD tutuvchi degidrogenazalar karbonsuvlar oksidlanishidan hosil bo'ladigan piruvat kislota bilan reaksiyaga kirishib, uni qaytarib sut kislota va oksidlangan degidrogenaza fermenti hosil qiladi:



Kislorod bilan ta'minlanish izga tushgandan keyin ilgari hosil bo'lgan sut kislota  $\text{CO}_2$  va  $\text{H}_2\text{O}$  gacha oksidlanadi.

Umuman, biologik oksidlanish jarayonining nozik mexanizmini o'rganishga va boshqa moddalar almashinuvi jarayonlari bilan bog'liqligini aniqlashga Palladin, Varburg, Viland, Keylin, Engelgardt, Belitser, Krebs, Grin, Leninjer, Chans, Reker, Severin, Mitchell, Skulachev va boshqalar katta hissa qo'shganlar.

Biologik oksidlanish hujayralarning mitoxondriya deb ataluvchi organoidida sodir bo'ladi va ularning energiya stansiyasi vazifasini bajaradi. Mitoxondriyada turli substratlar oksidlanishi natijasida energiya ajralib, u organizm foydalana oladigan makroergik – energiyaga boy bog'larda to'planadi. Turli substratlarning oksidlanishida makroergik bog'ga ega bo'lgan yuqori energiyali birikmalar mitoxondriyada oksidlanishli fosforlanish davomida hosil bo'ladi.

### **Mitoxondriya va oksidlanishli fosforlanish**

Hozirgi vaqtda hujayraning boshqa organellalariga nisbatan mitoxondriyalarning srukturasi va molekular tuzilishi, moddalar almashinuvidagi funksional roli yaxshi o'rganilgan. Bundan 20 yil avval mitoxondriya hujayraning energiya stansiyasi ekanligi isbotlangan bo'lsa, keyingi vaqtlardagi tekshirishlarda ularning tuzilishi va funksiyasida fermentlar tuzilishi, ionlar tashilishidagi roli yanada mukammal o'rganildi. Mitoxondriyalar hamma aerob hujayralarning sitoplazmasida joylashgan bo'lib,

soni ancha turg'un, biroq hujayralarning rivojlanish bosqichi va funksional holatiga qarab soni o'zgarishi mumkin. Masalan, kalamush jigarining bitta hujayrasida 1000 dan ortiq mitoxondriya bo'ladi. Mitoxondriyalar hujayralardan keyin bo'linadi.

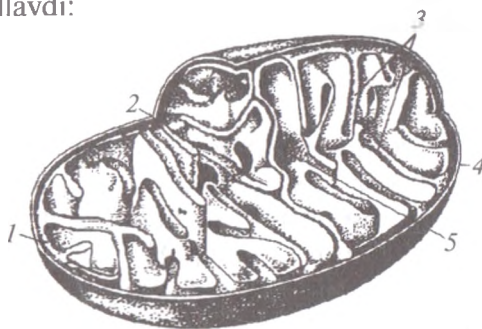
Mitoxondriyalar achitqilar hujayrasida sferik shaklda, sichqon jigari hujayralarida sharsimon, buyrak hujayralarida silindrsimon bo'ladi. Yulduzsimon, ipsimon, plastinkasimon mitoxondriyalar ham bor.

Hujayralarning metabolik holatiga qarab mitoxondriyalarining oksidlanishiriyalarning shakli va hajmi tez va kuchli o'zgarishi mumkin. Mitoxondriyalar ikkita (13-rasm): silliq tashqi va burmali ichki membranaga ega bo'lib, ular *kristalar* deyiladi.

Ichki membrananing kristalarida nafas olish fermentlari joylashgan. Ular oksidlanish va fosforlanish reaksiyalarini katalizlashda ishtirok etadi.

Mitoxondriyaning ichki bo'shlig'i (matriks) yarim suyuqlik bilan to'lgan bo'ladi.

Bu suyuqlikning 50% ini nozik tuzilishga ega bo'lgan oqsil tashkil etadi. Mitoxondriyaning tashqi, ichki membranalari, matriks va membranalararo bo'shliq har xil fermentlar to'plamini sadlavdi:



**13-rasm. Mitoxondriyaning tuzilishi:**

- 1—ichki membrana; 2—ichki membrana orasidagi bo'shliq;  
3—kristalar; 4—tashqi membrana;  
5— mitoxondrial matriks.

<b>Tashqi membranada</b>	<b>Membranalararo bo'shliqda</b>
Monoaminooksidaza	Adenilatkinaza
Yog' kislotalarning tiokinazalari	Nukleoziddifosfokinaza
Sitoxrom reduktaza	
<b>Ichki membranada</b>	<b>Matriksda</b>
Nafas olish zanjiri fermentlari	Sitrat-sintetasi
ATF sintezi fermentlari	Fumaraza
$\alpha$ -aminokislota	MDG
degidrogenazalari	Akonitaza
D, $\beta$ -oksibutiratdegidrogenaza	GDG
	Yog' kislotalarning oksidlanishida ishtirok etadigan fermentlar

Ma'lumki, Krebs siklida hosil bo'ladigan oraliq mahsulotlar oksidlanganda, ajralgan elektronlar qator fermentlar tizimi orqali elektronlarning oxirgi akseptori – molekular kislorodni qaytaradi. Bu jarayon davomida elektronlarning erkin energiyasi ATF molekulasidagi makroergik bog'larda to'planadi. Bunday jarayonga **oksidlanishli fosforlanish** deyiladi. Bu jarayon mitoxondriyada o'tadi.

ADFning fosforlanishi bilan aerob nafas olish bir vaqtda o'tadi, degan tushuncha 1930-yilda akademik Engelgardt tomonidan tajriba yo'li bilan isbotlab berilgan. 1937-yili Krebs sikli ochilgandan keyin bu tajribalarning to'g'riligini tasdiqlovchi dalillar yuzaga keldi.

Daniyada Kalkar, Belitser tomonidan turli organlardan tayyorlangan suspenziyalar ta'sirida uchkarbon siklida hosil bo'ladigan oraliq mahsulotlarning oksidlanishida muhitda anorganik fosfatning kamayishi va uning ADF, ATF, glukozo-6-fosfat va fruktozo-1,6-difosfatlarga o'tishi kuzatishgan. Anaerob sharoitda nafas olish sianid bilan shikastlanganda bunday fosforlanish kuzatilmagan. Shunga asosan ADF ning fosforlanishi nafas olish bilan bir vaqtda o'tadi, degan xulosaga kelishgan va bu jarayonga **oksidlanishli fosforlanish** deb nom berilgan. Uning samaradorligi bog'langan fosfor qoldig'ining

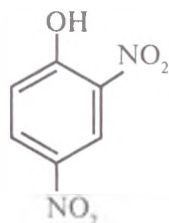


yutilgan kislorod atomlari soniga nisbati (P/O) bilan belgilanadi. Keyingi aniq tadqiqotlar P/O uchga teng ekanligini ko'rsatdi (substratga nisbatan P/O o'zgaradi). Belitser substratdan bir juft elektron kislorodga ko'chishida ADF va anorganik fosfatdan bir emas, balki bir necha ATF hosil bo'lishini ko'rsatgan.

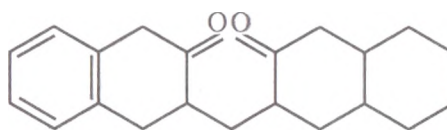
Oksidlanishli fosforlanish jarayonining ikki muhim tomoni 1948–1950-yillarda aniqlangan. Lumis va Lipmanlar oksidlanishli fosforlanish bilan nafas olish har xil ajratuvchi moddalar ta'sirida bir-biridan ajralishini isbotlaganlar. Masalan, 2,6-dinitrofenol va fenollarning nitrobirikmalari, arsenat, dikumarin,  $Ca^{++}$ , tiroksin gormoni ta'sirida ular bir-biridan ajraladi.

Ajratuvchi moddalar ta'sirida nafas olish normal davom etishi, hatto tezlashishi mumkin, lekin ADF ATF ga aylanmaydi. Hozirgi vaqtda ajratuvchi moddalar juda ko'p bo'lib, ular yog'da eriydigan moddalardir. Bu moddalar aromatik halqa tutadi va kislotali guruhlarni ionlashtirish xususiyatiga ega bo'ladi. Bundan tashqari, bunday moddalarning xarakterli xususiyati shundaki, ular glikolitik fosforlanishga va organizmda boradigan boshqa jarayonlarga ta'sir etmaydi, faqat oksidlanishli fosforlanish ta'sir etadi, xolos. Shuning uchun yuqorida aytilgan moddalar hujayralarda boradigan energetik jarayonlarni tekshirishda alohida ahamiyatga ega.

Quyida oksidlanishli fosforlanish bilan nafas olishni bir-biridan ajratuvchi ayrim moddalarni misol qilib keltiramiz:



2,4-dinitrofenol



Dikumarin

Oksidlanishli fosforlanishning ikkinchi muhim tomoni juda o'zgaruvchan bo'lib, faqat fraksiyalangan to'qima suspensiyalarida boradi, ekstraktlarda mutlaqo bormaydi. Shunga asoslanib, oksidlanishli fosforlanish membrana bilan o'ralgan

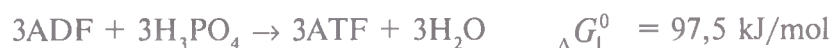
mitoxondriyalarda amalga oshar ekan, degan xulosaga kelingan. Belitser tomonidan oksidlanishli fosforlanish va nafas olish zanjirida elektronlarning ko'chishi bir vaqtda o'tadi deyilgan xulosaning to'g'ri ekanligi 1949–1950-yillarda Leninjer va uning xodimlari tomonidan isbotlangan. Faqat Krebs siklining substratlari bor muhitda suv bilan yuvilgan mitoxondriya molekular kislorod hisobiga elektron tashuvchi omillar ishtirokida  $\text{NAD} \cdot \text{H}$  tezlikda  $\text{NAD}^+$  gacha oksidlangan. Natijada yuqoridagi substrat ( $\text{NAD} \cdot \text{H}$ ) ning oksidlanishidan ADF va anorganik fosfatlar hisobiga uchta ATF hosil bo'lishi kuzatilgan. Bu tajribalar elektron  $\text{NAD} \cdot \text{H}$  dan molekular kislorodga o'tishida uchta nuqta bo'lib, oksidlanish va qaytarilish jarayonida ajralgan energiya ATF molekulasidagi organik fosfat bog'larida to'planishini tasdiqlaydi.

Nafas olish zanjiridagi fosforlanish jarayonining umumiy tenglamasini quyidagicha yozish mumkin:



Umumiy tenglamani tahlil qilish uchun ekzerogen va enderogen birikmalarga bo'lish mumkin:

Enderogen



Ekzerogen



Shunday qilib,  $\text{NAD} \cdot \text{H}$  dan kislorodga elektron o'tganda 97,5 kJ/mol energiya to'planadi. Bu esa ajralgan energiyaning 40% ini tashkil etadi va u zaxira holda ATF molekulasida to'planadi.

NADga bog'liq bo'lgan substratlar (izositrat, glutamat, malat) oksidlanganda 3 molekula ATF hosil bo'ladi. Bu

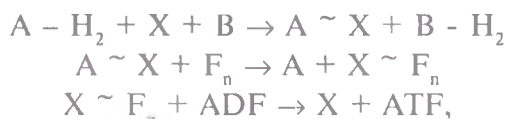
jarayonning fermentativ mexanizmi bir necha yillar davomida jadal tadqiqot fani bo'lishiga qaramay, hozirga qadar oxirigacha aniqlangan emas. Lekin ayrim kuzatishlar bu jarayonning tabiatini o'rganishga imkon beradi. Bunday kuzatishlar qatoriga oksidlanishli fosforlanishga faqat ajratuvchi moddalar ta'sir etibgina qolmay, balki turli maxsus ingibitorlar ham ta'sir etishini ko'rsatuvchi dalillar kirishi mumkin.

Ma'lumki, ajratuvchi moddalar nafas olishga ta'sir etmay, fosforlanishni buzishi mumkin. Ba'zi bir moddalar, masalan, antibiotiklardan gramitsidin va valinomitsinlar nafas olishga ta'sir etmay, fosforlanishni buzadi. Lekin bu birikmalarning dinitrofenoldan farqi shundaki, ularning oksidlanishli fosforlanish bilan nafas olishni ajratishi u uchun bir valentli ( $K^+$ ) kationlar bo'lishini talab etadi. Yana bir turdagi ingibitorlarga antibiotiklardan oligomitsin va rutamitsin kiradi, ular fosforlanish jarayonini shunday buzadiki, natijada nafas zanjiridagi elektronlarning tashilishi ham buziladi. Oligomitsin tomonidan buzilgan fosforlanish 2,6-dinitrofenol yordamida bartaraf etilishi mumkin, lekin elektron tashish tiklanmaydi. Shunga asosan, oligomitsinning birlamchi ta'sir mexanizmi energiya hosil qilishni buzishga qaratilgan bo'lib, elektron tashuvchi agentlarga yo'naltirilgan emas, degan xulosaga kelingan.

### **Oksidlanishli fosforlanish mexanizmi to'g'risida hozirgi zamon tushunchalari**

Hozirgi vaqtda mitoxondriyalarda boradigan oksidlanishli fosforlanish jarayoni mexanizmining barcha qismlari to'la aniqlangan emas. Biroq bu jarayonni tushuntirish to'g'risida uch xil fikr mavjud bo'lib, ular kimyoviy, mexanokimyoviy va osmotik gipotezalardan iborat. Kimyoviy gipoteza dastlab Lipman, Sleyter va boshqalar tomonidan taklif etilgan bo'lib, ularga asosan, nafas zanjirida elektronlar tashilishida ajraladigan energiya, avvalo, gipotetik birikmalar energiyaga boy bog'lar hosil qilishiga sarflanadi, undan so'ng energiyani

ADF va fosfatdan ATF hosil qilishga beradi, deb taxmin qilingan. Bu reaksiya bosqichlarini quyidagicha ifodalash mumkin:



bunda: A va B – elektron tashuvchilar; X – energiya uzatishdagi oraliq vositachi;  $F_n$  – anorganik fosfat.

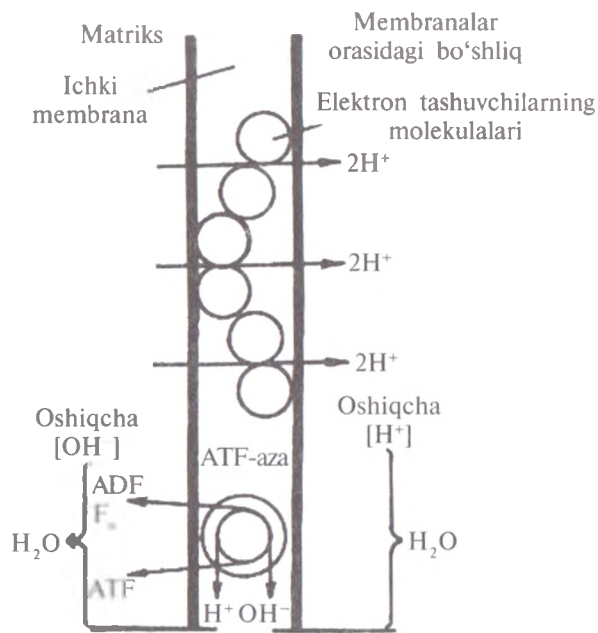
Bu gipoteza oksidlanish bilan fosforlanish o‘zaro bog‘liqligini tushuntira oladi, hozirga qadar gipotetik oraliq vositachini ajratishga muvaffaq bo‘lingan emas.

Boyerning oksidlanishli fosforlanishni tushuntirish uchun taklif etgan mexanik-kimyoviy yoki konformatsion gipotezasiga ko‘ra, oksidlanish bilan fosforlanishning bir-biriga bog‘liqligi bu jarayonda ishtirok etuvchi fermentlarning konformatsion o‘zgarishiga asoslangan, deb taxmin qilinadi. Shunday fikrlar ham borki, unda moddalar oksidlanishidan ajraladigan energiya ferment molekulasida konformatsion o‘zgarish hosil qilib, uning molekulasini tarang holatga o‘tkazib, qisqarishga majbur etadi.

Ferment molekulasini bo‘shashib, dastlabki holatiga kelishi jarayonida to‘plangan energiya yuqori energiyasi birikmalar sintezlanishiga sarflanadi. Undan so‘ng esa energiya ADFga o‘tkaziladi (14-rasm).

Bu sohada ko‘p tekshirish olib borilishiga qaramay, uni bevosita tasdiqlovchi ma‘lumotlar yo‘q. Oksidlanishli fosforlanishni tushuntirishda yuqoridagi ikki gipotezadan tashqari Mitchellning ximoosmotik gipotezasini quvvatlovchilar soni keyingi yillarda tobora ortib bormoqda. Bu gipotezani tajriba yo‘li bilan isbotlash va yanada rivojlantirishda V.P. Skulachyov va boshqalarning xizmatlari katta bo‘ldi.

Mitchell gipotezasiga muvofiq oksidlanishli fosforlanish qanday tushuntiriladi? Mitchell gipotezasida nafas olish bilan fosforlanishning bir-biriga bog‘liqligi mitoxondriyalar membranasidagi vodorod ionlarining elektrokimyoviy potentsiali orqali



14-rasm. Ximoosmotik gipotezaga asosan ATF hosil bo'lish mexanizmi.

amalg oshiriladi, degan fikr bor. Bizga ma'lumki, mitoxondriyalarning membranasi  $H^+$  va  $OH^-$  ni o'tkazmaydi. Nafas zanjirida elektronlar tashish davomida membrananing tashqi yuzasida vodorod ionlarining gradiyenti hosil bo'ladi.

Shunday taxminlar ham borki, ularga, asosan, nafas zanjirida  $NAD \cdot N$  dan har bir juft elektron kislorodga ko'chganda, nafas olish zanjiri birikmalar yordamida uch juft  $H^+$  ionlari mitoxondriyaning ichki matriksidan membranalararo bo'shliqqa chiqariladi. Bunda membrananing tashqi yuzasi musbat zaryadga ega bo'lib qolsa,  $OH^-$  ionlari ko'pligi tufayli ichki membrana manfiy zaryadga ega bo'ladi.

Membrananing qarama-qarshi tomonida  $H^+$  va  $OH^-$  ionlarining to'planishi natijasida uning ichki qismida joylashgan ferment ATF-azaning teskari reaksiyasini katalizlashi mumkin ( $ADF + F_n \rightarrow ATF + H_2O$ ). Agar hosil bo'lgan suv vaqtida

chiqarib turilsa, bu reaksiya juda katta tezlikda o'tadi. Ximootik gipoteza tarafdorlari fikricha, hosil bo'lgan suv  $H^+$  va  $OH^-$  shaklida chiqariladi.

Mitoxondriyalar ichki membranasida  $H^+$  ionlarining konsentratsiya gradiyenti bo'lganligi tufayli u o'z navbatida suv hosil qilish yo'li bilan  $OH^-$  ionlarining tashqi muhitga tortib olinishini ta'minlaydi. Ichki membranada  $OH^-$  ionlarining kuchli konsentratsiyasi mitoxondriyalar ichki bo'shlig'ida teskari reaksiya natijasida hosil bo'lgan  $H^+$  ni tortib olib, yana suv molekulasini hosil bo'lishini ta'minlaydi. Shunday qilib, taxmin qilish mumkinki, to'qimaning nafas olishi mitoxondriyalar membranasini zaryadlab, fosforlanish uning energiyasini ATF sinteziga sarflab zaryadsizlanar ekan.

Yuqoridagilardan ko'rinib turibdiki, biologik oksidlanishning hozirgi zamon tushunchasining hamma qismlari to'la isbotlangani yo'q, bu kelajakda hal etilishi kerak.

Fosforlanish bilan bog'liq bo'lgan nafas olish jarayonidan tashqari, mitoxondriyalarda energiya to'planishi bilan bog'liq bo'lmagan nafas olish jarayoni ham bor. Bu erkin oksidlanish yoki fosforlanish bilan bog'liq bo'lmagan oksidlanish deyiladi. Mitoxondriyada erkin oksidlanish natijasida hosil bo'lgan energiya to'planmaydi, balki issiqlik sifatida tarqaladi.

Ba'zi bir fizik va kimyoviy omillar (radiatsiya, yuqori harorat, dinitrofenol, dikumarin, tiroksin va boshqalar) ta'sirida nafas olish (oksidlanish) bilan fosforlanish bir-biridan ajraladi, natijada ATF hosil bo'lmaydi. Shuning uchun organizmda bu jarayonlarning me'yoriy o'tishi uchun mitoxondriyaning funksional holati juda katta ahamiyatga ega.

#### ***Nazorat savollari***

- 1. Fotosintez va biologik oksidlanishning bir-biridan farqi nimada?*
- 2. Biologik oksidlanishdan hosil bo'lgan makroergik fosfat bog'lari qaysi funksiyalarni bajarish uchun ishlatiladi?*
- 3. Mitoxondriyaning tashqi va ichki membranalarini saqlaydigan fermentlarni ayting.*
- 4. Mitoxondriyaning membranalararo bo'shlig'ida sintezlanadigan fermentlarni ayting.*

---

## 12-bob.

### KARBONSUVLAR ALMASHINUVI

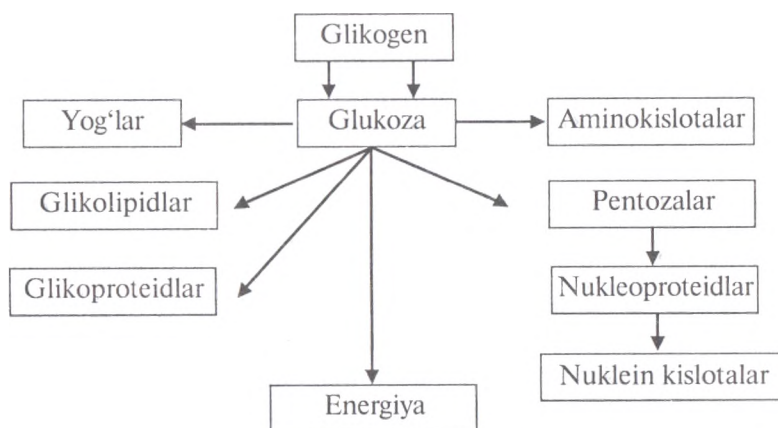
#### 12.1. Karbonsuvlar almashinuvi haqida umumiy tushunchalar

Moddalar almashinuvida karbonsuvlar almashinuvi organizmning hayot faoliyati uchun katta rol o'ynaydi.

Karbonsuvlar parchalanishi natijasida energiya ajralib chiqadi, u ATFning makroergik bog'larida yig'ilishi mumkin va har xil biologik ishlarni bajarish uchun sarf bo'ladi.

Karbonsuvlar odam organizmining energiyaga bo'lgan talabini 50% ga qondirishi mumkin. Karbonsuvlar almashinuvida hosil bo'lgan oraliq mahsulotlar boshqa juda kerakli bo'lgan biologik birikmalar sintezi uchun xizmat qiladi (15-rasm).

Karbonsuvlar zaxirasi odam organizmida uning tanasi og'irligining 2–3% ini tashkil qiladi. Agar odam sport bilan shug'ullanmasa, ana shu hisobiga 12 soatgacha yurishi mumkin. Sport bilan shug'ullansa, kamroq vaqtga yetadi.



15-rasm. Moddalar almashinuvida karbonsuvlarning aylanishi.

Karbonsuvlarga odam organizmi talabi qoniqishi uchun, ular ovqatlar bilan organizmga tushishi kerak. Ovqat karbonsuvlari ichidan kraxmal va saxaroza (non bunga boy) ko'proq iste'mol qilinadi.

Monosaxaridlar, asosan, organizmga mevalar va sabzavotlar orqali tushadi (asal orqali ham tushadi). Sut laktoza manbayi bo'lib hisoblanadi. Kletchatka (selluloza) ko'proq miqdorda o'simlik mahsulotlarida uchraydi.

Murakkab karbonsuvlarning parchalanishidan hosil bo'lgan (gidrolizlanishidan) glukoza organizm uchun (fruktoza, galaktoza) energiya manbayi bo'lib xizmat qiladi.

U qonga o'tadi va bir qismi jigarga borib, u yerda glikogenga aylanadi. Qonda glukoza miqdorining ortib ketishiga *giperqlikemiya* deyiladi. Buyrakda 140 mg% bo'ladigan bo'lsa, unda siydikda glukoza ajralib chiqadi (glukozuriya).

Qonda glukoza miqdori me'yorga nisbatan kamayib ketishiga *gipoglikiemiya* deyiladi. Tinch paytda glukoza bosh miya uchun, kuchli jismoniy mashqlar paytida muskullar uchun sarf bo'ladi. Shuningdek, biroz yuqori miqdorda glukoza asablar, eritrotsitlar, buyrak miya moddasi, urug'donlar, ichak devori shilliq pardalari, yurak muskullari uchun kerak bo'ladi.

Glukoza har xil organlarning hujayralariga yetib borganach, bajaradigan funksional holatiga qarab tezda parchalanish reaksiyasiga qatnashib, hujayrani energiya bilan ta'minlashga, glikogen sintezi yoki yangilanishi uchun xizmat qiladi.

Hujayralararo karbonsuvlar parchalanishining asosiy yo'li ikkita fazadan iborat. Boshlang'ich faza — glikoliz fazasi bo'lib, kislorodsiz sharoitda o'tadi (anaerob). Bu fazada bir qancha miqdorda karbonsuvlar molekulasida saqlangan energiya (10%) ozod bo'ladi. Anaerob faza pirouzum yoki sut kislotasi hosil bo'lishi bilan tamom bo'ladi. Keyingi almashinuvlar, ya'ni anaerob sharoitida hosil bo'lgan mahsulotlar — ikkinchi faza aerob (kislorod ishtirokida) fazada sirka kislotasining faol shakli — asetil-koferment A ga aylanadi. Hosil bo'lgan asetil-KoA



Krebs halqasiga tushadi (uch karbon kislotasi halqasi) va oxirgi mahsulot  $\text{CO}_2$  va  $\text{H}_2\text{O}$  gacha parchalanadi. Bu vaqtda ko'p miqdorda energiya ajraladi.

Bu asosiy yo'ldan tashqari, karbonsuvlarning parchalanish yo'li ham bor, bu pentoza yo'li hisoblanib, bu yo'lda faqatgina energiya hosil qilib qolmasdan, glukozadan pentozalarni hosil qilib beradi. Pentozalar esa nukleotidlar va nuklein kislotalar sintezida qatnashadi.

Ichki karbonsuvlar zaxirasi sharoitiga qarab taqsimlanishi qondan glukozaning hujayraga kirishini tezlashtiradi. Ammo qondagi glukoza miqdori o'zgarmaydi, chunki karbonsuvlar almashinuvini boshqarish tizimi sezgirligi tufayli bir vaqtning o'zida jigardagi glikogen parchalanishini tezlashtiradi. Uning parchalanishi hisobiga hattoki 24 soat och qolgan holatda (tinch paytda) ham (70–100 mg%) qondagi glukoza darajasini doimiy tutish mumkin.

Kuchli muskul ishida ortiqcha karbonsuvlarning ovqat bilan kirmasligi jigardagi glikogen zaxirasi 1–2 soat davomida ko'p miqdorda kamayishiga olib keladi, hatto glukoza darajasi qonda me'yoridan kam bo'ladi. Bu holatga *gipoglikemiya* deb aytiladi.

Gipoglikemiyaning biroz ortishi miya, asab, eritrotsitlarga, buyrak miya moddalariga – asosiy energiya manbayi bo'lgan glukoza bo'lmasligi yomon ta'sir qiladi. Bosh miyaga glukoza yetishmasligi juda katta ta'sir qiladi.

Miyaga glukoza tushgach bir minutdan so'ng uning faoliyatida buzilish boshlanadi va bir necha minutdan so'ng qaytmas buzilish bo'ladi.

Karbonsuvlar almashinuvini boshqarish tizimi glikogen zaxiralarning to'liq sarflanishini o'rab olib, ularni hatto karbonsuvlar ovqat bilan kirmagan mahalda ham alohida-alohida tiklashga yordam beradi.

Bu zaxiralarning tiklanishi glukoneogenez hisobiga bo'ladi.

Glukoneogenez jarayonida glukoza karbonsuv bo'lmagan moddalardan yoki glukozaning parchalanish mahsulotlaridan hosil bo'ladi.

Glukoneogenez jigarda va buyrakda tez boradi, boshqa organlarda tezligi past bo'ladi. Glukoneogenezning asosiy mahsulotlari sut kislotasi va pirouzum kislotasi, asetil-koferment A, aminokislotalar, glitserin va bir qancha yog' kislotalari hisoblanadi.

### **12.2. Ovqat hazm qilish tizimida karbonsuvlarning aylanishi**

Karbonsuvlarning gidrolitik parchalanishi ovqat hazm qilish jarayonida glikozidaza fermentlari ta'sirida borib, ular 1–4 va 1–6 glikozid bog'larini murakkab uglevodlar tarkibidan parchalaydi.

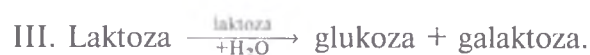
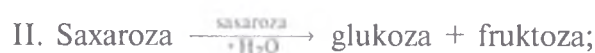
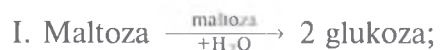
Glukozidazalarga so'lak amilazasi, oshqozon osti va ichak shirasi, so'lak maltozasi kiradi: oxirgi dekstrinaza, ichak shirasi saxarozasi va laktazasi.

So'lak amilazasi ta'sirida og'iz bo'shlig'iga tushgan kraxmalning sekin-asta 1–4 bog'lari uzilib, kraxmal tarkibidagi amilozalar va aminopeptinlardan dekstrinlar hamda aminopeptinlar hosil bo'ladi. So'lakda uncha ko'p bo'lmagan maltoza bo'ladi. U maltozani glukozagacha parchalaydi. Boshqa disaxaridlar og'izda parchalanadi. Polisaxaridlarning ko'p qismi og'iz bo'shlig'ida gidrolizlanishiga vaqt yetishmaydi.

Amilazalar va aminopeptinlar bo'tqalarining katta molekullari, dekstrin, maltoza, glukozalar juda maydalanib oshqozonga tushadi. Oshqozon shirasi juda kuchli kislotali bo'lgani uchun so'lak fermentini yutadi, shuning uchun karbonsuvlarning keyingi almashinuvlari ichakda o'tadi, chunki shirada biokarbonat bo'lib, oshqozon shirasining (HCl) xlorid kislotasini neytrallaydi.

Oshqozon osti va ichak shiralari amilazalari so'lak amilazalariga qaraganda faolroq bo'ladi. Ichak shirasida oxirgi dekstrinaza bo'lib, aminopeptin va dekstrinlar molekulasidagi 1–6 bog'larni gidrolizlaydi. Bu fermentlar polisaxaridlardan kraxmalni maltozagacha parchalaydi.

Ichakning shilliq qavatida disaxaridlarni gidrolizlaydigan fermentlar ishlab chiqariladi. Ular maltoza, saxaroza, laktozalardir. Bularning ta'sirida:



Ovqat hazm qilish shirasida o'simlik ovqatlari bilan kiradigan sellulozani gidrolizlaydigan ferment selluloza bo'lmaydi. Ammo ichakda mikroorganizmlar bo'lib, ular ta'sirida hosil bo'lgan fermentlar sellulozadan disaxarid sellobioza hosil bo'ladi, keyin esa glukozagacha parchalanadi.

Sellulozaning parchalanmagan qismi ichak devorini mexanik qitqilab, uning peristal qismini faollashtiradi va ovqat massasi harakatga kelishiga yordam beradi.

Mikroorganizmlar fermenti ta'sirida murakkab karbon-suvlarning parchalanish mahsulotlari achishi mumkin, natijada har xil organik kislotalar va  $\text{CO}_2$ ,  $\text{CH}_4$ ,  $\text{H}_2$  lar hosil bo'ladi.

Hosil bo'lgan monosaxaridlardan 60% i glukozadan iborat bo'lib, ingichka ichak devorlari orqali qonga o'tadi va tana hujayralariga yetkaziladi. Monosaxaridlarning yutilishi faol fiziologik jarayon hisoblanib, energiya sarfi bilan boradi. Bu yerda ATF bilan monosaxaridlar o'zaro birikib, fosfoefir bog'lari energiyasidan foydalaniladi.

### 12.3. Glukozadan glikogen sintezi (glikogenez)

Zaxiradagi polisaxarid glikogeni glukozadan hosil bo'lishi natijasida har xil organlar hujayralarida bitta biokimyoviy molekulalar ishlatiladi, ammo bu jarayonda ishtirok etadigan fermentlar faolligi har xil organlarda turli xil darajada bo'ladi.

Jigarda glikogenning yig'ilishi anchagina yuqori o'tib, muskulda biroz kamroq o'tadi. Jigarda glikogen miqdori 5% gacha, muskulda — 1% gacha, ularning og'irligiga nisbatan yig'ilishi mumkin.

Jigar glikogeni barcha organizmlar uchun asosiy karbonsuvlar zaxirasi hisoblansa, boshqa organlarda u ichki energiya sifatida ishlatiladi.

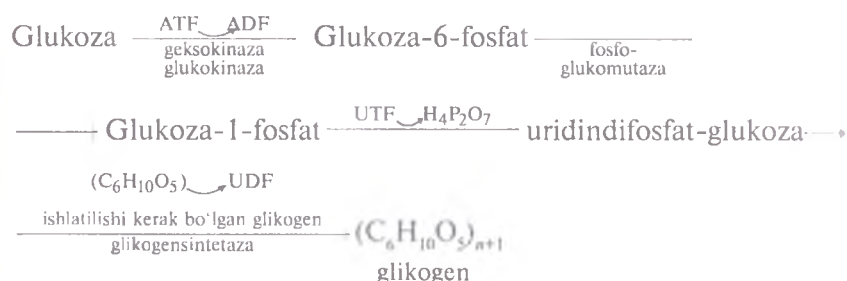
Glikogenning sintezida ishtirok etish uchun glukoza ATF yordamida faollashtirilishi kerak. Faollashtirish maxsus ferment geksokinazalar yoki glukokinazalar yordamida glukoza-6-fosfatgacha olib boriladi. Har xil sharoitlarda ular turli biokimyoviy jarayonlarni qo'shishi mumkin. Hujayra-ning funksional faolligi yuqori va energiyaga talabi katta bo'lganda energiya manbai parchalanadi: jadal aerob biologik oksidlanish o'tish jarayonida hujayrani katta energiya miqdori shaklidan ATF boshqa manbalar hisobidan; muskul ishidan so'ng dam olish paytida, yaxshi sharoit hosil bo'ladi.

Glikogen sinteziga qo'shib, glukoza-6-fosfat fosfogliko- mutazalar ta'sirida glukoza-1-fosfatga aylanadi, keyin qaytadan uridinfosfat kislotasini (UTF) faollashtiradi va uridindifosfat glukoza (UDF-glukoza)ga aylantiradi — bu manba glukoza qoldig'i glikogen sintezi uchun ishlatiladi.

Glikogen sintezining ortiqcha borishi yangi molekular hosil bo'lishi hisobiga bo'lmasdan, balki glukoza qoldiqlari hujayra molekulasida borligi yo'liga bo'ladi.

Glikogenning molekulasiga (yoki oligosaxaridlar, parchalanish mahsulotlari) ferment glikogensintetaza yordamida UDF-glukozadan ajralgan ortiqcha glukozid qoldiqlar birlashadi.

Glikogensintetaza faqatgina glukozid qoldiqlari orasidagi 1—4 bog'larini hosil qilishi mumkin. 1—6 bog'larining hosil bo'lishi glikogen molekulasini shakllanishi uchun kerak bo'ladi, asosiy ferment trasglukozidaza katalizlaydi. Glikogen sintezi sxemasi quyidagicha bo'ladi:



Karbonsuvlarning ko'p miqdorda organizmga tushishi glikogen sintezini kuchaytiradi.

Uning konsentratsiyasining hujayrada yuqori bo'lishi, sintez tezligi har xil boshqaruvchi mexanizmlar yordamida pasaytiriladi. Glikogensintetaza faolligi boshqaradi: ishlatiladigan modda ishtirokida glukozo-6-fosfat biroz faolroq bo'ladi, yordamchi mahsulot sintezini UDF faolligini kamaytiradi.

Gormon adrenalin va glukogon glikogensintetazalar faolligini yo'qotish darajada ta'sir qiladi: ferment adenilasiklaza quvvatlanib, SAMF ni ishlab chiqaradi, qachonki u glikogensintetazalarni faol shaklidan faol emas shakliga aylantirishgacha qatnashadi.

Glikogen sintezining bunday to'xtashi muskulga ishlab turgan paytda adrenalin ishlab chiqarishi kuchayganda bo'lishi mumkin. Glikogen sintezi kuchayishi insulin gormoni ishtirokida boradi.

Qonda glukozaning miqdorining oshishi bosh miyadagi adashgan asab markazi reflektorini uyg'otadi va oshqozon osti beziga insulin ajralishini quvvatlovchi impulslar tushadi. Ovqat karbonsuvlaridan glikogenning jigarda hosil bo'lishi juda ham katta bo'lmagan tezlikda borib, ovqat qabul qilindandan 30–40 min dan keyin hosil bo'ladi.

Buni albatta hisobga olib qo'yish kerakki, chunki musobaqa paytida ortiqcha karbonsuvlar qabul qilinganda glikogen sintezi kuchayishi, ishni bajarish uchun energiya manbayini to'xtatib qo'yimasligi kerak.

## 12.4. Karbonsuvlarning hujayra ichidagi parchalanishi

### 12.4.1. Glikogenoliz (glikogenning parchalanishi)

Muskullar ishlaganda, organizm juda sovuqqotganda, och qolganda, kislorod yetishmaganda, emotsional ta'sirotlar natijasida to'qimalar qondan glukozani juda kuchli iste'mol qiladi. Ammo qondagi glukoza miqdori bir xilda bo'ladi yoki ozgina o'zgarishi mumkin.

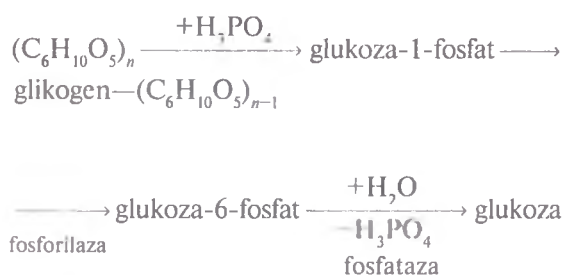
Glukoza miqdori bir xilda bo'lishi uchun jigardagi glikogen parchalanib, qonga o'tadi va glukoza miqdorini bir xilda saqlaydi.

Yuqori funksional faollikka ega bo'lgan to'qimalarda ham glikogen parchalanishi kuchayadi, ammo ular qon glukozasiga berilmaydi, hujayra ichki qismlari uchun ishlatiladi.

Hujayrada 2 xil glikogenning parchalanish reaksiyasi mavjud: **gidroliz** va **fosforoliz**. Gidroliz reaksiyasi fosforoliz reaksiyasiga nisbatan juda ko'p marta sekin boradi. Glikogen parchalanishida fosforoliz reaksiyasi asosiy rol o'ynaydi.

Fosforoliz reaksiyasi ferment fosforilaza ta'sirida boradi va fosfor kislotasi ishtirokida glikogendan glukozaning qoldiqlari glukoza-1-fosfat molekulasi sifatida ajralib, tezda izomeri glukoza-6-fosfatga aylanadi. Jigarda glukoza-6-fosfat fosfataza ta'sirida erkin glukoza va fosfat kislotasiga parchalanadi, boshqa to'qimalarda esa darrov keyingi parchalanish jarayonlariga qo'shiladi.

Fosforilaza sxemasi quyidagicha ko'rinishga ega:



Fosforilaza faolligi juda ko'p har xil omillarga bog'liq. Jigarda u asab impulslari ta'sirida kuchaytiriladi, yuqori metabolik gipotalamus markazidan kirgan reflektor qo'zg'atuvchilar, glukozaning qondagi darajasini 70 mg% pastga tushiradi.

Asab impulslari MNS buyrakdan kiradi, adrenalinning ajralishini kuchaytiradi, xuddi oshqozon osti gormoni glukogonga o'xshash bo'ladi. Jigardagi fosforolizni kuchaytiradi, fosforilaza faolligini va sAMF hosil bo'lishini quvvatlab turadi.

Adrenalin muskuldagi fosforoliz singari ta'sir qilib, glukogon bu jarayonga ta'sir qilmaydi. Fosforoliz gormon tiroksin ta'sirida kuchaytiriladi.

Muskul ishi boshlanishi bilan AMF,  $Ca^{+2}$ ,  $Na^{+}$  ionlari va asetilxolin ishtirokida muskul fosforilazalari faolligi kuchayadi.

Fosforoliz tezligining pasayishi glikogen va fosfat kislotasi konsentratsiyasining pasayishi glukoza-6-fosfat konsentratsiyasining ortishi, MNS da tormozlanish jarayonini kuchaytirib, charchashni chaqirgan paytida bo'lib o'tadi. Fosforoliz tezligining pasayish mexanizmi haddan tashqari karbonsuvlar zaxirasini organizmdan yo'qolishidan saqlaydi, bu yurak muskullari va bosh miya ishlashi uchun glukoza yetishmasligiga sabab bo'la olmaydi.

#### **12.4.2. Karbonsuvlarning anaerob parchalanishi (glikoliz)**

Hujayraning energiyaga talabi orttirilganda karbonsuvlarning oksidlanib parchalanish jarayoni kuchayadi. Bu parchalanishning boshlang'ich fazasi glikoliz bo'lib, o'ndan ortiq har xil reaksiyalarni o'z ichga oladi.

Glikoliz jarayonini shartli ravishda 3 ta bosqichga bo'lish mumkin:

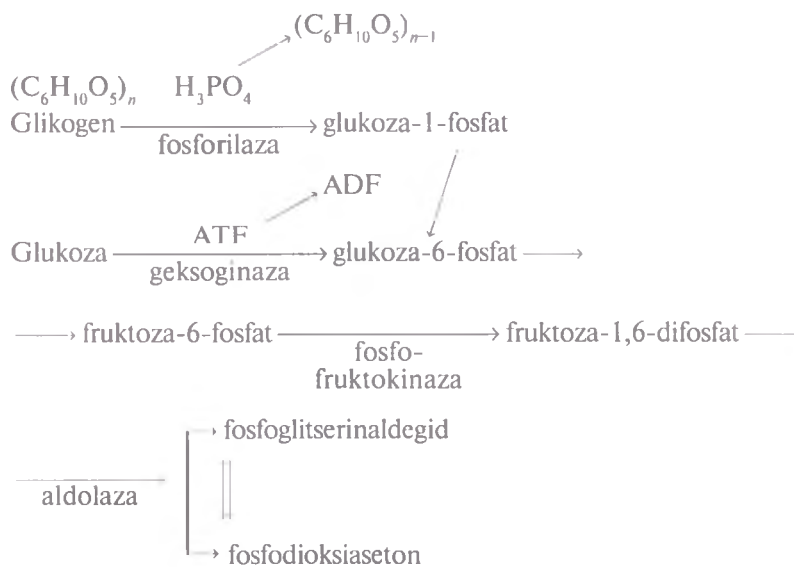
- 1) boshlang'ich — karbonsuvlarni faollashtirish va undan biologik oksidlanishning substratlarini hosil qilish;
- 2) biologik oksidlanish va substratning makroergik bog'larida fosfor kislotasi bilan oksidlanish jarayonida energiyaning yig'ilishi;

3) ATFni makroergik bog'larida oksidlanish energiyasining yig'ilishi va glikolizning oxirgi mahsuloti hosil bo'lishi.

Glikolizning boshlang'ich bosqichi glukozaning faollashishi ATF bilan o'zaro ta'siridan geksokinaza reaksiyasi yoki glikogenning fosforlanishidan boshlanadi.

Glikogen glikozid bog'larida zaxirada ancha energiyaga ega, shuning uchun u ATF yordamidagi faollikka muhtoj emas. Glukoza va glikogendan hosil bo'lgan glukoza-6-fosfat keyingi almashinuvlarga qatnashadi.

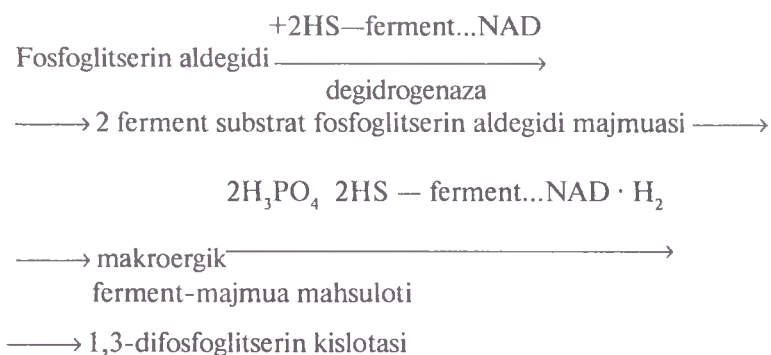
Boshlanishda u fruktoza-6-fosfatga izomerlanadi, keyin ATF yordamida qaytadan faollashtiriladi va fruktoza-1,6-difosfatga aylanadi. Bu reaksiya fosfofruktokinaza fermenti yordamida katalizlanadi. Fruktoza-1,6-difosfat — elektrostatik kuchi teng bo'lmagan birikma bo'lib, mustahkam emas.



Aldolaza fermenti ta'sirida u 2 (ikkita) fosfotriozaga: fosfoglitserialdegidi va fosfodioksiasetonga aylanadi. Ular izomerlar bo'lib, o'zaro almashinish xususiyatiga ega.



Fosfoglitserinaldegid – bu biologik oksidlanish substratidir. Boshlang‘ich bosqich sxemasi quyidagi ko‘rinishga ega:



Fosfodioksiaseton fosfoglitserinaldegidga aylanish xususiyatiga ega.

Shunday qilib, glikolizning boshlang‘ich bosqichi ikki molekula fosfoglitserinaldegidi hosil bo‘lishi bilan yakunlanadi.

Kelgusi bosqichda fosfoglitserinaldegid maxsus degidrogenaza yordamida biologik oksidlanishga uchraydi. Degidrogenaza faol markazida sulfigidril (-NS-) guruhi va koferment NAD ga ega.

Reaksiya davomida ferment o‘ziga fosfoglitserinaldegid molekulasini biriktirib, uning ichki molekular bog‘larini kuchsizlantiradi, koferment NAD aldegid guruhining vodorodini olib, uni karboksilga aylantiradi.

Oksidlanish-qaytarilish jarayonidagi energiya qisman issiqlik energiyasi sifatida ajraladi (taxminan 60%), qisman reaksiya mahsulotlari va fermentlari o‘rtasidagi makroergik bog‘larda yig‘iladi.

Kompleks ferment mahsuloti fosfor kislotada yordamida parchalanadi, natijada ferment ozod bo‘ladi va makroergik fosfor birikmasi hosil bo‘ladi.

Difosfoglitserin kislotada karboksilfosfat bog‘lari zaxira energiyasi bo‘ladi, u 12 kJ/mol bo‘lib, ADFdan ATF hosil bo‘lishi uchun yetarli hisoblanadi.

Glikolizning oxirgi bosqichida reaksiyada difosfoglitserin kislotaning perefosforlanishida ADFdan ATF va 3-fosfoglitserin kislota hosil bo'ladi. Bunda zaxira saqlangan energiya yo'qotilmasdan fosfat guruhi bilan difosfoglitserin kislotasi ADFga olib o'tiladi.

Bu reaksiya fosfoglitserin kinaza fermenti yordamida katalizlanadi.

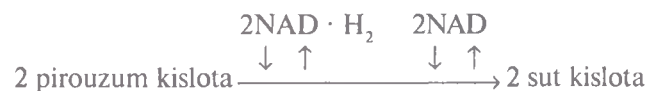
Shunda bir molekula glukozadan ikki molekula difosfoglitserin kislotasi hosil bo'ladi, glikolizning ana shu bosqichida ikki molekula ATF hosil bo'ladi. 3-fosfoglitserin kislota katta energiya zaxirasiga ega.

Kelgusi reaksiyalarda uning molekulasini shunday tuzilgan bo'ladiki, zaxira energiyalarining fosfat bog'larida miqdori oshiriladi. Buning uchun boshlanishida u izomerlanadi, 2-fosfoglitserin kislotasiga, o'zidagi suvni yo'qotib makroergik birikma — fosfoenolpiruvat kislotasiga aylanadi.

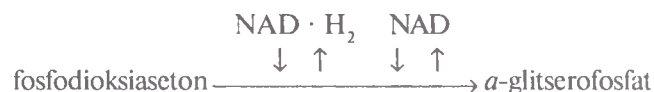
Perefosforlanish reaksiyasi ADF bilan qatnashib, ATF va pirouzum kislotasini hosil qiladi.

Bu reaksiya piruvat kinaza yordamida katalizlanadi. Bunda glukozaning har bir molekulasiga ikki molekula ATF hosil bo'ladi.

Glikoliz o'zida anaerob oksidlanish jarayonini ko'rsatib, agar vodorod fosfoglitseraldegiddan dehidrogenaza yordamida ajratilgan bo'lsa, kislorodga berish mumkin bo'lmaydi. Koferment NAD fosfoglitseraldegid yangi porsiyani oksidlash uchun vodorodni ozod qilish kerak. Pirouzum kislotasi vodorod akseptori bo'lib xizmat qiladi va shu bilan sut kislotasiga aylanadi. Reaksiyani ferment laktatdehidrogenaza katalizlaydi.



Agar jarayon borish paytida yetarli miqdorda pirouzum kislotasi hosil bo'lmasa, vodorod akseptori bo'lib fosfodioksiaseton bo'lishi mumkin va  $\alpha$ -glitserofosfatga aylanadi.



Glikoliz jarayonining umumiy tenglamasi, agar glukoza parchalansa, reaksiya tenglamasi quyidagicha bo'ladi:



Agar jarayon glikogendan boshlansa, uni faollashtirish uchun 1 molekula ATF kam ketadi:



Tenglamadan ko'rinib turibdiki, agar jarayon glukozadan boshlansa, karbonsuvlarning anaerob oksidlanishidan ajralgan energiya ATFni 2 ta ortiqcha molekulasida yig'iladi.

Agar jarayon glukogendan boshlansa, energiya ATFni 3 ta ortiqcha molekulasida yig'iladi. Glikoliz jarayonida hosil bo'lgan sut kislota kuchli kislota hisoblanib, ko'p miqdorda  $\text{H}^+$  ionlariga dissotsiatsiyalanadi:



Sut kislotasining yuqori konsentratsiyasida bufer tizimi hajmi yo'qolishi mumkin, shunda reaksiyaning faol muhiti kislotalik tomonga siljishi mumkin. Muhitning kislota tomonga ortishi fosfofruktokinaza faolligini pasaytiradi, natijada glikoliz tezligi ham pasayadi.

Sut kislota ko'p miqdorda muskullarda yig'iladi. Uning bir qismi qonga o'tib, jigarga boradi va glukoneogenez jarayoniga ishlatiladi, bir qismi organizmdan ter va siydik orqali tashqariga chiqadi.

Aerob sharoitida sut kislota moddalar almashinuvi oxirigacha oksidlanadi. Sut kislotasining hosil bo'lish reaksiyasi qaytar reaksiya hisoblanadi. Shuning uchun u oksidlanib, yana pirouzum kislotasiga aylanadi.

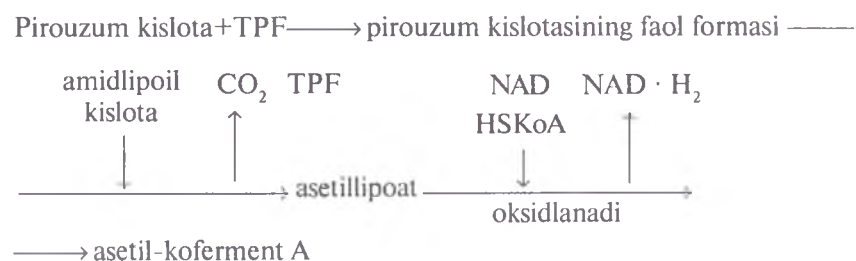
### 12.4.3. Karbonsuvlarning aerob parchalanishi

Pirouzum kislota qaysi yo'l bilan hosil bo'lishidan qat'iy nazar (fosfoenolpirouzum yoki sut kislota), aerob sharoitda u navbatdagi oksidlanishga maxsus ferment dehidrogenaza yordamida boradi.

Bu ferment kompleksdagi pirouzum kislotasiga 4 ta har xil kofermentlar yordamida ta'sir qiladi: tiaminpirofosfat — TPF ( $B_1$  vitaminning hosilasi), lipoil kislota amidi, koferment NAD va koferment asetil — HSKoA ( $B_3$  vitaminiining hosilasi).

Kofermentlarning ketma-ket ta'siri pirouzum kislotasini faol shakliga o'tkazadi hamda dekarboksillanish va dehidrogenlanishga aylantiradi.

Oksidlanish energiyasi bu jarayon mahsulotining makroergik bog'larida yig'iladi — asetil koferment A — bu esa sirka kislotasining faol shaklidir. Pirouzum kislotasining aylanishi oksidlovchi dekarboksillanish deb nom oldi: bu jarayon sxemasi quyida keltirilgan:

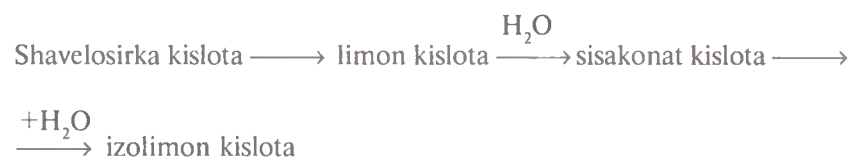


Asetil-koferment A keyingi bosqichlarida aylanish davrining barcha sinf birikmalari uchun umumiy bo'lgan — uch karbon kislota davriga tushadi. Bu jarayonga oraliq mahsulotlarning

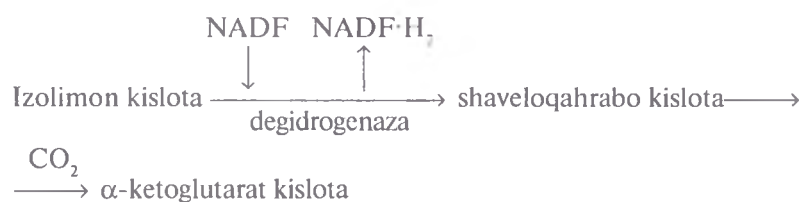
parchalanishidan hosil bo'lgan faqatgina karbonsuvlar tushmasdan, lipidlar va oqsillar ham qatnashadi. Ular  $\text{CO}_2$  va  $\text{H}_2\text{O}$  gacha parchalanadi. Bu reaksiyada oksidlanish energiyasi ATF molekulasida yig'iladi.

Asetil-KoA ning aylanishi uch karbon kislotasi siklida shavelosirka kislotasi bilan kondensatsiyaga kirishidan boshlanadi, hujayrada pirouzum kislotasining karboksilanishidan yoki asparogon kislotaning dezaminlanishidan hosil bo'lishi mumkin.

Asetil-KoA ning shavelosirka kislotasi bilan kondensatsiyalanishi natijasida limon kislotasi hosil bo'ladi va bir qator oraliq reaksiyalardan so'ng o'zining izomeri — izolimon kislotasiga aylanadi.

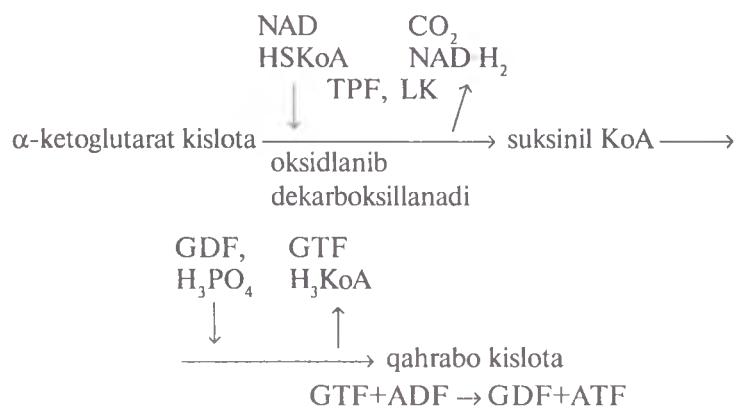


Izolimon kislota maxsus degidrogenaza va koferment NADF ishtirokida oksidlanadi. Hosil bo'lgan shavelevoqahrabo kislotasi dekarboksillanadi, o'zidagi  $\text{CO}_2$  yo'qotib,  $\alpha$ -ketoglutarat kislotasiga aylanadi:



Tuzilishi va kimyoviy xossalari bo'yicha  $\alpha$ -ketoglutarat kislotasi pirouzum kislotasiga yaqin bo'lib, tiaminpirofosfat, limon kislotasi amidi, NAD va koferment-A ishtirokida oksidlanish dekarboksillanish jarayonida qatnashadi.

Bu jarayonning mahsuloti qahrabo kislotasining faol shakli – suksinilkoferment A hisoblanadi.



Suksinil koferment A – makroergik birikma. Uning makroergik bog‘laridagi energiyasi ADF va  $\text{H}_3\text{PO}_4$  lardan ATF hosil bo‘lishida ishlatilishi mumkin. ATF hosil bo‘lishida energiyani oraliq olib o‘tishda guanozintrifosfat (GFF) ishtirok etadi.

Makroergik birikmalar energiyasi hisobiga sintezlangan ATF, oksidlangan substratdan hosil bo‘lgan ( $\alpha$ -ketoglutarat kislotasi) uch karbon kislotasi siklida substratning fosforlanishini ta‘minlaydi.

Glikoliz jarayonida ATF ning hosil bo‘lish reaksiyasi xuddi shunday reaksiyalar tipiga kiradi. Substratning fosforlanishi borishida suksinilkoferment A qahrabo kislotasiga aylanadi, bu suksinatdegidrogenaza fermenti yordamida oksidlanadi va boshqa degidrogenazalardan farq qilib, koferment sifatida NADning o‘rniga FADni ishlatadi.

Oksidlanish natijasida hosil bo‘lgan fumarat kislotasi suvni o‘ziga qo‘shib olib, olma kislotasiga aylanadi va o‘z navbatida malatdegidrogenaza ta‘sirida shavelosirka kislotasiga oksidlanadi.



## 12.5. Glukoneogenez

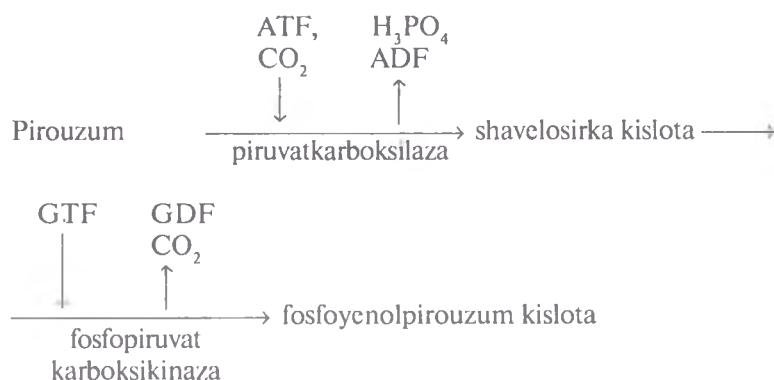
Glukoneogenez uchun kerakli moddalar, ya'ni mahsulotlarning parchalanishidan karbonsuvlarning yangi hosil bo'lishi yoki karbonsuv bo'lmagan moddalar sut kislotasi, pirouzum kislotasi, glitserin, aminokislotalar, asetil-koferment A lar glukoneogenezning asosiy mahsulotlari hisoblanadi. Bu moddalarning barchasi (glitserindan tashqari) karbonsuvlarga pirouzum va shavelosirka kislotalari bosqichi orqali o'tadi.

Glukoneogenezning ko'pgina reaksiyalari o'zida glikolizga qaratilgan bo'lib, o'sha fermentlar bilan katalizlanadi va reaksiyalari bir-biriga to'g'ri keladi. Ammo glikoliz jarayoni uchta qaytmas bosqichga ega: glukozo-6-fosfat, fruktozo-1,6-difosfat va pirouzum kislotasining fosfoyenolpirouzumdan hosil bo'lishi.

Karbonsuvlar biosintezi bu reaksiyalarni aylanib, bir qismi mitoxondriyada, bir qismi esa hujayra sitoplazmasida o'tadi.

Pirouzum kislotasining fosfoyenolpiruvatga o'tishi shavelosirka kislotasi o'ziga  $\text{CO}_2$  ni biriktirib, ATF energiyasidan ishlatgan bosqichidan so'ng aylanadi.

Shavelosirka kislota so'ngra guanoziltrifosfat bilan o'zaro ta'sir etib, fosfoyenolpirouzum kislotaga aylanadi.





Reaksiya borishida fosfoenolpirouzum kislotadan fosfotriozaga hosil bo'ladi va keyinchalik fruktoza-1,6-difosfatga aylanadi.

Glukoneogenezda fosfotriozalar hosil bo'lishi bosqichida glitserin qo'shilishi mumkin, buning uchun fosfodioksiaseton oksidlanishi kerak.

Fruktoza-1,6-difosfat maxsus fosfataza yordamida fruktoza-6-fosfatga parchalanadi, keyin glukoza-6-fosfatga izomerlanadi, u tezda glikogen sinteziga qo'shiladi yoki fosfataza yordamida erkin glukoza hosil bo'lgungacha parchalanadi.

Glukoneogenez tezligiga gormonlar katta ta'sir ko'rsatadi. Insulin aminokislotalardan karbonsuvlar hosil bo'lishini tormozlaydi, kortikosteroidlar aminokislotalardan va yog' kislotalardan glukoneogenezni quvvatlaydi, adrenokortikotropin gormoni glukokortikoidlarning sintezini kuchaytiradi. Glukoneogenez jigar va buyrakda ancha shiddatli o'tadi.

#### ***Nazorat savollari***

- 1. Karbonsuvlar almashinuvi haqida tushuncha bering.*
- 2. Ovqat hazm qilish tizimida karbonsuvlar aylanishini tushuntiring.*
- 3. Glukozadan glikogen sintezi (glikogenez) nimadan iborat?*
- 4. Karbonsuvlarning anaerob va aerob parchalanishining bir-biridan farqini tushuntiring.*
- 5. Glukoneogenez jarayonining glikoliz va glikogenez jarayonidan farqlarini tushuntirib bering.*

---

---

## 13-bob.

### LIPIDLAR ALMASHINUVI

#### 13.1. Ovqat hazm bo'lish jarayonida lipidlarning almashinuvi

Ovqat lipidlari tarkibida triglitseridlar ko'p bo'ladi. Fosfolipidlar, sterinlar va boshqa lipidlar qisman kam ishlatiladi.

Ovqat hazm qilish yo'lida lipidlar almashinuvining boshlang'ich bosqichi boshlanadi.

Bu bosqichda murakkab lipid molekulalari ozroq murakkab holatga aylantirilib, ichakning shilliq pardalari orqali so'riladi.

Ovqat bilan tushgan triglitseridlarning ko'p qismi ichakda monoglitseridlarga va yog' kislotalariga parchalanadi.

Yog'larning gidrolizi oshqozon osti bezi shirasi va ingichka ichak shilliq pardasi lipazasi ta'sirida boshlanadi.

O't kislotasi tuzlari yog'larni parchalash jarayonini quvvatlab, ularni emulsiya holatiga olib kelib qolmasdan, lipaza fermentini ham faollashtirib beradi.

Steridlar parchalanishi oshqozon osti shirasi bilan ajralib chiqqan xolesterinesteraza fermenti ta'sirida ichakka o'tadi. Steridlarning gidrolizi natijasida yog' kislotalari va xolesterin hosil bo'ladi.

Fosfolipidlar gidrolitik fermentlar — maxsus fermentlar fosfolipazalar ta'sirida to'liq yoki bir qismi parchalanadi. Fosfolipidlarning to'liq parchalanishidan glitserin, yog' kislotalari, fosfor kislotasi va azot asoslari hosil bo'ladi.

Lipidlarning parchalanishidan hosil bo'lgan va parchalanmagan yog'lar odamning oshqozon-ichak yo'lida quyidagi ketma-ketlik bo'yicha so'riladi. Ovqat qabul qilingandan keyin so'rilish ichak epiteliysida 10–30 minutda, qonda maksimum to'planish 4–6 soatda, qonda yog'larning me'yorlashish darajasi 9 soatda o'tadi.

Lipid mahsulotlarining soʻrilishi mitsella yoki assotsiatlar holida oʻtadi. Mitsella sarflanuvchi birikmalar sifatida oʻt kislotalarini, yogʻ kislotalarini, monoglitseridlarni, xolesterinni tutadi. Bunday mitsellaning diametri 5–10 nm boʻladi. Ingichka ichakning shilliq pardasida lipidlarning aylanishi har xil oʻtadi. Bu yerda har xil birikmalar yoʻlida mitsella tarqatiladi.

Koʻp birlamchi mitsellalar (faqat oʻt kislotasi tuzlaridan tashqari) ichak boʻshligʻiga qaytadi, erishga qodir boʻladi va lipidlar parchalanishidan hosil boʻlgan mahsulotlarning yangi qismi soʻriladi. Lipidlar gidrolizi mahsulotlaridan ichak shilliq qismida qisman triglitseridlar va fosfolipidlar resintez boʻladi. Shilliq pardadan lipidlarning koʻp qismi qonning vena darvozalariga tushmasdan, ichakning limfatik tizimiga, koʻkrakning limfatik qismiga, keyin qonga tushadi.

Lipidlarning tashilishi xilomikronlar va boshqa har xil zichlikka ega boʻlgan lipoproteidlar yordamida oʻtkaziladi. Xilomikronlarning oʻz-oʻzidan endoteliy kapillarlarini orqali vena darvozasi orqali qonga oʻtishi uchun ularning nisbatan katta oʻlchamdaligi xalaqit beradi. Ana shu sababli xilomikronlar endoteliy kapillarlaridan va boshqa toʻqimalardan (yogʻ, muskul) oʻta olmaydi.

Ovqat triglitseridlarining maʼlum qismi yogʻ depolarida yigʻila boshlanadi. Shunday qilib, hazm boʻlish jarayonida yogʻ toʻqimalari triglitseridlarning assimilatitsiyasi va soʻrilishi, parchalanish reaksiyalari ularning sintez reaksiyalari bilan almashinadi.

Organizmning energiyaga boʻlgan talabi paytida triglitseridlar gidrolizi va ularning mahsulotlari quyidagi yoʻl bilan tashiladi:

yogʻ toʻqimasi ...→ qon ...→ aʼzolar

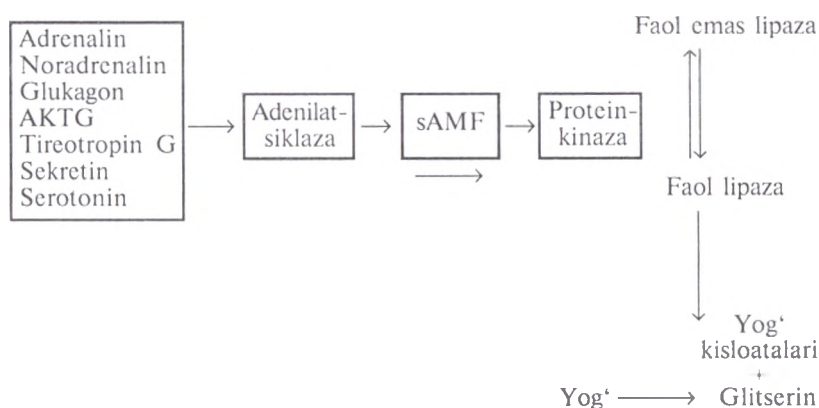
Lipoliz jarayoni har xil gormonlar nazoratida boʻladi va adenilatsiklaza tizimi bilan boshqariladi.

Har xil bosqichlarda lipidlar almashinuvi koʻp qirrali va jigarning roli juda muhimdir. Jigarda lipidlar hazm boʻlishi uchun kerakli oʻt kislotalari hosil boʻladi: xilomikronlar yandigan hosil boʻladi va plazma lipoproteidlari, tashuvchi lipidlar

sintezlanadi: yogʻ kislotalarining koʻproq qismi oksidlanadi; keton tanachalari va qon plazmasi fosfolipidlari sintezlanadi, shuningdek, qator boshqa jarayonlar oʻtib, lipidlar almashinuviga taʼsir qiladi.

Lipidlar yigʻilishi va tarqalishi jarayonida yogʻ toʻqimasi katta ahamiyatga ega: teri osti, oshqozon osti yogʻ kletchatkasi, salniklar.

Lipidlarning organizmda aylanish jarayoni 16-rasmda koʻrsatilgan.

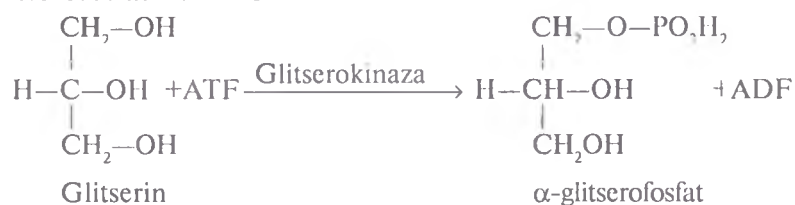


16-rasm. Lipidlarning organizmda aylanish jarayoni.

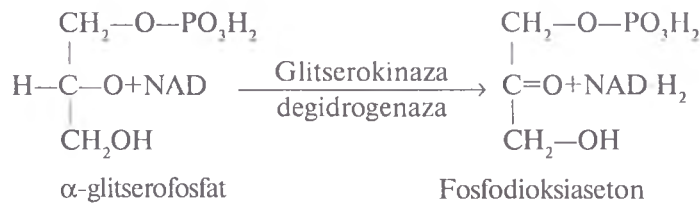
### 13.2. Glitserinning oksidlanishi

Glitserinning toʻqimalarda aylanishi karbonsuvlarning anaerob oksidlanishi bilan bogʻliq boʻladi (glikoliz).

Boshlanishda glitserin ATF yordamida fosforlanadi va  $\alpha$ -glitserofosfat hosil boʻladi.



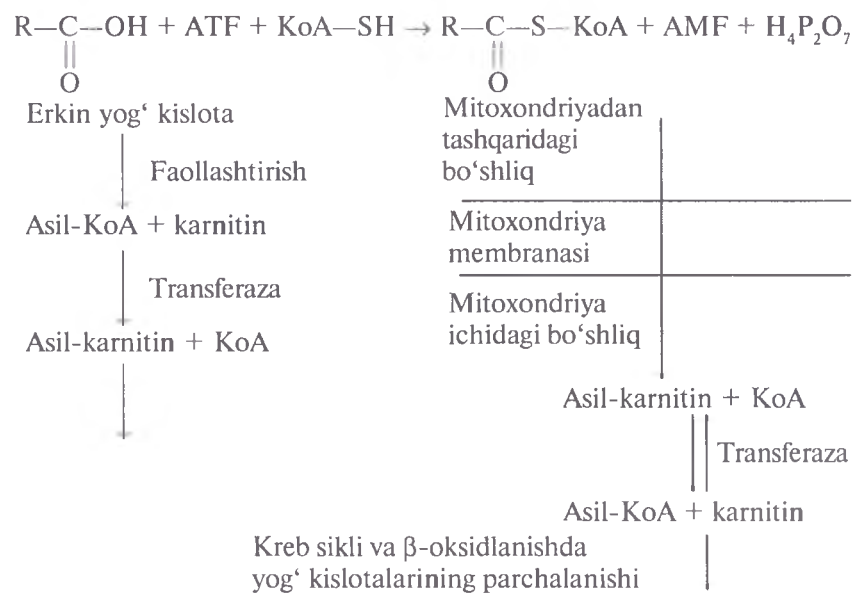
Keyin  $\alpha$ -glitserofosfat fosfodioksiasetongacha oksidlanadi:



Fosfodioksiaseton 3-fosfoglitserin aldegidiga izomerlanadi, bunda bu ham glikolizning oraliq mahsuloti hisoblanib, keyin mana shu yo‘l orqali oksidlanadi.

### 13.3. Yog‘ kislotalarining oksidlanishi

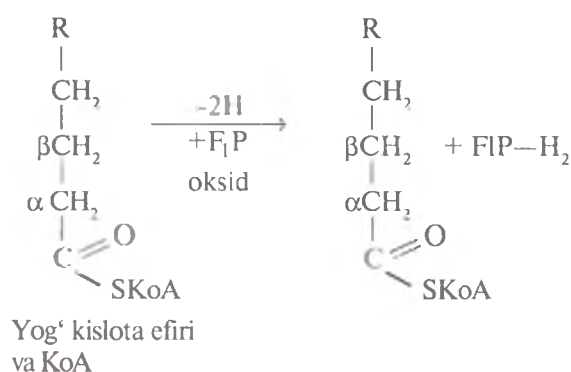
Yog‘ kislotalarining oksidlanishi mitoxondriyada o‘tadi. Bu jarayon bir qancha ketma-ket bosqichlardan iborat bo‘lib, ikki uglerodli fragmentlarni to‘yingan yog‘ kislotalaridan ajralishi karboksil tomonidan bo‘ladi. Boshlang‘ich bosqichda yog‘ kislotalari taxminan faollashtiriladi. Bu ATF energiyasi hisobida o‘tib, yog‘ kislota efirlarini, koenzim-A ni hosil qilib, maxsus faollashtiruvchi ferment tiokinaza yordamida katalizlanadi:



Hosil bo'lgan efirlar karnitin bilan o'zaro birikib, natijada karnitin efiri bilan yog' kislotalari hosil qiladi. Ular membrana orqali oson mitoxondriya ichiga kiradi, yana yog' kislota efirlari bilan koenzim-A qaytadan hosil bo'ladi, keyin  $\beta$ -oksidlanishida ishtirok etadi.

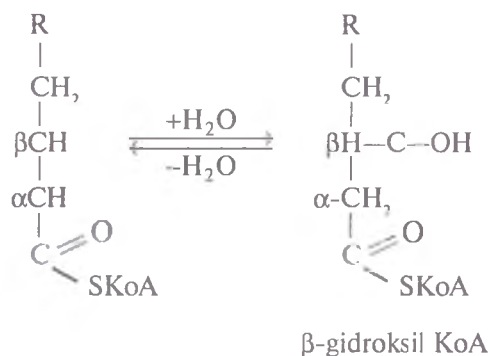
$\beta$ -oksidlanish jarayoni quyidagi bosqichlardan iborat:

1-bosqich — degidridlanish:



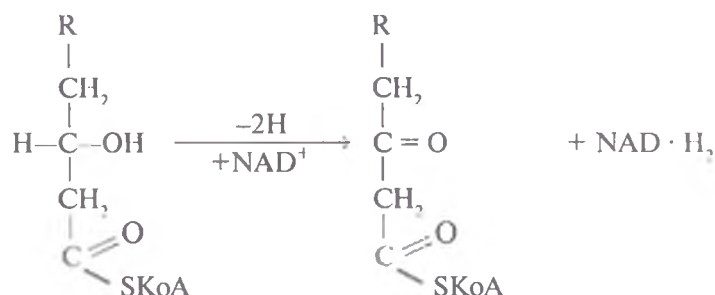
Bu reaksiya ferment asil-KoA-degidrogenaza yordamida katalizlanadi, bu FAD-tutuvchi flavoproteid hisoblanadi.

2-bosqich — gidratlanish



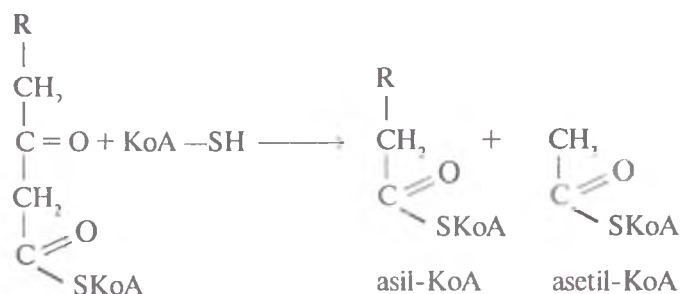
Reaksiya yenoilgidrataza yordamida katalizlanadi.

3-bosqich — ikkinchi degidridlanish



Bu reaksiyani  $\beta$ -oksiasil-KoA-dehidrogenaza fermenti katalizlaydi, bu esa o'zida koferment NAD ni tutadi.

4-bosqich – tiolitik parchalanish



Tiolitik parchalanish bosqichini ferment tiolaza katalizlaydi. Yog' kislotalarining oksidlanish sxemasidan ko'rinib turibdiki, bu  $\beta$ -holatdagi karboksil guruhida o'tib,  $\beta$ -oksidlanish deb nom olgan.

Demak, ketma-ket bir-birini almashib keladigan reaksiyalar ikki uglerodli fragment sirka kislotasining faol shakli – asetil-koenzim A hosil bo'lib to'xtaydi. Boshqa oxirgi mahsulot shu reaksiyaning mahsuloti – ikkita uglerod qisqartirilgan asil-koenzim A yana takror aylanishga qatnashadi, uning hamma molekulasi bir nechta ikki uglerodli fragment asetil-koenzim A ga parchalanadi. Masalan, palmitin kislotasining to'liq oksidlanishi uchun sikl reaksiyalari yetti marta takrorlanadi.

Asetil-koenzim A ning keyingi aylanish yo‘li — uch karbon kislotasi siklida oksidlanadi. Yuqorida aytganimizdek, yog‘ kislotalarining  $\beta$ -oksidlanishi va uch karbon kislotasi sikli subhujayra qismi mitoxondriya bo‘shlig‘ida joylashgan.

Asetil-koenzim A uch karbon sikli uchun qoldirilib, yog‘ kislotalarining  $\beta$ -oksidlanish jarayoni esa muhim energiya manbai hisoblanadi.

Tinch davrida yurak va skelet muskullarida va shuningdek, organlarda yog‘ kislotasining oksidlanishi barcha energetik harakatlarning yarmisini yopishi mumkin. Palmitin kislotasining oksidlanishida har bir siklda undan ikki uglerodli qoldiq asetil-koenzim A ajralib, sikl tamom bo‘lishida bir molekulasidan  $FAD.H_2$  va  $NAD.H_2$  hosil bo‘ladi.

Sitoxrom tizimining oksidlanishida 2 va 3 molekula ATF ajraladi. Siklning 1 marta takrorlanishi natijasida 8 molekula asetil-koenzim A va 35 molekula ATF hosil bo‘ladi. Asetil-koenzim A ning har bir molekulasi uch karbon kislotasi siklida oksidlanib, 12 molekula ATF ning manbai bo‘lib xizmat qiladi. 8 molekula asetil-koenzim A esa 96 molekula ATF ni ajratadi.

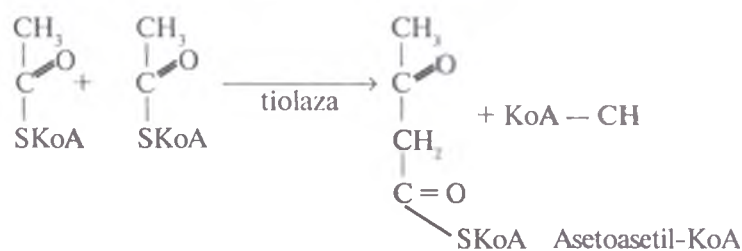
Bir molekula ATF yog‘ kislotalarini faollashtirish uchun sarf bo‘lgan edi. Demak, bir molekula palmitin kislotasining  $CO_2$  va  $H_2O$  gacha to‘liq oksidlanishidan 131 molekula ATF hosil bo‘ladi ( $96+35=131$ ). 1 molekula palmitin kislotasi yonishidan hosil bo‘lgan energiya 9797 kJ bo‘ladi.  $\beta$ -oksidlanish asosiy bo‘lib, yog‘ kislotalari oksidlanishining bitta yo‘li emas. Bundan tashqari,  $\alpha$ -oksidlanish va  $\omega$ -oksidlanishlar bor.

To‘yinmagan yog‘ kislotalarning  $\beta$ -oksidlanishi to‘yingan yog‘ kislotalarining oksidlanishidan farq qilib, ikkita reaksiya va ikkita fermentni qo‘shib oladi.

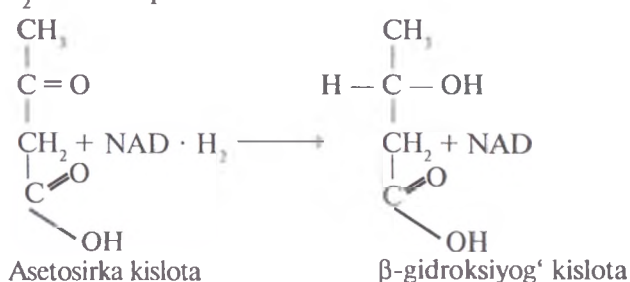
#### **13.4. Keton tanachalarining hosil bo‘lishi**

Jigarda  $\beta$ -oksidlanish natijasida hosil bo‘lgan asetil-koenzim A asetoasetil-KoA ga aylanishi mumkin:





Asetoasetil-KoA ko'proq yig'ilishi natijasida erkin asetosirka kislotasiga aylanadi va fermentativ yo'l bilan  $\beta$ -gidroksiyog' kislotasiga qaytariladi. Bu reaksiyada vodorod donori bo'lib NAD. N<sub>2</sub> xizmat qiladi:



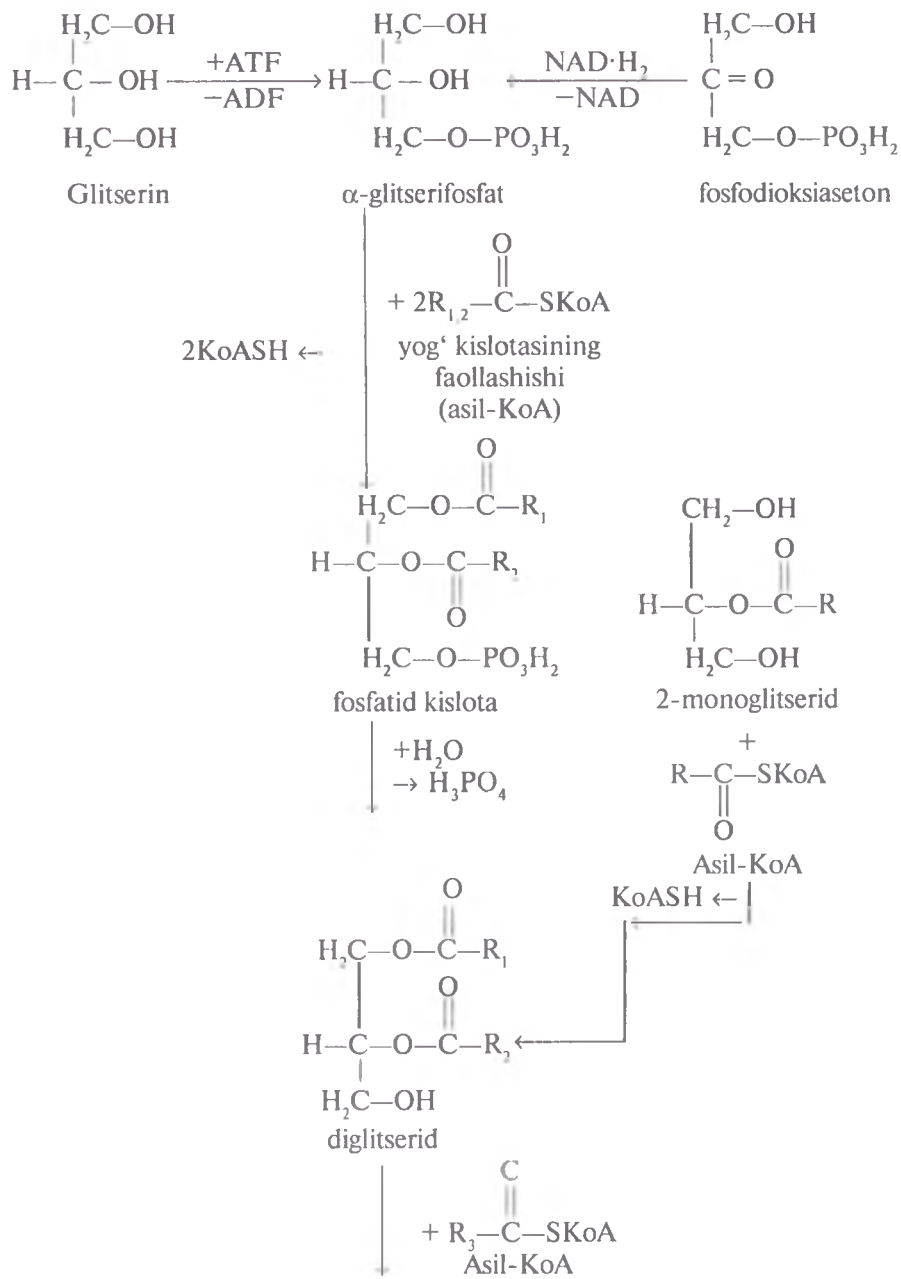
Asetosirka va  $\beta$ -gidroksiyog' kislotasi jigarda sintezlanadi va qonga muskul va boshqa to'qimalarga kirib, uch karbon kislota siklida parchalanib, energiya manbai bo'lib xizmat qiladi.

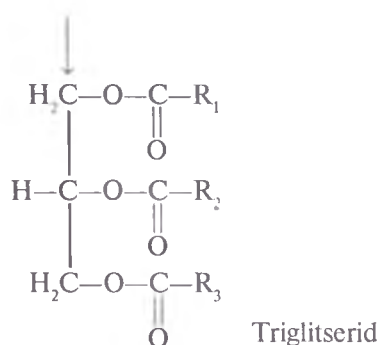
Yog'lar almashinuvining buzilishi (masalan, qandli diabetda) natijasida qonda asetosirka va  $\beta$ -gidroksiyog' kislotasi ko'proq yig'iladi. Shunday paytda asetosirka kislotasi asetonga aylanishi mumkin. Asetosirka va  $\beta$ -gidroksiyog' kislotalari, shuningdek, asetonlar **keton tanachalari** degan nom oldi. Ularning ko'proq hosil bo'lishi **ketozalar** deb ataladi.

Keton tanachalarining qonda ko'proq yig'ilishiga **ketonomiya**, ularning siydik bilan ajralishiga **ketonuriya** deyiladi.

### 13.5. Triglitseridlar biosintezi

$\alpha$ -glitserofosfat va yog' kislotalari KoA ni faollashtirilishi triglitseridlar biosintezida maxsus asosiy manbai hisoblanadi. Triglitseridlar biosintezi sxematik tarzda quyidagicha bo'ladi:





Chizmadan ko‘rinib turibdiki,  $\alpha$ -glitsерofosfat bir-biriga bog‘liq ikki yo‘ldan hosil bo‘lishi mumkin. Asosiy yo‘l – fosfodioksiasetonni NAD.H<sub>2</sub> yordamida qaytarilishidan bo‘lsa, boshqasi – glitsерinni ATF ishtirokida to‘g‘ridan fosforlanishidan bo‘ladi.

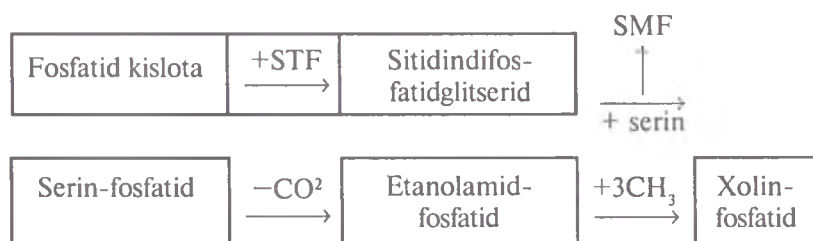
$\alpha$ -glitsерofosfat ikki molekula yog‘ kislotasini faollashtirilgan KoA bilan o‘zaro ta’siri natijasida fosfatid kislotasi hosil bo‘ladi.

Fosfatid kislotaning defosforlanishi (gidrolizi) natijasida diglitsерid hosil bo‘ladi. Diglitsерid yog‘ kislotasining KoA-asili bilan o‘zaro ta’siri natijasida triglitsерid hosil bo‘ladi. Bu sxemada triglitsерidlar sintezining boshqa yo‘li ko‘rsatilgan bo‘lib, ingichka ichak shilliq pardasi hujayralariga xarakterlidir: monoglitsерid faollangan yog‘ kislotalari bilan reaksiyaga kirishib, diglitsерidlarga, keyin doimiy yo‘l bilan triglitsерidlarga aylanadi.

Bu yo‘lning muhim tomoni shundan iboratki, bu bosqichda triglitsерidlarining sintezi uchun oraliq mahsulot fosfatid kislotasi hosil bo‘lmasdan o‘tadi.

### 13.6. Fosfolipidlar sintezi

Fosfolipidlarining asosiy sintez yo‘li fosfatid kislotasining sitidin nukleotidlari (STF) bilan o‘zaro ta’siridan boshlanadi. Bu reaksiyada hosil bo‘lgan sitidindifosfat – diglitsерin keyingi jarayonlarda har xil fosfolipidlarining sintezi uchun umumiy kerakli birikma hisoblanadi:



Xolinfosfatidlar organizmda to'g'ri yo'l bilan sintezlanishi mumkin, jarayonda tushgan ovqatlar bilan tayyor xolin ishlatiladi.

### 13.7. Xolesterin almashinuvi

Xolesterin biosintezida sirka kislotaning asetil-KoA shakli o'tmishdoshi hisoblanadi. Xolesterinning biosintez jarayoni bir nechta bosqichlarni o'z ichiga olib, fermentativ reaksiya zanjirida tuzilgan.

Xolesterin barcha steroid gormonlarning o'tmishdoshidir. Organizmdagi barcha steroidlarning asosiy qismi xolesterin ulushiga to'g'ri keladi. Odam to'qimalarida 140 g atrofida xolesterin bor: tarqalganligi jihatidan keyingi o'rinda turadigan steroidlar guruhi – o't kislotalarining miqdori 5 g atrofida bo'ladi.

Asab to'qimasi (miyelinli membranalar) va buyrak usti bezlarining po'stlog'i xolesteringa boshqalarga nisbatan juda boy.

Xolesterin organizmda ikki xil funksiyani bajaradi: birinchidan u hujayra membranalari tarkibiga tuzilish qismi sifatida kiradi; ikkinchidan, boshqa steroidlar – o't kislotalari, steroid gormonlar, vitamin D<sub>3</sub> sintezida o'tmishdosh bo'lib xizmat qiladi.

Xolesterin biosintezini 3 ta bosqichga bo'lish mumkin: 1 – faol asetatning mevalon kislotasiga aylanishi; 2 – mevalon kislotasidan skvalenning hosil bo'lishi; 3 – skvalendan xolesterin hosil bo'lishi.

Xolesterinning juda ko'pchilik qismi — taxminan 80 foizi jigarda sintezlanadi; ikkinchi o'rinni ingichka ichak hujayralari egallaydi, organizmdagi butun xolesterinning 10 foiziga yaqini shularda hosil bo'ladi; yana taxminan 5 foizini teri hujayralari qo'shib turadi. Xolesterin sintezi uchun zarur bo'ladigan fermentlar hamma hujayralarda bor. Odam organizmida bir kecha-kunduzda sintezlanadigan xolesterinning umumiy miqdori 1 g ga boradi. Odamning bir kecha-kunduzlik ovqatida 2–3 g xolesterin bo'ladigan mahallarda uning o'z xolesterini deyarli butunlay sintezlanmay qo'yadi.

Qonda aylanib yuradigan lipoproteinlar o'rtasida xolesterin almashinib turadi, bu almashinuv ZPL bilan ZYuL o'rtasida ayniqsa faol boradi: lipoprotein zarralari bir-biri bilan duch kelganda xolesterin bitta zarradan ikkinchisiga diffuziyalanib o'tadi. Bunday almashinuv tabiatan ikki tomonlik bo'ladi, lekin umuman olganda boshqa hamma lipoproteinlarda ZYuL ga ko'proq xolesterin o'tib turadi. Bu shunga bog'liqlik, ZYuL da letsitin-xolesterin-adiltransferaza (LXAT) ta'sirida eterifikatsiya faol ravishda bo'lib turadi. LXAT letsitin (fosfat-adilxolin)ning  $\beta$ -holatidan xolesteringa asil qoldig'i o'tishini katalizlaydi.

Jigarda xolesterinning bir qismi o't kislotalariga aylanadi. O't kislotalarini xolanat kislota unumlari deb qarash mumkin. Xolanat kislota o'z holicha organizmda hosil bo'lmaydi. Gepatotsitlarda xolesterindan to'g'ridan-to'g'ri xenodezoksixolat va xolat kislotalar — birlamchi o't kislotalari hosil bo'ladi. Bularning hosil bo'lishi gidroksilazalar ishtirokida gidroksil guruhlarining qo'shishing reaksiyalarini va xolesterin yon zanjirining qisman oksidlanish reaksiyalarini o'z ichiga oladi.

O't ichakka ajralib chiqqanidan keyin ichak florasi fermentlari ta'siri bilan birlamchi o't kislotalaridan litoxolat va dezoksixolat kislotalar, ya'ni ikkilamchi o't kislotalari hosil bo'ladi. Bular ichakdan so'rilib, qopqa vena qoni bilan jigarga boradi, keyin esa o'tga tushadi. Ichak mikroorganizmlari 20 ga yaqin har xil ikkilamchi o't kislotalarini hosil qiladi, lekin

sezilarli miqdorlarda faqat dezoksixolat kislota bilan kamroq darajada litoxolat kislota so'riladi, qolganlari axlat bilan birga chiqariladi.

O'tda, asosan, kon'yugatsiyalangan, ya'ni glitsin yoki taurin bilan birikkan o't kislotalari bo'ladi. Glitsin yoki taurin qoldig'iga ega yon zanjir gidrofil bo'ladi, shu bilan bir vaqtda molekulaning ikkinchi uchi gidrofobdir.

O't kislotalarining amfifil tabiati ularning yuza faol xossalarini va yog'larning hazm bo'lishida ishtirok etishini belgilab beradi.

O'tdagi o't kislotalari konsentratsiyasi taxminan 1 foizga teng: o'tda fosfolipidlar xolesterin (0,5%) hamda bilirubin, oqsillar, mineral tuzlar ham bo'ladi.

O't kislotalari, xolesterin va fosfatidilxolinlar o't pufagida aralash mitsellalar hosil qiladi. Ichakda yog'larni emulsiya holiga keltirish va yog'lar hazm bo'lganida yuzaga keladigan mahsulotlarning so'rilishida yolg'iz o't kislotalarining ana shu mitsellalari, ya'ni ularning hamma tarkibiy qismlari ishtirok etadi. O't kislotalarining asosiy qismi (90–95%) ichak bo'shlig'idan hujayralarga so'rilib, qopqa vena qoni bilan ichakka boradi va o't hosil bo'lishida yana ishlatiladi.

Biokimyoviy jihatdan olganda, aterosklerozning asosiy ifodasi arteriyalar devorlarida xolesterin to'planib, o'tirib qolishidir. Aterosklerotik o'zgarishlar arteriyalar ichki yuzasida lipid dog'lari va yo'llari paydo bo'lishidan boshlanadi. Bunday dog'lar va yo'llar aortada dastlab odamning bolalik chog'ida, taxminan uch yoshidan boshlab paydo bo'la boshlaydi. Vaqt o'tishi bilan ularning soni ko'payib boradi: ular tomirlar o'zanining boshqa joylarida — yurakning toj tomirlarida (15–20 yoshlik payti kelib), oyoq arteriyalarida ham paydo bo'ladi.

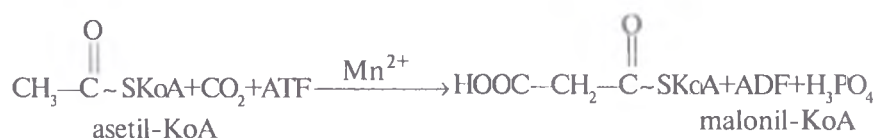
Aterosklerozning eng xavfli va ko'p uchrab turadigan asorati yurak ishemiya kasalligi, miokard infarkti, insult hamda buyrakka aloqador gipertoniya formalarining bari — oyoqlar gangrenasidir.

### 13.8. Yogʻ kislotalari biosintezi

Yogʻ kislotalarining oksidlanishida farq shundaki, u mitoxondriyalarda oʻtmasdan, hujayra sitoplazmasida koʻproq oʻtadi.

Yogʻ kislotalari sintezi yoʻlida birinchi metabolit boʻlib molonil kislotasining faol shakli – molonil-KoA turadi.

Asetil-KoA dan reaksiya natijasida ferment asetil-KoA-karboksilaza fermenti yordamida katalizlanib, malonil-KoA hosil boʻladi:

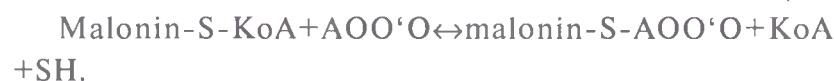


Yogʻ kislotalari biosintezida past molekulyar asil olib oʻtuvchi oqsil (AOOʻO) qatnashadi.

Yogʻ kislotalarining oksidlanishidan farqi, bularning sintezida asilning oraliq mahsuloti tioefir bogʻlari bilan KoA ni bogʻlamasdan, AOOʻO bilan bogʻlanadi.

Yogʻ kislotalari biosintezi yoʻlini sxematik tarzda quyidagicha koʻrsatish mumkin:

Boshlanishda asetil - S - AOOʻO va malonil S - AOOʻO hosil boʻladi.



Keyin ular oʻzaro reaksiyaga kirishadi:



Keyin asetoasetil-S-AOOʻO NADN<sub>2</sub> yordamida qaytariladi.



Paydo bo'lgan D- $\beta$ -oksibutiril-S-AOO'O dehidratlanadi.

D -  $\beta$ -oksibutiril-S-AOO'O " krotonil-S-AOO'O+H<sub>2</sub>O.

Keyin protonin-S-AOO'O NADF.N<sub>2</sub>O ishtirokida qaytariladi.

Krotonil-S-AOO'O+NADF.H<sub>2</sub> → butiril-S-AOO'O + +NALF<sup>+</sup>.

4 ta uglerod zanjirini tutgan butiril-S-AOO'O oxirgi mahsulot palmitil-S-AOO'O gacha uzatib boradi. Oxirgi reaksiyada AOO'O palmitil kislotasidan ajralib, boshqa to'yingan yog' kislotalariga yetguncha molekulasi uzayib boradi. Ammo bu jarayon boshqa hujayra ichida lokalizatsiya bo'ladi: u sitoplazmada o'tmasdan, mitoxondriya va endoplazmatik to'rda o'tib, boshqa ferment tizimi bilan katalizlanadi.

Organizmida palmitin va stearin kislotalaridan bitta to'yinmagan yog' kislotasi, masalan, olein sintezlanishi mumkin. Ko'p to'yinmagan kislotalar linol va linolein odam organizmida sintezlanmaydi. Bularning manbayi ovqat bo'lib, ovqatning almashtirib bo'lmaydigan omillari hisoblanadi. Yog' kislotalari sintezi energiya sarflanadigan jarayon hisoblanib, energiyani ATF shaklida qaytarilgan NADF dan talab qiladi.

#### ***Nazorat savollari***

- 1. Lipidlar almashinuvi haqida tushuncha bering.*
- 2. Glitserenning oksidlanishini tushuntiring.*
- 3.  $\beta$ -oksidlanish qaysi bosqichlardan iborat?*
- 4.  $\beta$ -oksidlanish jarayoni bosqichlarini birma-bir ayting.*
- 5. Keton tanachalari hosil bo'lishi haqida tushuncha bering.*



---

## 14-bob.

### QQSILLAR VA NUKLEIN KISLOTALAR ALMASHINUVI

#### 14.1. Oqsillar almashinuvi haqida umumiy tushunchalar

Organizmida oqsillar almashinuvi moddalar almashinuvi ichida markaziy jarayonlardan biri hisoblanadi. U barcha boshqa sinf almashinuv birikmalari bilan yaqin aloqada, bular fermentlar – oqsillar xohlagan reaksiya almashinuvini katalizlaydi. Oqsillar biologik strukturaning asosiy qurilish materiali hisoblanadi, shuning uchun ular moddalar almashinuvida birlamchi rol o'ynaydi.

Odam organizmida oqsillar juda tez yangilanadi: jigar oqsillari – 10 kecha-kunduzda; qon plazmasi – 20–40 kecha-kunduzda; muskul oqsillari biroz sekinroq.

To'qima oqsillarining parchalanishi natijasida aminokislotalar va boshqa har xil moddalar hosil bo'ladi, keyin ular o'sha hujayra uchun ishlatiladi yoki ajralib qonga so'riladi. To'qima oqsillarining yangilanishi uchun asosiy plastik material bo'lib ovqat oqsillari xizmat qiladi. Ammo ular parchalanmasdan hujayra tuzilishi tarkibiga qo'shila olmaydi. Hayvonlar qoniga oqsil eritmalarini yuborish tajribalari shuni ko'rsatdiki, bu organizm uchun begona oqsillarni kiritish shu oqsillarni parchalaydigan himoya antitelalarini hosil qiladi. Bu paytda me'yoriy o'tadigan moddalar almashinuvi jarayoni buziladi. Ko'p miqdorda begona oqsillarning organizmga kirishi uni og'ir kasallikka olib kelishi, ayrim hollarda u nobud bo'lishi mumkin.

Bu oqsillarning yuqori maxsus turlari bilan bog'liq. Har xil organizm oqsillari (ayrim paytda har xil a'zoldan olingan bitta organizm) o'zlarining aminokislotalik tarkibi, tuzilishi va funksiyasi bilan bir-birlaridan juda katta farq qiladi. Shuning uchun ovqat oqsillari ovqat hazm qilish tizimida o'ziga xos

bo'lmashdan tarkibiy qismlarga parchalangan bo'lishi kerak, aminokislotalar yoki past molekulyar peptidlar qonga so'rilishi va ular keyin hujayra ichidagi moddalar almashinuvida ishtirok etishi mumkin. Ovqat oqsillarining parchalanishi gidroliz yo'li bilan o'tadi.

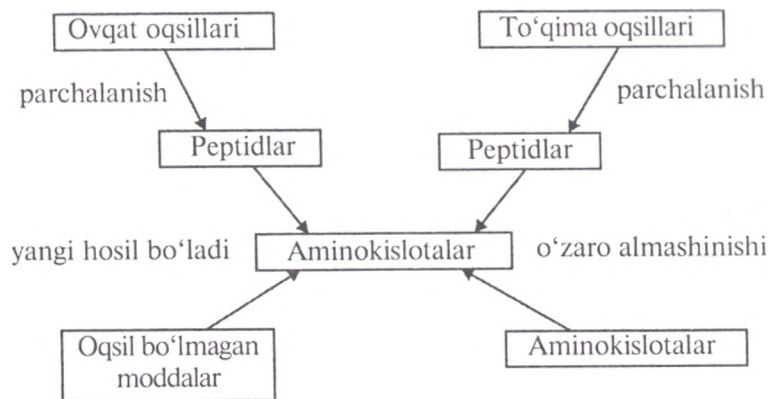
Turli xil a'zo hujayralarida, ayniqsa jigarda aminokislotalar oqsil bo'lmagan moddalar karbonsuvlar va lipidlar almashinuvining oraliq mahsulotlaridan hosil bo'ladi. Bunda bir xil aminokislotalar boshqa aminokislotalarga aylanishi mumkin. Ammo aminokislotalarning bir qismi (almashtirsa bo'ladigan) odam organizmida sintezlanishi mumkin. Boshqa aminokislotalar ("almashtirib bo'lmaydigan") organizmga ovqatlar bilan tushishi kerak. Ovqat oqsillarining almashtirib bo'lmaydigan aminokislotalarni to'liq tutishiga *to'la qiymatli oqsillar* deyiladi. Bu oqsillar go'sht, baliq, tuxum, pishloq va boshqa hayvon mahsulotlarida bo'ladi.

To'la qiymatga ega bo'lmagan oqsillar almashtirib bo'lmaydigan aminokislotalarga ega. Bularga ko'p o'simlik oqsillari kiradi. Odam o'zini barcha almashtirib bo'lmaydigan aminokislotalar bilan o'simlik ovqati yordamida ta'minlashi mumkin, chunki har xil o'simlik oqsillarida har xil aminokislotalar bo'lmaydi. Bunday paytda organizmda umumiy oqsil miqdori ishlab chiqarilishi kerak ravishda ko'payadi.

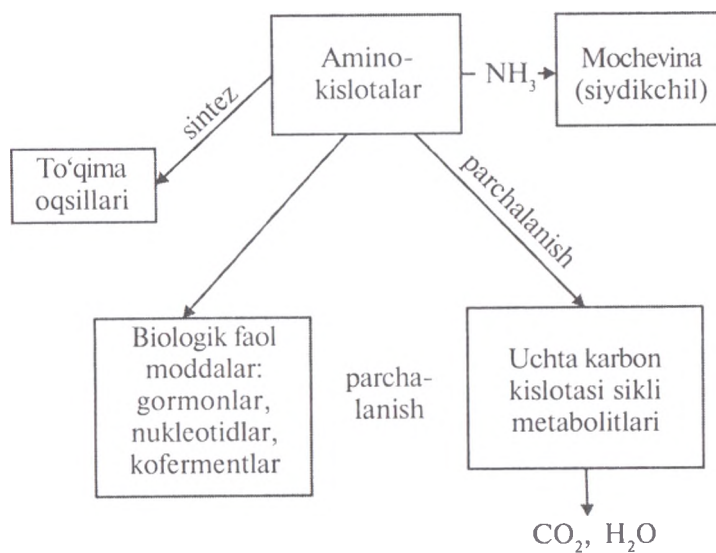
Almashtirib bo'lmaydigan aminokislotalarga valin, leysin, izoleysin, treonin, metionin, fenilalanin, triptofan, lizin, gistidin, argininlar kiradi. Aminokislotalar qaysi yo'l bilan hosil bo'lishidan qat'i nazar (to'qima oqsillarining parchalanishidan, hazm bo'lish jarayonida yoki oqsil bo'lmagan moddalarni yangi hosil bo'ladigani), ularning barchasi umumiy aminokislotalarning metabolik fondiga tushadi, har bir hujayra aminokislota oladi va hujayralararo almashinuvda qatnashadi (17-rasm).

Aminokislotalar yangi oqsillar sintezida yoki dissimilatsiya jarayonida ishtirok etib, oxirgi mahsulotlarga parchalanadi (18-rasm).

Plastik (sintetik) jarayonlarga aminokislotalarning qo'shilishi yoki energiya almashinuvi hujayrada aniq o'tayotgan reaksiya



17-rasm. Aminokislotalar metabolik fondining hosil bo'lishi.



18-rasm. Ichki hujayralararo almashinuvda aminokislotalarning ishlatilish yo'li.

sharoitiga bog'liq. Kuchli muskul ish faoliyatida to'qima oqsil va aminokislotalarining parchalanishi ko'payib, 12% gacha energiya ajralib muskul ishlari uchun sarflanadi. Ishdan keyin dam olish paytida oqsil biosintezi ko'payadi va energiya ko'p talab qilinadi. Ayniqsa, oqsil sintezi jigarda, limfatik bog'larda, suyakda, taloqda, ichakning shilliq qatlamida jadal ko'payadi.

Aminokislotalar dissimilatsiyasi dehidrogenlanish, deaminlanish, pereaminlanish, dekarboksillanish kabi bir qator reaksiyalar natijasida o'tadi. Har xil ketma-ketlikda ular aminokislotalardan pirouzum kislotasi, asetil-KoA va bir qator uch karbon kislotasi siklining metabolitlarini va ularni parchalanishidan  $\text{CO}_2$  va  $\text{H}_2\text{O}$  ni hosil qiladi.

Oqsil va aminokislota azoti ammiak hamda siydikchil (mochevina) tarkibida bo'ladi.

#### 14.2. Oqsillarning hazm bo'lishi

Ovqat bilan tushgan oqsillar oshqozon-ichak yo'lida proteolitik fermentlar yoki peptidgidrolaza ta'sirida aminokislotalar orasidagi peptid bog'larining gidrolitik parchalanishini tezlashtiradi. Har xil peptidgidrolazalar nisbiy maxsuslikka ega: ular faqatgina aniq aminokislotalar orasidagi bog'lar parchalanishini kataliz qiladi.

Peptidgidrolazaning faol emas ko'rinishi ajratiladi (bu ovqat hazm qilish tizimining devorlarini va boshqa ovqat hazm qilish fermentlaridan o'z-o'zini hazm qilishdan saqlaydi).

Ular ovqat hazm qilish tezligiga ovqat tushishi bilan yoki ovqatning hidi shartli refleksga ta'sir qilishi bilan faollashtiriladi. Pepsin va tripsinlar avtokataliz mexanizmi bilan, boshqa peptidgidrolazalar tripsin bilan faollashtiriladi (19-rasm).

Og'iz bo'shlig'ida ovqat oqsillari faqatgina mexanik ravishda maydalanadi, kimyoviy o'zgarishga o'tmaydi, sababi so'lak tarkibida peptidgidrolazalar yo'q. Oshqozonda oqsillarning kimyoviy o'zgarishi pepsin va HCl ishtirokida boshlanadi. HCl ta'sirida oqsil shishadi va ferment oqsilning ichki molekulalariga yo'l topadi. Pepsin ichki peptid bog'larning gidrolizini

tezlashtiradi. Natijada oqsil molekularidan katta bo'laklar – yuqori molekulari peptidlar hosil bo'ladi.

Ichakda kuchsiz ishqoriy muhitda yuqori molekulari peptidlar tripsin, ximotripsin va peptidazalar ta'sirida parchalanadi. Tripsin peptid bog'larining gidrolizini tezlashtiradi, ya'ni arginin va lizinning karboksilli guruhini hosil qiladi.

Ximotripsin peptid bog'larini gidroliz qilish bilan birga triptofan, tirozin, fenilalaninlarning karboksilli guruhini hosil qiladi.

Natijada yuqori molekulari peptidlar past molekulari peptidlar va aminokislotalarga parchalanadi. Past molekulari peptidlar ingichka ichakda karboksipeptidaza A va B larga uchrab, ularni karboksil va aminoguruhlar tomonidan parchalaydi. Natijada depeptidlar hosil bo'ladi. Bular dipeptidlar ta'sirida erkin aminokislotalarga parchalanadi.

Aminokislotalar va past molekulari peptidlar ichak vorsinkalari orqali so'riladi. Bu esa energiya sarfi bilan boradi.

Ayrim aminokislotalar ichak devorlari epiteliysida yangi oqsillar sintezi uchun ko'proq – 95% qonga va limfaga o'tadi. Qon orqali jigarga boradi, u yerda oqsil sintezi jadal ketadi. Jigarda foydalanilmagan aminokislota va peptidlar katta qon aylanish davrasiga tushadi. Ayrim aminokislotalar va hazm bo'lmagan oqsillar ichakning ostki tomonidan bakteriyalar ta'sirida chiriy boshlaydi. Buning natijasida ayrim aminokislotalardan zaharli moddalar hosil bo'ladi (aminlar, fenollar, merkaptetanol). Bu zaharli moddalar organizmdan oxirgi mahsulotlar bilan chiqariladi, qolgan qismlari qon orqali jigarga olib boriladi va u yerda zararsizlantiriladi. Bu jarayonlar ATF sarflanishini talab qiladi.

Murakkab oqsillar – ovqat hazm qilish tizimida oddiy oqsillarga va prostatik guruhga parchalanadi.

Oddiy oqsillar gidroliz natijasida aminokislotalarga parchalanadi.

Xromoproteidlar gemi ichakda gematinga oksidlanadi, qonga so'rilmaydi, to'qima ximoproteidlar sintezi uchun ishlatib bo'lmaydi, oxirgi mahsulotlar bilan chiqariladi.

Nuklein kislotalari ichakda endonukleaza, ekzonukleaza va nukleotidazalar yordamida gidrolizlanadi.

**Endonukleazalar** ta'sirida nuklein kislotalardan katta bo'laklar – oligonukleotidlar hosil bo'ladi.

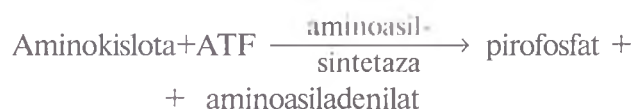
**Ekzonukleazalar** esa nuklein kislotalarini va oligonukleotidlarning oxirgi qismidan parchalab, ularni mononukleotidlarga parchalaydi. Mononukleotidlar esa nukleotidazalar ta'sirida fosfor kislotasi va nukleozidlarga parchalanadi.

Mononukleotidlar va nukleozidlar qonga yutiladi hamda to'qimalarga olib boriladi, ulardan maxsus nuklein kislotalar sintezida foydalaniladi, nukleozidlar esa yana parchalanadi.

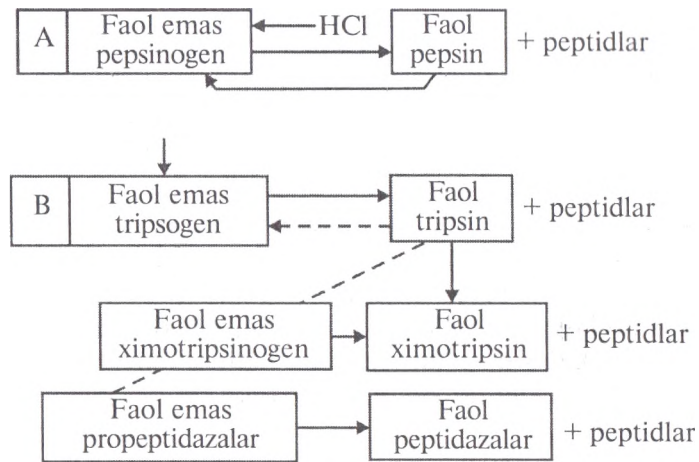
### 14.3. Oqsillar sintezi

Tirik organizmlarda oqsil sintezi murakkab ko'p qirrali jarayon bo'lib, aminokislotalar faolligini, oqsil polipeptid zanjirida ularning ketma-ket joylashishi, peptid bog'larining bir-biriga tegib turishi, ana shu oqsil uchun xossalari va uchlamchi tuzilishini hosil qilishini o'z ichiga oladi.

Aminokislotalar ATF ning makroergik energiyasidan foydalanib, hujayra sitoplazmasidagi aminoasilsintetaza fermenti ishtirokida faollashtiriladi. Reaksiyada turli xil aminokislotalar ATF bilan har xil aminosintetazalar yordamida katalizlanadi. Ferment ta'sirida parchalangan ATF dan pirofosfat  $H_4P_2O_7$  ozod bo'ladi, qolgan ATF ning qoldig'i – adenilat zaxira energiyasi bilan aminokislotalarga qo'shiladi va faol shakldagi aminoasiladenilat hosil bo'ladi:



Aminoasiladenilat juda ham reaksiyaga kirishuvchi modda hisoblanadi va organizm tashqarisida erkin aminokislotalar bilan peptid bog'larini hosil qilib, yengil reaksiyaga kirishadi.



19-rasm. Peptidgidrolazalarning faollanish sxemasi:  
 A—pepsinning faollanishi; B—tripsin va ximotripsinning faollanishi.

Barcha oqsillarning birlamchi tuzilishi haqidagi organizm uchun hayot davomida kerak bo‘ladigan irsiy axborotlar DNK molekulasida kodlangan va unda saqlanadi.

DNK molekulasi bitta oqsildagi aminokislotalar ketma-ketligini ta’minlovchi axborotlarni saqlaydigan bir necha ming genlarga ega. Uning molekular og‘irligi o‘n millionlab uglerod birligigacha boradi. U oqsilgistonlar bilan kimyoviy bog‘langan, gen faolligini boshqarishda ishtirok etib, unga tashqi ta’sirlarga chidamligini oshirishi katta mustahkamlik beradi.

Agar hujayrada qaysi bir oqsilning sintezi kerak bo‘lib qolsa, unda indikator yordamida DNK molekulasidagi kerakli gen faollashtiriladi. Indikator sifatida gormonlar xizmat qilishi va shuningdek, hujayra ichki almashinuvida qatnashadigan oraliq mahsulotlar ishtirok etishi mumkin.

Tana tuzilish oqsillarining axborotini tutuvchi genlarga **tuzilish genlari** deb ataladi.

Bundan tashqari, DNK molekulasida (regulator) **boshqaruvchi genlar** ham bo‘lib, bular yordamida oqsil sintezining

tezligini oshirish mumkin. Oqsildan aminokislota qoldiqlarining ketma-ketligi haqidagi axborot nukleotid qoldiqlari ketma-ketligi orqali bo'lgan genda kodlanadi. Har bir aminokislota genning aniq bir qismiga to'g'ri kelib, uchta nukleotid qoldig'idan tuzilgan. Bunga triplet yoki kodon deb ataladi.

Gen tarkibiga kiruvchi nukleotidlar bir-birlaridan azot asoslarini tutishi bilan farq qiladi, shuning uchun tripletlar tarkibi nukleotidlar tarkibiga to'g'ri keluvchi azot asoslarining birinchi harflari bilan yoziladi.

Taxminlarga ko'ra, to'g'ri va yopilmaydigan genetik kod DNK molekulasi uchidan ketma-ketligini sanaydi va har qanday nukleotid qoldig'i faqatgina bitta kodonning bir qismi bo'ladi.

Ayrim aminokislotalarga bitta kodon to'g'ri kelmasdan, ikkita yoki bir qancha har xil kodonlar to'g'ri keladi. Bu esa oqsil sintezidagi xatolarni kamaytirish imkonini beradi. Bitta aminokislota polipeptid zanjiridagi tutgan holatiga qarab har xil kodonlar bilan kodlanadi. Genetik kodlar bitta kodonning tamom bo'lganligini va kelgusining boshlanishini ko'rsatuvchi signallar bo'lmay, polipeptid zanjirining boshlanishi va oxirini belgilab beruvchi maxsus belgilar bo'ladi.

Sintezning boshlanishi kodon bilan belgilanadi, to'g'ri keluvchi aminokislota metionin, tugashi maxsus kodon – terminator bilan belgilanadi. Oqsil sintezi hujayra sitoplazmasida ko'proq o'tadi, gigant DNK molekulasi yadroda joylashgan bo'ladi. Yadro va sitoplazma orasida irsiy axborotlarni uzatuvchi bog'liq bo'lib, buni oraliq modda a-RNK bajaradi.

Uning molekulasi kattaligi DNK molekulasiga nisbatan ancha kichik bo'lib, 300 tadan 30000 tagacha nukleotid qoldiqlarini tutadi.

U DNK genining "negativ" nusxasi hisoblanib, faollangan gen ustida sintezlanadi va u uchun matritsa (qolip) bo'lib xizmat qiladi. a-RNK molekulasi ayrim paytlarda m-RNK ham deb ataladi. a-RNK ning azot asoslari DNK ning azot



asoslariga komplementarlidir. Mana shu bilan *transkripsiya*ni ta'minlaydi, ya'ni genetik axborotlarni DNK molekulasidan a-RNK molekulasini sintezlaydi.

Oqsil sintez kodi a-RNK molekulasida ko'rsatilganligi 21-jadvalda keltirilgan. a-RNK hujayra sitoplazmasida oqsil sintezi joyiga – ribosomalar tomon boradi. Ribosoma o'zida molekular massasi 2 000 000 ga yaqin r-RNK, 20 ga yaqin har xil oqsillarni, ular o'rtasida peptid bog'lari sintezida qatnashadigan ferment peptidiltransferazani va boshqa bir qancha modda – aktivatorlarga ega. Ishlayotgan ribosomada uning tuzilishini doimiy qilib turish uchun  $Mg^{+2}$  ionlari ishtirok etishi shart.

Har bir ribosoma ikkita subbirlikdan tuzilgan bo'lib, oqsil sintezida har xil funksiyalarni bajaradi. Kichik subbirlikka peptidiltransferaza joylashgan. Ribosomalar sitoplazma membranasi bilan bog'langan.

a-RNK birdan bir nechta ribosomalar bilan o'zaro birikib, ularni faol ta'sir qiluvchi polisomaga aylantirishi mumkin. Polisomadagi har bir ribosoma ana shu a-RNK uchun yozilgan o'zining polipeptid zanjirini sintezlashi mumkin. Polipeptid zanjirida sintezlanadigan aminokislotalarning ketma-ketligi a-RNK kodonlar ketma-ketligiga to'g'ri kelishi kerakki, aminokislotalar ribosomaning faol markazida o'z joylarini albatta "bilishi" kerak.

Bunday "bilish" – *rekognitsiya* aminokislotalarni olib o'tuvchi t-RNK yordamida bo'ladi. Sitoplazmada t-RNK ning turlari oqsillar sintezida qatnashadigan aminokislotalardan kam emas. Ayrim hollarda bitta aminokislota ribosomaga har xil t-RNK lar bilan olib kelinadi. Ular kichik molekullardan tashkil topgan bo'lib, 70–80 nukleotid qoldiqlaridan iborat.

t-RNK zanjiri ilmoq hosil qilib, shulardan bittasida antikodon bo'ladi.

Istalgan t-RNK molekullarining qarama-qarshisida triplet ASS bo'ladi, bu efir bog'lari bilan faollangan aminokislotalar bilan bog'lanadi.

## Oqsil sintezi kodi

Amino-kislotalar	a-RNK kodonidagi nukleotidlarning ketma-ketligi	Amino-kislotalar	a-RNK kodonidagi nukleotidlarning ketma-ketligi
Glitsin	GGU, GGS, GGA, GGG	Glutamin	SAA, SAG
Alanin	GSU, GSS, GSA, GSG	Arginin	SGU, SGS, SGA, SGG
Valin	GUU, GUS, GUA, GUG	Lizin	AAA, AAG
Leysin	SUU, SUS, SUA, SUG	Fenilalanin	UUU, UUS
Izoleysin	AUU, AUS	Triptofan	UGG
Serin	USU, USS, USA, USG	Gistidin	SAU, SAS
Treonin	ASU, ASS, ASA, ASG	Tirozin	UAU, UAS
Sistein	UGU, UGS	Prolin	SSU, SSS,
Metionin	AUA, AUG	Boshlang'ich kodonlar	SSA, SSG
Asparagin kislota	GAU, GAS	Kodonlar	AUG, GUG
Asparagin	AAU, AAS	Kodonlar	UAA, UAG,
Glutamin kislota	GAA, GAG	terminatorlar	UGA

Faol aminokislota va maxsus t-RNK orasidagi reaksiya aminoasilsintetaza fermenti aminokislota faollashtirishda qatnashgan bo'ladi. Faol aminokislota bilan bog'langan t-RNK molekulasini bir-birining orqasidan ribosomaga borib faol markazdan joy oladi. O'zlarining antikodonlari bilan a-RNK kodonlariga to'g'ri keladigani bilan birikadi.

Shunday qilib, aminokislotalar ketma-ketligi a-RNK kodonlari ketma-ketligi singari joylashadi.

Keyin peptidiltransferaza, GTF va bir qancha boshqa moddalar ishtirokida peptid bog'lari hosil bo'ladi (translatiya bosqichi). Bir vaqtda ribosomaning faol markazida 2 ta t-RNK aminokislotalari bo'lishi mumkin va faqat bitta peptid bog'i yakunlaydi.

Navbatdagi peptid bog‘i hosil bo‘lishi uchun a-RNK ribosomaga yana bitta kodon qo‘shish kerak bo‘ladi. Bunga GTF makroergik bog‘ining energiyasi sarflanadi. Ribosoma kodonidan ajralib chiqqan t-RNK ozod bo‘lgach, yana aminoasiladinilat bilan reaksiyaga kirishishi mumkin.

Hosil bo‘lgan peptid oqsil sintezining oxirigacha ribosomaga birikkanicha qoladi.

Polipeptid zanjirining sintezi tugagach, u ribosomadan ferment — ozod qiluvchi omil yordamida ajratiladi.

Ajralgan polipeptid zanjiri ham tabiiy oqsil emas. U faqatgina nisbatan oddiy ikkilamchi tuzilishga ega bo‘ladi. Tabiiy oqsil yuqori darajali ikkilamchi, uchlamchi tuzilishga ega bo‘lib aminokislotalardan tashkil topgan bo‘lishi kerak.

#### **14.4. Nuklein kislotalar sintezi**

Nuklein kislotalarning asosiy funksiyasi irsiy axborotlarni saqlaydi va ularni uzatadi. Nuklein kislotalar sintezi va parchalanishini o‘rganish shuni ko‘rsatdiki, bu sinf birikmalari evolutsiya jarayonida o‘zlariga ana shu funksiyalarni bajarishni qabul qilgan. Nima uchun shu sinf birikmalari bunday funksiyani bajaradi? Birinchidan, nuklein kislotalarning gigant chiziqli polimer molekulasi tashqi ta‘sirga chidamli, ikkinchidan, sintez paytida ular faqatgina aniq nusxani qoldiradi.

Nuklein kislotalarning sintezi uchun asosiy modda bo‘lib nukleotidlar (nukleozidtrifosfatlar) xizmat qiladi.

DNK uchun - bular d-ATF, d-GTF, d-STF, d-TTF.

RNK uchun - ATF, GTF, STF, UTF lardir.

Ayrim erkin miqdordagi nukleozidtrifosfatlar doimo hujayra yadro va sitoplazmalarida mavjud bo‘ladi. Bularga talab katta bo‘lsa, ular hujayrada karbonsuvlar va oqsillar almashinuvida oraliq mahsulotlardan sintezlanishi mumkin.

Purin nukleotidlarining hosil bo‘lishi  $\text{CO}_2$ , glitsin, chumoli kislotasi, asparagin kislotasi, glutamin va ribozofosfatdan inozin kislotasi hosil bo‘lishidan boshlanadi.

Pirimidin nukleotidlarining sintezi uchun asosiy manba bu karbomilfosfat, asparagin kislota va ribozofosfatlardir. Oraliq mahsulotlar sintezi bo'lib orotidil kislota hisoblanadi.

Riboza va dezoksiriboza qoldiqlarining qayta tiklanish yo'lidan hosil bo'lgan ribonukleotidlardan dezoksiribonukleotidlar hosil bo'ladi.

Dezoksiribonukleotidlar sintezi uchun nukleozidtrifosfatlardan tashqari maxsus fermentlar DNK yoki RNK polimerazalar va matritsa sifatida DNK ishlatiladi.

Yangi polinukleotid zanjirining yig'ilishi zanjirning bir uchidagi matritsadan boshlanib, nukleotidlarning ketma-ket qo'shilishi bilan davom etadi.

DNK ning jadal sintezi hujayra bo'linish jarayonida o'tadi. Bunga DNK *replikatsiyasi* deb ataladi.

U ikki spiralli DNK molekulasining komplementar zanjiri orasidan vodorod bog'lari uzilishidan boshlanadi. Ulardan har bir zanjir yangi sintez bo'ladigan polinukleotid zanjirining matritsasi bo'lib xizmat qiladi, natijada ularga to'g'ri keladigan nukleozidtrifosfatlar birlashadi va DNK-polimerazalar yordamida yangi zanjirlar hosil bo'lishi davom etadi, hosil bo'ladigan birikma nusxasi yaratiladi.

Axborot, ribosomal, tashuvchi RNK sintezi DNK matritsada o'tadi va bu yerda boshqa ferment RNK-polimeraza ishtirokida o'tadi.

RNK sintezi qoida bo'yicha DNK ning bitta zanjirida, faqatgina katta bo'lmagan DNK uchastkasida komplementar polinukleotid zanjiri orqali nusxani sintez qiladi. Sintezda nukleozidtrifosfatlar ishlatilib, dezoksiriboza o'rniga riboza va azot asoslari o'rniga urasil ishlatiladi.

Molekulada DNK-qolipining asosiy qismi — promotor bo'lib, ana shundan RNK-polimeraza RNK sintezini boshlaydi va shu uchastka jarayonining tamom bo'lganligi haqida xabar beradi.

Oqsil sintezida ikki xil repressiya (to'xtatish) va induksiya (kuchaytirish) ta'sir qiladi. Yuqorida aytganimizdek, DNK maxsus oqsillarning aminokislotalik tarkibini, ya'ni repressorlar,

gistonlarni kodlaydi. Repressor doimiy tartib bo'yicha ribosomada sintezlanadi, keyin tuzilish genlar qatorida joylashgan akseptor uchastkasida DNK molekulasida bilan bog'lanadi. Bunday bog'lanish RNK-polimerazaga axborot-RNK ning sintezlanishiga xalaqit beradi.

Repressor molekulasida shunday asosiy DNK ni bog'lovchi markaz borki, fazoviy tuzilishini tashqi ta'sirotlarga qarab o'zgartirishi mumkin. Agar hujayrada modda – induktor paydo bo'lsa, u repressorga birikadi, u esa bu markazning tuzilishini o'zgartiradi, bog'lanish mumkin bo'lmaydi va RNK-polimeraza axborot-RNK ni sintezlashni boshlaydi.

Oqsillar sintezining induksiyasiga gormonlar ta'sirlari haqida axborotlar bor. Bunday ta'sirga bir qancha buyrak usti, steroid gormonlari, tiroksin va boshqalar kiradi.

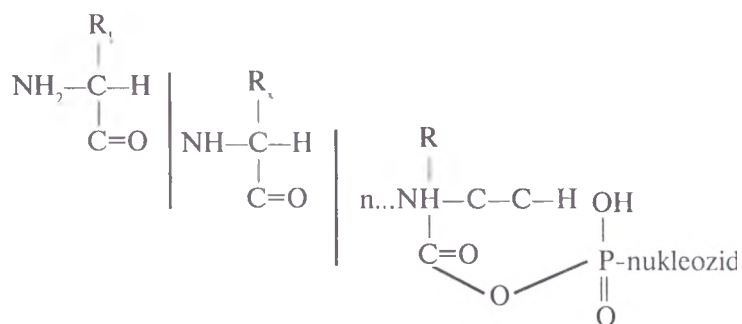
Ko'p hollarda oqsil repressorlari fosfor kislotasi bilan birikib, axborot-RNK sintezining talabini susaytiradi. Repressor oqsillari fosforlanishining kuchli aktivatorlari bo'lib s-AMF va s-GMF lar hisoblanadi. Ko'p hollarda repressor o'z-o'zidan kam faollidir. Oqsilning sintezini pasaytirish uchun unga korepressor kerak bo'ladi. Bu metabolitning repressorga birikishi markaziy bog'lanish tuzilishini o'zgartiradi. Shunda repressor DNK ning akseptor uchastkasi bilan reaksiyaga kirishish xususiyati oshadi va genlarda axborot-RNK sintezi to'xtaydi.

#### **14.5. Oqsillarning hujayralararo parchalanishi**

Hujayrada oqsillar sintezi bilan bir qatorda ularning parchalanishi ham ketadi. Vazni 70 kg bo'lgan odam organizmida ovqatlanishning doimiy rejimida har kuni yangi 400 g oqsil sintez bo'ladi va parchalanadi. Parchalanish 2 xil uslubda borishi mumkin. Birinchi uslub – bu gidrolitik hisoblanadi. Bu ovqat hazm qilish tizimidagi aminokislotalar va kichik molekular peptidlar hosil bo'lishi bilan boradi. Buning uchun hujayrada lizosomaga qaratilgan to'qima peptidgidrolazalari yoki katepsinlar bo'ladi. Ikkinchi uslub – nukleotidpeptid hisoblanadi. Bu uslubda to'qima oqsillari ATF bilan o'zaro birikib

yoki boshqacha nukleozidtrifosfatlar (GTF, UTF, STF) ta'sirida parchalanadi. Bu holatda kichik molekulali peptidlar hosil bo'ladi, ATF qoldiqlari bilan birikadi yoki boshqa nukleozidtrifosfatlar va nukleopeptidlar hosil bo'ladi.

Kelgusida ular tayyor peptid bo'laklari sifatida bir xil aminokislota tarkibiga ega bo'lgan yangi sintez bo'ladigan oqsil molekulalari uchun ishlatiladi. Bunda to'qima oqsillarining parchalanishi, asosan, shundan iboratki, almashinuv jarayonida bir oqsil boshqa oqsil orqasidan qator bo'ladi.

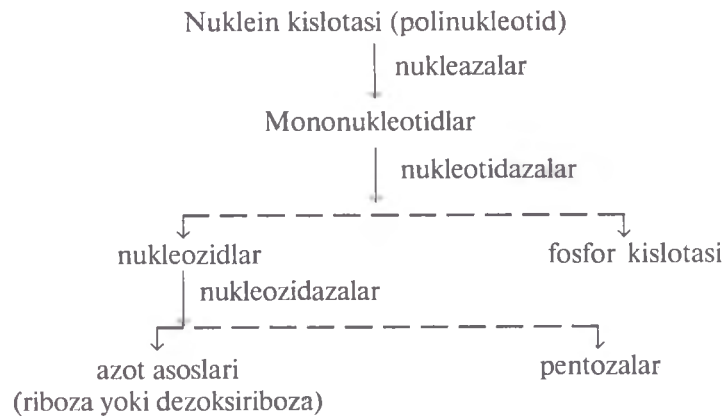


#### 14.6. Nuklein kislotalarning parchalanishi

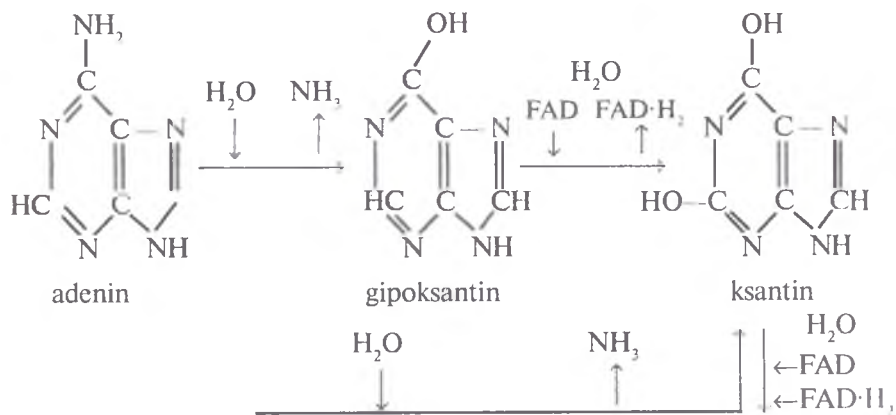
To'qimalarda nuklein kislotalari doimo parchalanib turadi, ammo turli xildagi nuklein kislotalari har xil tezlikda parchalanadi. Nasliy axborotlarni o'zida saqlovchi muhim yadro DNK juda sekin parchalanadi. DNK molekulasining RNK ga nisbatan mustahkam bo'lishiga sabab, bunda kam qutbli dezoksiriboza molekulasi bo'lishidir. RNK ning turli xil turlari ham har xil tezlikda parchalanadi. Uzoq yashaydigan (bir kechakunduzgacha) va qisqa yashaydigan (bir soatdan bir necha soatgacha) RNK lar bo'ladi.

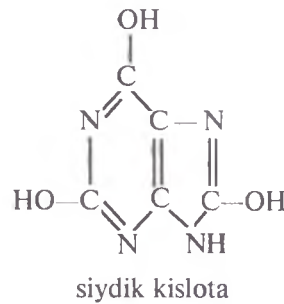
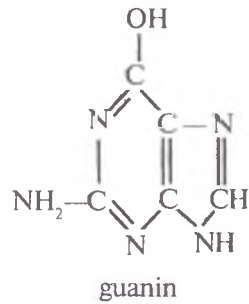
Axborot RNK ning parchalanish tezligi oqsilning sintez tezligiga kuchli ta'sir qiladi. Hujayrada nuklein kislotalar ovqat hazm qilish tizimiga o'xshash gidrolitik yo'l bilan mononukleotidlarga parchalanadi. Buni to'qima ribonukleazalari va dezoksiribonukleazalari katalizlaydi. Bundan tashqari, ribonuklein kislotasini fosforoliz yo'li bilan parchalashi mumkin.

Mononukleotidlar yana parchalanadi. Undan fosfor kislotasi ajralib chiqadi va nukleozid hosil bo'ladi, bu o'z navbatida azot asoslariga va karbonsuv pentozalarga parchalanadi:

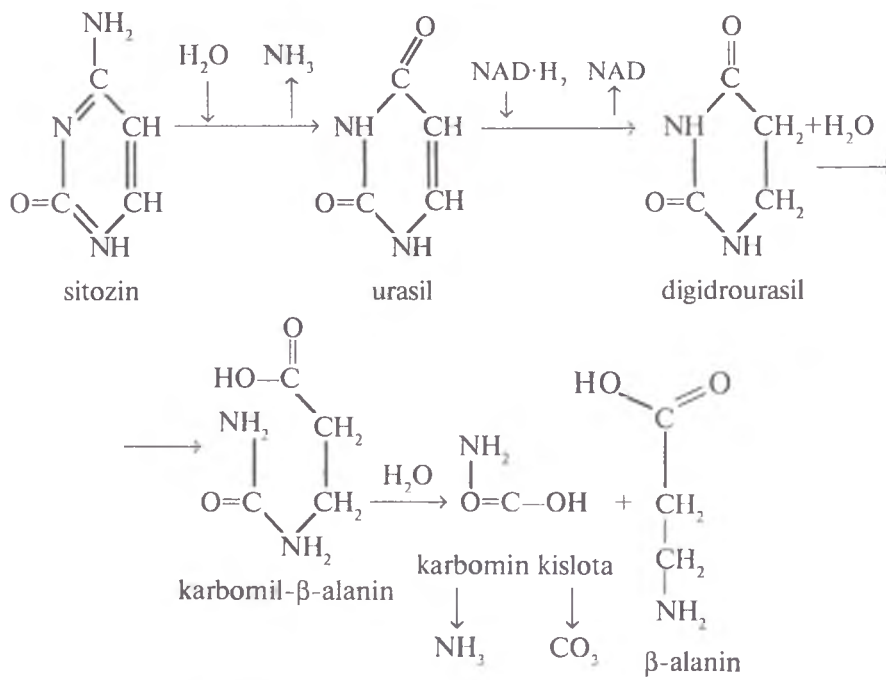


Azot asosi va karbonsuvlarning navbatdagi parchalanishi oksidlanish jarayonlari orqali boradi. Pentozalar karbonsuvlar parchalanishi pentoza davrasiga qo'shilib, oxirgi mahsulotlar karbonat anhidridga ( $\text{CO}_2$ ) va suvga ( $\text{H}_2\text{O}$ ) aylanadi. Purin asoslarini dezaminlanishi va oksidlanishidan siydik kislotasi hosil bo'lishiga olib keladi.





Pirimidin asoslari parchalanishi jarayonida avvalo tiklanadi (qaytariladi), keyin uning davriy tuzilishi parchalanib, karbonat anhidrid gazi, ammiak va  $\beta$ -aminokislotalar hosil bo'ladi.



Siydik kislota organizmdan siydik orqali chiqariladi,  $\beta$ -aminokislotalar keyingi almashinuvda qatnashishi mumkin (masalan,  $\beta$ -alanin koferment A sintezida ishtirok etadi).



#### 14.7. Aminokislotalarning hujayralararo almashinuvi

Hujayradagi oqsil biosintezi uchun ishlatilmagan aminokislotalar almashinuvning oxirgi mahsulotlarigacha parchalanadi.

Oqsil tarkibiga kiruvchi 22 ta aminokislotalarning parchalanishi uchun 20 ta har xil yo'l bor, ammo ularning barchasi uncha katta bo'lmagan oraliq mahsulotlarni hosil qiladi va aylanishi uch karbon kislotasi davrasida tamom bo'ladi. 10 aminokislota – asetilkoferment A ga aylanadi, 5- $\alpha$ -ketoglutar kislotasiga, 3-suksinil koferment A, 2-shavelovosirka kislotasiga 2-fumarat kislotasiga aylanadi (20-rasm).

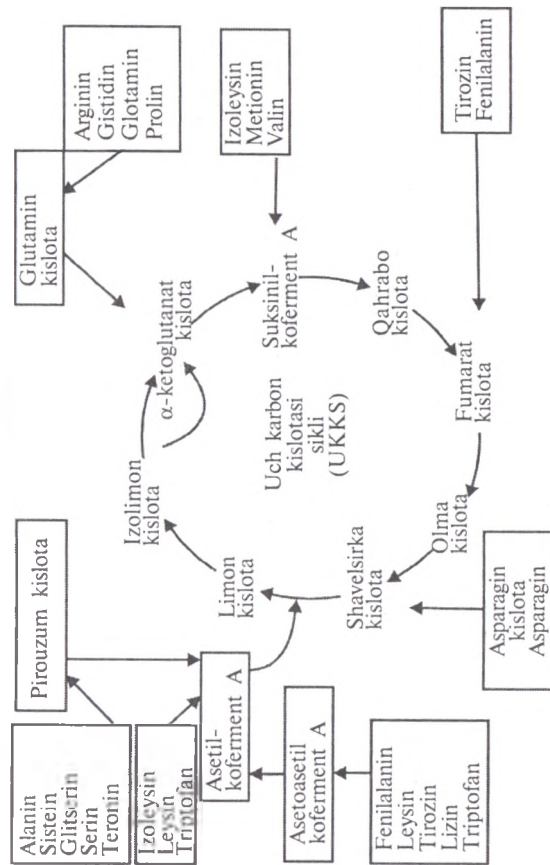
Aminokislotalar parchalanish yo'lida ko'p sonli oraliq reaksiyalarni o'tadi. Bu esa organizmda aminokislotalarning asosiy rol o'ynashi bilan bog'liqdir. Ularning organizmda parchalanish reaksiyasi natijasida nafaqat energiya manbai hosil bo'ladi, balki bu reaksiyalar natijasida birikmalar hosil bo'ladi, ular esa boshqa sinf birikmalari sintezi uchun manba bo'lib xizmat qiladi, shuningdek, gormonal faolligini ko'rsatib, organizmdagi ko'pgina fiziologik funksiyalarni boshqarishi mumkin.

Masalan, aminokislotalar almashinuvining oraliq mahsuloti tirozin katexolamin va tiroksin guruhi gormonlari hisoblanadi.

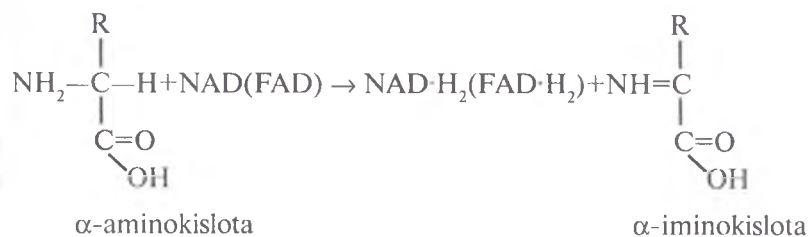
Ko'pgina aminokislotalarning parchalanishi aminoguruhlarini yo'qotish bilan boradi. Amin guruhlari aminokislotalardan dezaminlanish reaksiyasi natijasida, pereaminlanish, dekarboksillanishda karboksil guruhini yo'qotish bilan boradi.

Dezaminlanishning bir nechta usullari aniq bo'lib, odam organizmida oksidlanib, dezaminlanish yuqori bo'ladi. Bu ikkita bosqichda o'tadi.

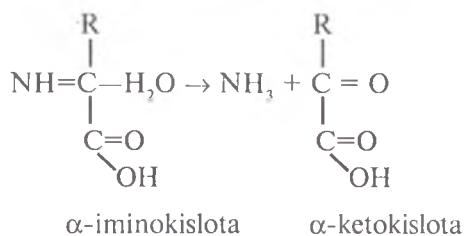
Birinchi bosqichda aminokislota oksidlanadi (degidrogenlanadi) va koferment NAD va FADga bog'liq degidrogenaza fermenti yordamida katalizlanadi. Bu reaksiyada aminokislota va qaytarilgan koferment hosil bo'ladi:



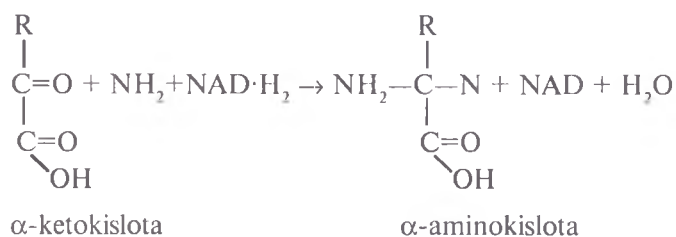
20-rasm. Aminokislotalar aylanishining uch karbon kislotasi davrasi bilan o'zaro bog'lanishi.



Ikkinchi bosqichda nafas olish zanjiri fermenti orqali vodorod kislorodga beriladi, natijada suv hosil bo'ladi, energiya ajraladi, aminokislota esa o'z-o'zidan gidrolizlanib, ketokislota va ammiak hosil qiladi:



Dezaminlanish reaksiyasi oksidlanib, ayrim holatlarda qaytar hisoblanadi: ketokislotalardan yana aminokislota hosil bo'ladi. Qaytar reaksiya energiya sarflash bilan boradi. Bu qaytarilgan aminlanish deyilib, almashtirsa bo'ladigan aminokislotalar sintezida muhim rol o'ynaydi:



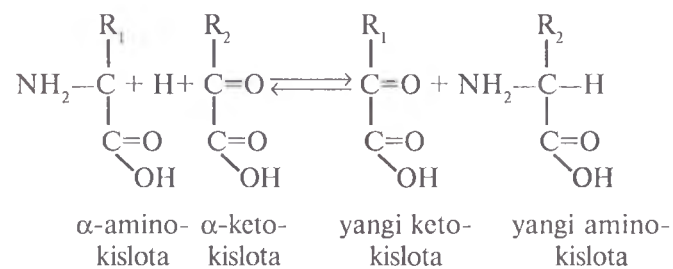
Turli xil aminokislotalarning parchalanishi oksidlanib, dezaminlanish yo'lida har xil tezlikda boradi. Odam organizmida

glutamatdegidrogenaza fermenti juda faol bo'lib, glutamin kislotasi dezaminlanishini katalizlaydi. Qolgan aminokislotalar juda sekin dezaminlanadi.

Aminokislotadan aminoguruhning tezda ajralishi pereaminlanish reaksiyasi hisobiga borib, bu yerda ferment yordamida amin guruhi aminokislotadan ketokislotagacha o'rtada ammiak hosil bo'lmasdan olib o'tiladi.

Bu reaksiya aminotransferaza fermenti yordamida tezlashtirilib, koferment vitamin B<sub>6</sub> hosilasi – fosfopiridoksal xizmat qiladi.

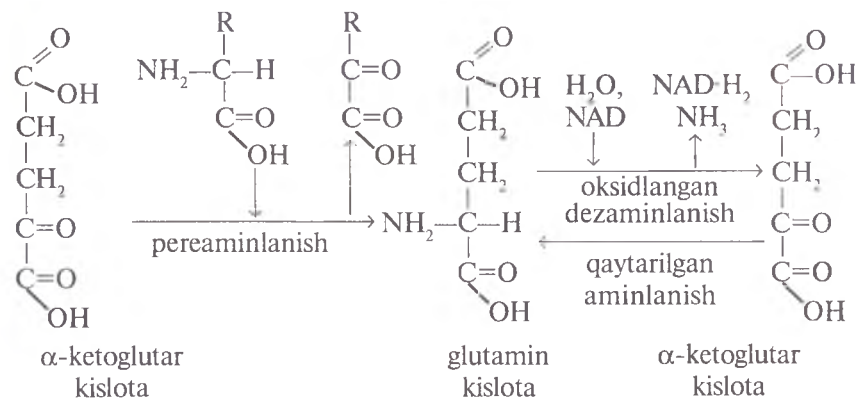
Pereaminlanish reaksiyasining umumiy ko'rinishi quyidagicha bo'ladi:



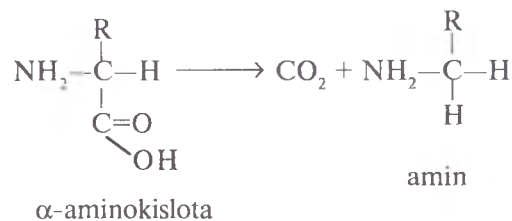
Alanin, arginin, asparagin kislotasi, sistein, izoleysin, lizin, fenilalanin, triptofan, tirozin, valin aminokislotalari pereaminlanish reaksiyasida amin guruhining uzilishi aminokislotalar parchalanishining har xil bosqichlarida o'tadi.

Natijada aminoguruh 3 ta aminokislotadan bittasiga olib o'tiladi: *α*-ketoglutarat, shavelovosirka yoki pirouzum kislotasiga. *α*-ketoglutar kislotasiga aminoguruhni olib o'tishda undan glutamin hosil bo'ladi va yengil dezaminlanib, ammiakni yo'qotadi va yana *α*-ketoglutarat kislotasiga aylanadi.

Aminlanishda aminokislotalarning parchalanishi bilan bir qatorda yangi aminokislotalar hosil bo'ladi, bu reaksiya esa almashinadigan aminokislotalar alanin, asparagin va glutamin aminokislotalari hosil bo'lishi uchun xizmat qiladi.

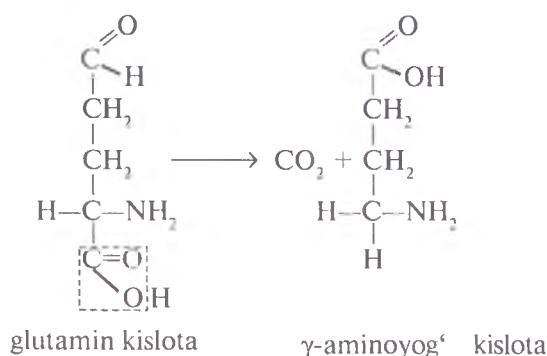


Ayrim aminokislotalarning parchalanishi (masalan, gistidin, tirozin, glutamin kislotalari, triptofan, fenilalanin, sistin) dekarboksillanish reaksiyalaridan boshlanishi mumkin, bunda aminokislotalarning karboksil guruhidan karbonat anhidrid gazi ajraladi:

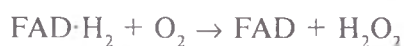
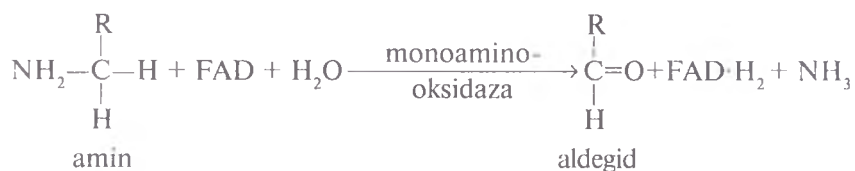


Bu reaksiya dekarboksilaza fermenti yordamida olib boriladi, xuddi aminotransferazadek fosfopiridoksal kofermenti bo'lib xizmat qiladi. Bunda biogen aminlari deb nomlanuvchi moddalar hosil bo'lib, hatto kichik konsentratsiyada ham katta biologik faollikka egadir. Masalan, gistamin dekarboksillanishidan gistidin hosil bo'lib, qon bosimini pasaytiradi, ichki sekretiya bezlari ishini tezlashtiradi; tirozin va triptofanning parchalanish mahsuloti – tiramin va serotonin tomirlarni qisqartiruvchi ta'sir qiladi, bundan tashqari, serotonin asab tizimi qo'zg'alishiga ta'sir qiladi.

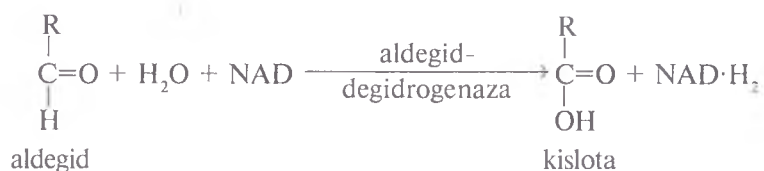
Glutamin kislotalari dekarboksillanishidan asab hujayralari faolligi ingibitori –  $\gamma$ -aminoyog' kislotalari hosil bo'ladi:



Biogen aminlarning yuqori konsentratsiyasi moddalar almashinuvi me'yorida o'tishiga ta'sir qiladi, shuning uchun aminokislotalarning dekarboksillanish reaksiyasi kichik tezlikda o'tadi. Biogen aminlarning navbatdagi parchalanishi kelgusida oksidlanib dezaminlanish yo'li bilan ammiak va aldegidlar hosil qiladi:

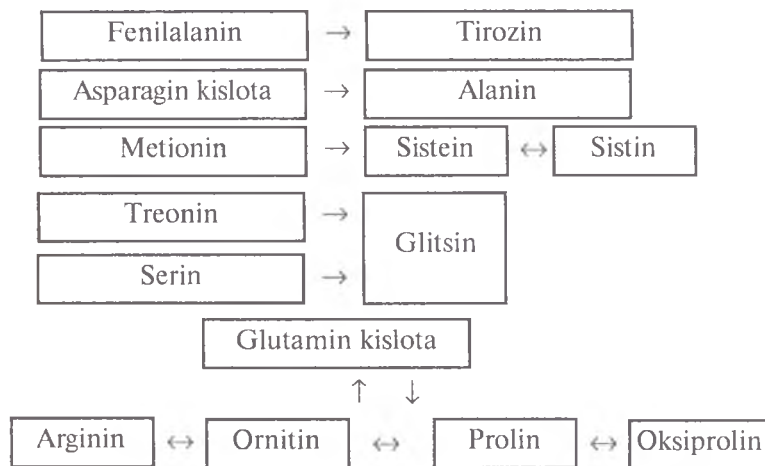


Aldegidlar kislotagacha oksidlanadi, keyin qator oraliq mahsulotlar orqali uch karbon kislotasi (siklining) davrasining substratlariga aylanadi:



Aminokislotalar faqatgina funksional guruhi hisobiga aylanish xususiyatiga ega bo'lmasdan, balki radikallar hisobiga ham aylanish xususiyatiga ega.

Aminokislotalar almashinuvida oksidlanuvchi uzulish va yangi hosil bo'lgan davriy tuzilishlar katta rol o'ynaydi. Radikallar hisobiga almashinuv almashinuvchi aminokislotalar sintezi uchun muhimdir:



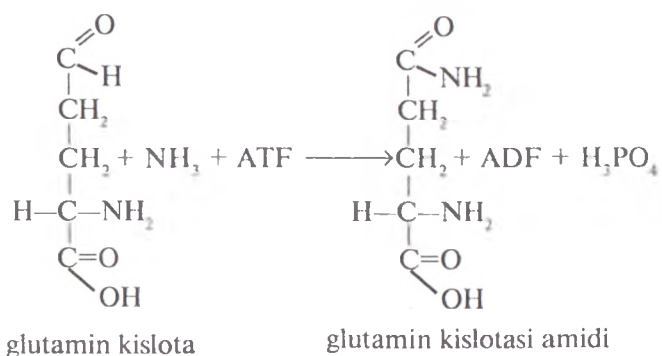
Aminokislotalar juda muhim biologik birikmalar manbayi bo'lib xizmat qiladi. Masalan, gemoglobinning gemi, purin va pirimidin nukleotidlari, kreatin kreatinfosfat va kofermentlar. Siklik (davriy) tuzilishi – gemoglobin gemi glitsin aminokislotasi va suksinil kofermenti A dan hosil bo'ladi. Kreatin va kreatinfosfat sintezida metionin aminokislotasi ishtirok etadi.

#### 14.8. Organizmdan ammiakni yo'qotish yo'llari

Aminokislotalarning dezaminlanishi natijasida aminlar, purin va pirimidin nukleotidlari, azot asoslaridan erkin ammiak hosil bo'ladi. Uning uncha katta bo'lmagan konsentratsiyasi tirik hujayra uchun zaharlidir. Shuning uchun organizmda ammiakning bog'lanish mexanizmining bir nechta yo'llari bor. Ulardan bittasi vaqtincha bog'lanish uchun xizmat qilib, ammiakni bir organdan boshqa organga tashlasa, boshqasi oxirgi mahsulotlarni hosil qilib, organizmdan chiqarishga xizmat qiladi.

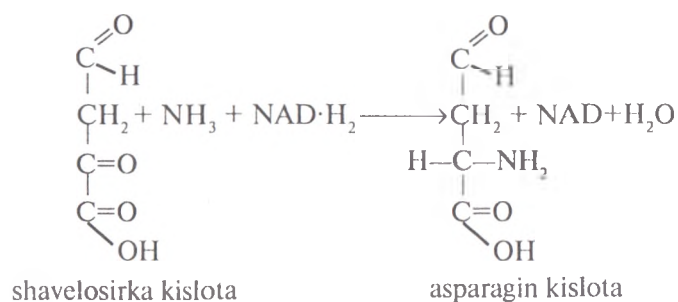
Vaqtincha bog‘lanish reaksiyasida asparagin va glutamin kislotalari – asparagin va glutamin amidlari hosil bo‘ladi. Bu reaksiya ATF energiyasi ketishi hisobiga boradi.

Ayrim oqsillarda asparagin va glutamin kislotalari bitta karboksil guruhi hisobiga peptid bog‘larini hosil qiladi, ikkinchisi esa erkin qoladi:



Shuning uchun oqsillar ham ammiakni o‘ziga bog‘lab olish xususiyatiga ega, ayniqsa, o‘zida glutamin kislotalari miqdorini ko‘p tutgan muskul oqsillari ana shunday xususiyatga ega.

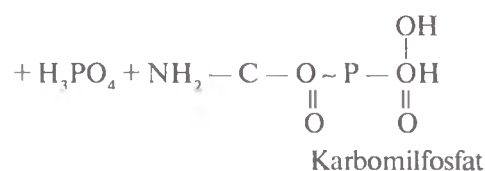
Asparagin va glutamin ammiakni har xil to‘qimalardan jigarga tashiydi. Ammiak jigarda zararsizlantiriladi. Ammiakni vaqtincha bog‘lovchi boshqa uslub bu shavelosirka kislotalarining qayta aminlanishi bo‘lib, bunda asparagin kislotalari hosil bo‘ladi:



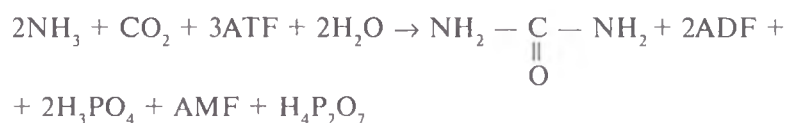
U ammiakni oxirigacha yo‘qotishda ishtirok etib, jigarda mochevinani sintezlaydi. Mochevina sintezi fermentativ jarayon bo‘lib, ATF energiyasi sarflanishi bilan boradi.



Mochevina fiziologik konsentratsiyada organizm uchun zararli modda hisoblanmaydi. Mochevina hosil bo'lish jarayoni karbomilfosfat sintezi bilan boshlanib, bunda ammiak karbonat anhidrid gazi va ATF bilan o'zaro reaksiyaga kirishadi:

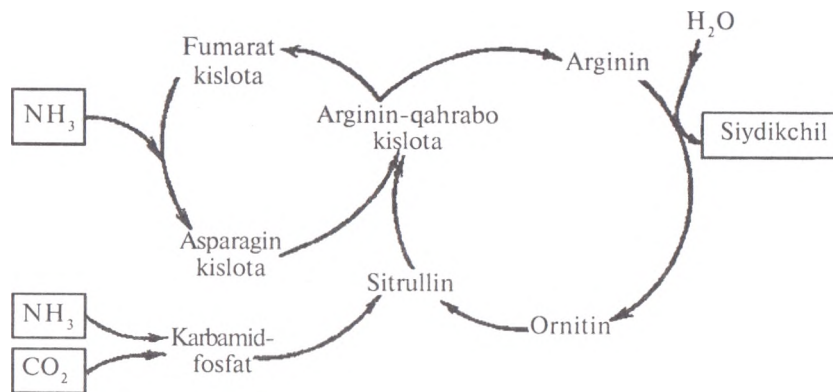


Karbomilfosfat — makroergik bog'ga ega bo'lgan kimyoviy faol birikmadir. Keyinchalik uning almashinuvi ornitin atrofida o'tadi. Karbomilfosfat jigardagi ornitin aminokislota bilan juda yengil o'zaro reaksiyaga kirishadi, keyin esa mochevina sintezida katalizatorlik rolini o'ynaydi. Karbomilfosfat va ornitin reaksiyasi orasida sitrullin hosil bo'ladi va ATF ishtirokida asparagin kislota bilan reaksiyaga kirishadi. Ana shu reaksiya natijasida hosil bo'lgan arginin qahrabo kislota arginin va fumarat kislotasiga parchalanadi va bir necha reaksiyalardan so'ng yana asparaginga aylanishi mumkin. Arginin gidrolizlanib, mochevina va boshlang'ich modda sikli ornitin hosil bo'ladi va bular yana karbomilfosfat bilan reaksiyaga kirishadi. Mochevina siklining umumiy ko'rinishi quyidagicha:

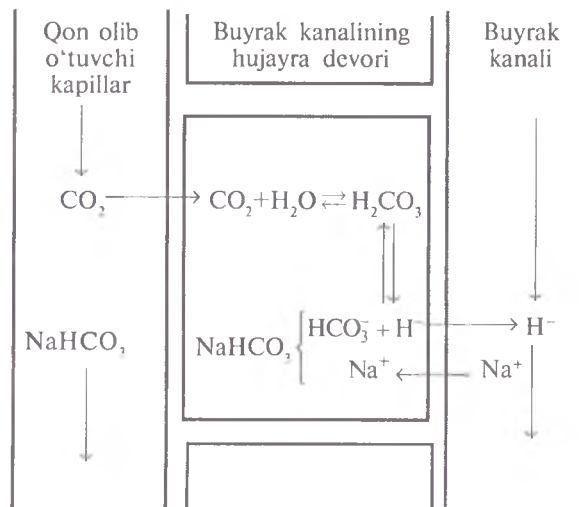


Ammiak va karbonat anhidridning ornitin sikliga kirishi 21-rasmda ko'rsatilgan.

Mochevina sintezini ta'minlaydigan ko'pgina fermentlar jigar hujayrasi mitoxondriyasida joylashgan bo'lib, u yerda oksidlanish reaksiyasi jadal o'tadi. Mochevina jigar hujayrasidan qonga (ajratiladi) o'tadi, keyin buyrakka o'tkaziladi va organizmdan siydik chiqariladi (22-rasm).



21-rasm.  $\text{NH}_3$ - va  $\text{CO}_2$  ni ornitin halqasiga kirishi.



22-rasm. Siydikning oksidlanishi.

**Nazorat savollari**

1. Oqsillar almashinuvi haqida tushuncha bering.
2. Nuklein kislotalari almashinuvi haqida tushuncha bering.
3. Nuklein kislotalari sintezi uchun asosiy manba bo'lib qaysi nukleotidlar xizmat qiladi?
4. Organizmdan ammiakni yo'qotish yo'llarini tushuntiring.

---

## 15-bob.

### SUV VA MINERAL MODDALARNING ALMASHINUVI

#### 15.1. Organizmdagi suvning holati va biologik roli

Tirik organizmda moddalar almashinuvi suvli muhitda o'tadi. Suvning yuqori qutbliligi ko'pgina moddalarning tezda eruvchanligini va elektrolit moddalarining ionlarga dissotsiatsiyalanishini ta'minlaydi. Bu esa kimyoviy reaksiyalarning tezligini orttirishga yordam beradi.

Suv kimyoviy aylanishlar ishtirokchisi hisoblanadi. Uning reaksiyaga kirish xususiyati juda yuqori. Yuqori molekularli polimerlarning monomerlari (polisaxaridlar, lipidlar, oqsillar, nukleotidlar) gidrolizi – bularning muhim parchalanish uslublaridan biri hisoblanadi.

Ko'pgina biosintez reaksiyalari suvni yutishi yoki ajratishi bilan boradi. Organizmda suvning past qovushqoq bo'lishi va yaxshi eruvchanligi tashish funksiyasini bajaradi.

Boshqa moddalar bilan birga suv asosiy qurilish material sifatida hujayra tuzilishida ishtirok etadi, bu esa tirik organizmga xos biokimyoviy jarayonlar borishini ta'minlaydi.

Odam tanasining ko'pgina to'qima va a'zolari kuchli suvlangan bo'ladi va bunga qaramasdan u yetarli qatlam va me'yoriy sharoitda o'z shaklini saqlamaydi. Bu esa shuni ko'rsatadiki, suvning bir qismi ularda bog'langan holatda bo'ladi. Suv bog'lanish darajasiga qarab organizmda to'liq bog'langan (gidratatsiyalangan), yarim bog'langan (immobillangan) va erkin (mobilli) bo'ladi.

**Gidratatsiyalangan suv** (to'liq bog'langan) organizmdagi barcha suvning 13–15% ini tashkil qiladi. U mineral ionlar, polisaxaridlar, oqsillar, nukleotidlar gidrat qobig'i tarkibiga kirib,

biopolimer molekulari ichki qismi (zonasi)da bo'ladi va fazada konformatsiya hosil qilishida ishtirok etadi.

Gidratatsiyalangan suv ushlagan tuzilishlarda vodorod ionlari va gidroksil harakati kuchi ortadi. Bu hujayra membranasini kuchli elektr o'tkazuvchanligini oshirish sabablaridan biri bo'ladi.

**Immobilangan suv** (yarim bog'langan) oqsil molekulari va boshqa ipaksimon moddalar orasida bo'ladi: ribosomalar tirqishlarida, hujayra membranasida, yadroda, mitoxondriyada va boshqa subhujayra qismlarida. U gidratatsiyalangan suvdan shu bilan farq qilishi mumkinki, har xil qutbli molekular va ionlarni eritib, ularni membranadan olib o'tishda katta rol o'ynaydi va osmotik muvozanatni saqlashda ishtirok etadi.

Immobilangan suv hujayra tuzilishlari bilan juda mustahkam bog'langan bo'lib, qirqqanda ham, maydalaganda ham ulardan chiqmaydi.

**Mobili suv** (erkin) qonning asosi, limfalar, hujayra oralig'i, orqa miya suyuqligi, tupuk, oshqozon va ichak shirasi, siydik suvlari hisoblanadi.

Erkin suv ishtirokida moddalar almashinuvi tana hujayrasi va tashqi muhit orasida, hujayra ovqat mahsulotlari va ularning bo'laklarini yetkazish, hujayra ichki almashinuvida oxirgi mahsulotlarni tashqi muhitga chiqarishda qatnashadi.

Erkin suv tana haroratini doimiy saqlab turishda katta rol o'ynaydi, shuningdek, bug'lanish, yutish va organizmni isib ketishidan saqlaydi.

Sinovial suyuqligi tarkibiga kiruvchi suv bo'g'imlar ustini moylashda ishtirok etadi.

Organizmdagi har xil holatdagi suvlar bir-birlari bilan bog'langan va biridan ikkinchisiga aylanishi mumkin.

## 15.2. Suv almashinuvi va uning boshqarilishi

Odam tanasi og'irligining 60–65% ini suv tashkil qiladi. Ayollarda erkaklarga nisbatan biroz kam. Katta odamlarning bir kecha-kunduzda suvga bo'lgan ehtiyoji uning bir kilogramm

og'irligiga 40 g suv to'g'ri keladi (70 kg og'irlikdagi kishiga 2,5–2,8 l suv to'g'ri keladi). Bolalarda kattalarga nisbatan bir kg og'irligiga 2–4 marta ko'p suv kerak bo'ladi.

Suvga bo'lgan ehtiyoj atrof-muhitning haroratiga, faol ish faoliyatining xarakteriga va ovqat tarkibiga bog'liq. Organizmda 20% suvning kamayishi hayot uchun xavflidir. Organizmning suvga bo'lgan ehtiyoji ekzogen va endogen suvlarning manbalari hisobidan qondiriladi.

Tashqi muhit ekzogen manba bo'lib hisoblanadi. Bunda suv ichgan paytda (bir kecha-kunduzda 1 l ga yaqin) suyuqlik (0,7 l ga yaqin) va ovqatlar bilan (0,7 l ga yaqin) kiradi. U ovqat hazm qilish tizimidagi barcha bo'limlardan, asosiysi – ichakdan tortiladi.

Endogen manba bo'lib tana moddalarining oksidlanishidan parchalangan (0,3–0,4 l bir kecha-kunduzda) suv hisoblanadi. Endogen suvning miqdori parchalanadigan substrat xarakteriga bog'liq bo'ladi: 100 g yog'ning oksidlanishidan 107 ml suv, 100 g oqsilning oksidlanishidan – 41 ml suv, 100 g karbonsuvdan – 55 ml suv hosil bo'ladi. Endogen suvning hosil bo'lishi muskullarning ish faoliyati vaqtida va organizmni sovitishda ko'payadi.

Ekzogen suvga bo'lgan talab chanqoqlikni sezish bilan boshqariladi, bu esa qon zardobi va limfalarning osmotik bosimining ortishi, organizmdan suvning yuqori darajada chiqarilishi, ovqat mahsulotlari bilan suvning kirishi yoki mineral tuzlarni ko'proq iste'mol qilish natijasida bo'ladi.

Osmotik bosimning o'zgarishi osmoretseptor yordamida qabul qilinib, markaziy asab tizimiga axborot beriladi.

Ekzogen suvi 8–10 minutdan keyin so'riladi, shuning uchun suv ichilgandan keyin chanqoq darrov qoniqmaydi. Charchaganda, emotsional qo'zg'alganda og'iz va tomoqlar suvsizlikni sezishi mumkin. Bunday paytda og'izni ozgina kislotali suv bilan chayqash kerak. Organizmga kiradigan suv suyuq muhitli va tana hujayrasi orasidagi suvga bo'linadi: 60% ga yaqin hujayra ichida tutiladi, 15% ga yaqin hujayra oraliq suyuqligi hisobiga o'tadi, 8% ga yaqini qon va limfalar tarkibida

bo'ladi, qolganlari boshqa tana suyuqligi tarkibiga kiradi. Odam tanasining har xil organ va to'qimalarida suvning miqdori bir xilda emas (22-jadval).

22-jadval

Odam tanasidagi har xil organ va to'qimalarda suvning miqdori

To'qima va organlar	Suv, %	To'qima va organlar	Suv, %
Miyaning kulrang moddasi	84	Muskul	76
Miyaning oq moddasi	70	Teri	72
Buyrak	82	Jigar	70
Yurak	79	Suyak	46
O'pka	79	Yog' to'qimasi	25–30
Qon	80–85		

Hujayra membranasi teshiklari orqali suvning (o'tishi) aylanishi passiv diffuziya yo'li bilan tez o'tadi. Bunda suv molekulasini qutbli moddalar bilan o'zaro qo'shib, teshiklar devorini hosil qiladi. Ayrim organlarda 30–90 s da o'sha yerda tutilgan suvning yarmi almashinadi. Organizmdagi barcha suv almashinishi taxminan 4 hafta davomida bo'ladi.

Suvning organ va to'qimalarda taqsimlanishi osmos qonuniga bo'ysunmaydi. Bu esa metabolik reaksiyalar yordamida boshqarilib, ular tarkibidagi mineral ionlarga, oqsil zarralariga, shuningdek, qon oqishining o'zgarishiga, kapillar va hujayra membranasi o'zkaruvchanligiga bog'liq bo'ladi.

Faol mineral ionlarning umumiy osmotik konsentratsiyasi va past molekulyar organik moddalar tinch paytda tanani har xil suyuqliklarda bir xilda, oqsillarning kolloid zarralarini taqsimlanishi, membranalarda tutilishi bir tekisda emas. Bu esa qon, limfa, hujayralararo suyuqlikda va hujayraning ichki to'qimalarida osmotik bosimga har xil ta'sirlar ko'rsatadi.

Limfa va hujayralararo suyuqlikda oqsilning miqdori qonnikiga nisbatan 2 marta kichik, hujayrada esa qonga nisbatan 1,5–2 marta ko'p.

Oqsillar bilan hosil qilinadigan osmotik bosimga *onkotik bosim* deb ataladi. Umumiy osmotik bosim 5% ni tashkil qilishiga qaramasdan u muhim omil bo'lib, to'qimalarda suv borishi yo'llariga ta'sir qiladi. Suvning membrana kapillarlarini orqali o'tishi osmotik bosimga bog'liq bo'lmasdan, qonning gidrostatik bosimiga ham bog'liqdir.

Iste'mol qilingan suvning ma'lum miqdori jigarda vaqtincha teri ostida saqlanib turishi mumkin, asosiy qismi esa chiqarilib turiladi. Bir kecha-kunduzda siydik bilan 1,5–1,6 l, axlat bilan 0,2 l, teri bilan 0,5–0,6 l, nafas orqali 0,4 l suv ajraladi. Albatta, bir sutkada yuqoridagi yo'llar bilan chiqarilayotgan suv organizm qabul qilayotgan suvning aynan o'zi bo'lmasdan, balki hujayralar, hujayralararo moddalar va biologik suyuqliklardagi (interstitsial suyuqlik, limfa, sinovial suyuqlik, so'lak, orqa miya suyuqligi, oshqozon osti bezi va ichak shiralari, o't) suvi doim dinamik holatda bog'langan bo'lib, almashinib turadi.

O'simliklarda suv almashinuvi bundan ham tez boradi. Vegetatsiya davrida bir tup makkajo'xori yoki kungaboqar 200 kg gacha suv iste'mol qilishi mumkin. Kunning eng issiq vaqtida barg o'z vaznidan 2 barobar ko'p suv sarflashi mumkin.

Suvning biologik membranalar orqali o'tishi juda katta tezlikda amalga oshiriladi. 70 kg vazndagi odam kapillarlarini devori orqali har minutda 1500 ml suv oddiy diffuziya yo'li bilan o'tib turadi. Barcha hujayralarning membranalarini ham oddiy diffuziya yo'li bilan suvni o'tkazavermaydi. Bu yo'l hujayra va to'qimalarning bajaradigan funksiyasiga, organizmda joylashishiga va fiziologik holatiga bog'liq. Suvning hujayraga kirishi va aksincha suv yo'qotilishida sitoplazma va kapillar suyuqlikning osmotik bosimi ham muhim rol o'ynaydi. Umuman, qator to'qima hujayralaridan suv har 1–3 minutda to'la almashinib turishi aniqlangan.

To'qima va hujayralarda suv to'planib qolishi hamda kamayishi ba'zi bir kationlarga ham bog'liq. Na<sup>+</sup> organizmda

suv to'planishiga olib keladi. Bu hodisani sho'r ovqat iste'mol qilinganda ko'p miqdorda suyuqlik talab qilish bilan bog'lash mumkin.  $K^+$  va  $Ca^+$  esa to'qimalarda suv kamayishiga sabab bo'ladi.

Odam va hayvonlar organizmida suv almashinuvi asab tizimi orqali va gumoral yo'l bilan boshqariladi.

Organizmida suvning kamayishi chanqoqlikka sabab bo'ladi. Ko'proq suv iste'mol qilinsa, bu suv tezda qonga so'rilib, siydik orqali chiqarilib turadi. Suv almashinuvini boshqarishda gipofizning orqa bo'lagidan ajraladigan antidiuretik gormon – vazopressining roli katta. Agar gipofizning orqa bo'lagi olib tashlansa, siydik miqdori haddan tashqari ko'payib ketadi (5–10 l ga yetadi). Umuman, suv almashinuvida buyrak va suv ajralishini ta'minlovchi boshqa manbalar (teri bezlari, o'pka, axlat ajralishi) faoliyati markaziy asab tizimi orqali boshqarilib turiladi.

### **15.3. Mineral moddalarning biologik roli**

Organizmida suv almashinuvi mineral moddalar almashinuvi bilan juda yaqin bog'liqdir. Ularning biologik roli har xil. Mineral moddalar hujayra tuzilishi tarkibiga kiradi. Ular, asosan, suyak va tish to'qimalari tarkibida ko'p bo'ladi. Suyak to'qimalarini mineral moddalarini asosiy massasini kalsiyning nordonli fosfor birikmalari, bundan biroz kamroq kalsiyning karbonatli va ko'p bo'lmagan magniy, kaliy, natriy, xlor, fluor ionlarini tutadi.

Metall ionlari biopolimerlardan oqsil va nuklein kislotalarining fazoviy tuzilishini tutishda katta rol o'ynaydi. Ayniqsa, sink ioni oqsilning faol shaklini – insulin gormonini tuzishda qatnashadi; temir ionlarining qatnashishi natijasida gemoglobin va mioglobinlarning uchlamchi va to'rtlamchi tuzilishlari hosil bo'ladi; magniy ionlari ishtirokida bir nechta ribosomalar qo'shib, oqsil sintezida ishtirok etadigan polisomalarni hosil qiladi; temir, mis, nikel, sink, marganes, kobaltlar nuklein kislotalar tuzilishi hosil bo'lishida ishtirok etadi.



Har xil ionlar fermentlar faolligini boshqarishda ishtirok etadi. Ionlar fermentlarning uchlamchi va to'rtlamchi tuzilishini baquvvat qilib, fermentlar substrat bilan birikishi, ular orasidagi reaksiyalarning borishi uchun yordam beradi. Ionlar substratning kimyoviy bog'lanishida ishtirok etib, kofermentni apofermentga qo'shib, koferment tarkibiga kiradi. Misol tariqasida (fermentlar faolligini boshqarishga) amilaza – xlor ioni ta'sirida, kreatinfosfokinaza kalsiy ionlari, glikoliz fermentlari kalsiy, kaliy, magniy ionlari ta'sirida faollashtiriladi.

Fermentning faol markazida ATFning birikishi va uning gidrolizida katalizator magniy ishtirokida boradi. Sink ioni karboksipeptidaza faol markazida aniqlangan.

Temir ionlari sitoxrom guruhi asosining tarkibiy qismi bo'lib, bir vaqtning o'zida mis ionlarini saqlashni tashkil qiladi. Miogloblin va gemoglobin molekulasida temir ionlari o'ziga qayta kislorod va boshqa gazlarni biriktirib, ularni tashishda ishtirok etadi. Hujayra membranasining o'tkazuvchanligi oqsil gellarining tuzilishiga bog'liq. Kalsiy ionlari bularga ta'sir qilib, kolloidlarning qalinlashuvi (joylashuvi) darajasini o'zgartirishi mumkin. Oqsil kolloidlarining sitoplazmadagi gidrotatsion va eruvchanligi ko'p ionlar ta'sirida aniqlanadi. Hujayra membranasini bir xilda o'tkazmasligi natriy va kaliy ionlari uchun membrana potensialini keltirib chiqaradi, bu esa generatsiya hamda uyg'onishni o'tkazish uchun zarurdir. Jigarda sulfat anionlari biologik zaharli moddalarni zararsizlantirishda qatnashadi.

Fosfat ionlari ko'p sonli fosfor efirlarini hosil qilish uchun zarur hisoblanadi (geksozofosfatlar, glitserofosfatlar va boshqalar). Fosfatlar makroergik birikmalar tarkibiga kiradi (nukleozidfosfatlar, nukleozidtrifosfatlar, kreatinfosfat, difosfoglitsirin va fosfopirouzum kislotasi).

Yod ionlari qalqonsimon bezning gormonlari – tirozin va triyodtironin sintezi uchun juda zarur.

Brom ionlari asab hujayralari membranasiga ta'sir qilib, to'xtatish jarayonini kuchaytiradi. Kalsiy ionlari ishtirokida MNS ning qo'zg'aluvchanligi pasayadi.

Mis va kobalt ionlari qon ishlab chiqarish jarayonini qo'llab turadi. Ca (kalsiy) ionlari qon qotish jarayonida qatnashadi. Organizmdagi suyuqliklarning osmotik tengligini saqlab turishda ionlarning roli juda katta. Hujayra tashqarisida osmotik bosimga natriy va xlor ionlari, hujayra ichkarisida esa kaliy va xlor ionlarining ta'siri katta.

Osmotik bosim me'yoriy organizmning har xil suyuqlik muhitida 7,5 dan 8,1 atm atrofida bo'ladi.

Osmotik bosimning birdan o'zgarishi hujayra tuzilishi zararlanishiga va undagi normal moddalar almashinuvining buzilishiga olib keladi, shuning uchun u juda ham sekin bajariladi. Bunda buyrak va ter bezlari asosiy rolni o'ynab, ortiqcha suv va mineral tuzlarni chiqarib tashlaydi.

Ionlarning biologik roli kuzatilsa, ularning ta'siri natijasida o'ziga o'xshash antagonizmni ko'rish mumkin, ya'ni natriy ionlari kolloid moddalarning shishishini va suvni to'qimalarda tutishni keltirib chaqirsa, kalsiy ionlari qayta ta'sir qilib, zararsizlantirishga olib keladi. Natriy ionlari ferment xolines-terazani faollashtiradi, kaliy ionlari esa uni ingibirleydi va hokazo.

Bir qator holatlarda ionlar bir-biriga ta'sirini kuchaytiradi: marganes va temir qon ko'payish jarayonida kobaltning ishlashini yaxshilaydi.

Har xil ionlar organizm ichki muhitining doimiy faol reaksiyasini tutishda katta rol o'ynaydi (kislotali-ishqorli tenglikni).

Eng muhim biokimyoviy jarayonlardan biri organizmning kislotali-ishqorli tengligini saqlashga qaratilgan, bu buferlik ta'siri hisoblanadi. Bufer tizimining hosil bo'lishida qator mineral moddalar qatnashadi: har xil bikarbonatlar va fosfatlar, ammoniy tuzlari va shuningdek, natriyli va kaliyli tuzlar, organik kislotalar va oqsillar.

Qonning bufer hajmining 53% ini bikarbonat ( $H_2CO_3 + NaHCO_3$ ) buferi, fosfat buferi ( $NaH_2PO_4 + Na_2HPO_4$ ) – 5% ni, zardob oqsilli buferi – 7% ni, gemoglobinli bufer – 35% ni tashkil qiladi.

Hujayra ichki maksimal bufer hajmini oqsil tizimi (oqsil – kislota + oqsil – tuz) biroz kamroq – fosfat va bikarbonatlar egallaydi.

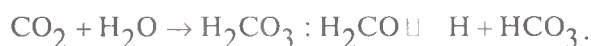
Eritrotsitlarda 80% dan ortiq bufer hajmini gemoglobin va oksigemoglobin tizimi ta'minlaydi. Bufer tizimi – bir necha sekundlar davomida juda tez ta'sir qiladi.

Bikarbonat, fosfat va ammoniyli buferlarning ta'sir qilish mexanizmi hayot faoliyati jarayonining fizik-kimyoviy asoslari yaratilishiga qaratilgan. Gemoglobin buferi gemoglobin va oksigemoglobindan tashkil topgan bo'lib, kuchsiz kislotali (N.Nb va N.Nb.O<sub>2</sub>) va uning kaliyli tuzi (K.Nb va K.Nb.O<sub>2</sub>) dan tuzilgan.

Bu birikmalarning kislotali xossalari quyidagi ketma-ketlikda bo'ladi:



Qon yo'nalishi orqali eritrotsitlar to'qima kapillarlariga olib borilganda unga ko'p miqdorda karbonat anhidrid gazi kiradi. Karbongidraza fermenti yordamida u eritrotsitlarda ko'mir kislotasiga aylanadi va kuchsiz vodorod va bikarbonat ionlariga dissotsiatsiyalanadi:



Kislorodning parsial bosimi shu paytda eritrotsitlarda juda kam, chunki uni to'qimalar kuchli iste'mol qiladi. Bu sharoitda oksigemoglobinning kaliy gemoglobinga aylanishi tezlashadi va kislorod ozod bo'ladi:



Gemoglobin kaliy vodorod ionlari bilan reaksiyaga kirishib, ko'mir kislotasini hosil qiladi:



Hosil bo'lgan erkin gemoglobin ionlarga dissotsiyanadi. Bu eritrotsitlarning oksidlanishiga olib keladi.

Bikarbonat va gemoglobin o'pkaga olib o'tiladi. U yerda yuqori kislorod parsial bosimi ostida gemoglobin oksigemoglobinga aylanadi:



Oksigemoglobin ko'mir kislotasiga nisbatan kuchli bo'lgani uchun uni bikarbonatdan chiqaradi:



Ko'mir kislotasi karbonangidraza fermenti yordamida  $\text{H}_2\text{O}$  va  $\text{CO}_2$  ga parchalanadi. Karbonat anhidrid eritrotsitlarni oksidlamay havo orqali chiqariladi. Shunday qilib, gemoglobin va oksigemoglobinning buferlik xossalari bikarbonat tizimi va gazlarni tashish bilan bog'liqdir.

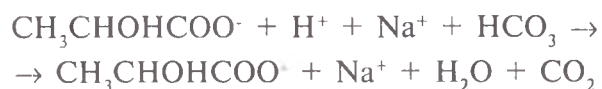
Organizmning buferlik hajmi cheksiz emas. Metabolik jarayonlarda kislotali yoki ishqorli mahsulotlarning hosil bo'lishi buferlik zaxiralarini kamaytiradi va yo'qotishi ham mumkin.

Bufer tizimining ishqoriy tizimni neytrallash xususiyatiga nisbatan kislotali tizimni neytrallash xususiyati ko'proqdir. Kislotaning chiqishini kuchaytiradi, ishqor tuzlari esa qonda ushlanib qoladi (22-rasmga qarang).

Qon olib o'tuvchi kapillarlardan buyrak devori kanalchalari hujayrasi orqali  $\text{CO}_2$  kiradi. Karbongidraza fermenti ta'sirida undan ko'mir kislotasi hosil bo'ladi va u  $\text{H}^+$  va  $\text{HCO}_3^-$  ionlariga dissotsiyalanadi. Ko'mir kislotasining parchalanishi tezlashadi, chunki buyrak kanalchalaridan hujayraga birlamchi siydik tutgan natriy ionlari kiradi. Uning o'rniga siydikda vodorod ionlari ajratiladi. Siydik oksidlanadi, bikarbonat hujayradan qonga chiqariladi va uning ishqorlik zaxirasini kuchaytiradi. Qonning kislotaliligining kamayishi siydikning oksidlanishi hisobida bo'lib, buyrakda ikki fosfat bir fosfatga aylanib, o'zlariga vodorod ionlarini, ammiak molekulasini bilan ammoniy ionini qo'shib siydikka o'tadi.

Kislotali-ishqorli tenglik buyrak ishtirokida me'yoriga yetkaziladi va juda sekin – 10–20 soatda o'tadi.

Organizmning pH doimiy tutishda nafas olish jarayoni asosiy rol o'ynaydi. Qonda ko'p miqdorda kuchli kislotalarning bo'lishi (masalan, sut kislotasi) natijasida qon bikarbonatlari parchalanadi:



Hosil bo'lgan karbonat anhidrid kuchli holda o'pkadan chiqariladi. Qonning ishqorlanishi  $\text{CO}_2$  ajralishini to'xtatadi.  $\text{CO}_2$  ishqor bilan bog'lanib, bikarbonat ioniga  $\text{HCO}_3^-$  aylanadi.

Kislotali-ishqorli muvozanatga (KIM) nafas olish tizimining ta'siri qonga so'rilgandan keyin 1–3 min da ko'rinadi.

Tinch paytda qon reaksiyasi va hujayra tarkibida bor narsalar kuchsiz ishqorli bo'ladi: arterial qon  $\text{pH}=7,36-7,41$ ; vena qoni  $7,34-7,35$ ; hujayrada u biroz past.

Ovqatlar bilan ko'p miqdorda kislotali va ishqorli mahsulotlarning kirishi, kuchli muskul ishi bajarishda yoki kasal bo'lgan paytda pH uncha katta bo'lmagan holda o'zgarishi mumkin: qon  $\text{pH}=7,0$  dan  $7,7$  gacha (yuqori mashqlangan sportchilarda  $6,8$ ); hujayrada  $6,0-8,0$  gacha; siydikda  $5,5$  dan  $7,5$  gacha. pH o'zgarishi bufer zaxiralari tamom bo'lib o'tadi.

Organizmning tuzilishida kislotali xarakterdagi moddalarning yig'ilishiga **asidoz**, ishqorli bo'lsa, **alkaloz** deb ataladi.

Metabolik reaksiyalar paytida ishqoriy mahsulotlarga nisbatan kislotali mahsulotlar ko'proq hosil bo'ladi, bu, asosan, sport bilan shug'ullanmaydigan odamlarda bo'lib, sportchilar uchun ishqorli bufer zaxirasi bo'ladi.

O'simlik mahsulotlariga bo'lgan talabni ozgina oshirib va maxsus jismoniy mashqlarni doimiy boshqarib, ishqorli bufer zaxirasini orttirish mumkin.

#### 15.4. Mineral moddalar almashinuvi va uning boshqarilishi

Odam tanasi og'irligining 3% ini mineral moddalar tashkil qiladi. Bularga talab xuddi suvga o'xshash bo'lib, yoshiga, jinsiga, muskul faolligiga, o'rab olgan muhitga bog'liq bo'ladi. U har xil moddalar uchun bir xil emas. Uning miqdori katta odamlarda bir kecha-kunduzgi me'yori o'rtacha  $\text{Na}^+$  - 8 g,  $\text{K}^+$  - 2 g,  $\text{Ca}^{+2}$  - 0,8 g,  $\text{Mg}^{+2}$  - 0,5 g,  $\text{Fe}^{+3}$  - 0,2 g, P - 1,6 g,  $\text{Cl}^-$  - 4 g; boshqalari esa kamroq miqdorda talab qilinadi. Bolalar va homilador ayollarda qo'shimcha kalsiy va fosfor tushishi kerak; sport bilan shug'illanganda kaliy, natriy, magniy, kalsiy, fosfor, temirga talab ortishi mumkin; qo'shimcha mineral moddalar muhitni o'rab olgan harorat ko'tarilganda kerak bo'ladi. Odam organizmi mineral moddalar tarkibi o'zgarishiga juda sezgir bo'ladi. Ko'pgina ionlarning yetishmasligi yoki ortiqchaligi biokimyoviy jarayonlarni buzadi. Agar ovqat har xil bo'lsa, odamning mineral moddalarga talabi to'liq qondiriladi. Ammo ayrim geografik viloyatlarda yer usti yoki yer osti suvlarida ayrim elementlar kamroq yoki miqdordan ko'proq bo'ladi (ko'proq mikroelementlar). Bunday paytda har xil ovqatlar bilan ovqatlanish ham metabolik jarayonlarning me'yoriy o'tishini ta'minlab bera olmaydi.

Tog'li tumanlarda, masalan, ko'p holatlarda yod yetishmaydi, shu sababli qalqonsimon bez gormonlarining sintezi buziladi va energetik almashinuv yomon kechadi.

Temir va mis yetishmasligi qon ko'payish jarayonini buzadi, ftor-tish emali buzilishiga olib keladi. Bunday paytlarda almashinuv jarayonlarini normallashtirish uchun yetishmaydigan moddalarni ovqatga sun'iy ravishda qo'shish kerak: osh tuzini yodlash, ichiladigan suvni ftorlash, tarkibida temir, mis bo'lgan iste'mol qilinadigan mahsulotlarni ko'paytirish kerak va hokazo.

Ovqatdagi u yoki bu elementning ortiqchaligidan kelib chiqadigan almashinuvning buzilishini yo'qotish qiyin hisoblanadi. Bunday paytda ovqat mahsulotlarini o'zi yashab

turgan joylardan iste'mol qilish bilan chegaralanib, boshqa geografik zonalarda ishlab chiqiladigan mahsulotlarni ko'paytirish kerak bo'ladi: bunda organizmdan ana shu elementni chiqarish mumkin bo'ladi. Ovqat bilan tushadigan mineral moddalar ichak devorining shilliq pardalari orqali so'riladi va jigarga boradi. So'rilish jarayonida ovqatdagi har xil sinf birikmalari katta ta'sir ko'rsatadi. Agar ovqat tarkibida ko'p miqdorda yog' bo'lsa, kalsiy so'rilishi chegaralanadi, bunda ovqat hazm qilish mahsulotlari – yog' kislotasi kalsiyning erimaydigan shakli kalsiyni sovunga aylantiradi.

O'zida fitin kislotasini tutgan miqdoridan ko'p qora non xuddi shunday samara beradi. Bu esa kalsiyning erimaydigan tuzini beradi. Ovqatda oson hazm bo'ladigan oqsillar ishtirokida kalsiyning so'rilishi yaxshilanishi mumkin (bu eruvchan tuzlarning aminokislotalar bilan qo'shilishi natijasi).

Jigarda uning funksional ishlarini davom ettirish uchun ionlarning bir qismi ushlanib qolinadi, qolganlari qon aylanishning katta davrasiga tushib, to'qima va organlarga olib boriladi. Ayrim ionlar yig'ilishi mumkin.

Ferritin oqsili tarkibida temir ionlari zaxira holida jigarda, taloqda, miyaning qizil suyagida yig'iladi.

Ionlar har xil to'qima va organlarda, hujayra va hujayralar orasidagi muhitda bir xil taqsimlangan emas (23-jadval). Natriy hujayra suyuqligining asosiy kationi hisoblanadi, unda organizmning 96% gacha umumiy natriyi bor. Kaliy va kalsiy hujayra ichida ko'p bo'ladi. Kaliy konsentratsiyasi hujayrada taxminan 25 marta ko'p, hujayra emas suyuqligiga nisbatan uning bir qismi kimyoviy bog'liq holatda bo'ladi. Ionlarning taqsimlanishida hujayra membranasining tanlab o'tkazuvchanligi muhim rol o'ynaydi. Hujayra orasidagi hujayra oralig'i suyuqligida, qonda va boshqa tana suyuqliklarida ionlar almashinuvi passiv diffuziya yo'li bilan olib boriladi yoki olib o'tuvchi moddalar yordamida, energiya sarflanmasdan, agar ionlar harakati gradiyenti konsentratsiyasida borsa, maxsus ATaza ta'sirida yoki gradiyent konsentratsiyasiga qarshi qaratilganda faol transport yordamida olib boriladi.

Faol transport mexanizmi bo'yicha membrana potentsiali hosil bo'lishida natriy ionlari hujayradan hujayra orasidagi suyuqlikka chiqaradi, kaliy ionlari hujayraga kiradi. Bunda uchta natriy ionini va ikkita kaliy ionini olib o'tishda bir molekula ATF sarflanadi. Kalsiyni olib o'tish katta energiya sarf qilishni talab qiladi: har bir kalsiy ioniga bir molekula ATF sarflanadi. Olib o'tishni membrana tizimining maxsus substrati bajaradi.

23-jadval

**Odam tanasidagi organ va to'qimalarda ayrim elementlarning tarkibi (mg 100 g quriq to'qima og'irligi)**

To'qima va organlar	Elementlar					
	K	Na	Ca	Mg	Cl	P
Suyak to'qimasi	61	180	11000	105	190	5050
Skelet muskullari	360	72	7	23	66	220
Yurak muskuli	250	185	10	17	135	270
O'pka	150	250	17	7	260	120
Jigar	215	190	12	32	160	210
Buyrak	175	175	20	21	220	140

Ayrim ionlar almashinuvi organik moddalar almashinuvi bilan bog'liq. Aminokislota va glukozaning membrana orqali tashilishi natriy ionlari glikogenning yig'ilishi — kaliy va fosfat ionlari yig'ilishiga bog'liq. Ionlar almashinuvining boshqarilishi juda ham har xildir. Bunda asab tizimi, buyrak usti bezining gormoni, qalqonsimon va qalqonsimon oldi bezi, D vitamini, asetilxolin va boshqa moddalar katta rol o'ynaydi.

Qalqonsimon va qalqonsimon oldi bezi gormonlari (kalsitonin va paratgormon) va shuningdek, D vitamini fosfor va kalsiy almashinuvida faol ta'sir ko'rsatadi. Paratgormon va D vitamini kalsiy va fosfor ichakdan so'rib olishni qo'llab



turadi, bunda vitaminni boshqarish ta'siri tezda ko'rinadi, paratgormon esa sekinroq ta'sir qiladi.

Kalsiy va fosfor birikmalarining suyak to'qimalarida yig'ilishi kalsitonin va D vitamini ishtirokida kuchayadi, paratgormon bu jarayonda ularning antagonisti bo'lib xizmat qiladi. Paratgormon sekretsiyasi oshishi bilan kalsiyning siydik bilan chiqishi ko'payadi, kalsitoninning ta'sirini oshirish bilan ushlanadi. Jinsiy gormonlar ta'sirida suyak to'qimalarida kalsiy va fosfatlarning to'planishi jadal o'tadi, kortizon esa suyak to'qimalarining minerallasish tezligini pasaytiradi.

Gipodinamiya holatining minerallar almashinuvidagi ta'sirini alohida ko'rsatib o'tish mumkin: u suyak to'qimalarini mineralashtirishni, siydik bilan kalsiy chiqishini kuchaytiradi, aldostron sekretsiyasini oshiradi va organizmda natriyni mavjud.

Ko'p sonli boshqarish ta'siri minerallar almashinuviga qaratilgan bo'lib, organizmning elektrolitik suyuqlik muhiti tarkibini doimiy ta'minlaydi.

#### ***Nazorat savollari***

- 1. Suv bog'lanish darajasiga qarab necha turga bo'linadi?*
- 2. Gidratatsiyalangan (to'liq bog'langan), immobillangan (yarim bog'langan), mobil (erkin) suvning farqi nimadan iborat?*
- 3. Mineral moddalar qanday almashinadi va boshqariladi?*

---

---

## 16-bob.

### MODDALAR ALMASHINUVI JARAYONINING BOSHQARILISHI VA O'ZARO BOG'LIQLIGI

Organizmدا boradigan barcha moddalar almashinuv jarayoni bir-biri bilan o'zaro bog'liqdir. Bir tomondan suv almashinuv juda ham o'zaro bog'liq bo'lsa, ikkinchi tomondan barcha kimyoviy birikmalar almashinuv bilan o'zaro bog'liq.

Suv — bu shunday muhitki, bu yerda organizmdagi kimyoviy aylanishlar olib boriladi, u ko'p kimyoviy reaksiyalarning mahsuloti yoki qatnashuvchisi hisoblanadi. Almashinuv jarayoni borishiga mineral birikmalar ta'sir ko'rsatadi. Bir qator ionlar fermentlar tarkibiga kirib, fermentlarning faollik rolini bajaradi. O'zaro bog'liqlik karbonsuvlar, yog'lar, oqsil almashinuv jarayonida juda yaxshi ko'rinadi.

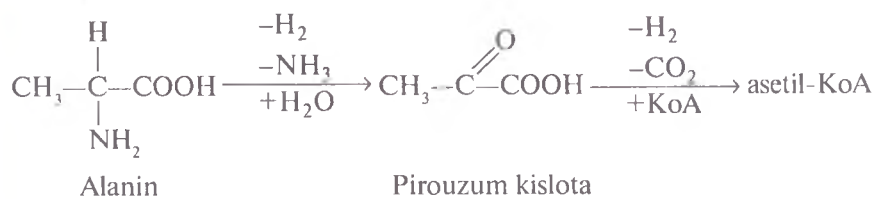
#### 16.1. Karbonsuvlar, yog'lar, oqsillar almashinuvining o'zaro bog'liqligi

Bu moddalar almashinuvini uchta asosiy bosqichga bo'lish mumkin: 1) tayyorlash; 2) universal bosqich; 3) uch karbon kislotasi siklida oksidlanish.

Tayyorlash bosqichida gidroliz reaksiyasi ko'rsatilgan.

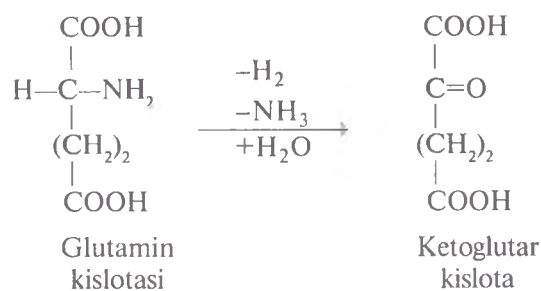
Di- va polisaxaridlar monosaxaridlar yoki ularning fosfor kislotasi efilari, yog'lardan glitserin va yog' kislotalari, oqsillardan aminokislotalar hosil bo'ladi.

Universal bosqichida karbonsuvlar, glitserin, yog' kislotalari, ayrim aminokislotalardan bir mahsulot — asetil-KoA hosil bo'ladi. Aminokislotalarning asetil-KoA ga aylanishi dezaminlanish bosqichi orqali va boshqa yo'llar bilan o'tadi. Masalan, alaninning aylanishi pirouzum kislotasi hosil bo'lishi bosqichi orqali o'tadi:

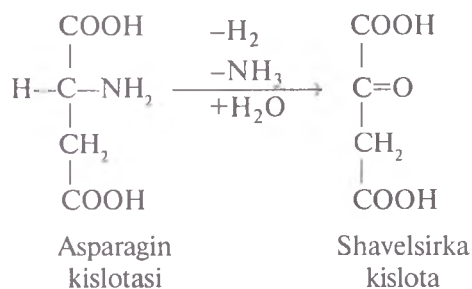


Boshqa aminokislotalar almashinuvi yog'lar, oqsillar, karbonsuvlar almashinuvi bilan qo'shilib, asetil-KoA ga oksidlanish bosqichining uch karbon kislotalari siklida o'tadi.

Glutamin kislotalari dezaminlanish natijasida uch karbon kislotalari siklining oraliq mahsuloti ketoglutar kislotalariga aylanadi:



Asparagin kislotalari dezaminlanish natijasida uch karbon kislotalari siklining oraliq mahsuloti — shavelsirka kislotalariga aylanadi.



Shunday qilib, yog'lar, oqsillar, karbonsuvlar parchalanish jarayonida yagona metabolik sikl hosil qilib, keyinchalik ularning aylanishi oxirlaganda birlashadi.

Organizmda ko'pgina moddalar almashinuvi reaksiyalari qaytar hisoblanadi. Ularning borishi o'tish sharoitiga, mahsulot va substratlarning konsentratsiyasiga bog'liq. Oqsillar, yog'lar, karbonsuvlar aylanish jarayonlarining ko'pgina bosqichlari qaytar hisoblanadi. Organizmga glikogen parchalanishi bilan bir qatorda uning sintezi nafaqat glukozadan, balki almashinuvning oddiy oraliq mahsulotlaridan: pirouzum, sut kislotasi, glitserin, oqsillar almashinuvi mahsulotlaridan hosil bo'ladi. Oraliq mahsulotlar karbonsuvlar va oqsillar almashinuvidan yog'lar sintezi juda ham tez o'tishi mumkin.

Organizmning karbonsuv resurslarini yo'qotishda yog'lar ko'p miqdorda energiya manbayi bo'lib ishlatiladi. Bunda yog' kislotalari to'qimalar tomonidan ishlatiladi yoki jigarda keton tanachalariga aylanadi, keyin qonga tushadi va to'qimalar tomonidan energetik substrat sifatida yo'qotiladi. Boshqa mahsulotlardan yog'larning sarflanishi – glitserindan glukozaga hosil bo'ladi va qonga tushadi hamda ayrim to'qimalarni energetik xomashyo bilan ta'minlaydi (miya, asab).

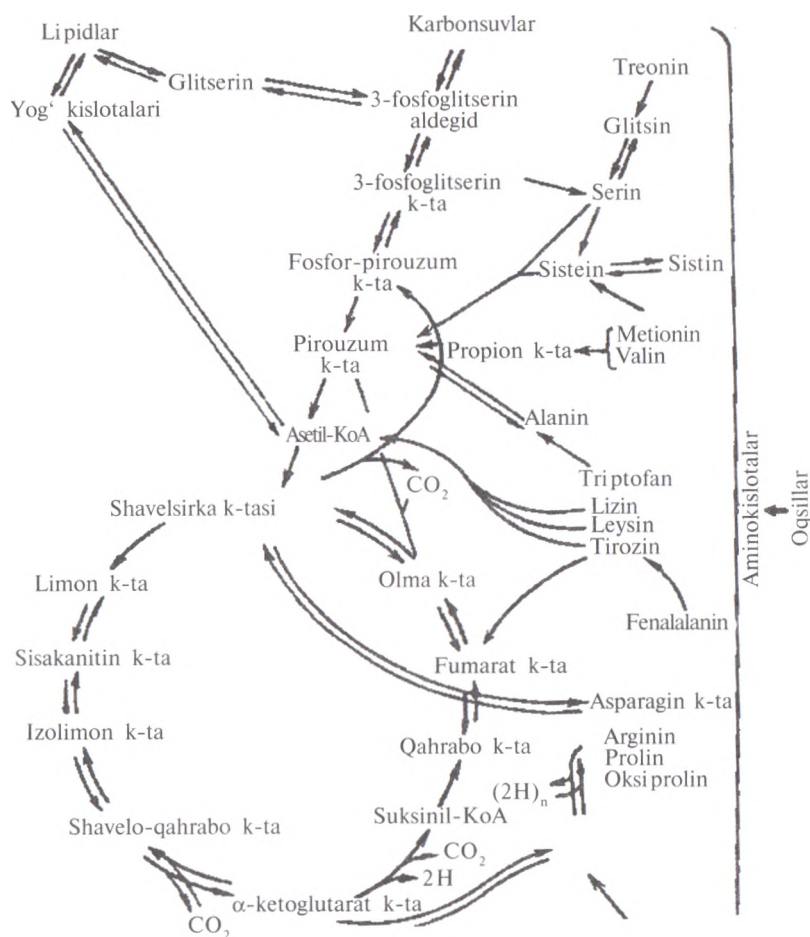
Karbonsuvlar, yog'lar va oqsillar mahsulotlarining almashinuvi biroz murakkab yo'l bo'lib, avvalo, ular o'zlaridan amin guruhi yoki ayrim paytlarda barcha boshqa guruhlardan tozalanishi kerak bo'ladi.

Karbonsuvlar va yog'lar almashinuvi mahsulotlaridan aminokislotalar hosil bo'lishi juda murakkab kechadi.

Organizmga almashtirib bo'lmaydigan aminokislotalarni boshqa moddalardan hosil qilib bo'lmaydi, boshqa almashtirib bo'ladigan aminokislotalarni sintezlash mumkin, buning uchun ularning tarkibiga aminoguruh kirishi kerak. Aminokislotalarning manbayi bo'lib boshqa aminokislotalar yoki o'z navbatida aminokislotalarni dezaminlashidan hosil bo'lgan erkin ammiak xizmat qilishi mumkin.

Shunday qilib, yangi aminokislotalar hosil bo'lishi deb emas, balki bir aminokislota boshqa aminokislota aylanishi deb qarash kerak. Bu jarayonlar organizm uchun juda katta ahamiyatga ega: ular almashtirib bo'lmaydigan aminokislotalar

sintezini ta'minlaydi va aminokislotalarning ovqatlar bilan kerakli nisbatda kirishini ta'minlaydi (23-rasm).



23-rasm. Karbonsuvlar, oqsillar va yog'lar almashinuvini metabolik o'zaro bog'liqligi.

Shunday qilib, karbonsuvlar, yog'lar, oqsillar almashinuvining o'zaro bog'liqligi va ularning bir-biriga aylanishi hayvonlar organizmi uchun juda muhimdir. Bundan tashqari,

yuqorida aytib o‘tilganidek, ular energetik substratlar zaxirasini yaratishda yordam beradi. Odam hayotida zaxiradagi yog‘larning energiyasi uncha katta rol o‘ynamaydi, ammo ayrim hayvonlarda u hayotiy rol o‘ynaydi (masalan, qo‘ng‘ir ayiq o‘zida energiyani yog‘ ko‘rinishida qishda uxlash davrida, uchib o‘tuvchi qushlar o‘tish davrida yog‘larni energiya sifatida saqlaydi).

### **16.2. Moddalar almashinuvi jarayonining hujayralararo boshqarilishi**

Tirik organizm murakkab tizimdan tashkil topgan bo‘lib, juda katta miqdordagi (odam organizmi bir necha yuz trillion) hujayradan tuzilgan. Har sekundda organizmda yuzlab har xil kimyoviy reaksiyalar alohida va birlashgan jarayonlar o‘tib, tirik organizm hayot faoliyatining asosini tashkil etadi. Bu murakkab tizim aniq va ravon, tez hamda aniq va kerakligicha tashqi ta‘sirotlarga reaksiya berib, ichki muhitning surilishiga, moddalar almashinuvining o‘zgarishiga qarab ishlaydi.

Jarayonlar almashinuvini faol boshqarish mexanizmi bilan bir qatorda tirik organizmning qator tuzilish va boshqa xususiyatlari borki, almashinuv jarayonining tartibli bo‘lishi bilan boshqarish ta‘sirini yengil o‘tkazadi. Bular qatoriga hujayra differensiyasi tizimini kiritish mumkin. Bir organizm hujayrasi bir xil tizimida bo‘lib, bir xil fermentlar to‘plamini tutib, ular po‘stlog‘ining o‘tkazuvchanligi o‘sha moddalar uchun bir xildir.

Bu organizmga tushadigan molekulalarga olib kelib, uning almashinuvi uchun ferment bo‘lgan hujayralarni ta‘minlaydi. Organizmda moddalar almashinuvi asab gormoni tizimi va shuningdek, hujayralararo avtomatik tizim orqali boshqariladi.

Organizmdagi moddalar almashinuvi boshqarilishining asosiy prinsipi – tanlab, organizmning talabiga to‘g‘ri keladigan alohida kimyoviy reaksiyalar tezligining o‘zgarishi, jarayonlar, kompleks jarayonlar kiradi. Bu tizim kimyoviy reaksiyalar tezligini, substratlar kirishi o‘zgarishining (boshqaruvchi

moddaning konsentratsiyasi) fermentlar faolligini, fermentlar miqdorini, koomillar ishlashini boshqaradi. Substrat va koomillar ishlashini va shuningdek, fermentlar faolligi o'zgarishini tez boshqarish mexanizmiga kiritish mumkin.

Fermentlar miqdorining o'zgarish mexanizmi o'zini boshqarish ta'sirini nisbatan sekin ko'rsatadi: uning ko'rinishi uchun bir necha soat yoki kunlar kerak bo'ladi.

#### **16.2.1. Substratlarning ishlashi (reaksiyaga kirishuvchi moddalarning konsentratsiyasi)**

Substratlar konsentratsiyasi reaksiya tezligiga to'g'ridan-to'g'ri yoki fermentlar faolligi orqali ta'sir qilishi mumkin. Substrat konsentratsiyasining kamayishi reaksiya tezligini pasayishga olib keladi. Ferment substrat bilan to'ldirilgan bo'lsa, boshqarish ta'siri fermentlar faolligiga ta'sir qilish orqali ko'rinadi.

Substrat konsentratsiyasining pasayishi ferment substrat bilan to'yinishdan to'xtaydi, bu esa reaksiya tezligiga ta'sir qiladi. Qarama-qarshi yo'nalishda kimyoviy reaksiyalar tezligi substrat konsentratsiyasining ortishiga ta'sir qiladi.

Substratlar konsentratsiyasining boshqarilishi hujayraga uning kirish bosqichidan boshlanishi mumkin.

Hujayra membranasining o'tkazuvchanligini boshqarishda gormonlar ham qatnashadi. Masalan, jigardagi glikogen sintezi tezligiga insulin ta'sir qiladi. Jumladan, jigar hujayra membranasini o'tkazuvchanligini glukoza uchun oshiradi, shu bilan uning hujayraga kirish tezligini oshiradi va glikogenning yuqori energetik sintezi uchun sharoit yaratadi.

Organizmning hayot faoliyati me'yoriy sharoitida metabolizmni oraliq reaksiyalarida qatnashuvchi ko'pgina fermentlar substrat reaksiyalarida miqdori kamligi tufayli barcha faolligini ko'rsata olmaydi.

Sport amaliyotida buni hisobga olib, tiklanish davrida oksidlanish tezligiga ta'sir qilish uchun organizmga qo'shimcha uch karbon siklining oraliq mahsulotlaridan: limon, qahrabo, olma kislotalari yuboriladi. Substratlar fondining o'zgarishi keng

diapazonda kimyoviy reaksiyalar tezligini boshqara olmaydi. Shuning uchun bu mexanizm hayvonlar orasida keng tarqalmagan.

### **16.2.2. Fermentlar faolligining o'zgarishi**

Agar kimyoviy jarayon tezligi shu yerdagi mexanizm yordamida boshqarilsa, bunda faqatgina bitta ferment (regulator) boshqaruvchi deb nomlangan ferment ta'sir qiladi. Bunday fermentlarga qoida bo'yicha boshlang'ich reaksiyani katalizlovchi fermentlardan bittasi kiradi. Metabolik yo'lni parchalagandan keyingi reaksiyani katalizlagan ferment boshqarish fermenti hisoblanadi. Bunday boshqarish tamoyili oraliq mahsulotlar yig'ilishiga olib keladi. Boshqarish fermentining faolligi boshqa fermentlar faolligiga nisbatan ancha past bo'ladi.

Boshqarishning bunday mexanizmi kimyoviy reaksiyalar tezligi o'zgarishini keng diapazonda tez ta'minlab beradi. U javob reaksiyasini yuqori aniqlikda xarakterlaydi.

Regulator fermentlar faolligiga ta'sir qiladigan ko'p omillar bor. Ulardan biri – substrat konsentratsiyasi bo'lib, biz ular haqida bo'limlarda tanishdik. Boshqa omil bu reaksiya mahsulotining konsentratsiyasi bo'lishi mumkin. Uning yuqori konsentratsiyasi boshqaruvchi fermentni kamroq ingibirlaydi, buni esa teskari bog'lash mexanizmida, ya'ni mahsulotning to'g'ridan-to'g'ri fermentga ta'sirida yoki ichki muhitning pH o'zgarishida ko'rish mumkin. Glikoliz tezligiga shu jarayon mahsuloti sut kislotasi ta'sir qilishi mumkin. Yo'nalishning bu ta'siri u holatda ham, bu holatda ham bitta: mahsulotlarni yig'ish va ichki muhitni birdan o'zgartirish.

Reaksiya mahsulotlarini boshqarish fermentiga faol ta'sir ko'rsatish mumkin yoki o'zi katalizator rovida kirishib, o'zining hosil bo'lishini tezlashtiradi.

Ovqat hazm qilish oqsillariga ta'sir qiluvchi fermentlaridan biri – tripsinogen enterkinaza ta'sirida tripsinning faol shakliga aylanadi, ammo past faollikka ega bo'lib, aylanishni juda sekin



olib boradi. Bu reaksiyada hosil bo'lgan tripsin ovqat hazm qilish oqsillariga ferment sifatida ta'sir qilib qolmasdan, tripsinogenga ta'sir qilib, uning tripsinga aylanishini tezlashtiradi. Bunday boshqarish mexanizmi autokataliz deb nomlanadi. U substratni tezda to'liq mahsulotlarga almashtirishda ishlatiladi.

Moddalar almashinuvi gormonlar ta'sirida fermentlar faolligi o'zgarishining birdan-bir asosiy boshqarish mexanizmlaridan biri hisoblanadi. Masalan, adrenalin glikogen parchalanishini qo'llab-quvvatlab tursa, yog' depolaridan lipidlarni safarbar qilishda tegishli fermentlar faolligiga ta'sir qilish yo'li bilan boradi. Fermentlar faolligiga ta'sir qilish har xil yo'llar bilan olib boriladi. Uchta asosiy yo'lga bo'linadi: raqobatli to'xtatish, raqobatsiz to'xtatish va allosterik boshqarish.

Agar ingibitor tuzilishiga ko'ra muayyan ferment substratiga o'xshasa, raqobatli to'xtatish yuz beradi, bunday ingibitor raqobatli ingibitor deb ataladi. Masalan, molonat kislotaga o'xshash bo'lganligi uchun fermentlarning suksinat kislotaga o'xshash bo'lganligi uchun fermentlarning faol markazini band qilib oladi, shu tufayli haqiqiy ferment – substrat majmuasi hosil bo'lishiga to'sqinlik qiladi, natijada fermentning suksinatni oksidlash qobiliyati yo'qoladi, ya'ni ferment to'xtatiladi.

Raqobatsiz ingibitorlar fermentning faol markazidan boshqa joyga bog'lanib, fermentativ reaksiyani to'xtatadi. Bu tipdagi ingibitorlar bilan substrat orasida tuzilishi jihatidan hech qanday o'xshashlik bo'lmaydi.

Raqobatsiz to'xtatishning kuchi va darajasi substratning konsentratsiyasiga bog'liq emas. Og'ir metallarning ionlari ( $Hg^{+2}$ ,  $Pb^{+2}$ ,  $Ag^{+}$ ,  $Cu^{+}$ ) va boshqa ko'pchilik fermentlar raqobatsiz ingibitor hisoblanadi.

Allosterik boshqarishda ferment qaysidir allosterik effektorlar bilan qo'shib, uni fazodagi konfiguratsiyasini (uchlamchi yoki to'rtlamchi tuzilishini) o'zgartiradi va shu bilan fermentni substrat bilan bog'lanishga va boradigan reaksiyaning katalizlanishiga ta'sir qiladi.

### 16.2.3. Fermentlar miqdorining o'zgarishi

Fermentlar sintezi tezligini oshirish (induksiya) va uni yo'qotish (repressiya) hujayraning genetik apparati darajasida (DNK va RNK) olib boriladi va bu aniq genlarni faollashtirish va yo'qotish bilan xulosalanadi.

Genetik apparatni boshqarish darajasini quyidagicha ko'rsatish mumkin:

- 1) fermentlar miqdorining oshishi yoki kamayishi;
- 2) hujayrada bir fermentlar tipining o'zgarish nisbati;
- 3) hujayradagi har xil fermentlar miqdori nisbatining o'zgarishi, bitta yoki shu reaksiyani katalizlab, katalitik xossasi bilan farq qilishi mumkin.

#### *Nazorat savollari*

1. *Karbonsuvlar, yog'lar, oqsillar almashinuvining o'zaro bog'liqligini tushuntiring.*
2. *Moddalar almashinuvi jarayonini tushuntirib bering.*
3. *Fermentlar o'zgarishi haqida aytib bering.*

## UCHINCHI QISM

### SPORT BIOKIMYOSI

#### 17-bob.

#### MUSKUL VA MUSKUL QISQARISHI BIOKIMYOSI. MUSKUL TOLALARI

Inson tanasining muskullari morfologik jihatdan ikki turga bo'linadi:

1. Ko'ndalang-targ'il muskullar paylar yordamida suyaklar bilan bog'langanliklari uchun *skelet muskullari* deb nomlanadi.

2. **Silliqlik muskullar** qon va limfa tomirlari, ichak hamda terilar tarkibida bo'lib, gistomorfologik jihatdan bir-birlaridan farqlanadi.

Skelet muskullarining birlamchi tuzilishini muskul tolalari tashkil etadi. Muskul tolalari morfologik, biomexanik va tibbiy-kimyoviy nuqtayi nazardan uch guruhga bo'linadi:

1) oq tolalar (FT) tez qisqaruvchilar – kam vaqt davomida katta ish quvvatini bajarish qobiliyatiga ega. Bularning energetik ta'minoti anaerob oksidlanish hisobiga bajariladi;

2) qizil tolalar (ST) sekin qisqaruvchilar – uzoq vaqt davomida mo'tadil quvvatli ish bajarish qobiliyatiga ega. Bularning energetik ta'minoti, asosan, aerob oksidlanish hisobiga bajariladi;

3) oraliq tolalar (FR) mo'tadil qisqarishga ega bo'lib, anaerob va aerob oksidlanishlar hisobiga quvvat bilan ta'minlanadi.

FT, ST va FR tolalarining miqdorlar nisbati sportchilarning irsiy belgilariga bog'liq bo'lishi bilan bir qatorda har xil muskul turkumlarida ham ularning miqdor nisbatlari turlicha bo'lishi mumkin.

Muskul tolalarining o'lchamlari ularning bajaradigan ishi va faoliyatiga bog'liq bo'lib, tolalar uzunligi o'rtacha 0,1 dan 3 sm gacha, ba'zi bir sutemizuvchi hayvonlarda hatto 50 sm ga ham yetadi, qalinligi esa 0,01–0,2 mm oralig'ida. Muskul tolalari ko'p mag'izlik (yadro) gigant hujayra hisoblanadi va mag'izlar soni 100–200 tagacha bo'ladi.

Hujayrani o'rab olgan qobiq – sarkolemma ikki qatlam (oqsil, lipid)dan tashkil topgan. Sarkolemma hujayralararo suyuqlikka va hujayra ichkarisiga moddalarni saralab o'tkazish qobiliyatiga ega. U hujayra qobig'idan tashqari va ichkariga oqsil, lipidlar, moy hamda nuklein kislotalari va polisaxaridlarni o'tkazmaydi. Aminokislotalar, laktat, piruvat va keton tanachalari bemalol o'tadi. Qisqa zanjirli peptidlar ega vaziyatga qarab sarkolemmadan o'tishi mumkin.

Sarkolemma saralab o'tkazuvchanlikda faol xususiyatga ega bo'lganligi sababli hujayra ichkarisidagi ba'zi bir moddalarning konsentratsiyasi hujayra tashqarisidagiga nisbatan katta bo'lish xususiyatiga ega. O'tkazuvchanlikning shu faol xususiyatiga binoan  $K^+$  ionlar konsentratsiyasi hujayra ichkarisida va  $Na^+$  ionlari konsentratsiyasi hujayra tashqarisida kattaligi natijasida membrana potentsiali sodir bo'lib, muskul qo'zg'alish qobiliyati kelib chiqadi.

Muskul hujayrasining ichki qismi, ya'ni sitoplazmasi sarkoplazma deb nomlanadi va sarkoplazma oqsil, lipid hamda karbonsuvlar tabiatli kolloid majmuasidan tashkil topgan bo'lib, unda mag'iz, mitoxondriya (sarkosoma), ribosoma va glikogen parchalari bilan bir qatorda, muskulning asosiy funksional birligi – miofibrillar joylashadi.

**Miofibrillar.** Miofibrillarning muskul hujayralari hamda boshqa to'qima va tana hujayralaridan farqlovchi xususiyati, muskul qisqarish va bo'shshish vazifasini bajaradi. Miofibrillar oqsil molekulalarini iqtisodlab, bog'lamlar hosil qilish natijasida tashkil topadi. Ularning uzunligiga muskullar uzunligi to'g'ri kelib, diametri taxminan 1–2 mikron. Sport bilan shug'ullangan kishilarda miofibrillar to'planib, zich bog'lam holida bo'lsa, mashq qilmagan kishilarda esa tarqoq ko'rinishda bo'ladi.

Mikroskop yordamida miofibrillarning tuzilishi o'rganilganda muskul tolasiga nisbatan ko'ndalang joylashgan oq va qoramtir yassi parchalar ko'rinadi hamda mana shu ikki yassi parchalar o'rtasida muskul qisqarishida ishtirok etuvchi birlik – sarkomer joylashadi. Sarkomer – muskul qisqarishida ishtirok qiladigan asosiy birlik.

Oddiy mikroskop yordamida muskul tolalari o'rganilganda ular bir-birlaridan 0,1 sm masofa oralig'ida yassi parchalar ko'rinishida joylashgan bo'ladi, bular  $Z$  yassi parchalar deyiladi va ular oralig'ida sarkolemma o'rin oladi. Sarkomerlar ikki yassi parchalari o'rtasida joylashgan bo'lib, bitta miofibril 1000–1200 sarkomerlardan joylangan. Har bir sarkomer qalin va ingichka (protofibril) tolalardan tashkil topgan bo'ladi.

Protofibrillarning shakllanishi deganda yo'g'on tolalar orasiga ingichka tolalarning joylashishi tushuniladi. Sarkomerning magzida uzunchoq kesimli (nurni ikki bor qaytaruvchi) anazatron birlik bo'lib, bu  $A$  gardish ( $A$  disk) deb nomlanadi.

1953-yilgacha sarkomerlarning tuzilishi batafsil o'rganilmagan bo'lib, G. Xaksl tomonidan elektron mikroskop yordamida kuzatish natijasida quyidagilar aniqlandi:

- muskullarda oqsil tolalari juda tartibli joylashadi;
- ko'ndalang kesimi (diametri) 12–16  $\mu\text{m}$  ( $\mu\text{m} = 10^{-6}$ ) va uzunligi taxminan 105  $\mu\text{m}$  ( $\mu\text{m} = 10^{-6}$ ) o'lchamli yo'g'on ipsimon oqsil tolalari olti burchakli ko'rinishda bo'lib,  $A$  gardishlardan o'tadi;
- ingichka ipsimon oqsil tolalari  $A$  gardishlarda yo'g'on oqsil tolalari o'rtasidan cho'zilib o'tadi;
- muskullar qisqarganda  $I$  gardishlar deyarli yo'qoladi, ingichka va yo'g'on tolalar qo'shilgan joylari kattalashadi, demak, muskul qisqarishi jarayonida ingichka va yo'g'on tolalar o'zaro siljiydi. Bunda sarkomerlarning qisqarishi taxminan 1,7–1,8  $\mu\text{m}$  ga to'g'ri keladi;
- yo'g'on tolalar – miozin oqsili, ingichka tolalar esa aktin oqsilidir.

### 17.1. Muskul oqsillari

Muskul oqsillarini sarkolemma, sarkoplazma, mag'iz, sarkosoma hamda sarkoplazma oqsillari va asosan muskul qisqarishida faol ishtirok etadigan miofibril oqsillari bo'lgan miozin, aktin, tropomiozin, troponinlar tashkil etadi.

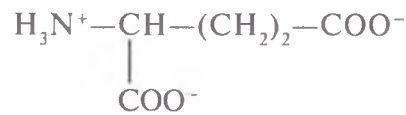
24- jadval

Muskul oqsillarining nisbiy (%) miqdori va molekular og'irligi

№	Oqsillar	m.o.	Miqdori, %
1.	Miozin	460 000	55–60
2.	Aktin	46 000	20–25
3.	Tropomiozin	70 000	4–6
4.	Troponinlar, jami	76 000	4–6
	Tp.T	37 000	
	Tp.I	21 000	
	Tp.S	18 000	
5.	α-aktin	180 000	1–2
6.	Boshqa oqsillar yoki miogenlar		5–10

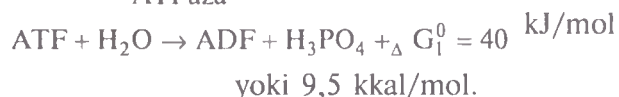
Quyida skelet muskullarining asosiy vazifalari hisoblangan qisqarish, kuchlanish va bo'shshish jarayonlarida faol ishtirok etadigan muhim oqsillar bilan tanishamiz.

**Miozin.** Shakl jihatidan ipsimon oqsil. Molekular og'irligi (m.o.) 460 000. Tarkibida ko'p miqdorda kislota xususiyatiga ega bo'lgan glutamat aminokislotasini tutgani uchun  $Ca^{2+}$  va  $Md^{2+}$  kationlarini bog'lab olish xususiyatiga ega:



Miozin kalsiy ionlari ishtirokida adenozinuchfosfat fermentativ xossaga ega bo'lib, ATF ni gidrolizlaydi va natijada muskul qisqarishida ishtirok etadigan quvvat ajraladi.

ATFaza



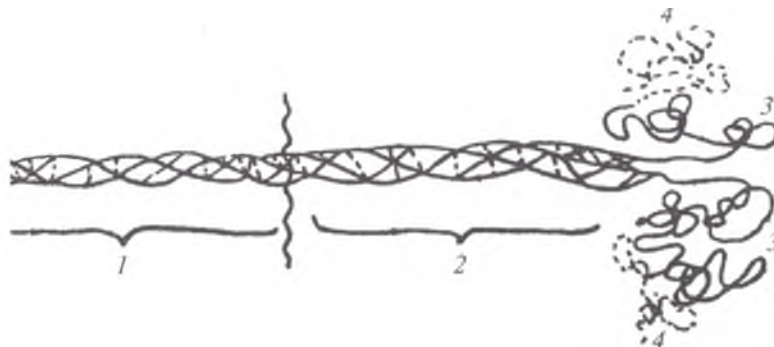
Miozin magniy ionlari bilan ATF va ADF molekulalarini o'ziga qo'shib olish hamda qisqarishda ishtirok etadigan ikkinchi oqsil — aktin bilan qo'shib, aktomiozin majmuasini hosil qilish xususiyatiga ega.

Miozin molekulasini uzun (160 nm) va ingichka (2 nm) bo'ladi. Molekula ikkita bir xil polipeptid zanjirlari  $\alpha$ -spiral ko'rinishida bir-birlari bilan o'ralashadi. Bu polipeptidlar ma'lum bo'lgan polipeptidlarning eng uzuni hisoblanib, ularning birlamchi tuzilishlarini 1800 aminokislota qoldiqlari qo'shilishidan hosil qiladi.

Miozin molekulasining bir tomonida ikkita polipeptid zanjirning shakllanishi natijasida mokisimon tuguncha hosil qiladi, bu miozin "boshchalari"dir. Bu ikkala boshcha ikkitadan m.o. 20 000 ga to'g'ri keladigan yengil polipeptid zanjirlari bilan mexanik ravishda bog'langan.

Shunday qilib, miozin molekulasini geksomar (to'rtta polipeptid zanjirlari) shaklida bo'lib, ikkita og'ir va ikkita yengil polipeptid zanjirlari qo'shilishidan tashkil topadi. Uning molekular og'irligi taxminan 450000 va 500 000 o'rtasida bo'ladi (24-rasm).

Miozin molekulasini proteolitik fermentlar ta'sirida ikki bo'lakka: og'ir va yengil meromiozinlarga parchalanadi. Og'ir meromiozin bo'lagida kreatinfosfokinaza, xolinesteraza va AMF — dezaminaza fermentlari joylashgan bo'ladi. Bu qismda nukleotidlar va shu jumladan, oqsil aktin hamda ATF birlashtiruvchi faol markazlar o'rin tutadi. Muskulning qisqarishini miozinning shu qismi, ya'ni og'ir meromiozin bajaradi.



24-rasm. Miozin molekulasining tuzilishi:

1—yengil meromiozin — L, mm; 2—ogʻir meromiozin — N, mm;  
3—"boshchalar"; 4—yengil peptidlar.

Miozin "boshchasi"dagi yengil peptidlar ATF ni quyidagi usullar bilan parchalash xususiyatiga ega:

1. ATF miozin bilan qoʻshiladi:



2. Miozinning faol energetik holati (M):



3. Energetik holat hisobiga miozin tolasining qisqarishi:



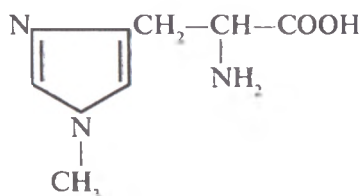
4. Assotsialashgan (qoʻshilgan) mahsulotlarning dissotsiyalanishi (ajralishi):



**Aktin.** Tabiiy aktin G — aktin hisoblanib, ularning har biri 374 ta aminokislota qoldiqlarining birlashishidan hosil boʻlib, m.o. taxminan 43000. Qizigʻi shundaki, aktin molekulasining



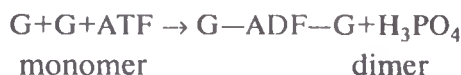
birlamchi tuzilishidagi 73 aminokislota qoldig'i, gistidin aminokislotasining metallangan unumi – N – metilgistidin hisoblanadi:



Muskuil to'qimalarida aktin uch xil holatda uchraydi:

1. Monomer (globular).
2. Dimer.
3. Polimer – (fibrill), ipsimon aktin 374 ta aminokislota qoldig'idan tashkil topgan.

Monomer globular (G) aktin ATF bilan bog'langan. M.o. 40.000. Dimer aktin hosil bo'lishida monomer G – aktin ATF ni parchalab, dimer aktin hosil qiladi:



Dimer aktinlarining ikkita molekula zanjiri bir-biri bilan o'ralib, polimer aktin buramasini tashkil qiladi. Inson muskuillarida, asosan, ipsimon aktin uchraydi.

Har bir globular (monomer) aktin bir molekula ATF va bitta  $\text{Ca}^{2+}$  ionlari bilan bog'langan bo'ladi.

Miofibrill tolalarining morfologiyasi va biokimyosi aniqlanmasdan oldin ham aktin hamda miozinning muskuil qisqarishida ishtirok etishi ma'lum edi. 1929-yilda muskuil qisqarishining quvvat bilan ta'minlanishida ATF ning ishtiroki aniqlanadi hamda 1936-yilda Engulgard va Lyubimovo tomonidan miozin fermentativ, ya'ni ATFni parchalash qobiliyatiga ega ekanligi tasdiqlanadi. 1947-yilda Sent-Derdi muskuilning qisqarishida aktin va miozin ishtirok etishi va ATFzani faollashishi uchun  $\text{Mg}^{+2}$  ionlari kerakligini

aniqlaydi hamda muskulning qisqarishi natijasida aktomiozin oqsillar majmuasi hosil bo'lishini tasdiqlaydi.

**Troponin.** Troponin oqsil molekulasida uchta polipeptid zanjiridan tashkil topib, m.o. 18.000 dan 37.000 tagacha bo'ladi. Troponinning birinchi polipeptid zanjiri (TpT) tropomiozin (Tm) oqsili bilan mustahkam bog'langan. Ikkinchisi (Tn)  $Ca^{2+}$  ionlari bo'lganda aktin bilan birlashib, ATF ning gidrolizini ingibirlaydi.

Uchinchisi (TnC)  $Ca^{2+}$  ionlarini qabul qilishi bilan ingibirlanish to'xtatiladi va muskul qisqarishi boshlanadi. Troponin oqsili katta manfiy qutbga ega, shuning uchun ham kalsiy kationlarini qabul qila oladi. Qisqarayotgan muskullarda troponin aktin bilan birlashib, uning faol markazini himoya qiladi. Troponin (TnC) aktin molekulasidagi  $Ca^{2+}$  ionlarini manfiy qutblariga qo'shib, aktinning faol markazlarini ochadi.

**Tropomiozin.** Tm – ikkita polipeptid zanjiridan tashkil topib, o'zaro burama tashkil qiladi. M.o. 130.000, molekula uzunligi 40 nm va qalinligi 2 nm. Tm aktin oqsil tolasi sathidagi joylarda joylashib, uning uzunligining 1/7 qismiga to'g'ri keladi.

Kontrassimon (globular) aktin va troponin hamda ipsimon (fibrillar) tropomiozin oqsillari muskullarda o'zaro nokovalent bog'lanib, miofibrill tolalarni tashkil etadi. Gistomorfologik miofibrill tolalari quyidagi ko'rinishga ega: bir nechta aktin molekulasidan so'ng troponin oqsili joylashadi, bu shakllanish bir necha bor takrorlanadi.

Aktin va Tm oqsillari bamosoli munchoq bo'lib, ipsimon oqsil troponinga teriladi.

## 17.2. Muskulning kimyoviy tarkibi

Muskul 72–80% suv va 20–28% quruq qoldiqdan tashkil topgan. Quruq qoldiqning 85%i oqsil, 15%i tarkibida azot tutgan turli birikmalar, fosforli moddalar, lipoidlar va mineral tuzlardan iborat. 25-jadvalda organik moddalarning asosiy qismini mushak oqsillari tashkil qilishi ko'rinib turibdi.

ATF (0,25–0,4%) va kreatinfosfat KrF (0,4–1,0%) suvda eriydigan, molekulasida azot tutuvchi muhim moddalardan hisoblanadi. Jismoniy chiniqqan kishilarning muskullarida KrF miqdori ko‘p.

ATF va KrF muskul qisqarishini quvvat bilan ta‘minlovchi makroergik (katta kuchli) a‘zoik moddalar hisoblanib, ularning parchalanishidan hosil bo‘ladigan ADF, AMF va kreatinlar muskullardagi modda almashish jarayonlarini tartibga solib turadi.

Muskuldagi dipeptid karnozin ( $\beta$ -alanin –  $\alpha$ -gistidin) 0,1–0,3%ni tashkil qiladi.

25-jadval

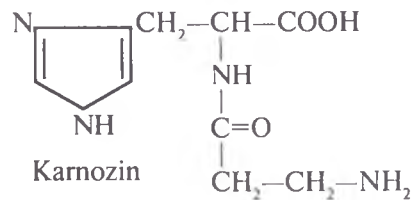
**Muskulning kimyoviy tarkibi**

<b>Moddalar</b>	<b>Miqdori</b>
Suv	72–80
Organik moddalar	20–25
Noorganik moddalar	1–1,5
Organik moddalar:	
oqsillar	16,3–20,9
glikogen	0,3–0,9
fosfatidlar	0,4–1,0
xolesterin	0,03–0,23
kreatin kreatinfosfat	0,2–0,55
kreatinin	0,003–0,005
ATF	0,25–0,4
karnozin	0,2–0,3
karnitin	0,02–0,05
anserin	0,09–0,15
Purin asoslari	0,07–0,23
Erkin aminokislotalar	0,1–0,7
Siydikchil	0,002–0,2

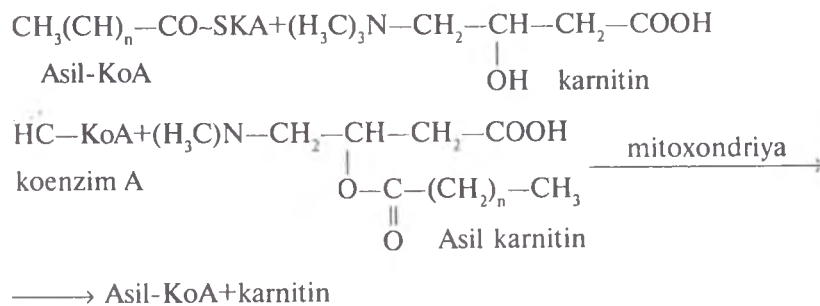
Davomi

Laktat	0,01–0,02
Noorganik moddalar:	
K	o'rtacha 0,32
Na	o'rtacha 0,08
Ca	o'rtacha 0,007
Mg	o'rtacha 0,2
Cl	o'rtacha 0,02
P	o'rtacha 0,2

Karnozin ta'sirida faoliyatdagi muskul tolalarining amplitudasi ko'payishi tufayli charchash jarayonlari kamayadi:



Ma'lum moy kislotalarining faollangan unumlari asil-KoA, mitoxondriyalarda  $\beta$ -oksidlanish jarayonlariga uchrab, har bir  $\alpha$ -oksidlanish davrasida mushak qisqarishi uchun 5 molekula ATF resintezlaydi: asil-KoA sarkoplazmadan sarkosomalar tashishda azotli modda karnitin  $\gamma$ -uchmetilalanin –  $\beta$ -gidroksibutirat ishtirok etadi:



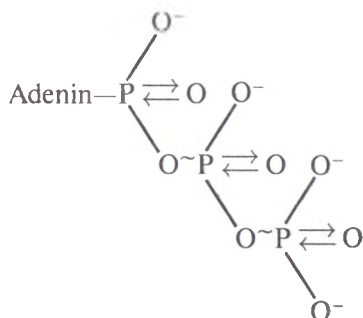
**Azotsiz moddalar.** Muskul tarkibidagi asosiy azotsiz moddalar: glikogen va uning almashinuv mahsulotlari, moylar, glitserin, moy kislotalari va uning unumlari, xolesterin, keton tanachalari hamda mineral tuzlar bo'ladi. Glikogen erkin yoki oqsillar bilan bog'langan holatda bo'ladi. Glikogen miqdori iste'mol qilinadigan ozuqa tarkibiga bog'liq bo'lib, 0,2–0,3% ga teng. Sport bilan shug'ullangan kishilarda glikogen miqdori muskul sarkoplazmasida ko'payadi. Chidamliligi yuqori bo'lgan sportchilarda jamg'arilgan moy miqdori katta bo'lib, sport turlari bilan uzoq muddat shug'ullanishga imkoniyat beradi. Mineral moddalardan  $K^+$ ,  $Na^+$ ,  $Mg^{++}$ ,  $Ca^{++}$ ,  $Cl$  va  $H_2PO_4$  (1,0–1,5%) ionlari bo'lib, bular mushakdagi modda almashinuvi jarayonlarini neyrohumoral omillar orqali tartibga soladi.

### 17.3. Muskul faoliyatidagi biokimyoviy jarayonlar

Muskulning qisqarish jarayonida miozin "boshcha"lari yo'g'on protofibrillardan tugunchalar, ya'ni "boshchasi" va ingichka protofibrillar – aktin birliklarining faol markazlari o'rtalarida qayta-qayta bog'lar hosil bo'ladi, so'ngra uziladi. Hosil bo'ladigan bog'larning kelib chiqish mohiyatini quyidagicha tasavvur qilish mumkin. Bo'shashgan muskullarda miozinning "boshchasi" yo'g'on protofibrillar o'rtasida o'simtalar hosil qilib, yo'g'on protofibrillarning o'qlariga nisbatan perpendikular joylashadi. Qisqarish davrida "boshcha" miozin tolasiga nisbatan o'tkir burchak hosil qiladi. Buning natijasida aktin va miozin oqsillari tolalari bog'lanadi.

Shundan so'ng miozin molekulasi "boshcha"sining o'zgarishi oqibatida hosil bo'lgan bog' kuchlanishi ortadi va natijada muskul qisqaradi. Mana shu muskulning qisqarish jarayonida aktin tolasini – aktin tola uzunligi o'lchovida miozinning sarkomer markazi yo'nalishi tomon qisqarib, muskulni harakatga keltiradi (25-rasm).



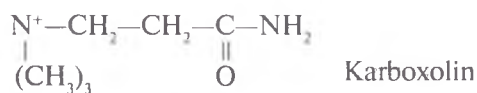
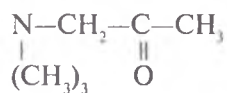
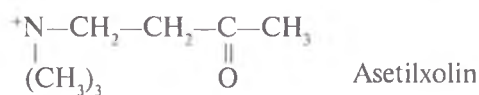


Bu jarayonning sodir bo'lishiga to'sqinlik qiladigan omil – sarkoplazmatik to'r tarkibidagi SR-oqsildir. Bu oqsil  $\text{Ca}^{2+}$  ionlarini bog'lab, metalloproteid –  $\text{Ca}^{2+}$  ko'rinishida bo'ladi.  $\text{Ca}^{2+}$  ionlari ajralishi uchun asab impulslari zarur.



Asab impulslarining muskul qisqarishida ishtirok etishi hujayraning molekular darajasida quyidagicha ifodalanadi:

1. Musbat qutbli xolinergik tizim molekulari hisoblangan asetilxolin, suksinilxolin va karboxolinlar sarkolemma oqsillari bilan shunday muloqotda bo'ladi, buning natijasida muskul hujayra qobig'ining o'tkazuvchanligi o'zgaradi.



2. Hujayralararo suyuqlikdagi musbat qutbli muskul qobig'i sarkolemma orqali hujayraning sarkoplazmasiga o'tadi.

3.  $\text{Na}^+$  ionlari sarkolemma devoridagi manfiy qutblarning neytrallanishi natijasida muskul hujayrasining qo'zg'aluvchanligi ortadi.

4. Muskul hujayrasining o'zgaruvchanligi oshishi tufayli kalsiy – proteinli oqsildan bog'langan  $\text{Ca}^{2+}$  ionlari ajraladi:



5. Miofibrillarda aktin troponin bilan bog'langanligi sababli (T1) uning markazi berk bo'ladi.

Ajralgan kalsiy ionlari miofibrillarga ta'sir qilib, T1 bilan bog'lanadi, aktin oqsili erkin holatga o'tib, uning faol markazi ochiladi:



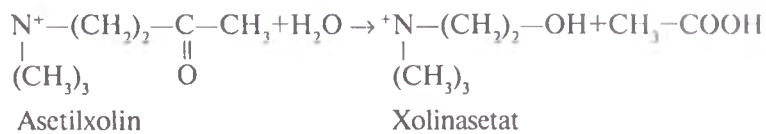
6. Yo'g'on va ingichka protofibril tolalari o'rtasida elektrostatik kuchlarning uzilishi natijasida aktin bilan miozin bog'lanish xususiyatiga ega bo'lib, erkin miozin ATF ni parchalab, parchalanish quvvati hisobiga aktomiozin majmui hosil bo'lib, muskul qisqaradi va jismoniy ish bajariladi.

**Gumoral omillar.** Muskulning qisqarishida, charchashida va charchashning oldini olishda gumoral omillarning ahamiyati katta. Gumoral omillar inson a'zolarining hujayralarida ishlanib, juda kam miqdorda ta'sir ko'rsatadi.

Bu omillar sintezlanganidan so'ng qon orqali muskul to'qimalariga yetkaziladi va ular muskul hujayralaridagi modda almashinuvi jarayonlarini molekular darajada tartibga soladi.

Muskulning qisqarishini to'xtatishda xolinergik moddalar fermentlar ta'sirida parchalanib, faolligini yo'qotadi. Masalan, xolinesteraza fermenti ta'sirida neyrogormon – asetilxolin parchalanib, muskul qisqarishi to'xtaydi:





Charchash natijasida muskul qisqarishining to'xtash sabablari ham yuqorida keltirilgan omilga bog'liq bo'ladi.

Charchash muskul faoliyatida ularning ishlash qobiliyati vaqtincha susayib borishining rivojlanishidir. Bu patologik holat emas, himoya vazifasini bajaradi. Charchash ishlash natijasida hosil bo'layotgan a'zolar uchun xatarli biokimyoviy va funksional o'zgarishlarning yaqinlashib kelayotganidan dalolat beradi va ularning oldini olish uchun avtomatik ravishda muskulning ish faoliyatini susaytiradi.

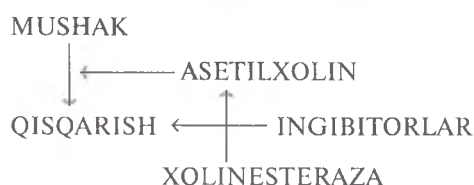
Charchash holatida asab hujayralaridagi ATF ning konsentratsiyasi kamayadi va neyromediator – asetilxolinning biosintezi o'zgaradi. Natijada markaziy asab majmuasining (MAM) harakatlantiruvchi asab impulslarini hosil qilish va ularni ishlayotgan muskullarga yuborish faoliyati buziladi.

Charchaganda ishlayotgan muskullardagi jamg'arilgan quvvat beruvchi moddalarning (kreatinfosfat, glikogen) miqdori deyarli tugaydi, parchalanish mahsulotlari (sut kislotasi, keton tanachalari) yig'ilib boradi va hujayralarning ichki muhiti (pH) keskin o'zgara boshlaydi. Muskulning quvvat bilan ta'minlashga bog'liq bo'lgan jarayonlarini boshqarish buziladi, o'pka orqali nafas olish va qon aylanish majmualarining faoliyatida kattagina o'zgarishlar sodir bo'ladi.

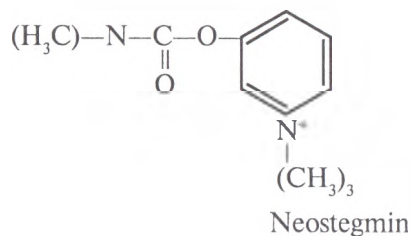
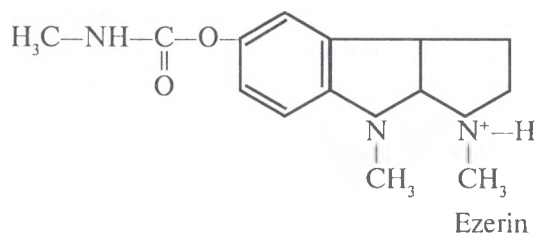
Odamning oz vaqtda shiddatli ishlaganda charchashning asosiy sababi – ishlayotgan muskuldagi miozin – ATF faolligining to'planib qolgan metabolitlar (moddalar almashinuvinining oraliq mahsulotlari) ta'siri natijasida pasayishi va ATF/ADF tengligining buzilishidan kelib chiqqan markaziy asab majmuasidagi himoya qiluvchi tormozlanishning rivojlanishidir. Nisbatan o'rta me'yorli uzoq muddatli ishlashda charchashning asosiy sabablari quvvat bilan ta'minlanish mexanizmining buzilishi (jumladan, muskul ichidagi glikogen

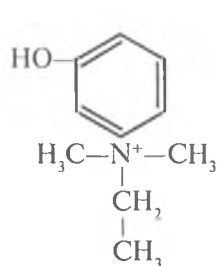
jang ariyasining tuganishini yoki yog tar chala oksidlanish mahsulotlarining jamg'arilishi) va  $K^+$  ionlarining hujayralararo bo'shliqqa chiqishi tufayli muskulning qo'zg'aluvchanligi susayishi bilan bog'liq bo'lgan omil bo'la oladi.

Odatda, charchashni kamaytirish, qayta tiklanish davrini qisqartirish yoki ish qobiliyatini orttirish kabi maqsadlarda o'simliklardan ajratib olingan, organizm uchun zararsiz bo'lgan qon tomirlarining tonusini orttiruvchi moddalar, turli vitaminlar va boshqa dorisimon moddalardan foydalaniladi:

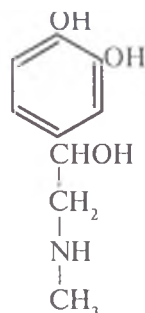


Muskul ishining faoliyatini qo'zg'atib, ish qobiliyatini oshiruvchi gumoral moddalar – xolinesteraza fermentining ingibitorlaridir. Ingibitorlar ta'sirida xolinesteraza fermenti faolligining to'xtashi tufayli asetilxolin parchalanmaydi va buning natijasida muskul qisqarishi davom etadi. Xolinesteraza fermentining ingibitorlari quyidagi moddalar bo'ladi:

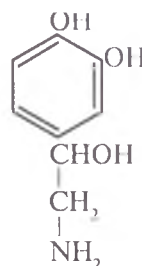




Endofoniy



Adrenalin



Noradrenalin

Ishdan so'ng dam olish davrida muskul va boshqa a'zolarida jismoniy mashqlarni bajarish vaqtida sodir bo'lgan biokimyoviy o'zgarishlar asta-sekin tugatiladi. Eng katta o'zgarishlar quvvat almashinuvi doirasida sodir bo'ladi.

Muskulning qisqarishi natijasida ularda quvvat almashinuvining substratlari – kreatinfosfat, glikogen hamda uzoq muddatli mashqlarda yog'larning miqdori kamayadi va aksincha, hujayra ichidagi moddalar almashinuvining mahsulotlari – ADF, AMF,  $H_3PO_4$ , sut kislotasi, keton tanachalari va boshqalarning miqdori ko'payadi.

Bajarilgan ishga tegishli bo'lgan moddalar almashinuvi mahsulotlarining yig'ilishi va gormonlar faolligining oshishidan so'ng charchash davrida to'qimalarda oksidlanish jarayonlarini kuchaytiradi.

Bu esa muskul ichidagi quvvat beruvchi moddalar jamg'armasining tiklanishga va organizmning suv-elektrolit tengligini me'yoriy holatga olib keladi hamda a'zoldagi jismoniy mashqlar ta'siriga uchragan oqsillarning induktiv sintezini ta'minlaydi.

Organizmdagi kimyoviy o'zgarishlarning umumiy yo'nalishlari va ularning me'yoriy holatga qaytish uchun kerak bo'lgan vaqtga qarab, tiklanish jarayonlari ikki turga – shoshilinch va qoldirilgan tiklanishlarga bo'linadi.

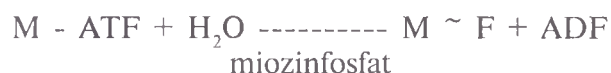
### Muskul qisqarishining kimyoviy mohiyati

Muskul qisqarishining biokimyoviy mohiyati hozirgi kunda ikki xil ta'rifli zamonaviy nazariya bilan tushuntiriladi.

*Birinchi*, kimyoviy quvvat (ATF) parchalanib, aktomiozin birlashmasini hosil qiladi, bunda ATF ning quvvati miozinga o'tib, miozinfosfat orqali muskul qisqaradi.

*Ikkinchi*, kimyoviy energiya (ATF) parchalanmasdan miozin bilan aktinni bog'lab, aktomiozin birlashmasini hosil qiladi va undan so'ng parchalanib, muskul qisqaradi.

1.1. Birinchi nazariyaga binoan, miozin oqsili o'z molekulasida ATF ni tutsa ham (M-ATF), bu ikki modda o'rtasida makroergik quvvatli bog'lanish yo'q. Makroergik bog' sodir bo'lishi uchun miozin fermentativ qobiliyatini ishga solib, (ATF-aza) ATF ni parchalab,  $ATF \rightleftharpoons ADF + H_3PO_4$  fosfat kislota qoldig'i bilan birlashib, makroergik bog' hosil qiladi:



1.2. Miozindagi makroergik fosfat aktomiozin birlashmasiga o'tadi:



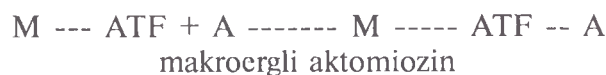
1.3. Quvvatga boy aktomiozin birlashmasi qisqarib, ish bajariladi:



1.4. Aktomiozin yangi ATF bilan qo'shib, muskul bo'shashib, ferment substrat birlashmasini hosil qilib, dastlabki holatiga qaytadi:



2.1. Ikkinchi nazariyaga binoan, muskul qisqarishining birinchi bosqichida ATF parchalanmasdan, aktin bilan miozinni qo'shib, aktomiozin birlashmasini tashkil etadi:



2.2. Bu bosqichda miozinning ATF aza fermentativ faolligi natijasida ATF parchalanishi hisobiga ish bajariladi:



2.3. Aktomiozin oqsil molekulasidagi ADF, ATF bilan o'rin almashinadi, natijada ferment – substrat birlashmasi hosil bo'lib, avvalgi holatiga qaytadi:



Muskulni qo'zg'atuvchi asab turtkilari kelishi barqaror bo'lgan davrida muskul qisqarish jarayonlari uzluksiz davom etadi, aks holda muskul qisqarishi to'xtab, muskul bo'shashadi.

Bu holatda sarkolemma membranalarida va CP oqsillarida  $\text{Ca}^{2+}$  ionlarining boshlang'ich taqsimoti tiklanadi:



Ish bajarayotgan muskullarda ATF ning parchalanish tezligi juda katta, 1 minut davomida 1 gr muskul 10 mikromol atrofida ATF ni parchalaydi.

Ma'lumki, muskulda ATF ning miqdori uncha katta emas, 1 kg muskulda 5 mikromol.

ATF ning mana shu miqdori maksimal quvvat darajasida jismoniy ish bajarilganda 0,5–1,0 sekundga yetadi, shunga binoan, sarflangan ATF miqdori shu tezlikda qaytadan (resintez) sintezlanishi shart.

Muskul qisqarishi va bo'shashining molekular darajada tartibga solinishiga asosan  $\text{Ca}^{2+}$  ionlari konsentratsiyasining o'zgarishi sabab bo'ladi, qisqarish davrida  $\text{Ca}^{2+}$  miqdori muskul hujayralarida ko'payadi, bo'shashganida, aksincha, kamayadi.

***Nazorat savollari***

- 1. Muskul tolalari necha guruhga bo'linadi?*
- 2. Muskul tolalari bir-biridan qanday farqlanadi?*
- 3. Miofibrillar haqida tushuncha bering.*
- 4. Muskullarning asosiy oqsillari qaysilar?*
- 5. Muskullarning kimyoviy tarkibi nimadan iborat?*
- 6. Muskul faoliyatidagi biokimyoviy jarayonlarni ko'rsating.*

---

---

## 18-bob.

### MUSKULLARNING ISH FAOLIYATIDAGI BIOENERGETIK JARAYONLAR

#### Siklik va asiklik sport turlari haqida

Inson va hayvon faoliyati energiya sarfi bilan davom etadi. Sarflanadigan energiya hisobiga a'zo ishga tushadi: tana haroratining doimiyligi, ichki a'zolarining ishi, qon limfa aylanishi, urchish va o'sish hamda muskul qisqarishi natijasida jismoniy ish bajariladi. Muskullar kuchli va shiddatli ish bajarganda juda katta energiya sarflanib, bunda boshqa a'zo hamda to'qimalarning vazifalari ham muskul qisqarishining energiya ta'minoti yo'nalishiga qaratiladi.

Jismoniy ish bajarish davrida yurak urishi, qon aylanishi va nafas olishning tezlashishi bunga misol bo'la oladi.

**Siklik sport turlari** (yugurish, eshkak eshish, suzish va boshqalar) bilan shug'ullanuvchi sportchilarning energiya ta'minoti qancha yuqori bo'lsa, ularning sport musobaqalarida yuksak cho'qqilardan joy egallash imkoniyati shuncha katta bo'ladi.

**Asiklik sport turlari** (yakkama-yakka olishuvlar, sport o'yinlari va boshqalar) bilan shug'ullanishda va musobaqalarda yuqori ko'rsatkichga ega bo'lishlari uchun yuqori energiya ta'minotidan tashqari bu sportchilarning malakasi yuqori darajada rivojlangan bo'lishi kerak.

Sportchilarning energetik qobiliyatlari quyidagi ko'rsatkichlar bilan ifodalanadi:

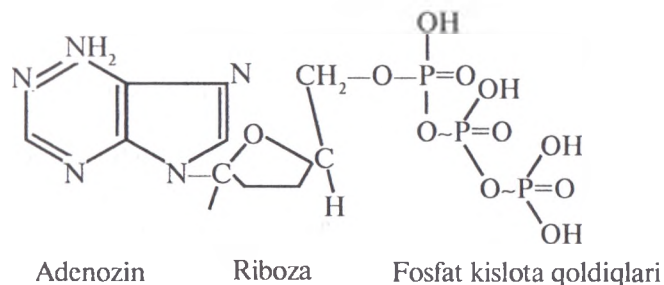
- maksimal miqdorda kislorod qabul qilish;
- maksimal kislorod qarzi;
- maksimal miqdorda laktatning qonda yig'ilishi;
- anaerob modda almashinuvi ko'rsatkichi;
- aerob modda almashinuvi ko'rsatkichi.

Energetik qobiliyat quvvat bilan belgilanib, energiya ajratish tezligi hamda uning hajmi, ya'ni sarflanadigan miqdori bilan ifodalanadi.

### 18.1. ATF ning tibbiy vazifasi. Muhim makroergik birikmalar

Muskulning qisqarishini to'g'ridan-to'g'ri energiya bilan ta'minlovchi modda – ATF hisoblanadi (adenozin uch fosfat kislotasi). Muskel faoliyatida, ya'ni uning qisqarishida yoki jismoniy ish bajarilganda ATF ning kimyoviy energiyasi oraliq bosqichlardan o'tmasdan to'g'ridan-to'g'ri jismoniy ishga – mexanik energiyaga, ya'ni muskul qisqarishiga aylanadi.

**ATF ning tuzilishi, tashkil qiluvchi moddalar va qismlari.**



ATF – adenozin, riboza va uch fosfat kislota qoldig'idan iboratdir.

ATF ATFaza fermenti faolligida gidrolitik suv qo'shilishi natijasida parchalanib, energiya ajratadi.



ATF va ADF makroergik (energiyaga boy) bog'larga ega nukleotidlar hisoblanib, bular molekulasidagi ikkita (ATF) yoki



bitta (ADF) fosfat kislota qoldiqlarining parchalanishi natijasida energiya ajraladi.

ADFdan ajralgan energiya muskul to'qimalarida qisqarish faoliyatini ta'minlashdan tashqari Na, K va Ca ionlarini tashqaridan hujayra sitoplazmasiga va teskari yo'nalishda harakatlarini tashishda hamda asab to'lqinlarining muskul tolalariga ta'sirini ta'minlaydi.

Muskullardagi ATF ning konsentratsiyasi (0,25%) deyarli o'zgarmas miqdorda (5 mmol/kg) bo'lib, ATF muskul to'qimalarida bundan ortiq yig'ilmaydi.

Agar ATF bu me'yoridan ortsa, miozin oqsilining fermentativ faoliyati (ATF-aza) substrat – ATF-ferment ta'sir ko'rsatuvchi modda ta'sirida ingibirlanish sodir bo'ladi. Aksincha, ATF ning miqdori 2 mm/kg dan kamaysa, fibrill tolalaridagi oqsil turkumida "kalsiy so'rg'ich" xossasi buzilib, ATF miqdori batamom tamom bo'lguncha muskul uzluksiz qisqaradi.

**"Rigor" holati.** Muskul tolalari qisqarish davrida ham ATF ning miqdori doimiy 5 mg/kg. Muskul to'qimalarida modda almashinuvining buzilishi natijasida ATF ning miqdori 2 mg/kg va undan ham kamaysa, muskul hujayra sarkoplazmasining o'tkazuvchanligi (Ca ni hujayra sarkoplazmasiga o'tkazish) kamayib, muskul uzluksiz qisqaradi, natijada "rigor", ya'ni "tomir tortishi" sodir bo'lib, sportchilar ko'ngilsiz holatga tushishlari mumkin.

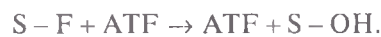
Insonning a'zo hamda to'qimalarida, shu jumladan, muskul hujayralarida ATF ning resintezi katabolik jarayonlar hisobiga bo'ladi.

**Katabolik jarayonlar** – oshqozon ichak yo'li, hujayra sitoplazmasi va mitoxondriyalardagi parchalanish hamda oksidlanish, qaytarilish fermentativ jarayonlaridan iborat.

Mana shu jarayonlarda ishtirok etadigan moddalar – oziqa bilan qabul qilingan karbonsuv, lipid va oqsillar hisoblanadi. Ularning parchalanishi va oksidlanishida kovalent bog'larning uzilishi natijasida energiyaga boy moddalar sintezlanadi.

**Makroergik birikmalar** – fosfat kislota efirlari hisoblanib, gidrolizlanishi tufayli katta miqdorda energiya ajratadi. 26-jadvalda birinchi o‘rinda ATF ning joylashishi bejiz emas, bu moddaning gidrolizlanishidagi erkin energiyasi ba’zi bir boshqa makroergik moddalarnikidan kam bo‘lishiga qaramay, ATF universal energetik birikma hisoblanadi.

Muskuldagi ATF miqdorining doimiyligini saqlashda asosiy vazifani transfosforlanish yoki qaytadan fosforlanish kimyoviy jarayoni bajaradi. Bu maxsus fermentativ reaksiya hisoblanib, bunda fosfat kislotasi qoldig‘ini tutuvchi makroergik moddalar (S–F) qoldig‘ini ADF ga o‘tkazib, ATF ni resintezlaydi:



Inson a‘zolarida hosil bo‘ladigan jami 100% energiyaning 40% i makroergik moddalar sinteziga sarflansa, qolgan 60% i tana haroratini doimiy saqlashda ishlatiladi.

Biologik oksidlanish jarayonida hosil bo‘lgan jami 100% energiyaning 85% ga yaqin miqdori mitoxondriyalarda Krebs halqasi orqali sintezlanadi.

Muskullardagi energiya almashinuvining asosi – ATF energiyasi hisobiga mexanik ish bajarishdir.

Muskulning energiya ta‘minoti to‘rt usulda sodir bo‘ladi:

1. Kreatinfosfat – anaerob alaktat.
2. ADF – anaerob alaktat.
3. Glikogen va glukoza – anaerob laktat.
4. Boshqa moddalar – aerob alaktat.

Bu jarayonlarning birinchi uchtasi (anaerob usullar) muskul sarkoplazmasida sodir bo‘lsa, to‘rtinchisi (aerob) mitoxondriyalarda o‘tadi.

ATF resintezi quyidagi tenglikka ega:



ATF resintezi uchun lozim bo‘lgan energiyani ikki xil kimyoviy moddani kislorodli (aerob) va kislorodsiz (anaerob) usulda oksidlanish jarayoni ta‘minlaydi.

Muhim makroergik moddalar gidrolizlanganda ajraladigan erkin energiya (pH = 7,0)

Makroergik moddalar	Parchalanish mahsuloti	Energiya	
		KJ.mol	kkal
ATF <sup>4-</sup>	ADF <sup>3-</sup> + NRO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> + N <sup>+</sup>	- 3 4,54	8,2
ADF <sup>3-</sup>	AMF <sup>2-</sup> + NRO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> + N <sup>+</sup>	- 3 6,3	8,6
Asetilfosfat	Asetat + NRO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> + N <sup>+</sup>	- 4 7,7	11,2
Fosfoyenolpiruvat <sup>3-</sup>	Piruvat <sup>-</sup> + NRO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	- 6 1,9	14,8
Kreatinofosfat <sup>-</sup>	Kreatin <sup>-</sup> + NRO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	- 4 3,1	12,2
Gliiserofosfat <sup>2-</sup>	Gliiserin + NRO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	- 9,2	2,25
Glukoza- 6 - fosfat <sup>2-</sup>	Glukoza + NRO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	- 13,8	3,3
Glukoza- 1 - fosfat	Glukoza + NRO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	- 2 0,9	5,0
Asetil - KoA	Asetat <sup>-</sup> + KoA + N	- 3 5,1	8,4
Suksinil - KoA	Suksinat <sup>2-</sup> + KoA + N	- 4 3,5	13,6

Qaysi usul bilan ATF resintezlanmasin, har bir usulning biokimyoviy mohiyati o'ziga xos ta'rifga ega. Biokimyoviy ta'riflar quyidagi omillar bilan ifodalanadi:

1. Quvvat.
2. Metabolik hajm.
3. Samaradorlik (effektivlik).

**Quvvat ko'rsatkichi** – metabolik jarayonlarda energiya ajralish tezligi yoki kimyoviy jarayonlarda energiya ajralish tezligining tubdan o'zgarishi. Quvvat birligi sifatida vaqt birligi o'lchovida resintezlangan ATF miqdori olinadi.

**Hajm ko'rsatkichi** – jismoniy ish bajarilishidan avval jamg'arilgan energetik moddalar miqdorining jami yoki ish bajarilishida ajraladigan energiya miqdorining jami yoki jismoniy ish davrida ishlatiladigan substratlarning miqdori hamda sportchi a'zosining jarayonlaridan foydalanish imkoniyatidir.

Hajm birligi sifatida kimyoviy jarayonlarda resintezlanadigan umumiy ATF miqdori olinadi.

Foydali ATF resintezi uchun ko'rsatkich sarflangan energiyaning umumiy energiyaga nisbati yoki metabolik jarayonlarda ajralgan energiyaning maxsus muskul ishida qatnashadigan ulushidir.

Foydali ko'rsatkich birligi deganda ATF resintezi uchun sarflangan energiyaning umumiy energiyaga nisbati tushuniladi.

Amaliy mashg'ulotlarda sarflanayotgan energiyani hisoblashda, bir soatda sarflangan energiya insonning 1 kg vazn og'irligiga to'g'ri keladigan kilokaloriya miqdori bilan o'lchanadi (kkal/kg.soat). Bu ko'rsatkichning miqdori insonning faolligiga bog'liq bo'lishidan tashqari, ayollarga nisbatan erkaklarda ancha yuqori bo'ladi.

Oddiy sharoitda ATF resintezlanish mohiyati aerob kimyoviy jarayonda bo'lib, buning natijasida a'zoning energiyaga talabini qondira oladigan miqdorda ATF ishlanadi. Aerob jarayon katta metabolik hajm va foydali ko'rsatkichlarga ega bo'lishi bilan bir qatorda kamchiliklardan ham xoli emas: boshlang'ich maksimal tezligi kichik va maksimal quvvati chegaralangan.

Sport mashg'ulotlari bilan shug'ullangan kishilarda aerob usul bilan ATF resintezining maksimal unumdorligi shiddatli jismoniy ishning 3–4 minutlariga to'g'ri keladi. Sport bilan shug'ullangan, jismoniy ish yoki musobaqalardan oldin albatta razminka qilgan sportchilarda aerob usulda ATF resintezining maksimal unumdorligi dastlabki minutlarda ham ko'rinishi mumkin.

Aerob jarayonda maksimal shiddatli usul bilan jismoniy mashg'ulotlar bajarilgan ATF resintezining tezligi past darajada o'tadi.

Agar inson a'zosi yagona energiya ta'minotiga ega bo'lganda, u holda sportchilar harakatsiz holatdan birdaniga shiddatli mashqqa o'ta olmas, katta quvvatli va tezkor sport mashg'ulotlarini bajara olmasdi.

Ma'lumki, bunday vaqtda ATF resintezi anaerob sharoitlarda olib boriladi va muskullar ishlashi uchun yetarli darajada energiya bilan ta'minlanadi.

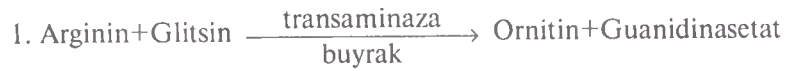
## **18.2. Muskullarning anaerob usul orqali energiya bilan ta'minlanishi**

Muskullarni anaerob usul yordamida energiya bilan ta'minlash uch xil yo'lda o'tadi:

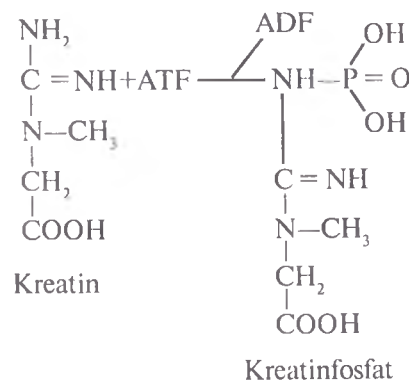
1. Kreatinfosfokinaza reaksiyasi.
2. Miokinaza reaksiyasi.
3. Glikolitik jarayonlar.

Kreatinfosfokinaza jarayonida ATF resintezlanishi kreatinfosfokinaza reaksiyasi (anaerob alaktat jarayon) ferment kreatinfosfokinaza (KrFK-aza) yordamida katalizlanadi. Muskullarda ATF dan tashqari ikkinchi energetik modda kreatinfosfat bo'lib (KrF), uning energetik qiymati:  $\Delta G^0_1 = 43,1 \text{ kJ}$  (12,2 kkal/mol). Kreatinfosfat kreatinning fosforlanishidan hosil bo'ladi.

Kreatin esa uchta aminokislota: arginin, glitsin, metioninlar hisobiga sintezlanadi.



3. KrFK-aza fermenti ishtirokida kreatin fosforlanadi:



Jismoniy ish bilan shug'ullanganda ATFning muskuldagi me'yoriy (4–6 mM/kg) miqdoridan ortig'i KrF sintezlanishiga sarflanadi.

KrF muskul miofibrillarining SR – oqsillarini membranalarida joylashgan bo'lib, ATF ning muskuldagi miqdori me'yordan kamaygan taqdirda KrF – reaksiyasi orqali ADF dan ATF ni resintezlaydi:



Miokinaza reaksiyasida ATF resintezi – miokinaza yoki adenilatkinaza reaksiyasi adenilatkinaza fermenti ishtirokida katalizlanadi va reaksiya jarayoni muskul sarkoplazmasida sodir bo'ladi. Shiddatli muskul faoliyatida ATF ning parchalangan miqdori resintezlanayotgan miqdordan past bo'lganda mana

shu miokinaza reaksiyasi ishga tushadi. Bunda ikki molekula ADF hisobiga ATF resintezlanadi:



Miokinaza reaksiyasi jarayoni salbiy hamda ijobiy sifatlarga ega. Salbiy tomoniga AMF oksidlanib, siydik kislota ko'rinishida a'zodan chiqarilishi natijasida sportchining muskullarida nukleotidlarning umumiy miqdori kamayadi.

Ijobiy tomoni – to'plangan AMF glikolitik ferment, shaxsan kinaza fermentlarini faollashtiradi va anaerob laktat usul, ya'ni glikoliz va glikogenoliz metabolik yo'llari orqali ATF ga aylanib, qaytadan muskulni energiya bilan ta'minlashda ishtirok etadi.

27-jadval

Makroergik birikmalarning muskullardagi miqdori

Makroergik birikmalar	Muskullardagi miqdori	A'zoldagi umumiy miqdori (mM)	Ajarladigan energiya	
			kJ/kg	kcal/kg
ATF	4-6	120-180	0,17-0,25	0,04-0,06
KrF	15-16	450-510	0,63-0,71	0,15-0,18
ATF + KrF	19-22	570-690	0,80-0,96	0,19-0,24

Miokinaza reaksiyasining metabolik hajmi juda kichik.

Glikolitik jarayonlarda ATF resintezi – glikolitik jarayonda anaerob laktat usul, ya'ni moddalar kislorodsiz oksidlanib, so'ngra mahsulot sifatida laktat (sut kislota) hosil bo'ladi va ATF resintezlanadi.

Bu oksidlanishda glukoza qatnashsa, bu jarayon **glikoliz** deb nomlanadi. Glikogen oksidlansa – **glikogenoliz** deb ataladi.

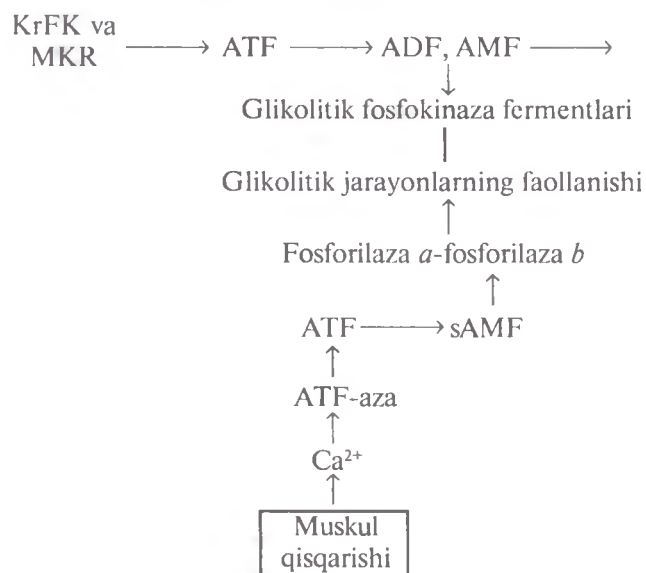
Karbonsuv bo'lmagan moddalardan karbonsuvlarning hosil bo'lishi **glukoneogenez** deyiladi. Masalan, sut kislotasi, aminokislotalar.

KrFK va MKR natijasida muskul to'qimalarida ADF, AMF va  $H_3PO_4$  moddalarining konsentratsiyalari ko'tariladi. Glikoliz va glikogenoliz metabolik jarayonlarining asosiy fermentlari bo'lgan glukokinaza hamda fosfofruktokinazalar AMF va ADF ta'sirida faollanishlari natijasida glikolitik jarayonlar tezlashadi.

Bundan tashqari, muskulning qisqarishi natijasida miofibrillardan ajralgan  $Ca^{2+}$  ionlari ATF-aza fermentini faollashtiradi, ATF-aza esa ATFni siklik AMF ga (sAMF) aylantiradi, sAMF esa nafas fermenti fosforilaza *b* ni faol fosforilaza *a* ga aylantirib, glikogenoliz jarayonining boshlanishiga sabab bo'ladi.

Kreatinfosfokinaza va miokinaza jarayonlarining hamda muskul qisqarishida hosil bo'lgan moddalar ta'sirida glikolitik jarayonlarning faollanishini quyidagi ko'rinishda tasavvur qilish mumkin:

Glikolitik jarayonlarni faollovchi omillar:





**Glikoliz.** Glukozaning ( $C_6H_{12}O_6$ ) glikolitik usul bilan parchalanishi *glikoliz* deb nomlanadi. Bu metabolik usul ixtirochilar nomi bilan Elebden-Meyergaf yo‘li deb ham ataladi.

Inson faol bo‘lmagan taqdirda glikoliz natijasida 2 molekula piruvat (pirouzum kislota) hosil bo‘lib, 2 molekula ATF resintezlanadi. Faolligida 2 molekula laktat va 2 molekula ATF resintezlanadi. Jarayon hamma hujayralarda, asosan, muskul hujayralarida sodir bo‘lib, ajralgan ATF hisobiga muskul qisqarishini energiya bilan ta‘minlaydi.

Glukozaning umumiy ko‘rinishi:

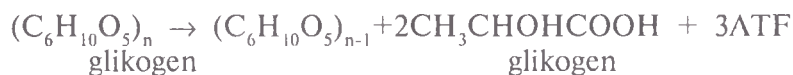


**Glikogenoliz.** Glikogenning ( $(C_6H_{10}O_5)_n$ ) glikolitik usul bilan parchalanishi *glikogenoliz* deb nomlanadi. Buning natijasida glikogen molekulasidagi glukozaning oxirgi qoldig‘i parchalanib, natijada 2 molekula laktat va 3 molekula ATF resintezlanadi.

Glikogenolizning birinchi bosqichida glikogendan ajralgan glukoza qoldig‘i fosfor kislota bilan fosforlanib, glukoza-1-fosfat hosil qiladi va so‘ngra glukoza-6-fosfatga aylanadi.

Glikolizning birinchi bosqichida glukoza ATF yordamida fosforlanib, glukoza-6-fosfat hosil qiladi. Glukoza-6-fosfatdan laktat sodir bo‘lguncha o‘tiladigan metabolik yo‘l glikoliz va glikogenoliz uchun ham bir xil.

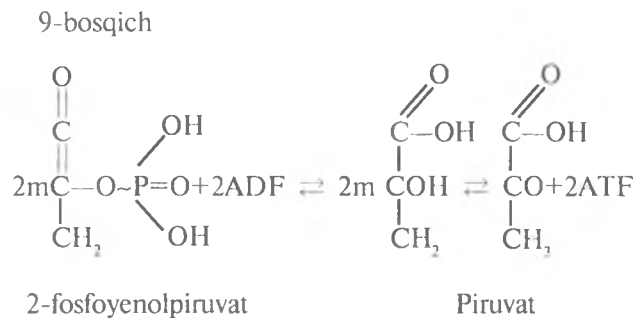
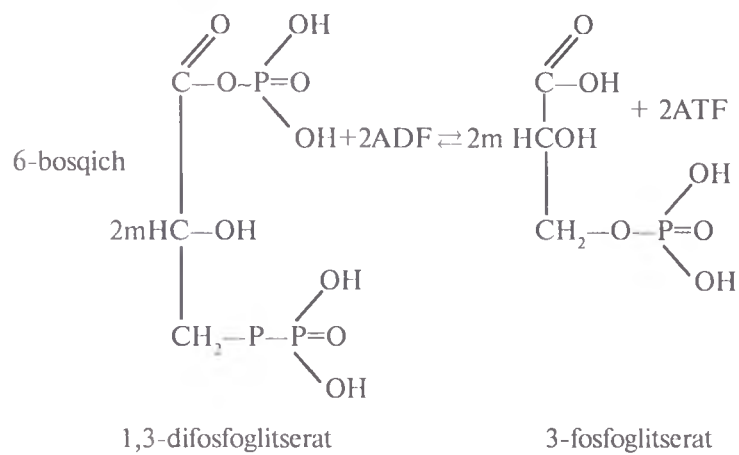
Glikogenolizning umumiy ko‘rinishi:



Glikoliz 10 ta, glikogenoliz esa 11 ta kimyoviy bosqichda o‘tib, har bir bosqichdagi jarayon maxsus fermentlar yordamida katalizlanadi.

Metabolik yo'lining 6 va 9 bosqichlarida substratlar darajasida 1,3-difosfoglitserat va 2-fosfoenolpiruvatlar defosforlanishidan ADF dan ATF resintezlanadi.

Glikolizning maksimal quvvati 2,50 kJ/kg – (0,6 kkal/kg, bu ko'rsatkich KrFK reaksiyasi ko'rsatkichidan ancha past, lekin aerob oksidlanish quvvatidan 2–3 marta katta. Jismoniy ishning 20–30 sekundlariga glikolizning maksimal tezligi to'g'ri keladi va birinchi minutdan boshlab ATF resintezining asosiy manbai hisoblanadi:



Glikolitik jarayonlar natijasida ajralgan kislotalar: piruvat va laktat, muskul sarkoplazmasi muhitini (pH) nordonlash-tirish, glikolitik metabolik jarayonni katalizlovchi asosiy

fermentlariga ta'sir ko'rsatib, ularning vazifalariga to'sqinlik qiladi va buning natijasida 15 minutlarda glikolitik jarayon tezligi maksimal tezligining faqatgina yarmini tashkil qiladi.

Ma'lumki, jismoniy ish davomida muskul hujayralarida to'planib, qolgan laktat qonga o'tadi. Shunga asoslanib, qondagi laktat miqdoriga glikolitik jarayonlarning faolligi ta'siri haqida fikr yuritish mumkin.

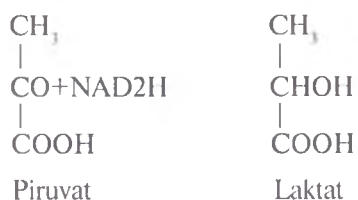
28-jadvaldan ko'rinib turibdiki, qonda qancha laktat ko'p bo'lsa, ATF shuncha ko'p resintezlanadi va energiya shuncha ko'p ajraladi.

28-jadval

Glikolitik jarayonlarda ajraladigan laktat va energiya miqdorlari

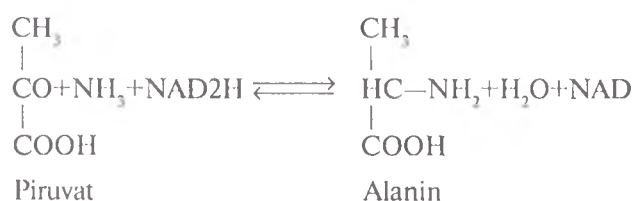
Glikolitik ko'rsatkichlar	Muskul 1 kg hisobida	Sportchilarning og'irligi hisobida (30 kg muskul)
Ajralgan laktat (g)	2,0-2,3	60-70
Resintezlangan ATF	33,0-38,0	1000-1200
Ajralgan energiya kJ (kkal)	1,38-1,59/0,33-0,38	40-50/9,5-11,9

Jismoniy ish bajarilishi davrida muskullar kislorod bilan yetarli miqdorda ta'minlanmaydi, bu holat a'zoning kislorod qarzi deb nomlanadi, buning natijasida glikoliz va glikogenoliz jarayonlari oxirgi mahsulotlari sifatida 2 molekula laktat hosil bo'ladi. Aksincha, jismoniy ish bilan shug'ullanmaganda kislorod yetarli bo'lgani uchun glikolitik jarayonlarning 5-bosqichida ajralgan  $2H^+$  kislorod bilan ( $O^-$ ) oksidlanib, energiya hosil qiladi hamda piruvat laktatga aylanmaydi:

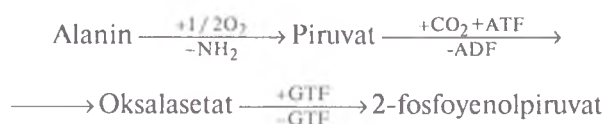




Sport turlaridan qat'i nazar, yuqori malakali sportchilarda qonda yig'iladigan laktatning miqdori boshqalariga qaraganda ancha kam bo'ladi. Bunga sabab, *birinchidan*, ularda kislorod ta'minoti yetarli, *ikkinchidan*, laktat hosil qiladigan piruvat boshqa moddalarga aylanishi uchun faol holda bo'ladi. Masalan, piruvatning miqdori muskul sarkoplazmalarida ko'paygan taqdirda, alanintransaminaza fermenti ishtirokida qaytadan aminlanib, alanin aminokislotasiga aylanadi:



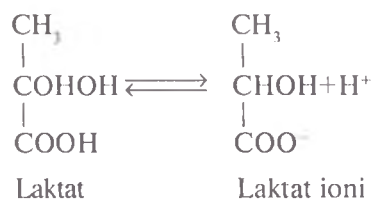
Alanin aminokislotasi muskuldan qon orqali jigarga o'tib, dezaminlanib, yana piruvat hosil qiladi. Piruvat esa karboksillanib va fosforlanib, 2-fosfoenolpiruvatga o'tadi:



Fosfoenolpiruvat glikoliz va glikogenolizlarning (glikolitik jarayonlar tasviriga qarang) aksincha yo'li bilan glukoza hamda glikogenlarning sintezida ishtirok etadi, bu kimyoviy jarayon **glukoneogenez** deb nomlanadi.

Shiddatli jismoniy ish bajarilishida glikolitik jarayonlarning so'nggi mahsuloti sifatida faqat 2 molekula laktat hosil bo'lishi 1,0–1,5 mol ATF resintezlanishiga to'g'ri keladi, chunki kislorod yetishmaslik va ortiqcha metabolitlar ta'sirida to'qima nafas olish zanjiri ishi buziladi. Hosil bo'ladigan laktat miqdori jismoniy ish borishiga bog'liq bo'lib, ish vaqti ko'p bo'lsa,

laktat yig'ilishi ham shuncha ko'p bo'ladi. Laktat inson a'zorida (hujayra sitoplazmasi, qon va boshqa) dissotsiyalanib, laktat ioniga aylanadi:



Laktat, laktat ioniga aylanishi tufayli muskul sarkoplazmasida vodorod ko'rsatkichining (pH) qiymati kislotali (pH=7,0–1,0) muhitga so'riladi:

$$\text{pH} < 7,0.$$

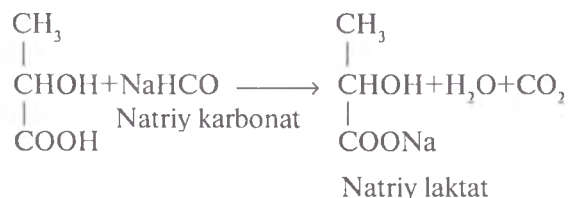
Nordon sharoitda hujayra mitoxondriyalarining nafas olish fermentlari (oksidoreduktazalar) faollashadi va shu bilan birga sharoit o'rta nordonligi tufayli glikolitik va muskul qisqarishida qatnashadigan ATF-aza fermenti ingibirlanadi.

Demak, *birinchidan*, laktat ionni fermentlarining faolligiga ta'sir ko'rsatsa, *ikkinchidan*, laktat miqdori hujayra sitoplazmalarida ko'payishi natijasida hujayralararo oraliqdan suv molekulalari hujayra ichiga o'tib, osmotik bosimni orttiradi va hujayralar hajmi kattalashib, sezuvchi asablarni qisadi va og'riq hosil bo'ladi.

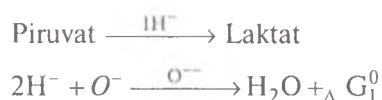
*Uchinchidan*, sitoplazmada laktat ko'payib, hujayradagi metabolik jarayonlar buzilayotgani uchun hujayra ortiqcha laktatni membrana orqali qonga o'tkazadi va uning pH ni kislotali tomonga suradi.

Ma'lumki, insonning oddiy holatda arterial qoni pH = 7,40 va vena qoni pH = 7,35. Og'ir jismoniy ishdan so'ng sportchilarda qonning pH ko'rsatkichi 7,2 va shug'ullanganlarida 7,0 gacha yetsa ham qiyinchilik tug'dirmaydi, chunki qonning bufer tizimi laktat ionlarini neytrallaydi. Neytrallashda birinchi

bo'lib bikarbonat ishga tushib, laktatdan "metabolik bo'lmagan CO<sub>2</sub>" ajratadi:



Yuqoridagi jarayonlarda ajralgan vodorod ionlari (H<sup>+</sup>) va karbonat anhidridi (CO<sub>2</sub>) markaziy asab tizimini qitiqlab, o'pkada havo almashinishini va uning tezligini orttirib, nafas olishni yaxshilaydi. Natijada kislorod ta'minoti ko'payib, piruvat laktatga aylana olmaydi:



Tezkor va chidamkorlikni talab qiladigan sport mashg'ulotlari (o'rta masofaga yugurish, 100 va 200 m ga suzish, trekda velosiped poygasi va boshqalar) 30 sekunddan to 2,5 minutgacha davom etib, ularning energetik ta'minoti, asosan, glikolitik usul orqali amalga oshiriladi.

Glikolitik jarayon tezligi va uning avj olishi metabolik jarayonning asosiy fermenti fosfofruktokinaza miqdori hamda faolligiga bog'liq. Sportchilarda bu ko'rsatkichlar ularning irsiyatiga bog'liq, chunki ferment oqsil tabiatiga ega, uning miqdori maxsus gen bilan ifodalanib, gen esa nasldan-naslga beriladi.

Glikolitik jarayonning maksimal quvvati KrFK reaksiyalarida 1,5 marta kichik, aerob jarayonidan esa 2–3 marta katta va 3150 kJ/kg minut yoki 750 kal/kg minutni tashkil qiladi.

Glikolitik jarayonning metabolik foydasi bir butunga nisbatan 0,35–0,52 yoki 35–52% ATF resinteziga teng. Qolgani, ya'ni glikolitik jarayonda ajralgan energiyaning yarmi va undan ancha ko'prog'i issiqlik tariqasida tarqaladi, buning natijasida

harakatdagi muskullar harorati 41–42° C gacha ko‘tarilishi mumkin.

Glikolitik jarayonning metabolik hajmi muskul hujayralaridagi karbonsuvlar (asosan, glukoza va glikogen) hamda qondagi bufer tizimi jamg‘armalari bilan ifodalanadi. Karbonsuvlar qancha ko‘p bo‘lsa, ularning anaerob oksidlanishlarida shuncha ko‘p ATF resintezlanadi va metabolik hajm ortadi. Qonning bufer tizimini tashkil qilishda ishtirok etadigan ishqoriy moddalar qancha ko‘p bo‘lsa, ular glikolitik jarayonlarda hosil bo‘ladigan kislotalar piruvat va laktatlarni shuncha tez neytrallaydi, natijada qonning vodorod ko‘rsatkichi nordonlashmaydi hamda glikolitik fermentlar birlashmasdan, jarayon davom etadi va ATF resintezi ko‘payadi, oqibatda metabolik hajm ham ortadi.

Glikolitik jarayonlarda ajraladigan energiya quvvati jismoniy mashg‘ulotlarning 30 sekundidan to 2,5 minutgacha bo‘lgan davr oralig‘ida sarflanadi. Glikolizning metabolik hajmi KrFK jarayonidan katta.

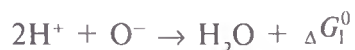
### 18.3. Aerob usul bilan ATF resintezi

ATF ning aerob sharoitidagi resintezi inson a‘zorida eng katta ulushga ega bo‘lib, ajralayotgan energiya qiymati (ya‘ni ATF) ning 90% ini tashkil qiladi. Yuqorida keltirilgan KrFK, MK va glikolitik jarayonlarda ajraladigan energiya qiymati (ya‘ni ATF) faqat 10% ni tashkil qiladi. Demak, aerob oksidlanish eng katta energetik qiymatga ega.

Aerob oksidlanish va mana shu sharoitda ATF resintezi ikki xil kimyoviy yo‘l bilan boradi. *Birinchidan*, substratlar darajasida fosforlanish, ya‘ni makroergik kimyoviy bog‘ga ega bo‘lgan substratlar defosforlanib, fosfat kislota qoldig‘ini ADF ga berib, ATF resintezlanadi:



*Ikkinchidan*, metabolik jarayonlarda moddalar oksidlanishi tufayli erkin holda ajralgan vodorod ionlari ( $2H^+$ ) to'qima nafas olish zanjiri fermentlariga o'tkazilib, so'nggi bosqichda kislorod bilan qo'shiladi:



Natijada nafas yo'li bilan kislorod miqdoriga qarab 2 yoki 3 molekula ATF resintezlanadi:



Aerob usulida ATF resintezi unumli hisoblanib, yuqorida aytilganidek, oddiy sharoitda inson a'zosini 90% energiya bilan ta'minlaydi. Aerob oksidlanishda qatnashadigan fermentlar hujayra mitoxondriyalarida joylashgan.

Xususan, uch karbon kislotasi davri fermentlari mitoxondriyalarning ichki qismida, to'qima nafas olish zanjiridagi fermentlar esa mitoxondriya membranalarining ichki devorlarida joylashgan.

Aerob oksidlanish jarayonlari: Krebs halqasi va to'qimalarning nafas olishi bir-biri bilan uzluksiz bog'langan bo'lib, kimyoviy jarayonlar orqali bir-biridan farqlanadi.

ATF resintezi ATF va ADF tuzilmalari o'rtasida sodir bo'lib, anaerob hamda aerob usullar orqali ADF qo'shib olish bilan ATF resintezlanadi.

Shunga binoan, ikki xil oksidlanish vujudga keladi: *birinchi*, substrat darajasida oksidlanish, ya'ni birlamchi anaerob oksidlanish. Bu oksidlanishda metabolik o'zgarishlar natijasida substratlardan vodorod ionlari ( $2H$ ) ajraladi, vodorod ionlarini  $NAD^+$  yoki FAD lar qabul qiladi. *Ikkinchi* oksidlanish – intermedietor davra oksidlanishi, bunda qaytarilgan  $NAD \cdot 2N$  yoki  $FAD \cdot 2N$  kofermentlar qator fermentlar orqali vodorod



ionlarini faollangan kislorodga uzatadi va natijada suv hamda energiya ajraladi (terminal oksidlanish).

To'qima nafas olishi fermentlari murakkab oqsil tabiatiga ega va ular fermentlarning 1-sinfi oksidoreduktazaga kiradi. Fermentlar orqali vodorod atomlarini (elektronlar va protonlar) tashish mana shu fermentlar kofermentlarining vazifalari.

Bu jarayonda quyidagi kofermentlar ishtirok etadi:

NAD, NADF, FAD, FMN, KoQ,  
Sitoxromlar – b, c, c<sub>1</sub>, a<sub>1</sub>, a

Substratlardan vodorod atomlarini NAD<sup>+</sup> yoki NADF<sup>+</sup> qabul qilsa 3 molekula, FAD yoki FMN – 2 molekula, sitoxrom "c" – 1 molekula ATF resintezlanadi.

NAD<sup>+</sup> quyidagi moddalardan vodorodni qabul qilish xususiyatiga ega: glutamat, piruvat, laktat, malat, izositrat, oksimoy kislotalari KoA hosilalaridan vodorodni qabul qilish natijasida 3 molekula ATF sintezlanadi.

FAD quyidagi moddalardan vodorodni qabul qilish xususiyatiga ega: suksinat, fosfoglitserrat, ketomoy kislotalari KoA hosilalaridan vodorodni qabul qilish natijasida 2 molekula ATF sintezlanadi.

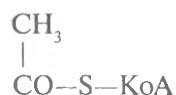
Sitoxrom "c" faqatgina askorbin kislotasidan vodorodni qabul qiladi va natijada 1 molekula ATF sintezlanadi.

Yuqorida keltirilgan jarayonlarda ajralgan energiyaning taxminan 40% i ATF ko'rinishida to'planadi.

Ma'lum moddalar (qalqonsimon bez gormonlari – tiroksin, to'yinmagan moy kislotalari, yuqori konsentratsiyadagi laktat, zaharlar va boshqalar) nafas zanjirlarini uzib, energiya sintezini susaytiradi yoki batamom to'xtatadi.

Bu holat kelib chiqishining asosiy omili mana shu zanjirda vodorod ionlari tashilishining to'xtashi yoki susayishi hisoblanadi. Bu holatda ATF resintezlanmaydi, ajralayotgan energiya issiqlik tariqasida yoyiladi va tana harorati ko'tariladi.

Inson va tirik mavjudotlar uchun universal biologik yoqilg'i, ya'ni oksidlanish tufayli ATF resintezlaydigan modda – asetil koenzim (asetil-KoA) – sirka kislotasining faollangan hosili hisoblanadi:



Asetil-KoA ning makroergik bog'i  $\Delta G_1^0 = 35,1 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$  (8,4 kkal/mol) quvvatga ega. Oziqa moddalar tarkibidagi organik moddalar kimyoviy bog'larining uzilishi natijasida inson hujayralarida energiya ATF ko'rinishida sintezlanadi va jamg'ariladi. Mana shu jarayon sodir bo'lishidan avval oziqa moddalar tarkibidagi karbonsuv, lipid va oqsillar, ovqat hazm qilish yo'llarida hamda hujayra sitoplazmasida fermentlar ta'sirida katabolik jarayonga uchrab asetil-KoA ni hosil qiladi va Krebs davrasida oksidlanadi.

**Xulosa.** Bir molekula asetil-KoA Krebs davrasida to'liq oksidlanishida sintezlangan 12 molekula ATF quyidagi substratlarning degidrlanishidan kelib chiqadi:

1. Izositrat + NAD →  $\alpha$ -ketoglutarat + CO<sub>2</sub> + NAD.2H = 3ATF
  2.  $\alpha$ -ketoglutarat + NAD → Suksinil - KoA + CO<sub>2</sub> + NAD.2H = 3ATF
  3. Suksinil - KoA → Suksinat + HSKoA + GTF = 1 ATF
  4. Suksinat + FAD → Fumarat + FAD.2H = 2 ATF
  5. Malat + NAD → Oksalasetat + NAD.2H = 3ATF
- Jami: 12 ATF.*

Krebs davrasining energetik mohiyati o'rganilgandan so'ng 1 molekula glukoza to'liq oksidlanib, oxirgi mahsulotlar suv va karbonat angidridni hosil qilguncha resintezlanadigan ATF ning jami miqdorini aniqlashga imkon beradi. Bu jarayonlar anaerob va aerob usullarda uch bosqichdan tashkil topadi:

*Birinchisi* – glikoliz – hujayra sitoplazmasida glukozadan 2 molekula laktat hosil bo'lganda 2 molekula ATF resintezlanadi.

*Ikkinchisi* – hujayralarda 2 molekula laktat oksidlanib 2 molekula asetil-KoA ga aylanadi va bu davrda 12 molekula ATF resintezlanadi.

*Uchinchisi* – hujayra mitoxondriyalarida 2 molekula asetil-KoA oksidlanib, natijada 24 molekula ATF resintezlanadi.

***Nazorat savollari***

- 1. ATF ning tibbiy vazifasi nimadan iborat?*
- 2. Makroergik birikmalar va ularning vazifalari haqida aytib bering.*
- 3. Muskullarning anaerob va aerob usul orqali energiya bilan ta'minlanishini tushuntiring.*

---

## 19-bob.

### MUSKUL ISH FAOLIYATIDA ODAM ORGANIZMINING BIOKIMYOVIIY JARAYONLAR DINAMIKASI

#### 19.1. Ish paytida biokimyoviy o'zgarishlarning umumiy yo'nalishi

Muskul ish faoliyatida biokimyoviy o'zgarishlar nafaqat muskullarda, balki odam organizmining ko'pgina a'zolarida ham kechadi.

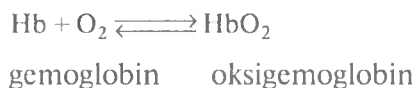
Ishlab turgan muskullarda energiya almashinuvining kuchayishi asab va gormonlar ortishiga olib keladi. Startoldi paytida ko'pgina bezlar, gipofiz va buyrak usti gormonlari faollashadi. Asab impulslari ta'sirida adrenokortikotropin gormonining ajralishi buyrak usti bezida ko'payadi va adrenalinning qonga chiqishi kuchayadi. Simpatik asab sistemasi va adrenalinning birgalikdagi ta'sirida yurak-tomir urishi hamda aylanib turuvchi qon ko'payadi.

Muskullarda energiya almashinuvi oraliq mahsulotlarining hosil bo'lishi va ularning qonga chiqarilishi natijasida adenozin, fosfor kislotasi, sut kislotasi, CO<sub>2</sub>, K<sup>+</sup>- ionlari chiqishining kuchayishi va asetilxolinning ajralishi muskul devori kapillarlariga ta'sir qiladi, ularni kengaytiradi va shu bilan birga adrenalin ichki a'zolarining tomirlarini toraytiradi. Shuning uchun muskul ish boshlashi bilan qon oqishi organizmda taqsimlanadi, bu esa ishlab turgan muskullarda qon bilan ta'minlanishni yaxshilaydi.

Adrenalin ta'sirida yumshoq muskul bronxlari kuchsizlanadi, bu esa o'pkada gaz almashinuvini yengillashtiradi. Barcha o'zgarishlar natijasida ishlab turgan muskullarga kislorod (O<sub>2</sub>) olib kelishini kuchaytiradi va ishlash qobiliyatini yaxshilaydi.

## 19.2. Ishlab turgan muskullarga kislorodning tashilishi

Ishlab turgan muskullarni energiya bilan ta'minlashni aniqlovchi omillardan biri bu kislorodni tezda yetkazib berishdir. Kislorod nafas olinadigan havo tarkibida bo'lib, u qon tomiri kapillarlari va o'pka alveolalari devori orqali qonga o'tadi. Parsial bosimdagi kisloroddan farqi shundaki, bunda alveolalar havosida va qonida bo'ladi. Alveolalar havosida kislorod 100–106 mm sim. ust.da bo'ladi, qonda tinch paytida, o'pkaga tomon borishida 70–80 mm sim. ust.ga, muskul ish faoliyatida yuqoridagidan past bo'ladi. Kislorodning faqatgina bir qismi qon plazmasida eriydi (0,3 ml 100 ml qonda), ko'p qismi eritrotsit gemoglobini bilan birikadi:



Agar harorat 0°C va bosim 760 mm sim. ust.da bo'lsa, 100 gramm gemoglobin 134 ml kislorodni biriktirishi mumkin. Tana harorati doimiy bo'lsa, kislorod gemoglobinga ozroq birikadi.

Katta yoshdagi odamlar qonida 14–16 gramm gemoglobin bo'ladi. Shuning uchun 100 ml qonda 22–21 ml kislorod bo'lishiga kislorod hajmi deyiladi.

Gemoglobinning kislorod bilan birikishida qonning harorati vodorod ionlarining konsentratsiyasiga ta'sir qiladi. Harorat past va pH yuqori bo'lganda, kislorod gemoglobin bilan ko'proq qo'shiladi. Qondan karbonat angidridning ajralishi va muhitning ishqoriy bo'lishi gemoglobinni kislorod bilan to'yinishiga olib keladi.

Gemoglobin molekulasida 4 ta gem bo'lib, u 4 ta kislorod molekulasini biriktirish qobiliyatiga ega. Birinchi gemga kislorodning qo'shilishi keyingi kislorod molekulasining gemga qo'shilishini yengillashtiradi, chunki gemga birikkan birinchi molekula kislorod qo'shilishi uchun (gemoglobinga) yaqinligini orttiradi. Kislorodga to'yingan (boyigan) qon katta qon aylanish

davrasiga tushadi. Yurak tinch paytida har minutda 5–6 l qonni chiqaradi, bu degani o'pkadan to'qimalarga 250–300 ml kislorodni 1 min da olib boradi.

Bir minut ish davomida qon hajmi 30–40 l ga ortadi, qon tashiydigan kislorodning miqdori esa bir minutda 5–6 l ga yetadi.

Qonda CO<sub>2</sub> miqdori va boshqa kislotali mahsulotlarning almashinuvi, shuningdek, mahalliy haroratning ortishi to'qimalar kapillarlarida oksigemoglobin parchalanib, kislorodning ozod bo'lishi uchun sharoit yaratadi, bu esa to'qima kapillarlarida erkin kislorodning konsentratsiyasi ortishiga olib keladi va diffuziya holida hujayraga o'tadi.

Hujayrada kislorod almashinuvi mioglobin ishtirokida o'tadi. Mioglobin tuzilishi jihatidan gemoglobinga o'xshaydi. Mioglobin kislorodni mitoxondriyaga olib boradi, u yerda jarayon o'tadi. Mitoxondriyada kislorod yig'iladi.

Muskul ish faoliyatida mitoxondriyalar kislorodni ko'proq ishlatadi, ana shunda mioglobin o'zining kislorod zaxirasini beradi va kislorodni qon gemoglobinidan oladi.

Mioglobin kimyoviy tarkibi bo'yicha kislorodga gemoglobinga nisbatan juda ham o'ch bo'ladi, shuning uchun ham barcha to'qimalar qon orqali kelgan kislorodni yaxshi ishlatadi.

### **19.3. Muskul ish faoliyatida energetik zaxiralarning sarflanishi**

Reaksiya tezligining ortishi ishlab turgan muskullarni energiya bilan ta'minlashni, organizmdagi energetik jamg'armalarni sarflashni tezlashtiradi.

KrF zaxiralari muskul ish faoliyatining dastlabki minutlarida tezda kamayadi, shundan so'ng karbonsuvlar energiya manbayi bo'lib xizmat qiladi.

Anaerob sharoitda birinchi bo'lib muskul glikogeni ishlatiladi. Bu jarayon AMF ta'sirida va Ca<sup>2+</sup> ionlari ishtirokida faollashtiriladi. Adrenalin va asetilxolin muskul fosforilaza fermentini faollashtiradi. Bu ferment (fosforilaza) glikoliz

jarayonining boshlang'ich bosqichini tezlashtiruvchi ferment hisoblanadi.

Uzoq vaqt mashq qilish davomida muskul glikogeni yetarli bo'lmashligi mumkin, unda muskul energiya manbai bo'lmagan energiya sarflaydi – bu jigar glikogeni hisoblanadi. Buning uchun jigar glikogeni glukozagacha parchalanishi kerak va qon orqali ishlab turgan muskulga olib kelinadi. Jigar glikogenining parchalanishini adrenalin va glukogon gormonlari quvvatlab turadi.

Organizmdagi karbonsuv zaxiralari oxirigacha sarflanmaydi. Shuning uchun ishning uzayishi davomida muskulni energiya bilan ta'minlab turishda yog' mahsulotlari – yog' kislotalari va keton tanachalari katta rol o'ynaydi. Qonda glukoza va sut kislotalarining darajasi yuqori bo'lganda, yog' yig'iladigan joyda yog'larning sarflanishi qiyin bo'ladi: yuqorida aytilgan metabolitlar (glukoza, sut kislotasi) ning qonda kamayishi yog'lar parchalanishini yengillashtiradi. Yog'larning parchalanishi (lipoliz) adrenalin va gipofiz gormoni samototropin bilan faollashtiriladi.

Jigar yog'larining oksidlanishi natijasida qonda keton tanachalarining ajralishi ko'payadi. Muskul qondagi keton tanachalarini va erkin yog' kislotalarini oksidlaydi va ishlatadi.

Yog'larning energiya almashinuvi paytida, ya'ni muskul uzoq ishlagan vaqtda karbonsuv bo'lmagan mahsulotlardan karbonsuvlar hosil bo'la boshlaydi, ya'ni glukoneogenez boshlanadi. Bunga buyrak usti gormoni kortizol ta'sir qiladi. Glukoneogenezning asosiy substrati bo'lib aminokislotalar xizmat qiladi. Juda ham katta bo'lmagan karbonsuvlar yog' kislotalaridan ham hosil bo'ladi. Bu jarayon, asosan, jigarda bo'ladi.

#### **19.4. Muskul ish faoliyatida kislorodga talab**

Muskulning tinch holatdan jadal ish faoliyatiga o'tishida kislorodga talab ko'p marta ortadi, ammo bu tezda qoniqtirilmaydi. Buning uchun vaqt kerak bo'ladi, ya'ni nafas olish

tizimi faoliyati va qon aylanishi kislorodga boy bo'lgan qon ishlab turgan muskulga borishi kerak. Imkoniyatiga qarab ta'minlashni vegetativ tizimini faollashishi asta-sekin ishlab turgan muskulning kislorodga talabini qondiradi. Bir tekisda ishlab, keyin agar tomir urishi ortsa, ya'ni minutiga 150 marta urib tursa, doimiy holatga yetmaguncha kislorodga talab orta boradi. Doimiy holatda kislorodga talab darajasi bajaradigan mashqlarning quvvatiga ham bog'liq bo'ladi.

Jadal ish paytida (YuTCh 150-180 min/uradi) doimiy holat tiklanmaydi va kislorodga talab ish oxirigacha bo'ladi yoki maksimal foydali ish koeffitsiyenti ortadi. Bunday holatda "yolg'on doimiy holat" yuzaga kelishi mumkin, ya'ni kislorodga talab (6-10 min) biroz vaqt davomida tutib turiladi. Kislorodning yuqori darajada talabini uzoq vaqtga saqlab bo'lmaydi. Uzoq ishlash davomida charchash hisobiga kislorod kamayadi.

***Ishda kislorodni so'rash*** deb aerob jarayonlar hisobiga organizm uchun kerakli bo'lgan energetik talabni to'la qondiradigan kislorod miqdoriga aytiladi. Jadal ish paytida kislorodga bor talab — bu kislorodning o'tish davri bo'lib, kislorodni so'rashning bir qismi hisoblanadi.

Shunday qilib, muskul ish faoliyatida kislorod defitsiti (taqchilligi) kelib chiqishi mumkin.

***Kislorod taqchilligi*** deb ishda so'raladigan kislorod farqiga va aniq ishlatiladigan kislorod tarkibiga aytiladi. Kislorod taqchilligi paytida ATF ning anaerob reaksiyasi faollashadi. Bu esa organizmda anaerob parchalanish mahsulotlari yig'ilishiga sabab bo'ladi. Bu metabolitlar aerob reaksiyalar yordamida chiqarib tashlanadi.

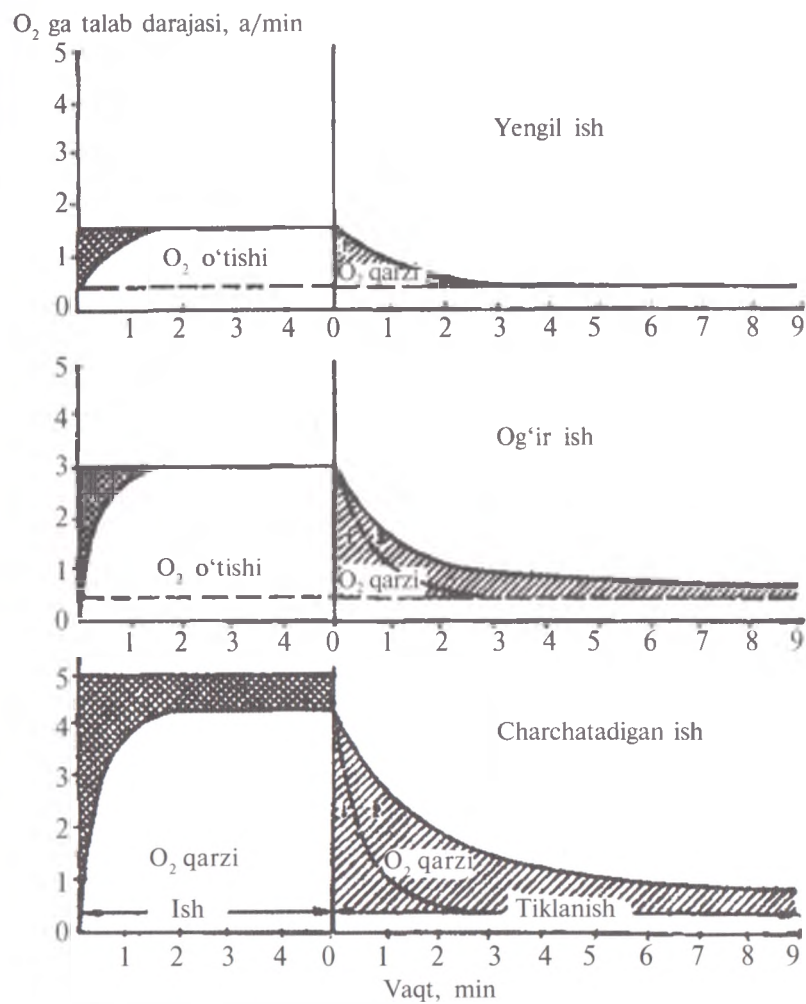
### **19.5. Muskul ish paytida kislorod qarzining hosil bo'lishi**

Anaerob reaksiya metabolitlarini faqatgina to'liq oksidlanish ( $\text{CO}_2, \text{H}_2$ ) yoki kerakli mahsulotlarni resintez yo'li bilan yo'qotish mumkin. Buning uchun qo'shimcha kislorod talab



qilinadi. Shuning uchun ish tugagandan so'ng ham tinch davrga nisbatan ancha vaqt kislorodga talab yuqori bo'lib turadi.

Kislorod qarzi doimo kislorod taqchilligiga nisbatan yuqori bo'ladi (26-rasm). Jadallashgan ishning davomi qancha ko'p



26-rasm. Muskul ish paytida kislorod qarzining hosil bo'lishi.

bo'lsa, bular orasida farq shuncha katta bo'ladi. Har xil xarakterdagi ishlarda turli xil omillar kislorod qarzining hosil bo'lishida ishtirok etadi.

Masalan, qisqa vaqtli mashqlarni bir marta bajarishda kislorod qarzi hosil bo'lishini KrF va ATF lar resintezi keltirib chiqaradi. Agar yuklanish yanada orttirilsa, glikogen resintezi yuqorilashadi va kislorod qarzi boshlanadi.

Ishdan keyin kislorodga talab pasayishi tezda o'tadi.

Kislorod qarzining yarmini 27–30 sek, to'lguncha esa 3–5 min da to'laydi.

Jadallashuv yuqoriroq bo'lganda kislorodga talabning kamayishi ikki fazada ko'rinadi:

1 – bu boshlang'ich faza bo'lib, tezda o'tadi;

2 – bu juda sekin faza bo'lib, tinch holatda o'tadi.

Kislorod qarzining tez birikmalari (alaktat deb ataluvchi) ishni energiya bilan ta'minlashda KrF mexanizmi qo'shgan hissasini baholashga imkon beradi. Kislorod qarzining sekin birikmalari 15–20 minutda yarmiga kamaysa, 1,5–2 soatda batamom yo'qoladi.

#### **19.6. Muskul ish faoliyatida alohida a'zo va to'qimalarda biokimyoviy o'zgarishlar**

Muskul ish faoliyatida yurak qisqarishining va kuchliroq bo'lishi yurak muskullarida energiya almashinuvining tezligi ortishini talab qiladi. Bu skelet muskullaridan farq qiladi.

Yurak muskuli qalin qon kapillarlar bilan qoplangan bo'lib, ulardan kislorodga boy bo'lgan qon oqadi, unda aerob almashinuvda qatnashadigan fermentlar faolligi katta bo'ladi. Shuning uchun ham yurakda aerob energetik reaksiyalar ustunlik qiladi. Tinch paytda yurak muskullarining asosiy energiya manbai bo'lib qon orqali tashilgan yog' kislotalari va keton tanachalari xizmat qiladi.

Kuchli muskul ish faoliyatida miokard juda ham kuchli qondan yuta boshlaydi va sut kislotasini oksidlaydi, undagi glikogen zaxirasi sarflanmaydi.

Muskul ish faoliyatida bosh miyada energiya almashinuvini kuchayadi, bu esa miyaga qon orqali keladigan glukoza va kislorodga talabni orttiradi. Glikogen va fosfolipidlarning yangilanish tezligini oshiradi. Oqsillar parchalanishini va ammiak hosil bo'lishini kuchaytiradi.

Miya ham yurak singari aerob jarayonlar hisobiga energiya bilan ta'minlanadi. Katta quvvat bilan yoki uzoq ish davomida asab hujayralarida makroergik fosfat zaxiralari pasayishi mumkin.

Ishlab turgan muskullarda biokimyoviy o'zgarishlarni kuzatib bo'lmaydi, ammo ularning o'zgarishlarini qonda, siydikda va ajralib chiqadigan havoda ko'rsatish mumkin. Shuning uchun almashinuv jarayonining asosiy qonuniyatlarini qon analizi, siydik va havo hamda organizmda moddalarning parchalanishini bilgan holda muskullarda energetik reaksiyalarning o'zgarishini baholash va shuningdek, energetik zaxiralarning sarflanishini, organizmning ichki o'zgarishlarga qarama-qarshi tura olishini bilish mumkin.

#### ***Nazorat savollari***

- 1. Ishlab turgan muskullarga kislorod qanday tashiladi?*
- 2. Kislorodni so'rash va taqchilligi deb nimaga aytiladi?*
- 3. Kislorod gazli hosil bo'lishini tushuntiring.*
- 4. Muskul ish faoliyatida qaysi organ va to'qimalarda biokimyoviy o'zgarishlar kechadi?*

---

---

## 20-bob.

### CHARCHASHNING BIOKIMYOVIY KO'RINISHI VA UNING TURLARI, MUSKUL ISHILARIDAN SO'NG DAM OLISH DAVRIDA ORGANIZMDAGI BIOKIMYOVIY O'ZGARISHLAR

#### 20.1. Charchash holatining biokimyoviy ta'rifi

Muskullarning har bir (qisqa yoki uzoq muddatli, shiddatli) ish faoliyatida ularning ishlash qobiliyati vaqtincha susayib borishining rivojlanishi *charchash holati* deb ataladi. Bu patologik holat bo'lmagan, balki organizmning me'yoriy holati hisoblanib, himoya vazifasini bajaradi. Charchash ishlash natijasida hosil bo'layotgan organizm uchun xatarli biokimyoviy va funksional o'zgarishlar yaqinlashib kelayotganidan dalolat beradi va ularning oldini olish uchun avtomatik ravishda muskulning ish faoliyatini susaytiradi.

Charchash holatida asab hujayralaridagi ATF (adenozin uch fosfat kislotasi)ning konsentratsiyasi kamayadi va neyromediator asetilxolinning biosintezi o'zgaradi. Natijada markaziy asab tizimining harakatlantiruvchi turtkilarini hosil qilish va ularni ishlayotgan mushaklarga yuborish funksiyalari buziladi, pro-prio va xemoretseptorlardan kelayotgan signallarni qayta ishlash tezligi susayadi, harakat markazlaridagi gamma-aminomoy kislotasi hosil bo'lishi bilan bog'liq himoyaviy tormozlanish rivojlanadi.

Charchashda ichki sekretiya bezlarining faoliyati susayadi, gormonlar ishlab chiqarilishi kamayadi va bir qator fermentlarning faolligi pasayadi. Eng avvalo, bu kimyoviy energiyani mexanik energiyaga aylanishini boshqarib turuvchi miofibrill ATF- azasining faolligiga oiddir. ATF ning parchalanish tezligi pasayishi bilan miofibrillarda bajarilayotgan ishning quvvati ham kamayadi. Charchash holatida aerob oksidlanish tizimi

fermentlarining faolligi pasayadi va ATF resintezining oksidlanish reaksiyalari bilan bog'liqligi buziladi. ATF ning ma'lum miqdorini bir darajada saqlab turish uchun glikoliz jarayonining qaytadan (ikkilamchi) kuchayishi yuz beradi. Bu esa ichki muhitning kislotalik sharoitini orttirishga va gomeostazning buzilishiga olib keladi. Oqsil moddalari parchalanishi (katabolizmi)ning kuchayishi qondagi siydikchilning miqdorini ko'paytiradi.

Charchaganda ishlayotgan muskullarda jamg'arilgan energetik moddalarning (kreatinfosfat, glikogen) miqdori deyarli tamom bo'ladi, parchalanish mahsulotlari (sut kislotasi, keton tanachalari) yig'ilib boradi va hujayraning ichki muhiti keskin o'zgarib boshlaydi. Muskulni energiya bilan ta'minlashga bog'liq bo'lgan jarayonlarni boshqarish buziladi, o'pka orqali nafas olish va qon aylanish tizimlarining faoliyatida kattagina o'zgarishlar sodir bo'ladi.

Ko'pchilik hollarda charchash yaxlit hodisa hisoblanib, bunda qobiliyatning pasayish sabablari o'zaro murakkab bog'langan a'zolar va funksiyalar tizimining biron-bir birikma ishdan chiqishi yoki ularning o'zaro bog'lanishlarining buzilishi bo'lishi mumkin.

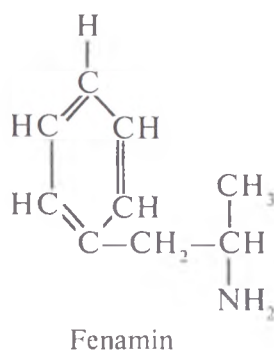
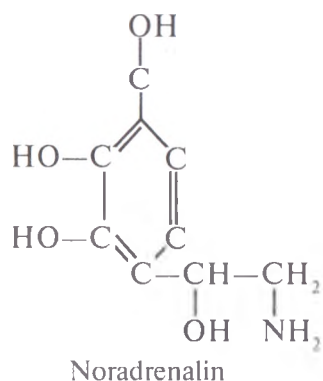
Muskul ish faoliyati sharoitlari energetik moddalar yig'ilishining kamayib ketishi, to'qimalar metabolizmi mahsulotlarining salbiy ta'siri natijasida eng muhim fermentlar faolligining pasayib ketishi, plastik moddalar yetishmasligi sababli strukturalarning buzilishi, funksiyalarning asab va gormonal boshqarilishining o'zgarishi va ko'pgina boshqa narsalar charchashga asosiy sabab bo'lib qolishi mumkin.

Odam qisqa muddatda shiddat bilan ishlaganda charchashining asosiy sababi ishlayotgan muskullardagi miozin-ATF-azasining faolligi to'planib qolgan metabolitlar (moddalar almashinuvining oraliq mahsulotlari) ta'siri natijasida pasayishi va ATF/ADF tengligi buzilishidan kelib chiqqan MNS dagi himoya qiluvchi to'xtatishning rivojlanishidir. Nisbatan o'rta me'yorli va uzoq muddat ishlanganda charchashning asosiy sabablari – energiya bilan ta'minlash mexanizmi faoliyatining

buzilishi (jumladan, muskul ichidagi glikogen jamg'armasini tugallanishi yoki yog'larning chala oksidlanish mahsulotlarining jamg'arilishi) va  $K^+$  ionlarining hujayralararo bo'shliqqa chiqishi tufayli muskulning qo'zg'aluvchanligi susayishi bilan bog'liq bo'lgan omillar bo'lishi mumkin.

Muskul va qonda sut kislotasining to'planishi hamda energetik moddalarning (birinchi navbatda glikogenning) kamayishi ilgari charchashning muhim sabablaridan biri hisoblangan bo'lsa-da, bu jarayonlar charchashda hal qiluvchi ahamiyatga ega emas. Kuzatishlar shuni ko'rsatadiki, bir necha hollarda sut kislotasining miqdori yuqori darajada va karbon-suvlar jamg'armasi ancha kamayib qolgan holati sezilmagan va aksincha, sut kislotasining miqdori yuqori darajada bo'lmagan va muskul hamda jigarda glikogen jamg'armasi hali yetarli darajada yuqori bo'lgan hollarda charchash holatining rivojlanishi mumkin bo'lgan.

Charchash holatining oldini olishga bir qator farmakologik dori-darmonlar — asab tizimining qo'llab-quvvatlovchilari yordam beradi. Charchaganlik hissini kamaytirish yoki butunlay yo'qotish maqsadida professional va hatto havaskorlik sportida ham dopinglar qo'llashadi. Bunday moddalar qatoriga purinning ba'zi bir hosilalari, jumladan, kofein strukturalari, adrenalin va noradrenalina yaqin bo'lgan aminlar (jumladan, fenamin), erkaklarning jinsiy gormonlari va boshqa bir qator moddalar kiradi.



Ular to'qimalar (birinchi navbatda asab tizimi)da adrenalinksidaza fermentining faolligini keskin pasaytirib, adrenalinning oksidlanishiga qarshilik ko'rsatadi. Adrenalin esa to'qimaning nafas olishini kuchaytirib, muskullarning shiddatli va uzoq muddatli ish faoliyatida oksidlanish jarayonining shiddatligi va bir qator fermentlarning faolligi pasayishiga to'sqinlik qiladi. Natijada organizmda himoya qiluvchi tormozlanish olib tashlanadi yoki umuman sodir bo'lmaydi. Organizm kerakli himoya reaksiyasidan mahrum bo'ladi va ishlashni "ichki nazoratsiz" davom ettira borib, o'zining ichki muhit sharoitlarini shunday darajaga olib kelishi mumkinki, u hayot uchun xavfli bo'lib qoladi.

Agar oq sichqonni iliq suvda (30–32°) suzishga majbur qilinsa, oddiy hollarda u 8–10 soat davomida suzishi mumkin. Sichqon suvdan olinganda o'ta charchagan holatda bo'ladi. Agarda uning tanasidagi suvni quritib, isitib, ovqatlantirilsa, dastlabki holatga qaytadi va 1–2 sutkadan so'ng uni suvda suzmagan sichqonlardan farqlab bo'lmaydi. Agarda sichqonga fenamin yuborilsa, u 18–20 soatgacha suza oladi, ammo suvdan olinishi bilan biroz vaqtdan so'ng o'ladi. Hayvonning hayotini juda ham kam hollarda saqlab qolish mumkin. Shunday qilib, dopinglar organizm uchun haddan tashqari darajada xavflidir.

Odatda, charchashni kamaytirish, qayta tiklanish davrini qisqartirish yoki ish qobiliyatini orttirish kabi maqsadlarda o'simliklardan ajratib olingan organizm uchun zararsiz bo'lgan qon tomirlarining urishini orttiruvchi moddalar, turli vitaminlar va boshqa dorisimon moddalardan foydalaniladi.

Charchashning turlari – qisqa, o'rta me'yorli, uzoq muddatli bo'lib, odam fiziologiyasi fanida to'liq o'rganiladi.

## **20.2. Dam olish davridagi biokimyoviy jarayonlar**

Ishdan so'ng dam olish mobaynida muskul va boshqa a'zolarida jismoniy mashqlarni bajarish davomida sodir bo'lgan biokimyoviy o'zgarishlar asta-sekin tugatiladi.

Eng katta o'zgarishlar energiya almashinuvi doirasida yuz beradi. Yuqorida ko'rsatilganidek, ular shunday o'zgarishlardan iboratki, ish jarayonida mushaklarda energiya almashinuvining substratlari — kreatinfosfat, glikogen hamda uzoq muddatli mashqlarda yog'larning miqdori kamayadi va aksincha, hujayra ichidagi moddalar almashinuvining mahsulotlari — ADF, AMF,  $H_3PO_4$ , sut kislotasi, keton tanachalari va boshqalarning miqdori ko'payadi.

Bajarilgan ishga oid moddalar almashinuvi mahsulotlarining yig'ilishi va gormonlar faolligining ortishi ishdan so'ng charchash davrida to'qimalarda oksidlanish jarayonlarini kuchaytiradi.

Bu esa muskuldagi energetik moddalar jamg'armasini tiklanishga va organizmning suv-elektrolit tengligini me'yorga olib keladi hamda a'zolardagi jismoniy mashqlar ta'siriga uchragan oqsillarning induktiv sintezini ta'minlaydi. Organizmdagi biokimyoviy o'zgarishlarning umumiy yo'nalishlari va ularning me'yor holatiga uzaytirishlari uchun kerak bo'lgan vaqtga qarab tiklanish jarayonlari ikki turga: shoshilinch va qoldirilgan tiklanishlarga bo'linadi.

**Shoshilinch tiklanish** — ishdan so'ng dam olishning dastlabki 0,5–1,5 soatlariga to'g'ri keladi. Bu, demak, mashqlar vaqtida yig'ilib qolgan moddalar anaerob parchalanish mahsulotlarini bartaraf qilish va hosil bo'lgan  $O_2$  qarzini uzishni o'z ichiga oladi.

**Qoldirilgan tiklanish** esa ishdan so'ng dam olish davrining ko'pgina soatlarini o'z ichiga oladi. Bu holat ko'chayotgan plastik modda almashinuv jarayonini va jismoniy mashq vaqtida buzilgan organizmdagi ion hamda endokrin muvozanatlarini qayta tiklash davrlarini o'z ichiga oladi.

Qoldirilgan tiklanish davrida organizmning energetik jamg'armalari dastlabki holiga qaytishi tugallanadi va ish paytida parchalanib ketgan struktura hamda ferment oqsillarining sintezi kuchayadi.



**Shiddatli muskul ishidan so'ng dam olish davrida turli blokinye jarayonlarni qayta tiklash uchun zarur bo'lgan vaqt**

<b>№</b>	<b>Jarayonlar</b>	<b>Qayta tiklanish vaqti</b>
1.	Organizmدا kislorod jamg'armasining tiklanishi	10-15 sekund
2.	Muskullarda alaktat anaerob jamg'armalarining tiklanishi	2-5 minut
3.	Alaktat kislorod qarzini to'lash	3-5 minut
4.	Sut kislotasini yo'qotish	05-1,5 soat
5.	Laktat qarzini to'lash	0,5-1,5 soat
6.	Glikogenning muskullar ichidagi jamg'armasining resintezi	12-48 soat
7.	Jigarning glikogen jamg'armasining qayta tiklanishi	12-48 soat
8.	Ferment va struktura oqsillari induktiv sintezining kuchayishi	12-72 soat

29-jadvalda keltirilgan natijalardan ko'rinib turibdiki, muskul faoliyatidan so'ng dam olish davridagi keng me'yorda boshlanayotgan qayta tiklanish jarayonlari har xil tezliklarda o'tadi va nihoyat turli vaqtlardan so'ng tugallanadi (bunday hodisa geteroxronizm hodisasi deb yuritiladi). Eng avvalo, ishlagan muskullardagi kislorod va kreatinfosfatning zaxiralari qayta tiklanadi, so'ng muskul va jigardagi glikogenning jamg'armasi va nihoyat, eng oxirida yog' jamg'armalari hamda ish jarayonida parchalanib ketgan oqsil strukturalari tiklanadi.

Qayta tiklanish jarayonlari borishining jadalligi va organizmning energetik jamg'armalarini to'lash tezligi ularning mashqlarni bajarish vaqtidagi sarflanish jadalligiga bog'liq bo'ladi, ya'ni

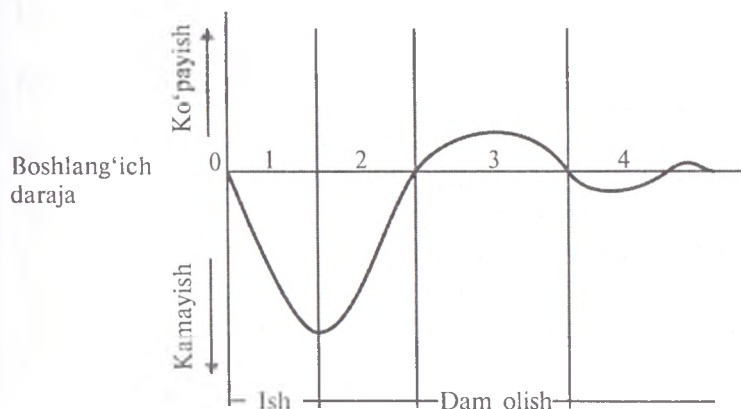
Engelgard qoidasiga bo'ysunadi (Engelgard qoidasi shundan iboratki, har bir parchalanish reaksiyasi doimo resintezlovchi reaksiyalarni chaqiradi yoki kuchaytiradi). Qayta tiklanish jarayonlarini jadallashtirish shunga olib keladiki, ishdan so'ng dam olish davrining ayrim paytlarida energetik moddalarning jamg'armasi ularning ish boshlashdan oldingi darajasidan ortib ketadi. Bunday hodisa superkompensatsiya yoki o'ta qayta tiklanish degan nom bilan yuritiladi.

### **20.3. Superkompensatsiya yoki o'ta qayta tiklanish davri**

Bu hodisa o'tkinchi, ya'ni energetik moddalarning miqdori boshlang'ich darajasiga nisbatan ancha ko'payib ketgan fazadan so'ng sekin-asta avvalgi holatga qayta boshlaydi. Ish faoliyatida energiya qanchalik ko'p sarflansa, energetik moddalarning resintezi shunchalik tez boradi hamda superkompensatsiya fazasida boshlang'ich darajadan ko'proq ortib ketishi mumkin. Ammo shuni ham aytib o'tish kerakki, bunday qonuniyat (chegaralangan) ayrim hollardagina qo'llanilishi mumkin. Energiyaning ko'p sarflanishi va parchalanish mahsulotlarining yig'ilishi bilan bog'liq bo'lgan o'ta zo'r ishlenganda qayta tiklanish jarayonlarining tezligi kamayishi mumkin, superkompensatsiya davriga esa ancha keyin erishiladi va u pastroq darajada ifodalangan bo'ladi.

Superkompensatsiya davrining davomiyligi vaqt bo'yicha ish bajarilishining qanchalik davom etishiga va organizmda sodir bo'layotgan o'zgarishlarning chuqurligiga bog'liq bo'ladi. Qisqa muddatli baquvvat ishdan bu davr tez boshlanadi va tezda tugallanadi. Masalan, glikogenning jamg'armasi tiklanishida superkompensatsiya dam olishning 3–4 soatlarida boshlanadi va ishdan so'ng 12 soatdan keyin batamom tugallanadi. Uzoq muddatli o'rta me'yorli ishdan so'ng esa glikogenning superkompensatsiyasi ish tugagach 12 soatdan keyin boshlanadi va 48–72 soat mobaynida davom etadi. Superkompensatsiya hodisasiga olib keluvchi sabablar ishdan so'ng dam olish davrida

gormonlar miqdorini boshqarib turuvchi oqsil-fermentlarning biosintezi ular tomonidan jadallanishi bilan bog'liqdir (27-rasm).



27-rasm. Ko'p quvvat talab qiladigan ishdan so'ng dam olish davrida energiya manbalarining tiklanishida superkompensatsiya hodisasi: 1—sarflanishi; 2—tiklanishi; 3—superkompensatsiya (o'ta tiklanishi); 4— boshlang'ich darajaga qaytishi.

Ish vaqtida parchalanib ketgan energetik moddalarning resintezlanishi uchun faqatgina ATF shaklida ishlatish uchun mumkin bo'lgan energiyagina emas, balki qayta tiklanish jarayoniga boshlang'ich xomashyo moddalar ham kerak bo'ladi. Muskullarda glikogenning resintezi uchun ichki substratlar fonidan, jumladan, kimyoviy tabiati bo'yicha karbonsuv bo'lma-gan birikmalardan hosil bo'lgan sut kislotasi va glukozadan foydalaniladi. Ammo glikogenning yaqqol ko'rinib turgan superkompensatsiyasi uchun bu manbalar yetarli emas. Organizmga ovqatlarning tarkibida bo'lgan karbonsuvlarning qo'shimcha miqdori kirib turishi lozim.

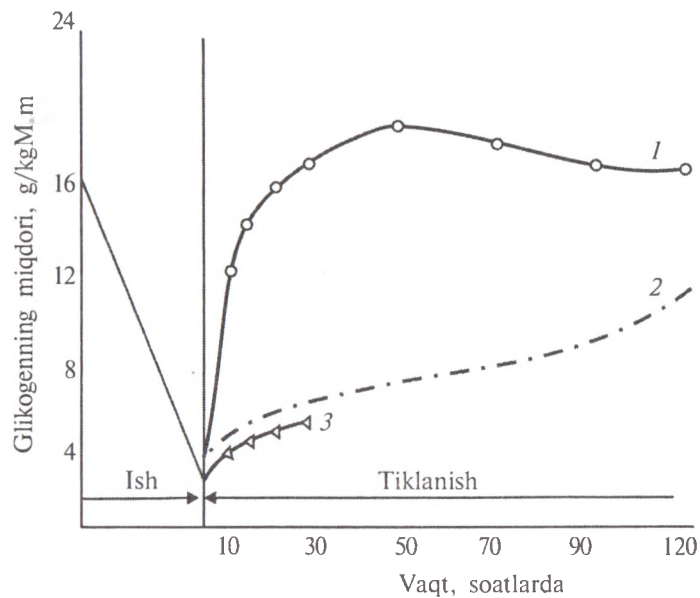
Ayniqsa, oqsillarning zimdan parchalanishi bilan boradigan og'ir ishlardan so'ng qayta tiklanish davrida ularning biosintez jarayonlari anchagina kuchayadi. Ammo oqsillarning sintezini jadallashtirish juda sekin boradi va uzoq davom etadi. Masalan, agar glikogenning jamg'armasi ishdan so'ng 6–8 soatda qayta

tiklansa, anabolik almashinuv jarayonlari o'zining dastlabki holatiga 24–48 soatdan so'ng qaytadi.

Agar ish ko'p ter ajratib chiqarish bilan sodir bo'lgan bo'lsa, qayta tiklanish davrida suv va mineral tuzlarning jamg'armasi to'ldiriladi.

Oziq-ovqat moddalari mineral tuzlarning asosiy manbai bo'lib, xizmat qiladi.

Turli a'zolarida qayta tiklanish jarayonlari bir xil vaqtda tugallanmaydi. Masalan, glikogenning me'yoriy miqdori eng avvalo bosh miyada, so'ngra miokard (yurak mushaklari)da, undan so'ng skelet mushaklarida va nihoyat, eng oxirida jigarda qayta tiklanadi. Miya, yurak va skelet mushaklarida glikogenning resintezlanishi organizmning ichki imkoniyatlari hisobiga, ya'ni o'zi karbonsuv bo'lmagan birikmalardan



28-rasm. Ishdan so'ng dam olish davrida muskullardagi glikogen jamg'armasining tiklanishiga ovqat tarkibidagi karbonsuvlarning ta'siri: 1—karbonsuvlarga boy ovqat berilganda; 2—oqsil va yog'larga boy ovqat berilganda; 3—umuman ovqat berilmaganda.

va ish vaqtida hosil bo'lgan sut kislotasining bir qismidan karbonsuvlar hosil bo'lish yo'li yoki organizmdagi karbonsuvlarni qayta taqsimlanish bilan boradi. Keyingi holda dam olish davrida ham jigar glikogenining parchalanishi davom etadi, qonga tushayotgan qand bosh miya, yurak va skelet mushaklari tomonidan ushlab qolinib, glikogenning resintezi uchun ishlatiladi (28-rasm).

Dam olish davrida jigarda glikogen qisman sut kislotasidan hosil bo'lishi mumkin, ammo uning to'la avvalgi darajasigacha tiklanishi organizmga ovqat bilan kirayotgan karbonsuvlar hisobiga bo'ladi.

Qayta tiklanish jarayoniga asab tizimi, jumladan, uning simpatik qismi katta ta'sir ko'rsatadi. Agar bir qator farmakologik moddalar (simpatolitin, geksoniya, ergotoksin) yordamida o'sha ta'sir olib tashlansa, qayta tiklanish jarayoni keskin sekinlashib to'la qiymatga ega bo'lmay qoladi va muskulning glikogen kreatinfosfat va bosh birikmalari superkompensatsiya me'yori kichrayib ketadi.

#### ***Nazorat savollari***

- 1. Charchash deb nimaga aytiladi?*
- 2. Charchaganda ATF ning ADF ga tengligi buziladimi?*
- 3. Charchaganda farmakologik dori-darmonlardan foydalanish mumkinmi?*
- 4. Shoshilinch va qoldirilgan tiklanishlarning farqi nimada?*

---

## 21-bob.

### SPORT MASHQLARI JARAYONIDA MOSLASHISHNING BIOKIMYOVIY QONUNIYATLARI

#### 21.1. Jismoniy yuklama, adaptatsiya va mashqlanish samaradorligi

Biologik nuqtayi nazardan mashqlanishni organizmning jismoniy mashqlarning ta'siriga moslashishiga qaratilgan jarayon deb bilish mumkin. Mashqlanish jarayonida qo'llanilayotgan jismoniy yuklamalar organizmdagi moslashuv o'zgarishlarni qo'zg'atuvchi vazifasini bajaradi. Qo'llanilayotgan jismoniy yuklamalarga javoban yuz berayotgan biokimyoviy o'zgarishlarning katta-kichikligi va yo'nalishi mashqlanish samarasini belgilaydi.

Organizmga jismoniy yuklamaning ta'sir darajasi bajarilayotgan mashqning jadalligi va muddatiga, mashqning necha marta takrorlanishiga, bularning orasidagi dam olish vaqti va xarakteriga hamda qo'llanilayotgan mashqning turiga bog'liq.

Jismoniy yuklamalar ta'siriga organizmning moslashishi (adaptatsiyasi) fazoviy xarakterga ega. Organizmda va undagi moddalar almashinuvida moslashish o'zgarishlarning amalga oshish vaqti hamda xarakteriga qarab adaptatsiya ikki bosqichga – shoshilinch va uzoq muddatli bosqichga bo'linadi.

***Moslashishning shoshilinch bosqichi*** – bu jismoniy yuklamaning bir marta ta'siriga organizmning bevosita javobi. Bu tayyor, ilgaridan hosil bo'lgan biokimyoviy mexanizmlar asosida amalga oshadi va asosan, energiya almashinuvidagi o'zgarishlar hamda bular bilan bog'liq bo'lgan vegetativ asab funksiyasining oqibati hisoblanadi.

***Uzoq muddatli moslashish bosqichi*** – bu bosqich o'zining ichiga ko'p vaqtni oladi. U shoshilinch moslanish ko'p marta

amalga oshishi asosida asta-sekin rivojlanadi va organizmning moslashuvchan imkoniyatlarini ko'paytiruvchi barcha struktur-funksional o'zgarishlarni o'z ichiga oladi. Uzoq muddatli moslanishning struktur-funksional asosida hujayra genetik apparatining faolligining ortishi natijasida turli maxsus oqsillar biosintezining kuchayishi yotadi.

Sport nazariyasi va amaliyotida jismoniy yuklamalarga moslashish jarayonlari borishining fazoviy xarakteriga asosan mashqlanish samaradorligi uch turga ajratiladi: shoshilinch, qoldirilgan va kumulativ.

**Shoshilinch mashqlanish samaradorligi** – bevosita jismoniy yuklamalar ta'sir qilish vaqtida va shoshilinch tiklanish paytida yuz berayotgan biokimyoviy o'zgarishlarning xarakteri hamda o'lchami bilan aniqlanadi (shoshilinch tiklanish 0,5–1 soatni o'z ichiga olib, bu paytda ish vaqtida hosil bo'lgan kislorod qarzi uziladi).

**Qoldirilgan mashqlanish samaradorligi** – bu jismoniy yuklamalardan so'ng tiklanish davrining so'nggi fazalarida kuzatiladi. Buning tub ma'nosi shundan iboratki, organizmning energetik resurslarini tiklashga va ish vaqtida ishlatilgan va yangidan sintezlanadigan hujayra strukturalarining tiklanishiga qaratilgan plastik jarayonlarni ish bilan ta'minlashdir.

**Kumulativ mashqlanish samaradorligi** – bu ko'pgina jismoniy yuklamalarning yoki ko'pgina shoshilinch va qoldirilgan mashqlanish samaradorligini ketma-ket yig'ilishi natijasi hisoblanadi. KMS sportchining ish qobiliyati ortishi va sport yutuqlarining yaxshilanishi bilan ifodalanadi.

## 21.2. Mashqlanishning biologik tamoyillari

Biokimyoviy izlanishlar natijasida mashqlanish jarayonida jismoniy yuklamalar ta'siriga moslashish rivojlanishining asosiy qonuniyatlari ishlab chiqilgan. Bu qonuniyatlar, odatda, sport mashqlanishining biologik tamoyillari deb yuritiladi. Quyidagi oltita tamoyil ko'proq ahamiyatga ega:

- 1) og'irlashtirib borish tamoyili;

- 2) maxsuslik tamoyili;
- 3) ta'sirni oldingi holatga qaytarish tamoyili;
- 4) ijobiy o'zaro ta'sir tamoyili;
- 5) adaptatsiya (moslashish)ning ketma-ketligi tamoyili;
- 6) davriylik tamoyili.

1. **Og'irlashtirib borish tamoyiliga** asosan mashqlanish jarayonida qo'llanilayotgan jismoniy yuklamalar yetarli darajada mashqlanayotgan funksiyasiga og'irlik qilsa va shu bilan uning rivojlanishini quvvatlasa, shundagina organizmda ko'zga ko'rinarli moslashuv o'zgarishlarini hosil qilish mumkin. Bosh tizimi va a'zolarining ishlash jadalligining ortishi jismoniy yuklama berilganda shu a'zolarini tashkil qilgan nuklein kislotalar va oqsillarning biosintezini kuchaytiradi va organizmda kerakli struktur-funksional o'zgarishlar rivojlanishiga olib keladi. Moslashish chaqiradigan jismoniy yuklamaning og'ir-yengilligi bir xil darajada qolmaydi, u mashqlanish jarayonida ortib boradi. Shuning uchun ham ish qobiliyati uzluksiz yaxshilanishini ta'minlash uchun qo'llanilayotgan yuklama sportchi mashqlanganligining o'sishi bilan ortib borishi kerak.

2. **Maxsuslik tamoyili** mashqlanish ta'sirida yuz berayotgan eng asosiy moslashuvchan o'zgarishlar asosiy jismoniy yuklama tushayotgan a'zo va funksional tizimlarda ro'y berishini tasdiqlaydi. Tanlangan yuklamaning og'ir-yengilligi hamda xarakteriga qarab ustunlik qiluvchi (dominant) tizim hosil bo'ladi va uning giperfunksiyasi moslashishning rivojlanishiga javobgar bo'ladi. Berilgan yuklamani bajarish bilan bog'liq bo'lmagan boshqa a'zo va tizimlar oldida ustunlik qiluvchi a'zo va tizimlar plastik va energetik ta'minotda katta afzallikka ega bo'ladi.

3. **Ta'sirning oldingi holatga qaytish tamoyilidan** shu narsa kelib chiqadiki, organizmdagi mashqlanish ta'sirida chaqirilgan moslashuvchan o'zgarish — bu o'tkinchi narsa. Mashqlanishda yuklamaning ta'siri tugagandan so'ng yoki tanaffus vaqtida ustunlik qiluvchi tizimda ijobiy struktur funksional o'zgarishlar asta-sekin kamayib boradi va nihoyat butunlay yo'qolib ketadi. Jismoniy mashqning ta'siri tugagandan so'ng kuzatiladigan mashqlanishning qoldirilgan samaradorligida bu tamoyil juda



yaqqol namoyon bo'ladi. Masalan, jismoniy mashq bilan chiqarilgan energiya almashinuvi sferasidagi o'zgarish tez o'z holatiga qaytib keladi, ma'lum bir vaqtda esa boshlang'ich holatdan yuqori bo'ladi (superkompensatsiya hodisasi). Ta'sirning oldingi holatga qaytish tamoyilini mashqlanishning kumulativ samaradorligiga ham to'la tatbiq qilish mumkin. Mashqlanishning uzoq vaqt davomida erishilgan yuqori darajadagi ish qobiliyati mashqlanish to'xtagandan yoki uning shiddatini susaytirgandan so'ng kamayadi.

4. ***Ijoby o'zaro ta'sir tamoyili*** jismoniy yuklamani ko'p marta qaytarishdan hosil bo'lgan kumulativ samaradorlik bir necha shoshilinch va qoldirilgan mashqlanish samaradorliklarining oddiy yig'indisi emasligini ko'rsatadi. Har bir yuklama o'zidan oldingi yuklamaning moslashuvchan samaradorligiga ma'lum bir ta'sir ko'rsatishi va uning shakli (turi)ni o'zgartirishi mumkin. Agar ketma-ket bajarilayotgan jismoniy mashqlar mashqlanish samaradorliklarining shunday yig'indisi organizmdagi moslashuvchan o'zgarishlarning kuchayishiga olib kelsa, bu holatda ijobiy o'zaro ta'sir yuz bergan bo'ladi. Agar har bir keyingi yuklama oldingi samarasini kamaytirsas, u holda o'zaro ta'sir salbiy hisoblanadi. Agarda keyingi yuklama oldingi yuklamaning mashqlanish samarasiga sezilarli darajada ta'sir ko'rsatmasa, u holda neytral o'zaro ta'sir bo'ladi. Uzoq vaqt mashqlanish davomida alohida yuklamalarning o'zaro ijobiy ta'siri bo'lgan holatdagina samarali moslashishga erishish mumkin. Jismoniy yuklamalarning boshqa nospetsifik omillari ta'sir qilishi mumkin: ovqatlanish, fizioterapevtik va farmakologik usullar, bioklimatik omillar va hokazo. Bu omillarning maxsus samaralari yuklamalarning mashqlanish samaradorligi bilan o'zaro ijobiy ta'sir ko'rsatsa, mashqlanish jarayonida yaxshi natijalarga erishiladi.

5. ***Adaptatsiyaning ketma-ketligi tamoyili*** mashqlanishda hosil bo'lgan organizmdagi biokimyoviy o'zgarishlarning geterokronizmidan kelib chiqadi. Chunonchi, shoshilinch mashqlanish samaradorligida jismoniy yuklamaning bir marta ta'siridan so'ng moslashuvchan o'zgarishlar energiya almashinuvi

**sferasida**, eng avvalo, alaktat anaerob tizimida, so'ng anaerob glikolizda namoyon bo'ladi va eng sekinlashgan reaksiya mitoxondrial nafas olish va oksidlanishli fosforlanishda kuzatiladi. Tiklanish davrida jismoniy yuklamaning ta'siridan so'ng muskuldagi krora, gliogen va hujayra strukturalarini tashkil qiluvchi lipidlar, oqsillar superkompensatsiyasiga tezda yetadi. Uzoq muddatli moslashish jarayonida birinchi navbatda energetik jarayonlarning quvvat ko'rsatkichi, so'ngra energetik hajmi, moslashishning yakunlovchi bosqichida energetik samaradorligi ko'rsatkichlari o'zgaradi.

6. **Davriylik tamoyili** mashqlanishda organizmdagi moslashuvchan o'zgarishlar fazoviy xarakterga ega va bu o'zgarib turishlar moslashishning rivojlanish tezligida ustunlik qiluvchi funktsiya tomonidan turli to'lqin uzunligiga va amplitudaga egaligini tasdiqlaydi. Moslashishning rivojlanishi uchun kerakli quvvatni yaratish uchun bir necha yuklamalarning (yoki mashqlanish darslari) mashqlanish samaradorliklari ma'lum qoidalar bo'yicha qo'shilgan va ustunlik qiluvchi funktsiyaga ta'sir qiladigan qandaydir tugallangan davr bo'lishi kerak. Bunday mashqlanish ta'siri davriga to'la moslashish uchun mashqlanishni sportchilarni tayyorlashda ma'lum masalalarni hal qiladigan davrida uni ko'p marta takrorlash zarur.

Odatda, mashqlanish jarayonida yaxshi moslashish samaradorligiga erishish uchun quyidagi ikki talabni bajarish shart:

**Birinchi** — har bir ustunlik qiluvchi (asosiy) funktsiyaga ta'sir qilishni ta'minlash zarur.

**Ikkinchi** — alohida mashqlanish darslarida jismoniy yuklamaning og'irligi organizmning moslashuvchan zaxira imkoniyatlarini oxirigacha ishlatishga yo'l qo'yadigan bo'lmasligi kerak. Chunki, aks holda tiklanish jarayonlarining o'tishi sekinlashadi va organizmning ana shunday tip ta'siriga moslashishining rivojlanish sur'atlari susayadi.

#### **Nazorat savollari**

1. Moslashishning shoshilinch va uzoq muddatli moslashish bosqichlarini tushuntiring.
2. Mashqlanishning biologik tamoyillari nechta?

---

## 22-bob.

### SPORTCHILAR ISH QOBILIYATINING BIOKIMYOVIY OMILLARI

#### 22.1. Sportchilar ish qobiliyatidagi asosiy omillar

Insonning jismoniy qobiliyatini aniqlashda ko'p sonli omillar mavjud bo'lib, ulardan quyidagilar asosiylari hisoblanadi:

- 1) tezkorlik-kuchlilik sifatining taraqqiy etishi va asab-muskul harakati nuqtasining xususiyatlari;
- 2) organizmning bioenergetik imkoniyatlari (aerob va anaerob);
- 3) mashqlarni bajarish texnikasi;
- 4) sportchining kurashish taktikasi;
- 5) sportchining psixologik tayyorgarligi (motivatsiya, erkin xususiyatlari).

Insonning tez-kuchlilik va bioenergetik imkoniyatlarini potensial omillar guruhi tashkil etadi (ya'ni bular ichki imkoniyatlardan kelib chiqadi).

Sportchilarning texnik, taktik va psixologik tayyorgarligini ishlab chiqarish guruhi omillari tashkil qiladi.

***Insonning tezkorlik-kuchlilik imkoniyatini*** aniqlovchi biokimyoviy omillar ichida muskulning qisqaruvchi fermentativ xossalari va umumiy miqdorini ko'rsatish mumkin.

Miozin va aktin oqsil iplarining miofibrillarda o'zaro qo'shinishi, muskullar qisqarishi va taranglashishi, miozin ATF-aza fermenti faolligiga qarab muskul tolalari har xil tiplarga bo'linadi, bu esa biokimyoviy qonuniyatlardan biri hisoblanadi. Odamning skelet muskullarida tez va sekin qisqaruvchi tolalar har xil nisbatda bo'ladi. Tez va sekin qisqaruvchi tolalar nisbatining o'zgarishi muskulning funksional xossalariga ta'sir qiladi. Tez va sekin qisqaruvchi tolalar har xil harakat birliklari tarkibiga kirib, qaltirash bo'sag'asida farqlanadi.

Mashqlarning jadalligi ortishi qaltirash birligi ostonasida tursa, tez harakat birliklarida bo'lib, ishning unumdorligi ortadi, bular hammasi tez qisqaruvchi muskul tolalariga bog'liq bo'ladi. Skelet muskullarining umumiy tarkibida tez qisqaruvchi tolalar qancha ko'p bo'lsa, uning tezkorlik-kuchlilik xarakteristikasi ortadi.

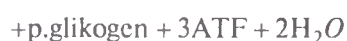
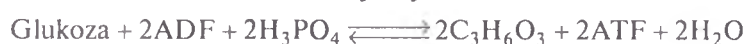
**Organizmning bioenergetik imkoniyatlari** biokimyoviy omillardan yana biri hisoblanib, uning jismoniy ish qobiliyatini orttiradi. Energiya sarf qilmasdan turib, biror ish qilib bo'lmaydi. Muskullar ish paytida anaerob va aerob yo'llari orqali boradi.

KrFosfokinaza reaksiyasi yordamida:

KrFKinaza



Glikolitik jarayonlarda:



Miokinaza reaksiyasi:

adenilatkinaza



Aerobda: a) substratlar oksidlanishi (glukoza);

b)  $\text{H}^+$  (vodorod) ajralib borib NAD yoki FAD larga qo'shiladi;

d)  $2\text{H}_2 \text{---} \text{O}_2 = 2\text{H}_2\text{O}$  (terminal oksidlanish).

Aerob oksidlanish fermentlari mitoxondriyalarda joylashgan.

Energetik jarayonlarning biokimyoviy tabiatiga qarab 3 funksional xususiyatini ko'rsatish mumkin, bu esa kuchiga to'g'ri ta'sir qilishi bilan jismoniy ish qobiliyatining xarakterini ko'rsatadi:

- alaktat anaerob qobiliyat, bu energiya hosil bo'lishining ATF-aza va KrF-kinaza reaksiyalari jarayonlari bilan bog'liqdir;

- glikolitik anaerob qobiliyat, bu ish paytida anaerob glikolitik jarayonlar imkoniyatlarining ortishini va organizmda sut kislotasini to'planishini ko'rsatadi;

- aerob qobiliyat, bu ishni bajarish imkoniyatlari mitoxondriya hujayralaridagi aerob jarayonlar bilan va bir vaqtning o'zida ishlab turgan to'qimalarga kislorod yetkazishni orttirish va uni yo'qotish bilan bog'liqdir.

Yuqorida keltirilgan jismoniy ish qobiliyati birikmalari quyidagi 3 xil biokimyoviy kriteriyalar bilan xarakterlanadi:

- quvvat kriteriyasi – bu metabolik jarayonlarda energiya ajralishining tezligini ko'rsatadi;

- hajm kriteriyasi – bu mashqlar vaqtida organizmda umumiy metabolitlar hajmining o'zgarishini yoki substratlar fondida ishlatiladigan kerakli o'lchovni ko'rsatadi;

- samaradorlik kriteriyasi – maxsus muskul ish faoliyatida metabolik jarayonlarda ajralgan energiyaning qaysi darajada ishlatilganini aniqlaydi (30-jadval).

30-jadval

**Sportchilar jismoniy ish qobiliyatining biokimyoviy kriteriyalari**

Kriteriyalar	Energetik qobiliyati		
	Alaktat anaerob	Glikolitik anaerob	Aerob
Quvvati	Maksimal anaerob quvvati, makroergik bog'larning parchalanish tezligi	Sut kislotasining yig'ilish tezligi, ortiqcha narsalarning ajralish tezligi CO <sub>2</sub> ,	Kislorodni maksimal talab qilish, kritik quvvati
Hajmi	Muskulda KrF ning umumiy miqdori kislorod kattaligi (Alast, O <sub>2</sub> qarzi)	Qonda sut kislotasining maksimum yig'ilishi. Maksimal kislorod qarzi pH ning maksimal so'rilishi	Mashq vaqtida O <sub>2</sub> o'tishi

Davomi

Samara- dorligi	Alaktat O <sub>2</sub> qarzini to'lash tezligi	Sut kislotaning mexanik ekvivalentligi	Anaerob almashish ostonasida ishning O <sub>2</sub> ga ekvivalentligi
--------------------	--	---	--

## 22.2. Sportchilarning ish qobiliyatidagi aerob va anaerob ko'rsatkichlari

Aerob va anaerob bioenergetik jarayonlar quvvatiga qarab bir-birdan ancha farq qiladi.

Alaktat anaerob jarayonining maksimal quvvati 5 sekund davom etadigan mashqlarda maksimal quvvatga yetib, bu yuqori kvalifikatsiyadagi sportchilarda 3600 J/kg.min atrofida bo'ladi.

Glikolitik anaerob jarayonlarida maksimal quvvati 30 sek davomida 2400 J/kg.min. Aerob jarayonning maksimal quvvati 2–7 min davom etadigan mashqlarda 1200 J/kg.min ga yetadi. Shunday qilib, aerob maksimal quvvati, glikolitik va alaktat jarayonlar quvvati 1:2:3 nisbatda bo'ladi.

Aerob jarayonning maksimal quvvati 2–3 min ishda ortib borib, 15–30 min ushlab turishi mumkin. Ko'p davom etadigan mashqlarda u sekin-asta sekinlashadi.

Marafon yugurishlarida aerob energiya mahsulotlarining o'rtacha darajasi maksimal aerob quvvatining 80–85% ini tashkil etadi.

Alaktat va glikolitik anaerob jarayonlar quvvati mashqlarni bajarish vaqtini orttirish bilan tezda pasayadi. Bu esa ularning energetik hajmi uncha katta emasligi bilan bog'liqdir.

Aerob jarayonlar o'zlarining energetik hajmi bilan alaktat va glikolitik anaerob jarayonlaridan ko'p marta ortiqdir.

Mitoxondrial oksidlanishning substratlar fondi ishlab turgan muskullarga faqatgina muskul ichki zaxiralarini berib qolmasdan (karbonsuvlar, yog'lar), balki glukoza, yog' kislotalari va qon glitserinini, jigarda glikogen zaxirasini va organizm to'qimalariga zaxira ham beradi. Shunday qilib, bu jarayonda glukozaning

anaerob hajmiga nisbatan aerob jarayoni 10 marta, alaktat anaerob jarayoniga nisbatan 100 marta ortiq bo'ladi. Samaradorlik ko'rsatkichlarida ham katta farq qiladi.

### **22.3. Sportchilar ish qobiliyatining maxsusligi**

Sportning u yoki bu turida jismoniy ish qobiliyatining aniq ko'rinishi maxsus xarakterga ega. Bu maxsuslik sportchilar qobiliyatining aerob va anaerob taraqqiyoti darajasiga bog'liq bo'lib, mashqlar ta'sirida ko'rsatiladi (29, 30-rasmlar).

Eng yuqori maksimal aerob quvvati uzoq masofaga yuguruvchilarda, chang'ichilarda, konkida yuguruvchilarda, velosipedist-shosseyniklarda ko'rsatilgan.

Alaktat anaerob quvvat ko'proq qisqa masofaga yuguruvchilarda, xokkeychilarda va qisqa masofali velopoygachilarda namoyish qilinadi.

Eng katta kuchni glikolitik anaerob quvvat egallaydi, bularga qisqa masofadagi velopoygachilar, o'rta masofaga yuguruvchilar, xokkeychilar va vaterpolistlar kiradi.

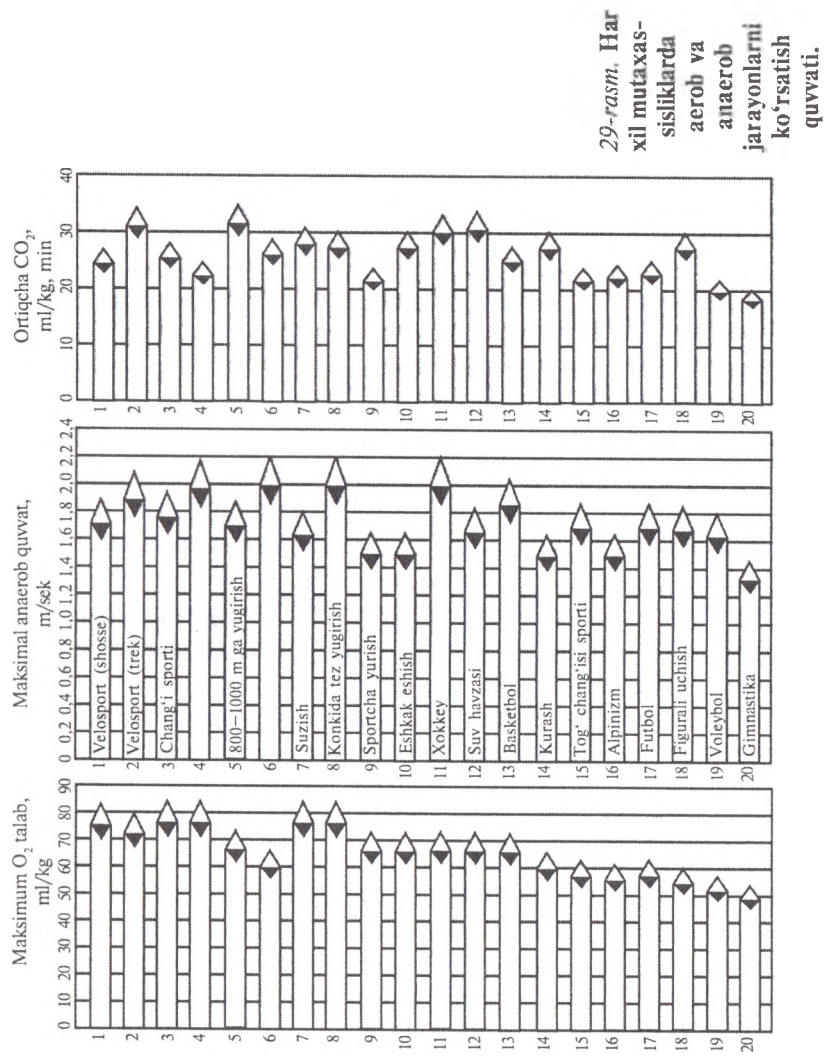
Eng katta aerob hajmni uzoq masofaga haydovchi velopoygachilar, chang'ida uzoq va o'rta masofaga yuguruvchilar egallaydi.

Eng yuqori katta alaktat anaerob hajmni qisqa masofaga yuguruvchilar, basketbolchilar, kurashchilar egallaydi.

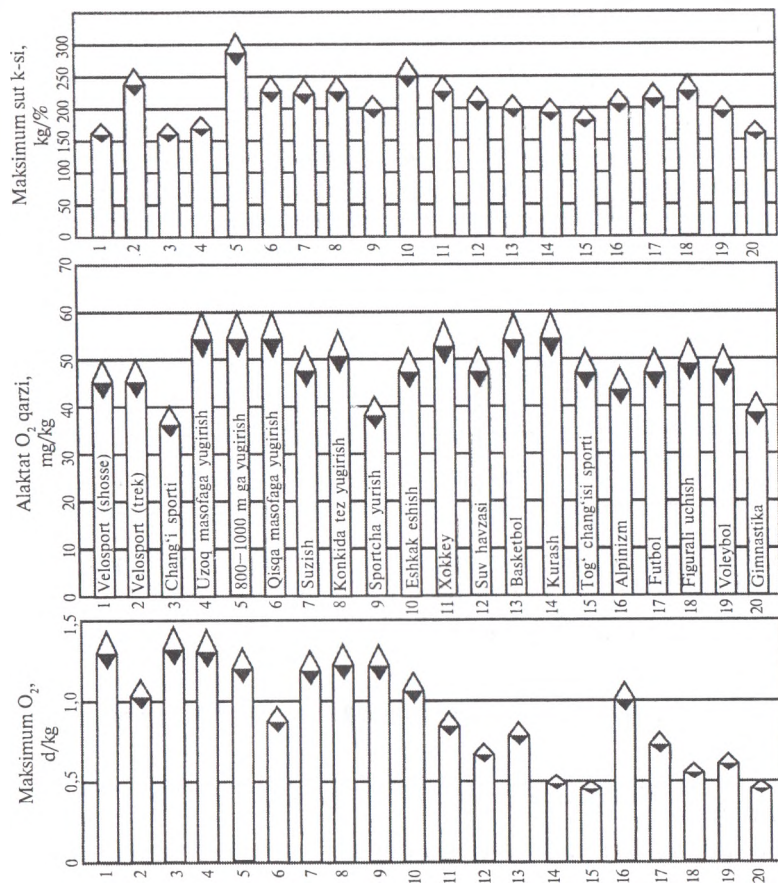
Katta bo'lgan glikolitik anaerob hajmini o'rta masofaga yuguruvchilarda, qisqa masofa velopoygachilarida va xokkeychilarda ko'rish mumkin.

Har bir sport turining o'ziga xos yetakchi metabolik omili ularning yuqori sport ko'rsatkichiga ko'tarilishiga ta'sir qiladi (31-jadval).

Shunday qilib, olingan natijalarga asoslanib uzoqqa yugurish va chang'ida yugurish natijalari aerob quvvatga, aerob hajmga va glikolitik anaerob hajmga bog'liq. Konkida tez yugurish aerob samaradorligiga va glikolitik anaerob hajmga; basketbol – glikolitik anaerob hajmga va aerob samaradorligiga bog'liq bo'ladi.







30-rasm. Har xil mutaxassisliklarda aerob va anaerob jarayonlarni ko'rsatish hajmi.

**Har xil tur mashqlarda sport yutuqlarining o'zgarishiga  
metabolik omillarning ta'siri**

<b>№</b>	<b>Metabolik omillar</b>	<b>Qisqa masofaga yugurish</b>	<b>Uzoq masofaga yugurish</b>	<b>Chang'ida tez yugurish</b>	<b>Konkida tez yugurish</b>	<b>Bas-ketbol</b>
1.	Aerob quvvat	37,0	41,0	25,5	7,0	8,5
2.	Aerob hajm	-	17,0	39,0	5,6	6,6
3.	Aerob effekt	-	7,7	12,0	35,7	14,6
4.	Glikolitik anaerob quvvat	9,7	6,2	4,6	12,5	-
5.	Glikolitik anaerob hajm	12,9	14,8	11,7	21,0	33,0
6.	Alaktat anaerob quvvat	17,9	3,6	4,4	9,0	6,2
7.	Alaktat anaerob hajm	7,8	-	-	5,7	10,0

Shunday qilib, har bir sport turi o'zining maxsus yetakchi metabolik omillar majmuiga ega bo'lib, bular sportchi yutuqlarini yuqori darajaga ko'tarishi mumkin.

#### **22.4. Sportchilar ish qobiliyatiga mashqning ta'siri**

Jismoniy ish qobiliyati ko'rsatkichlari mashq qilish natijasida yaxshilanadi.

Bu ta'sir, ayniqsa, bioenergetik jarayonlarning ko'rsatkichlari – quvvati, hajmi, samaradorligi bilan taqqoslanganda har xil kvalifikatsiyadagi sportchilarda yaqqol ko'rinadi. Masalan, konkida yuguruvchi har xil kvalifikatsiyadagi sportchilarda aerob va anaerob jarayonlar quvvati, hajmi, samaradorligi har xil bo'ladi (32-jadval).

Har xil kvalifikatsiyada bo'lgan konkichilarning aerob va anaerob jarayonlaridagi quvvat, hajm hamda samaradorlik ko'rsatkichlari

Sportchilar kvalifikatsiyasi	O <sub>2</sub> max ml/kg	Saqlash t0, C	AAB	CO <sub>2</sub> , l/min	O <sub>2</sub> , qarzi ml/kg	Alaktat O <sub>2</sub> qarzi ml/kg
Sportchilar III-II razryad	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
DSSU	76	340	60	1,97	141	35

Jadvaldan sportchilar kvalifikatsiyasi oshishi bilan jismoniy ish qobiliyatidagi barcha bioenergetik xarakteristikalar yaxshilanishi ko'rinib turibdi. Shu bilan birga ya'ni mashqlanishda ayrim bioenergetik ko'rsatkichlar har xil darajada ko'rinadi. Masalan, endi mashqni boshlovchi sportchilarda sport turlari bilan mashq qilishda chidamkorlikni talab qilsa, KMT – 40–45 ml/kg.min ni tashkil qiladi va yuqori kvalifikatsiyadagi sportchilarda esa 80–90 ml/kg.min. Demak, ko'p yil muntazam ravishda mashq qilish ta'sirida aerob quvvat ko'rsatkichlari 2 marta yaxshilanadi. Aerob hajmi esa 4 martadan ko'proq yaxshilanadi.

### 22.5. Yosh sportchilarning ish qobiliyati

Yosh o'tib borishi bilan sportchilarning jismoniy ish qobiliyati qonuniyatlar asosida o'zgarib boradi. Odamning yoshi oshgan sari energiya mahsulotlariga bo'lgan talab ortib, fiziologik yetiladi, psixologik fikrlashi shakllanib boradi. Yoshning kattalashib borishi bilan tananing metabolik xususiyatlari ortib, skelet muskullarida aerob va anaerob almashinuvining asosiy

fermentlari, faolligi va muqarrarligi ortib boradi. To'qimalarda energetik moddalarning zaxirasi ortib boradi, vegetativ ish tizimi o'zgaradi, muskullarga kislorodni tashib borish, oziq-ovqat mahsulotlarini yetkazish, ularning parchalanishi ortib boradi. Bularning barchasi 20–25 yoshgacha maksimum darajaga yetadi. Sportchilar ana shu yoshda juda ham yuqori natijalarga erishadi. 40 yoshdan keyin jismoniy ish qobiliyati sekin-asta pasayadi va 60 yoshda esa yetilgan yoshga nisbatan (20–25) 2 marta pasayadi. Yoshning ortib borish jarayonida bioenergetik ko'rsatkichlar ketma-ketligida o'zgarishlar ko'rsatiladi, ya'ni maksimal anaerob quvvat erkaklarda 20 yoshda tez ko'payadi va 30 yoshgacha saqlanadi, keyin esa sekinlashadi. Ayollarda bu holat juda ham yosh paytida o'sib boradi (18 yoshida maksimumga yetadi) va keksaygan yoshda esa pasayadi.

Aerob jarayonlarning quvvati — erkaklarda 25 yoshda ortib boradi, 40 yoshgacha ana shu darajada ushlanadi, keyin esa pasayadi; ayollarda esa 20 yoshgacha va 35 yoshdan keyin pasaya boradi. Erkak va ayollarda sut kislotasining eng yuqori darajada yig'ilishi 22 yoshgacha bo'lib, keyin 30 yoshgacha pasayib boradi.

Bioenergetik jarayonlarning hajmi va samaradorlik ko'rsatkichlari sekin o'sish davrida qurishi mumkin. Bu ko'rsatkichlar 25–30 yoshda yuqori ko'rsatkichlarni beradi va doimiy mashq qilish natijasida maksimal darajasini 40–45 yoshgacha tutish mumkin. Ayollarda bu ko'rsatkichlarning pasayishini juda ham keksaygan va qarigan yoshlarida ko'rish mumkin. Yuqorida aytilganlarga asoslanib, ish qobiliyati ko'rsatkichlar ketma-ketligini tuzishda yoshlariga qarab dasturlar tuzilishi kerak.

#### ***Nazorat savollari***

- 1. Sportchilar jismoniy ish qobiliyatini aniqlashda qaysi omillar qo'llaniladi?*
- 2. Insonning tezkorlik-kuchlilik imkoniyatini aniqlovchi omillarni tushuntiring.*
- 3. Organizmning bioenergetik imkoniyati qaysilar?*
- 4. Sportchilar ish qobiliyatining aerob va anaerob ko'rsatkichlarini tushuntiring.*

---

## 23-bob.

### SPORTCHILAR TEZKORLIK-KUHLILIK SIFATLARINING BIOKIMYOVIY ASOSLARI VA ULARNI RIVOJLANTIRISH USHLBLARI

#### 23.1. Tezkorlik-kuchlilik sifatlarining biokimyoviy omillari

Sportchilar tezkorlik-kuchlilik sifatini muskulda taraqqiy ettirishning asosiysi bo'lib kuch, tezlik va quvvat hisoblanadi. Bularning (kuch, tezlik, quvvat) ko'rinishini quyidagi, ya'ni psixologik, fiziologik, biomexanik va biokimyoviy xarakterlar ko'rsatadi. Tezkorlik-kuchlilik sifatining maksimal qiymati erkin paytida yuqori konsentratsiyaga yetadi. Erkin paytida markaziy motorda yuqori darajada qo'zg'atish, turtkilar yuqori holatda ushlanib turiladi, qachonki bu vaqtda — ishlashga ko'p miqdorda harakat birliklari qo'shiladi.

Tezkorlik-kuchlilik sifati muskullar tarkibidagi tez va sekin qisqaruvchi tolalarga va shuningdek, ichki biomexanik tuzilish xususiyatlariga bog'liq bo'ladi.

Tezkorlik-kuchlilik sifatini ko'rsatuvchi asosiy biokimyoviy omillardan biri — maksimal muskul kuchiga bog'liq bo'ladi.

Odam va hayvonning har xil muskullarida olib borilgan eksperimental tekshirishlar natijasi shuni ko'rsatdiki, maksimal muskul kuchi kattaligi sarkomer uzunligiga yoki qalin (yo'g'on) miozin iplariga, ya'ni miozinning polimerlanish darajasiga va muskulning qisqaruvchi oqsilli aktinning umumiy miqdoriga to'g'ri, proporsional ekanligini ko'rsatdi. Yuqorida aytib o'tilganidek, uning kuchi miofibrilldagi miozin va aktin tolalarining o'zaro ta'sirida hosil bo'lgan ko'ndalang ulamalar soniga proporsionaldir. Ingichka aktin tolalari qancha ko'p yo'g'on miozin iplarida joy egallasa, taraqqiy etadigan muskulda shuncha maksimal kuch bo'ladi. Eng uzun sarkomer

molluskalar muskulida aniqlangan (odamnikiga nisbatan 3–6 marta kuchli). Eng qisqa sarkomer hasharotlar va kolibri qushi muskulida uchratilgan.

Sarkomer uzunligi yoki miozinning polimerlanish darajasi – bu genetik holat bo‘lib, u mashqlar ta‘sirida ham, individual taraqqiy etish jarayonida ham o‘zgarmaydi. Muskul tarkibidagi aktin oqsilining miqdori mashq qilish va individual taraqqiyot jarayonida o‘zgaradi. Bu ko‘rsatkich turli xil turdagi muskul tolalarida va har xil funksiyani bajaruvchi muskullarda yaqqol ko‘rinadi. Muskul fibrillarida aktin miqdori kreatin miqdoriga teng bo‘lib, ikkala ko‘rsatkich, aktin miqdoriga va muskuldagi kreatin miqdori – muskul kuchlarini taraqqiy etganligini aniqlashda nazorat sifatida ishlatiladi.

**Ikkinchi asosiy biokimyoviy omillardan** biri – bu muskul qisqarishidagi maksimal tezlik kattaligi: bu esa sarkomer uzunligiga va miozinning ATF-aza faolligiga bog‘liq. Eng yuqori qisqarish tezligi juda katta sarkomer saqlagan kolibri qushi va hasharotlar muskulida aniqlangan, eng past qisqarish esa eng uzun sarkomer saqlangan molluskalar muskullarida ko‘rsatilgan. Maksimal qisqarish tezligi ATF-aza faolligiga to‘g‘ri proporsionaldir. Muskul tolalarining har xil tiplarida maksimal qisqarish juda katta farq qiladi: bu qisqarish tez qisqaruvchi oq tolalarda sekin qisqaruvchi qizil tolalarga nisbatan taxminan 4 marta yuqori bo‘ladi.

**Uchinchi asosiy biokimyoviy omillardan** biri bu muskul qisqarishidagi quvvatning o‘zgarishidir. Taraqqiy etayotgan muskulda quvvat umumiy ATF-aza faolligiga yoki ATF parchalanish tezligiga to‘g‘ri proporsionaldir. Tez qisqaruvchi oq tolalarda maksimal quvvat kuchi 1 kg og‘irlikdagi muskulga 155 W to‘g‘ri kelsa, sekin qisqaruvchi qizil tolalarda 1 kg og‘irlikdagi muskulga 40 W to‘g‘ri keladi.

### **23.2. Sportchilarni tezkor-kuchli qilib tayyorlashda biokimyoning asosiy uslublari**

Odamning tezkorlik-kuchlilik qobiliyatini orttirish omillari (miofibrillardagi sarkomer uzunligiga, sekin va tez qisqaruvchi

muskul tolalarining miqdoriga) genetik holatiga bog'liq bo'lgani uchun sportchilarning tezlik, kuchlilik sifatlarini oshirishning uslubiy yo'llarini tanlash kerakki, qachonki u uslublar muskuldagi miozin oqsili ATF-azani va qisqaruvchi oqsillar sintezini yaxshilab berishi kerak. Bu masalalarni yechish bugungi kunda 2 ta usul bilan olib boriladi:

- 1) mashqlarni maksimal kuchaytirish;
- 2) qayta chegaralangan mashqlarni oshirish.

Birinchi uslubni, ya'ni maksimal kuch yoki quvvatni muskuldagi KrFning kritik konsentratsiyasi aniqlaydi (taxminan 1/3 umumiy alaktat anaerob hajmni). Agar bu ko'rsatkichdan past bo'lsa, ATF ning resintezini ta'minlab bera olmaydi. KrF ana shu miqdorida 5–6 marta takror mashqlar bajarish mumkin. Xohishiga qarab dam olib, bir mashq darsida 10–12 marta mashqni takrorlash mumkin, bunda maksimal quvvat juda ham sezilarli o'zgarmaydi.

Mashqni juda ko'p takrorlash natijasida o'ta charchash kelib chiqadi, chunki bu harakat nuqtasiga va quvvatga ta'sir qiladi.

Ishlab turgan muskulda KrF konsentratsiyasining pasayishi glikolizni kuchaytiradi, bu esa qonda sut kislotasi yig'ilishiga va ichki hujayralar pH ning o'zgarishiga olib keladi. Ana shu o'zgarishlar ta'sirida ichki hujayralarda miozin – ATF-aza faolligi yo'qoladi, bu esa mashqlarning maksimal quvvati pasayishiga olib keladi. Shuning uchun maksimal quvvat yoki sut kislotasida katta o'zgarish yuz bersa va qonning kislotali-ishqorli muhitida tenglik bo'lmasa, mashqlarni nezda to'xtatish kerak.

Ikkinchi uslub takroriy chegaralangan mashqlar – bunda muskul massasi va qisqaruvchi oqsillar sintezi ortadi. Buning uchun keng miqyosda mashqlar qilish mumkinki, bular tanlangan muskullarni mashq bilan ta'minlaydi.

#### ***Nazorat savollari***

1. *Tezkorlik-kuchlilik sifatlarining biokimyoviy omillari qaysilar?*
2. *Sportchilarni tezkor-kuchli qilib tayyorlashda ishlatiladigan biokimyoning asosiy uslublarini tushuntirib bering.*
3. *Mashqlarni maksimal kuchaytirish va qayta chegaralangan mashqlarni oshirish uslublarining bir-biridan farqi nimada?*

---

---

## 24-bob.

### CHIDAMKORLIKNING BOKIMYOVIY ASOSLARI VA UNI RIVOJLANTIRISH USHLBLARI

#### 24.1. Chidamkorlikning biokimyoviy omillari

**Chidamkorlik** – sportchining muhim jismoniy xususiyati bo‘lib, ko‘pincha uning ish qobiliyati umumiy darajasini belgilaydi.

Chidamkorlik oxirigacha bajarilgan ishning vaqti bilan o‘lchanadi.

Biokimyoviy nuqtayi nazardan chidamkorlik – ishlatilishi mumkin bo‘lgan barcha energetik moddalarning har bir mashqni bajarishdagi energiyaning sarflanish tezligiga bo‘lgan nisbati bilan belgilanadi yoki boshqacha aytganda, chidamkorlik – bor energiya resurslarini to‘liq sarflaganda ma’lum jadallikda bajarilgan ishning vaqti bilan belgilanadi:

$$\text{Chidamkorlik (t, min)} = \frac{\text{energiya jamg'armasi (J)}}{\text{energiyaning sarflanish tezligi (J / min)}}$$

Metabolik jarayon energiya manbai bo‘lib, ishlatilishiga qarab chidamkorlik maxsuslik xususiyatiga ega. Organizmda uch xil – alaktat, glikolitik va aerob energiya manbai borligi hisobga olinganda, chidamkorlikni shu uchala energiya manbalarining quvvat, hajm va samaradorlik ko‘rsatkichlarining turlicha ko‘rinishlari natijalari deb hisoblash mumkin.

Qisqa va maksimal quvvatli mashqlarda, ishning vaqti bir necha sekundlar bilan o‘lchanganda energiya hosil bo‘lishining glikolitik anaerob va aerob jarayonlari o‘zlarining maksimal quvvatiga erishmaydi va ularning energiya manbalaridan foydalanish darajasi juda past. Shuning uchun ham bunday



mashqlarda chidamkorlik alaktat anaerob jarayonning ko'rsatkichlariga bog'liq bo'ladi.

Uzoq muddatli o'rta me'yorli mashqlarda, anaerob jarayonlarning ishning energiya ta'minotida qatnashishi energiya ishlab chiqarishning boshlang'ich davri bilan chegaralanganda, chidamkorlik aerob jarayonlarning ko'rsatkichlari bilan belgilanadi. Har xil sport turining vakillarida anaerob va aerob energiya manbalarining quvvat, hajm va samaradorlik ko'rsatkichlarini o'lchash yuqoridagi holatni to'la tasdiqlaydi.

Sportchilarning chidamkorlik ko'rsatkichlari ularning aerob va anaerob energetik imkoniyatlariga bog'liq bo'lganligi sababli, tabiiyki, chidamkorlik mashqlari organizmning ana shu bioenergetik xususiyatlarini kuchaytirishga yo'naltirilgan bo'lishi lozim.

#### **24.2. Chidamkorlikni rivojlantirishga moslashtirilgan mashqlanish uslublari**

Chidamkorlikni rivojlantirish uchun qo'llanilayotgan mashqlanish uslublari ayrim bioenergetik funksiyalarga maxsus ta'sir ko'rsatadi. Chidamkorlikni rivojlantirishning eng samarador uslublari bo'lib uzoq uzluksiz ish uslubi (bir tekisda yoki o'zgaruvchan) hamda mashqlanishning takrorlash va oraliq uslublari hisoblanadi. Odatda, chidamkorlikning anaerob yoki aerob birikmalarini rivojlantirish yo'nalishiga qarab ularni bo'lishadi.

Chidamkorlikning alaktat anaerob birikmalarini rivojlantirishga yo'naltirilgan mashqlanishlarda ko'pincha ishning takrorlash va interval uslublari (interval sprint) foydalaniladi. Bu ko'rinishdagi mashqlanishning asosiy maqsadi – ishlayotgan muskullarda alaktat anaerob zaxiralarining maksimal sarflanishiga erishish, anaerob parchalanish mahsulotlari (ADF,  $H_3PO_4$ , laktat va h.k.) to'planayotgan sharoitda anaerob alaktat tizimining muhim fermentlar (miozin ATF-azasi, sarkoplazmatik KrK) turg'unligi barqarorligini oshirishdir. Bu masalani yuqori shiddatli ( $W_{max} = 90-95\%$ ) qisqa muddatli (davomiyligi

10–15 sekunddan ko‘p emas) mashqlarni ko‘p marta takrorlash yo‘li bilan yechish mumkin.

Maksimal quvvatli mashqlar bajarilayotganda chidamkorlikning mashqlanishni takrorlash uslubida mashqlar orasidagi dam olish pauzasi alaktat anaerob zaxiralarning ish vaqtida sarflangan qismlarini tiklab berishi lozim, ya‘ni  $O_2$  qarzining fraksiyasini tez uzish vaqtiga to‘g‘ri kelishi va 2,5–3 minutni tashkil qilishi lozim. Ana shunday mashqlanishlarda  $O_2$  iste‘moli va sut kislotasi to‘planishining eng yuqori darajasi 5–6 takrorlanishga to‘g‘ri keladi. Bu alaktat anaerob zaxiralarning hajmi asta-sekin tugallanishidan dalolat beradi. Ishlayotgan muskullarda KrF jamg‘armasining miqdori keskin kamayganda darhol ishning maksimal quvvati kamaya boshlaydi. Odatda, bunday holat mashqlarning 8–10 marta takrorlanishiga to‘g‘ri keladi. Mana shu mashqlanishning takrorlash sonini chidamkorlikning alaktat anaerob birikmasini shu mashqlash uslubi uchun qulay sharoit deb qabul qilish mumkin.

Dam olish oraliqlari cheklanmagan mashqlanishni takrorlash uslubidan farqli ravishda, oraliq uslubida dam olishning qisqa to‘xtashlari shunday tanlab olinadiki, u mashqlanuvchi funksiyaga eng ko‘p ta‘sir ko‘rsatishi lozim. Maksimal quvvatli mashqlarni takroriy bajarishda bu ko‘rsatkichlarning o‘zgarishi organizmdagi biokimyoviy o‘zgarishlar ketma-ketligiga ta‘sir ko‘rsatadi.

Mashqlar orasidagi dam olish oralig‘ini 1 minutgacha qisqartirganda  $O_2$  iste‘molining qoldirilgan maksimumi kuza-tiladi, bu maksimal kuchlanishni har bir navbatdagi takrorlashda alaktat anaerob zaxiralarni to‘ldirish jarayoni faollanishidan dalolat beradi. Biroq dam olish vaqti oralig‘ini 30 sekundgacha qisqartirganda qoldirilgan maksimum yo‘qolib ketadi. Uning o‘rniga maksimal quvvatli ishni har bir takrorlanishning oxirida  $O_2$  iste‘moli tezligining eng yuqori ko‘rsatkichini va dam olishga to‘xtaganda uning biroz kamayishini ifodalovchi arrasimon egri chiziq hosil bo‘ladi. Bu egri chiziq birinchi 5–6 takrorlanishda tez yuqoriga ko‘tariladi va so‘ngra o‘zgarmay bir yo‘sinda davom etadi. Agar dam olish oralig‘i 10 sekundgacha qisqartirilsa,  $O_2$

iste'molining yuqori darajasi mashqni bajarish vaqtida KMI bilan tenglashadi. Dam olish oraliq'ini qisqartirish bu sharoitda birinchi 5–6 takrorlanishda "ortiqcha" CO<sub>2</sub> ajralishini, sut kislotasining to'planishini ko'paytiradi va qonning pH ko'rsatkichini kamaytiradi. Qonda sut kislotasining to'planishi (100 mg% dan ko'proq) natijasida organizm ichki muhiti kislotalik xususiyatining ortishi kreatinfosfokinaza reaksiyasi tezligi va maksimal quvvatning kamayishiga olib keladi. Mashqlarni takrorlash sonini yana ko'paytirish oraliq ishning mashqlanish samarasining o'zgarishiga olib keladi: u aralashgan aerob-anaerob xarakterga ega bo'ladi. Shuning uchun ham agar oraliq uslubida qisqa muddatli maksimal quvvatli mashqlar qisqa dam olish oraliqlari (30 sekunddan kam) bilan qo'llanilayotgan bo'lsa, mashqlanishning alaktat anaerob samaradorligini hosil qilish uchun bunday ishni ketma-ket bajarib, har bir ketma-ketlikda 5–6 tadan takrorlash lozim va har bir ketma-ketlik orasidagi dam olish oraliq'i 3 minutdan kam bo'lmasligi kerak.

Chidamkorlikning glikolitik anaerob birikmasini rivojlantirishda bir martali chegaralangan, takrorlash va oraliq ish uslublaridan foydalanish mumkin. Tanlab olgan mashqlar ishlayotgan muskullarda anaerob glikolitik o'zgarishlarning eng yuqori darajasini ta'minlab berishi kerak. Bunday sharoitga 30 sekunddan 2,5–3 minutgacha bajariladigan mashqlar to'g'ri keladi.

Glikolitik anaerob xususiyatli mashqlarni ko'p va chegaralanmagan dam olish oraliqlari bilan takroriy bajarish har bir yangi takrorlashda dasturlashtirilgan mashqlanish samaradorligini takrorlaydi. Bu holda mashqlarni takrorlashning eng yuqori soni ishlayotgan muskullardagi glikogen jamg'armasi kamayishiga va muhitning kislotalik darajasi maksimal holatga yetishiga bog'liq (odatda, berilgan mashqni 6–8 marta takrorlaganda).

Glikolitik anaerob xususiyatga ega bo'lgan oraliq ishda dam olishga to'xtalishning vaqtini qisqartirish O<sub>2</sub> iste'moli "cho'qqi" holatini o'zgartirmaydi (u bu mashqlarda maksimal

qiymatiga yetadi), ammo u "ortiqcha"  $O_2$  iste'molining tez ko'payishiga, qonda sut kislotasi to'planish tezligi ortishiga va yaqqol toliqishning rivojlanishiga olib keladi. Agar dam olish oralig'i va ish davri davomiyligining o'zaro bog'lanishlari 1:1 yoki 1:1,5 nisbatda bo'lsa, ya'ni 1,5–2 minutdan kam vaqtni tashkil qilsa, mashqlarni takrorlashning umumiy soni tez rivojlanayotgan toliqish tufayli 3–4 martagacha qisqaradi. Shu bilan birga, ishlayotgan muskullarda anaerob glikolizning tezligi eng yuqori darajaga yetadi va qonda sut kislotasi eng maksimal miqdorining yig'ilishi kuzatiladi.

Mashqlanish samaradorligini mustahkamlash uchun yetadigan kerakli hajm ishni bajarish uchun qisqa to'xtalish bilan dam oladigan oraliq ishni, odatda, 3–4 marta takrorlanadigan ketma-ketliklar bilan bajariladi. Ketma-ketliklar 10–15 minutli dam olish bilan ajratilgan bo'ladi.

Chidamkorlikning aerob birikmasini rivojlantirishga yo'naltirilgan mashqlanishlarda bir martali uzluksiz, takrorlash va oraliqli ishning bir necha xillarining uslublari qo'llaniladi.

Aerob almashinuvga yetarli ta'sirni ta'minlash uchun bir martali uzluksiz va takrorlash uslublariidan foydalanilganda mashqlarning umumiy vaqti 3 minutdan kam bo'lmasligi kerak, chunki shu vaqt  $O_2$  iste'moli doimiy holatiga chiqishiga yetarli hisoblanadi. Bir martali uzluksiz ishda organizmda adaptatsion o'zgarishlarni chaqira oladigan yuklamalarning hajmi, odatda, 30 minutdan kam bo'lmagan vaqtni tashkil qiladi.

#### ***Nazorat savollari***

- 1. Chidamkorlikning biokimyoviy omillari qaysilar?*
- 2. Chidamkorlikka qaratilgan uslublarni gapirib bering.*
- 3. Chidamkorlikning uzoq uzluksiz ish uslubi bilan mashqlanishni takrorlash va oraliq uslublarning bir-biriga yaqinligi va farqini tushuntiring.*

---

## 25-bob.

### JISMONIY MASHQ VA SPORT BILAN SHUG'ULLANISHDA OVQATLANISHNING BIOKIMYOVIY ASOSLARI

#### 25.1. Oziqa mahsulotlarining tarkibi haqida (karbonsuvlar, yog'lar, oqsillar, vitaminlar, mineral tuzlar)

Yuqori malakali sportchilarni tayyorlashda ovqatlanishning ahamiyati juda katta bo'lib, uni baholash juda qiyindir.

Hozirgi zamon sporti sportchilarning yuqori natijalarga erishishlari uchun ulardan juda katta tayyorgarlikni talab qiladi. Musobaqalar faoliyatida mashqlanish yuklamalarini oshirish, iqlim sharoitlarining tez-tez o'zgartirib turishi, mashqlanishni o'rta tog'liq joylarda o'tkazish, shuningdek, sportchini texnik tomondan tayyorlash – bularning hammasi sportda yuqori natijalarga erishishning asosiy omili bo'lib, sportchidan juda katta jismoniy kuch talab qiladi.

Sportchining yuqori darajadagi funksional holatini saqlashning asosiy birikmalaridan biri – bu tarkibi tenglashtirilgan ovqatlanishdir. Tarkibi tenglashtirilgan ovqatlanish o'zining ming yillik tarixiga ega. U ikkita asosiy vazifani o'ziga qaratadi:

- 1) organizmni hayotiy faoliyati jarayonida sarflanadigan energiya bilan doimo ta'minlash;
- 2) organizmni kerakli va doimo yangilanib turuvchi to'qima hamda hujayra strukturalari qurilishining plastik (qurilish) moddalari bilan ta'minlash.

Oziqa mahsulotlarining to'liq qiymatli ratsioni tarkibiga 5 ta sinf mahsulotlari kirib, har biri asosiy rol o'ynaydi.

##### 25.1.1. Karbonsuvlar

Karbonsuvlar juda keng tarqalgan ovqat mahsulotlari hisoblanadi. Odam organizmida karbonsuvlarning oksidlanishi

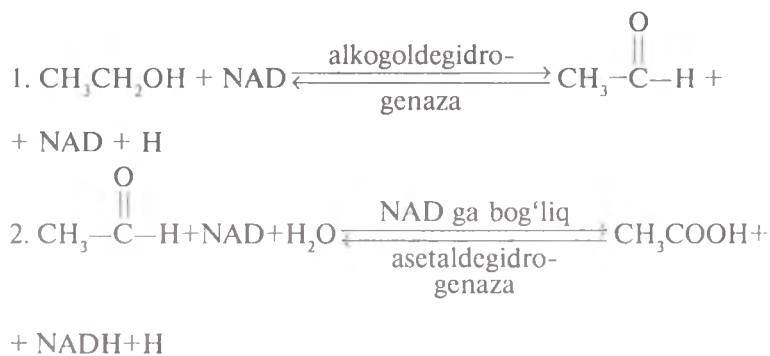
natijasida energiyaning asosiy qismi hosil bo'ladi. Karbonsuvlar, shuningdek, hujayrada va hujayra hosil bo'lish birikmalarining biosintez manbayidir.

1 g karbonsuvning to'liq oksidlanishidan 4,2 kkal energiya ajraladi.

Odam ovqatlari tarkibidagi karbonsuvlar almashtirib bo'lmaydigan birikmalar hisoblanmaydi, ammo karbonsuvga boy mahsulotlar organizmda tez hazm bo'lishi bilan boshqa oqsil va yog' mahsulotlariga nisbatan arzon hamda shuning uchun oqsil va yog' mahsulotlari ko'pgina mamlakatlarda asosiy ovqat mahsuloti hisoblanadi. Bizda ham oqsil va yog' mahsulotlari asosiy ovqat mahsulotlari bo'lib hisoblanadi. **Bir yilda har bir kishiga 8–10 kg go'sht mahsulotlari to'g'ri keladi.**

Ko'pgina chet el mamlakatlarida ovqat mahsulotlarining umumiy kaloriyasi karbonsuvlar hisobiga 70% va undan ko'p – 90% bo'ladi. Taraqqiy etgan mamlakatlarda ko'pincha go'sht va sut mahsulotlari iste'mol qilinib, kunduzgi tarkibining 45% kaloriyasi karbonsuvlarga to'g'ri keladi. Masalan, AQShda erkaklar talabalik yoshida ovqatida 400 g karbonsuv iste'mol qiladi. Karbonsuvning 60% i kraxmal va 40% i shakarga to'g'ri keladi.

Etanol ham energiya manbayi bo'lib xizmat qiladi. Etanol yuqori energiya zaxirasiga ega, ya'ni 1 gr etil spirti oksidlanishidan 7 kkal energiya ajraladi. Organizm (jigar) quyidagicha biologik oksidlanishga uchraydi:





Sutemizuvchilar organizmida, shuningdek, odamda glukoneogenez uchun kerakli 2-uglerodli birikmalarning (asetil-KoA) uch uglerodli (piruvat) birikmalarga aylanish mexanizmi yo'q. Shuning uchun etanol asetil-KoA ga aylanadi, ammo oxirida glukozaga aylana olmaydi.

Keyingi yillarda tez-tez sun'iy qand mahsulotlaridan — saxarin va aspartam qand kasali bilan kasallangan kishilar uchun ovqatning kaloriyasini tushirish uchun ishlatilmoqda.

### 25.1.2. Yog'lar

Hayvon va o'simlikdan olingan triglitserid (neytral yog')lar ham karbonsuvlar singari energiya manbai bo'lib xizmat qilish bilan birga xolesterin va boshqa steroidlarning uglerod atomlari manbai bo'lib ham xizmat qiladi.

O'simlik triglitseridlari ham almashtirib bo'lmaydigan yog' kislotalarining manbai bo'lib xizmat qiladi (F vitamini). Ovqatdagi umumiy lipidlarning 98% i triglitseridlarga, qolgan 2% i fosfolipidlar, xolesterin va uning efirlariga to'g'ri keladi.

Karbonsuvlarning oksidlanishiga nisbatan (4,2 kkal) triglitseridlarni oksidlanishida 2 marta ko'p energiya (9,5 kkal) hosil bo'ladi.

Hayvon triglitseridlari to'yingan yog' kislotalariga boy bo'lib, qattiq holatda bo'ladi. O'simlik yog'lari tarkibida to'yinmagan yog' kislotalaridan (olein, linol, linolen va araxidinat) bo'lib, ular ko'pincha suyuq holatda bo'ladi.

To'yinmagan yog' kislotalari odam va hayvon organizmida sintezlanmaydi, shuning uchun ular ovqat orqali olinadi. Organizmida linol kislotasi araxidin kislotasining sintezi uchun juda kerakli hisoblansa, araxidin kislotasi, o'z navbatida, prostoglandinlar va tromboksanlarning hosilalari hisoblanadi.

Taraqqiy etgan mamlakatlarning xalqlari ovqati tarkibida tozalangan qandlar bilan birga yog'lardan, ayniqsa hayvon yog'lari asosiy joy egallaydi.

Shuning uchun ham bu mamlakatlarda ateroskleroz, yurakning ishemik kasalligi, miyada qon aylanishning buzilishi kabi kasalliklar shular bilan bog'liq deyishadi.

Ateroskleroz kasalligida arteriya qon tomirlarida lipidlarning yig'ilishi boshlanadi va qonning oqishini chegaralab qo'yadi (xolesterol va to'yingan yog' kislotalari). Ana shunday sabablar lipid to'planishining ortishi yurak va miya tomirlarida ishemik kasallik yoki insult taraqqiy etishiga olib keladi. Miokard to'qimasiga yoki miyaga kislorodning kam kelishi natijasida odam vafot etadi.

Shuning uchun hayvonlar yog'i, go'shti, tuxumi, sut, sariyog' va sir kabi mahsulotlarni (30% gacha) o'simlik yog'lariga almashtirish kerak, chunki ular organizm uchun kerakli bo'lgan yarim to'yinmagan yog' kislotalariga boy bo'ladi.

Kaloriyasi jihatidan to'yingan va to'yinmagan yog' kislotalari taxminan bir xil bo'ladi.

Shuni tushunib yetish kerakki, semirish organizmning ovqatga bo'lgan talabining ortishi natijasida ortiqcha yog'ga, karbonsuvlarga, oqsillarga talabini orttiradi.

### 25.1.3. Oqsillar

Oqsillar odam ovqat tarkibini almashtirib bo'lmaydigan birikmalardan hisoblanadi. Me'yorida ovqatlanish uchun ularning tarkibida 8 ta almashtirib bo'lmaydigan aminokislota bo'lishi kerak. Ularga valin, leysin, izoleysin, treonin, metionin, lizin, triptofan, gistidin kirib, bir kecha-kunduzga talab 3 mg dan 14 mg/kg erkaklar uchun, 4–59 mg/kg bolalar uchun, 3–13 mg/kg ayollar uchun talab qilinadi.

Ovqat tarkibidagi oqsilning asosiy funksiyasi plastik (qurilish) bo'lib, u aminokislotalar manbasi hisoblanadi, oqsillar biosintezida o'suvchi organizmlar bilan bir qatorda oqsillarning yangilanishini va aylanib turishini ta'minlaydi.



Ikkinchidan – oqsil aminokislotalari gormonlar manbai bo‘lib, adrenalin, noradrenalin, DOFA, tiroksin va boshqalar sintezida ishtirok etadi.

Uchinchidan – aminokislotalar tarkibidagi uglerod skeleti-ning oksidlanishi uncha katta bo‘lmasa-da (14–15%), har kungi umumiy energiya sarflanishida muhim rol o‘ynaydi.

#### 25.1.4. Vitaminlar

Vitaminlar 2 guruhga bo‘lib o‘rganiladi:

1. **Suvda eruvchi vitaminlar.**

2. **Yog‘da eruvchi vitaminlar.**

Vitaminlar odam va hayvonlar organizmida sintezlanmaydi. Shuning uchun ular organizmga ovqatlar bilan tushishi kerak. Vitaminlarning har kunlik me‘yori mg va mikrogrammlardan ortmasligi kerak.

Vitaminlar almashtirib bo‘lmaydigan birikmalar hisoblanib, ular maxsus kofermentlar va fermentlar tarkibiga kirib, metabolism jarayonida maxsus reaksiyalarda ishtirok etadi.

#### 25.1.5. Organik bo‘lmagan (mineral) moddalar

Organizm me‘yoriy ovqatlanishi uchun kerakli bo‘lgan mineral moddalarni 2 guruhga bo‘lish mumkin:

– **makroelementlar:** kalsiy, magniy, natriy, kaliy, fosfor, xlor va boshqa elementlar organizm uchun har kun grammlar miqdorida kerak bo‘ladi.

– **mikroelementlar:** temir, yod, rux, mis, kobalt, molibden, fluor bo‘lib, organizm uchun har kuni mikrogrammlar miqdorida kerak bo‘ladi.

Mineral moddalar murakkab a‘zoik birikmalarning struktur birikmalari bo‘lib xizmat qiladi (oltingugurt va fosfor), suyak va tishda (kalsiy, fosfor), qon va to‘qimalarda suv-tuz balansini saqlab turish uchun elektrolitlar sifatida (kaliy, natriy, xlor), fermentlarni prostetik guruhida (temir, kobalt, mis, rux) qatnashadi.

Har xil sport turlari bilan shug'ullanuvchi sportchilar uchun ovqat tarkibi tuzilganda quyidagilarga e'tibor berilishi kerak:

- sportchining tayyorlanish bosqichlari; yil fasli (qishda energiyaga bo'lgan talab 10% yuqori bo'lishi kerak), iqlim sharoiti, sportchining yoshi, jinsi, og'irligi va boshqa yakka ko'rsatkichlari hisobga olinishi kerak.

Yuqoridagilarni hisobga olib, sportchining ovqat tarkibi quyidagicha bo'lishi kerak:

1) energiyani sarf qilishi o'sha vaqtga to'g'ri kelishi kerak;

2) ovqat tarkibida bir-biriga teng, ya'ni zarur bo'lgan mahsulotlarni (oqsil, karbonsuv, yog'lar, vitaminlar, mineral moddalar va biologik faol moddalar) kerakli miqdorda bo'lishi kerak;

3) ovqat mahsulotlari tarkibida hayvon va o'simlik mahsulotlar bo'lishi kerak;

4) organizmga tushgan mahsulotlar yengil hazm bo'lishi kerak.

Sportchilar uchun ovqat tayyorlash ham katta ahamiyatga ega. Ovqatni pishirganda tarkibidagi mahsulotlarning tabiiy holatini saqlab qolish, uni har xil qilib tayyorlash katta ahamiyatga ega.

Ovqatning 3 marta qabul qilishning doimiy vaqti bo'lib, yuqori kvalifikatsiyadagi sportchilar uchun 4 va 5 mahal ovqatlantirish ko'zda tutiladi.

Ovqatning kaloriyasi sportchining sarf qilgan energiyasi bilan to'g'ri kelishi kerak. O'z navbatida bular yoshiga, jinsiga, stajiga va sportchi kvalifikatsiyasiga va shuningdek, sport turiga ham bog'liq.

33-jadvalda har xil sport turlari bilan shug'ullanuvchilar uchun bir kecha-kunduzda iste'mol qilinadigan asosiy oziq moddalari va energiya ko'rsatkichi keltirilgan (1 kg tana og'irligiga nisbatan).

Maxsus sport turlari bilan shug'ullanuvchi sportchilar uchun, masalan, chidamkorlikka qaratilgan bo'lsa, ovqat tarkibida oqsilning 14–15% i energiya sarf bo'lishini ta'minlasa,

tez kuchlilikda 17–18%, boshqa turda (kulturizm, shtanga) 20% ini tashkil qiladi.

Og‘ir altetika, uloqtirish, gimnastika kabi sport turlari bilan shug‘ullanuvchilar uchun 3 g/kg oqsil qabul qilish tavsiya qilinadi. Oqsilning miqdori bundan ortib ketsa, organizm ularni parchalab ulgura olmaydi. Shuningdek, 2 g/kg gacha kam qabul qilish ham to‘g‘ri kelmaydi. Bunda almashinuv jarayonlarining me‘yoriy holati buzilib, organizmdan juda kerakli vitaminlardan C, tiamin, riboflavin, pridoksin, niasin va kaliy tuzlarini ajralishi kuchayadi.

Oqsil organizmda plastik funksiyasini bajarishdan tashqari energiya manbai bo‘lib xizmat qiladi. Organizmga tushadigan oqsilning 10–14% oksidlanib, kerakli energiyani berishi mumkin. Bunday paytda oqsil tarkibidagi almashtirib bo‘lmaydigan aminokislotalar asosiy rol o‘ynab, ulardan bir kechakunduzda 3 mg dan 14 mg gacha iste‘mol qilish tavsiya qilinadi (1 kg tana og‘irligiga nisbatan).

Sportchilar iste‘mol qiladigan oqsilning asosiy xarakteristikalaridan biri – bu oqsil tarkibidagi aminokislotalik tarkibini bir xil darajada bo‘lishidir. Agar tarkibda 55–65% hayvon oqsili bo‘lsa, unda u optimal hisoblanadi.

Sportchilar uchun lipid (yog‘)lar juda zarur bo‘lib, bular sut va sut mahsulotlarida hamda o‘simlik yog‘lari bilan organizmga tushadi.

Jadal mashqlar va musobaqalardan oldin ratsion tarkibida yog‘ mahsulotlari kamroq miqdorda bo‘lishi kerak, chunki ular yuqori jismoniy va hayajonli yuklamalar paytida juda yomon hazm bo‘ladi.

Maksimal va submaksimal yuklamalar davrida organizmni energiya bilan ta‘minlash quvvati karbonsuvlar hisobiga orttiriladi. Organizmni karbonsuvlar bilan to‘yintirish uchun fruktoza tavsiya qilinadi.

Fruktozaning glukozadan ustunligi shundaki, fruktozani qabul qilish qondagi qand miqdorini o‘zgartirmaydi va shuningdek, oshqozon osti bezi insulinni ishlab chiqarishni oshirishni talab qilmaydi. Shunday paytda glikogen miqdori

Sportchilar ovqat ratsionining tarkibi va kaloriyasi (1 kg vazuga)

Sport turlari	Oqsil (g)	Yog'lar	Karbonsuvlar	Kaloriyasi
Gimnastika	2,0-2,0	1,6-1,8	9,0-9,5	60-65
Qilichbozlik	2,0-2,3	1,5-1,6	9,0-10,0	60-65
Yengil atletika:				
Qisqa va o'rtta masofaga yugurish, sakrash	22,4-2,5	1,7-1,8	9,5-10,0	65-70
Irg'itish	2,4-2,5	1,6-1,7	9,0-9,5	62-67
Uzoq masofaga chopish				
Sportcha yurish	2,0-2,3	2,0-2,1	10,5-11,5	70-77
Juda uzoq masofaga yugurish	2,4-2,5	2,1-2,3	11,0-13,0	75-85
Suzish	2,0-2,1	2,0-2,1	8,0-8,0	60-65
Og'ir atletika	2,5-2,5	2,1-2,3	10,0-11,0	70-77
Boks va kurash	2,4-2,5	2,0-2,1	9,0-10,0	65-70
Akademik qayiq haydash	2,1-2,3	2,0-2,1	10,0-11,0	68-74

Futbol	2,3-2,4	1,8-1,9	9,0-10,0	63-67
Xokkey	2,3-2,4	2,0-2,1	9,0-10,0	65-70
Basketbol va voleybol	2,1-2,2	1,6-1,7	9,0-10,0	60-66
Chang'i sporti:				
Qisqa masofa	2,0-2,1	1,9-2,0	9,5-10,5	65-70
Uzun masofa	2,1-2,3	2,0-2,1	10,5-11,0	70-73
Konkida yugurish sporti	2,0-2,1	2,0-2,1	9,0-9,5	64-67
O'q otish sporti	2,1-2,3	1,5-1,6	9,0-10,0	60-65
Ot sporti	2,3-2,5	1,6-1,711	9,0-10,0	51-67
Velosiped sporti (Ko'p kunlik poyga)	3,0-3,2	2,7-2,9	11,0-12,0	82-90

34-jadval  
 Har xil sport turlari bilan shug'ullanuvchi sportchilarga vitaminlarga bir kecha-kunduzlik talab me'yorlari (mg da)

Sport turlari	C	B <sub>1</sub>	B <sub>2</sub>
Gimnastika, figurali uchish	120-175	2,5-3,5	3,0-4,0
Yengil atletika, sprint sakrash	150-200	2,8-3,6	3,6-4,2
O'rta va uzoq masofaga yugurish	180-250	3,0-4,0	3,6-4,8
Marafon	200-350	3,2-5,0	3,85-5,0
Suzish, suv polosi	150-250	2,9-3,9	3,4-4,5
Og'ir atletika, kulturizm, uloqtirish	175-210	2,5-4,0	4,0-5,5
Kurash, boks	175-250	2,4-4,0	3,8-5,2
O'yin turlari	180-240	3,0-4,2	3,8-4,8
Velo trek	150-200	3,5-4,0	4,0-4,6
Velo shosse	200-350	4,0-4,8	4,6-5,2
Chang'i sporti:			
Yaqin masofaga	150-210	3,4-4,0	3,8-4,6
Uzoq masofaga	200-350	3,8-4,9	4,3-5,6
Konkida chopish sporti	150-200	3,4-3,9	3,8-4,4

$B_3$	$B_6$	$B_c$ (mkg)	$B_{12}$ (mkg)	PP	A	E
16	5-7	400-500	3-6	21-35	2,0-3,0	15-30
18	5-8	400-500	4-8	30-36	2,5-3,5	22-26
17	6-9	500-600	5-10	32-42	3,0-3,8	25-40
19	7-10	500-600	6-10	32-45	3,2-3,8	28-45
18	6-8	400-500	6-10	32-45	3,2-3,8	28-45
20	7-10	450-600	4-9	25-45	2,8-3,8	20-35
20	6-10	450-600	4-9	25-45	3,0-3,8	20-30
18	6-9	400-550	4-8	30-40	3,2-3,7	25-35
17	6-7	400-500	5-10	28-40	2,8-3,6	28-35
19	7-10	500-600	5-10	32-45	3,0-3,8	30-45
18	7-9	450-500	5-8	30-40	3,0-3,6	20-40
19	6-9	500-600	6-10	34-45	3,0-3,8	30-45
18	7-9	400-550	4-9	30-40	2,5-3,5	20-40

skelet muskullarida glukozani iste'mol qilganga nisbatan kamayadi.

34-jadvalda har xil sport turlari bilan shug'ullanuvchi sportchilarga vitaminlarni talab me'yorini keltirilgan. Shuni aytib o'tish kerakki, jadvalda keltirilgan natijalar amerikalik mualliflarning natijalariga nisbatan 1,5–2 marta ortiqcha bo'lib, bu ovqatlanish xarakteriga va mahsulotlarni AQShda sifatli bo'lishi bilan bog'liqdir.

Agar kerak bo'lganda vitaminlarni qo'shimcha ovqatlar bilan iste'mol qilish talab qilinsa, u sportchilarning natijalari yaxshilanishi mumkin. Aksincha, ularning miqdorlarini orttirish organizm uchun og'ir bo'lgan kasalliklarni keltirib chiqarishga sabab bo'ladi.

Sportchilarni yil davomida tayyorlash bajaradigan vazifalariga qarab 4 bosqichga bo'linadi: tayyorlanish (asosiy) musobaqaoldi, musobaqa davri va tiklanish bosqichlariga bo'linadi.

### **25.2. Tayyorlanish (asosiy tayyorlanish bosqichi) davri**

Bu davrda, ya'ni jadal jismoniy yuklamalar (mashq qilishni rivojlantirib borish) paytida, birinchi o'rinda oqsilning sintezini kuchaytirish, ovqat tarkibini oqsillar va karbonsuvlar bilan to'ldirish turadi.

Bu davrda ovqat, asosan, oqsil-karbonsuvlarga qaratilgan bo'ladi. Ovqatda to'liq miqdorda to'la qiymatga ega bo'lgan oqsillar (go'sht, baliq, tvorog, sir, dukkakli) vitaminlar va mikroelementlar bo'lishi kerak.

Oqsil-karbonsuvli aralashmalaridan "multikraft" tavsiya qilinadi (ya'ni tarkibida 70, 80, 85 va 90% oqsillar to'plami). 50–70 g (bir kunda "Shtark-protein") aralastirib bo'lmaydigan aminokislotalar manbayi bir kunda 6–8 kapsula, "Bodrost" oqsili bir kunda 10–12 tabletka va boshqalar tavsiya qilinadi. Oqsil miqdori qo'shimcha ovqatlar bilan ham 40–50 g dan ortmasligi kerak (faqatgina oqsil hisoblanganda).



Tayyorlanish davrida vitaminlarni qabul qilish davom ettiriladi (tiklanish davrida boshlangan), holbuki bu vaqtda polivitaminlar majmuasini qabul qilishni 8–10 kunga to'xtatilsa ham bo'lmaydi.

Alohida vitaminlardan kobalamid ( $B_{12}$ ) va B vitaminlar majmuasini berish maqsadga muvofiq bo'lib, bular oqsil sintezini kuchaytirishi bilan birga muskul oqsillarini parchalanishini ham yaxshilaydi.

Jismoniy yuklamalarni orttirib borishda plastik almashinuvni boshqarish uchun hujayrada muskul oqsilining sintezini, muskul massasini orttirishni quvvatlovchi dori-darmonlarni qabul qilish katta ahamiyatga ega. Bu guruhga, ya'ni anabolik dori-darmonlarga egdisten, mildronat, karnitin xloridi va boshqalar kiradi. Bu vaqtda immunomodulatorlar sifatida mumiyo, asal tavsiya qilinadi. Bularni ertalab och qoringa qabul qilish kerak.

Tayyorlov davrida antioksidant dori-darmonlari tavsiya qilinadi. Bularga ensefabol, ubixinon, tokoferol, asetat, gammapon, lipocil kislota, natriy suksinati kabilar kirib, miyada ATF sintezini yaxshilash bilan hujayra nafas olishini quvvatlaydi, gipoksiyaga qarshi ta'sirlarni, hayajonlanish va sportchining ish qobiliyatini oshiradi.

### 25.3. Musobaqa oldi davri

Musobaqa oldi davrida ovqat ko'proq karbonsuvlarga boy bo'lgan mahsulotlarga qaratilgan bo'lib, bunda fruktozani iste'mol qilish maqsadga muvofiq bo'ladi. Amerikalik shifokorlar sportchilar chidamkorligini ko'tarish uchun ko'proq karbonsuvlarga to'yingan quyidagilarni tavsiya qiladi: startga 10–12 kun qolganda ovqat karbonsuvlariga bo'lgan talabni pasaytirib borib, 5 kunda karbonsuvlarga talabni minimumga olib boradi. Keyin sekin-asta karbonsuvga bo'lgan talabni orttirib borib, start kuni maksimumgacha orttiradi.

Bu davrda farmakologik dori-darmonlarga bo'lgan talab kamaytirilib boriladi. Polivitaminlarni qabul qilish kamaytirilib, bir kunda 1–2 tabletkaga tushiriladi. Alohida vitaminlardan

kobalamid, kokarboksilazalar va C vitaminini tavsiya qilish maqsadga muvofiq bo'ladi. Musobaqa oldi boshlanishi davrida quyidagi dori-darmonlardan ekdisten, mildronat, karnitin xloridi, natriy suksinatlarini tavsiya qilib, ular miqdorlarining yarmi tayyorgarlik davridagidek bo'lishi kerak.

Musobaqa oldi davrining ikkinchi yarmida (startga 8–10 kun qolganda) adaptagen va energiyaga boy dori-darmonlardan ATF, fosfogen, KrF, fosfoden, neoton va boshqalarni qabul qilish tavsiya qilinadi. Bulardan oxirgisi "energiya depo"sini hosil qilishi bilan birga ATF sintezini va qisqaruvchi muskullarning faoliyatini yaxshilaydi.

Musobaqa oldi davrida immunomodullashgan dori-darmonlarni tavsiya qilish yaxshi sharoit yaratadi.

Qizlarga ferroleksa, konferona va boshqa dori-darmonlar tavsiya qilish mumkin. Ko'pincha shunday bo'ladiki, ya'ni bosh startlar bo'ladigan kunlarda mensturatsiya to'g'ri kelib qoladi. Mensturatsiyani 2–3 kunga kechiktirish uchun askorutin dori-darmoni qabul qilinsa foydali bo'ladi. Askorutin musobaqaga 10–14 qolganda bir kunda 1 tabletkadan 3 marta qabul qilinishi kerak.

#### **25.4. Musobaqa davri**

Musobaqa davrda qabul qilinadigan farmakologik dori-darmonlar ko'proq qisqartiriladi. Yuqorida ko'rsatilgan guruh farmakologik dori-darmonlardan musobaqa davrida faqatgina adaptogenlar, energiyaga boy mahsulotlar va intermediatlar, ATF, fosfoden, fosfobion, inozin, neoton, KrF va minimal miqdordagi vitaminlar (juda ham kam miqdorda) bo'lishi kerak. C, E, B<sub>1</sub> vitaminlarning barchasi start orasidagi tiklanish jarayonlarini tezlashtiradi, muskul tolalarining yuqori qisqaruvchanligini orttirib, hujayraning nafas olish jarayonlarini quvvatlab turadi.

Farmakologik dori-darmonlarga aktoprotektorlar kirib, bular sportchilar arsenaliga yaqinda kirib kelishiga qaramasdan, sportchilar orasida keng maqsadda ishlatilmoqda. Bularga

suksinat natriy, limontar (limon va qahrabo kislotasi hosilalari) kiradi.

Aktoprotektorlar organizmda jismoniy yuklamalar paytida metabolizm buzilishini boshlanishini tutib turadi, to'qimalar nafas olishini quvvatlaydi, makroergik birikmalar ATF, K<sub>r</sub>F ni ko'paytirib, sintezini qo'llab-quvvatlab turadi.

### 25.5. Tiklanish davri

Tiklanish davrida ovqat karbonsuvlar va yog'larga boy bo'lishi, oqsil esa kamroq bo'lishi tavsiya qilinadi. Ovqat tarkibida albatta yangi mevalar va sabzavotlar, soklar, biologik qiymati yuqori bo'lgan mahsulotlar bo'lishi kerak. Bu paytda sportchining og'irligiga e'tibor berish zarur. Sportchining vazni (o'zining "g'olibona" og'irligi) 2–3 kg dan ortib ketmasligi kerak.

Yuqoridagi aytilgan fikrlarga asoslanib, tiklanish davrining asosiy vazifalari quyidagilardan iborat bo'ladi:

- organizmdan metabolik "shlaklar"ni chiqarish;
- organlar va tizimlarni har xil kasalliklardan davolash;
- jismoniy va ruhiy zo'riqlashlarni qabul qilishga tayyorlash.

Bu vazifalarni hal qilish uchun quyidagi farmakologik dori-darmonlar ishlatiladi:

A va E vitaminlar alohida va birga qabul qilinadi.

Vitaminlar majmuasi sport uchun bo'lib, tarkibidagi mikroelementlar tarkibi tenglashtirilgan bo'lib, kompenvit, glutamevit (Rossiya), polivitapleks (Vengriya), Promonta, biovital (FRG), supradin va elevit (Shvetsariya) lar beriladi.

#### *Nazorat savollari*

1. *Oziqa mahsulotlarining qiymatli tarkibi haqida tushuncha bering.*
2. *Karbonsuvlar, yog'lar va oqsillar beradigan kilokaloriyasi haqida gapirib bering.*
3. *Sportchilarni tayyorlash (asosiy), musobaqa oldi, musobaqa davri, tiklanish bosqichlari haqida umumiy tushuncha bering.*

---

## 26-bob.

### SPORTDAGI BOKIMYOVIY NAZORAT

#### 26.1. Sportda biokimyoviy nazoratning maqsadi va vazifalari

Jismoniy mashqlar odam organizmiga har tomonlama va chuqur ta'sir ko'rsatadi. Nihoyatda uzoq muddatli va shiddatli mashqlar organizmga shikast yetkazishi, patologik o'zgarishlarga olib kelishi mumkin, unchalik uzoq muddatli va shiddatli bo'lmagan mashqlar esa mashq qilish samaradorligini ta'minlay olmaydi.

Shuning uchun ham jismoniy mashqlar bilan shug'ullanish va sport mashqlanishlari doimo tibbiy nazorat ostida o'tishi kerak.

Biokimyoviy nazorat ana shu tibbiy nazoratning muhim bir qismi bo'lib hisoblanadi.

Biokimyoviy nazoratning asosiy vazifalari quyidagilardan iborat:

- 1) sportchi organizmining mashqlanish yuklamalariga bo'lgan biokimyoviy reaksiyalarini aniqlash;
- 2) sportchining chiniqqanlik darajasini aniqlash;
- 3) shiddatli mashq jarayonida organizmning kasallikka olib kelishi mumkin bo'lgan o'ta zo'riqqanligini aniqlash.

Biokimyoviy nazorat quyidagi savollarga javob berishi lozim:

- qo'llanilayotgan mashqlarning og'irlik darajalari yetarlimi (ozmi yoki haddan tashqari ko'pmi)?
- ish va dam olish davrining o'zaro nisbati to'g'rimi, qayta tiklanish davri qay tarzda bormoqda?
- sportchi chiniqqanlik darajasining ortib borish jarayoni qanday rivojlanib borayapti?
- o'ta mashqlanish sportchi organizmini xavf-xatarga olib kelmaydimi?

- sportchining umumiy va maxsus chiniqqanlik darajasi qanday?

Bu masalalarni yechish uchun qon, siydik, ba'zi hollarda tupukning biokimyoviy tekshirishlaridan foydalaniladi. Gaz almashinuvini o'rganish esa tibbiyot va fiziologiya nazoratiga kiradi.

Biokimyoviy o'rganish jarayonida moddalar almashinuvi u yoki bu mahsulotlarining miqdorini, organizmda kislota-ishqor muvozanati holatining ko'rsatkichlarini, fermentlarning faolligini, gormonlar va ularning mahsulotlarini, qondagi va siydikda ajralib chiqayotgan miqdorlarini aniqlaydi.

Biokimyoviy nazorat qilish ishlarining ikkita majburiy sharti bor: *birinchisi* – analiz uchun materialni mashqdan oldin, uning oxirida va qayta tiklanish davrining turli vaqt oraliqlarida olish lozim.

Chunki aniqlangan biokimyoviy ko'rsatkichning kattakichikligi emas, balki bajarilgan mashqlar natijasida uning o'zgarishi ahamiyatga ega.

Bundan tashqari, turli darajadagi charchash natijasida biokimyoviy o'zgarishlarning ko'rsatkichi bir xil ammo ularning dam olish davridagi tezligi har xil bo'lishi mumkin (charchash qanchalik kuchli bo'lsa, qayta tiklanish shunchalik sekin boradi).

*Ikkinchisi* – biokimyoviy nazorat ishlarini albatta ketma-ketlikda, mashqlanishning turli davr va bosqichlarida olib borish kerak.

Bu davr chiniqqanlik va mashqlanish jarayonining unumdorligi haqida fikr yuritishga imkon beradi. Qon barmoqlar uchlaridan yoki quloqning yumshoq qismidan olinadi. Siydikni bir kecha-kunduzlik qilib har 6 soatda (bir martasi albatta ish vaqtiga to'g'ri kelishi kerak) yoki turli vaqt oraliqlarida (bir soatdan kam emas): ish boshlashdan oldin, ish vaqtida va dam olish davrida olish lozim.

Barcha biokimyoviy nazorat ishlari qandaydir bir jismoniy mashqlarni bajarish jarayonida olib borilishi kerak.

## **26.2. Standart va maksimal ish jarayonida sodir bo'layotgan biokimyoviy o'zgarishlarning organizm chiniqqanlik darajasiga bog'liqligini aniqlash**

Jismoniy mashq bilan shug'ullangan va shug'ullanmagan organizmlar bajarishi mumkin bo'lgan, qat'iy chegaralangan doimiy ishning bajarish jarayonida organizmda sodir bo'ladigan biokimyoviy o'zgarishlar mashqlangan kishilarda mashqlanmaganlarga nisbatan kichik ko'rsatkichlarga ega bo'ladi. Oksidlovchi tizimlar harakatdagi imkoniyatning ortishi va organizmning kislorod bilan ta'minlanishining yaxshilanishi natijasida kislorod ishlatish koeffitsiyenti jismoniy mashq ta'sirida ko'payadi. Buning natijasida energiya manbalarining oksidlanishi to'laroq bo'ladi, bu esa ularning rejali sarflanishiga hamda energiyaga boy fosforli birikmalar miqdorining yuqori darajada ushlab turilishiga olib keladi.

Mushakning domiy ish bajarishi jarayonida ATF ning resintezi mashqlangan kishilarda mashqlanmagan kishilarga nisbatan ko'proq aerob oksidlovchi jarayonlar yo'li bilan sodir bo'ladi. Mana shu turdagi ishlarda mashqlanmagan kishilarga nisbatan mashqlangan kishilarda karbonsuvlarning sarflanishi bajarilgan ishning birligiga nisbatan kam bo'ladi, qonda sut kislotasi miqdorining ortishi kamayadi, energiya manbai sifatida keton tanalari va moy kislotalarining ishlatilishi ko'payadi hamda qon bufer tizimlarining o'zgarishi kamayadi.

Natijada mashqlangan kishi mashqlanmaganiga nisbatan ishni tejab, funksional tizimlarga kamroq zo'r berib bajaradi va qayta tiklanish davri birinchilarida ikkinchilariga nisbatan tezroq o'tadi. Shu bilan bir qatorda, shiddatliligi va davom etishi eng yuqori hamda ko'p bo'lgan ish jarayonida mashqlangan organizmlarda mashqlanmaganlarida sodir bo'lmaydigan biokimyoviy o'zgarishlarni kuzatish mumkin.

Eng shiddatli sport mashqlarini bajarganda, kislorodning eng ko'p iste'mol qilinishi va boshqa tomondan kislorod qarzi mutlaq va nisbiy miqdorining kattaligi, sut kislotasi miqdorining eng yuqoriligi faqatgina yuqori darajada mashqlangan

sportchilarning qonidagina kuzatiladi. Bu energiya manbalarining faqatgina to'la aerob ishlatilishi ham ko'payishini ko'rsatadi.

Mashqlangan organizm maksimal uzoq davom etgan ish paytida o'zining energetik imkoniyatlaridan to'la foydalanadi: jigarda glikogenning talab qilinishi mashqlanmagan kishilarda mashqlanganlarnikiga nisbatan uning miqdori yuqori bo'lishiga qaramasdan sekinlashadi. Natijada mashqlangan kishilar maksimal darajada ishlaganda ham, qondagi qandning miqdori uzoq vaqt boshlang'ich darajada saqlanadi, bu esa markaziy asab sistemasi, yurak va ishlayotgan muskullarning qand bilan yaxshi ta'minlanishiga hamda ish qobiliyatining uzoq vaqt saqlanishiga olib keladi (35-jadval).

Shu bilan bir qatorda, moy kislotalarining jalb qilinishi va keton tanalarini chiqarish mashqlangan kishilarda mashqlanmaganlarga nisbatan tezroq va jadalroq boradi. Har ikkala jarayon ham qonda qand va sut kislotalarining miqdori hali ancha yuqori darajada va ishlayotgan muskullarni energiya manbayi bilan uzluksiz ta'minlashga yordam beradi. Shunday qilib, mashqlangan organizm faqatgina energiya manbayini sarf qilmasdan, balki vaziyatga qarab, shiddatliroq ishlash imkoniyatlari bilan ta'minlangan holda uni jadalroq sarflashi ham mumkin.

Albatta, mashqlangan hamda mashqlanmagan kishilar uchun qo'llash mumkin bo'lgan chegaralangan zo'riqishlar mashqlanganlik darajasini taxminiy aniqlashga imkoniyat beradi, xolos. Uni to'g'ri aniqlash uchun, ayniqsa, yuqori mashqlangan sportchilarda, maksimal zo'riqishni qo'llash lozim.

Yuklamalarning ko'rib chiqilgan ikki turidan tashqari sportchilarning mashqlanganlik darajasini aniqlash amaliyotida domiylashtirilgan yuklamalar keng qo'llaniladi. Bunday yuklamalar jadalligi yoki davomliligi bir xil bo'lgan ishlarga va davom etishi har xil bo'lgan shaxsan eng og'ir ishlarga javob reaksiyalarini taqqoslashga imkoniyat tug'dirib beradi. Ana shunday yuklamalar sifatida maxsus veloergometr namunalaridan foydalaniladi.

Mashqlangan va mashqlanmagan kishilar turli og'irlikdagi ish bajarganda sut kislotasi va qandning miqdori (mg %)

Mashqlan-ganlik darajasi	Sut kislotasi					Qand		
	Oso-yish-talik	Chega-ralan-gan ish	Ko'rsatilgan masofada har bir kishining o'z maksimal tezligi bilan yugurishi		Oso-yish-talik	Chega-ralan-gan ish	Ko'rsatilgan masofada har bir kishining o'z maksimal tezligi	
			100 m	500 m kross			100 m	500 m kross
Kam mashqlangan	14	30	123	85	96	90	78	72
Yuqori mashqlangan	15	20	157	35	92	94	123	106

### 26.3. Sportchilarning umumiy mashqlanganlik darajasini aniqlash

*Sportchilarning umumiy mashqlanganlik darajasi* deganda, ularning aniq sport ixtisoslaridan qat'iy nazar, jismoniy tayyorgarlik va ish qobiliyatlari darajalari tushuniladi. Uning darajasini aniqlaganda, yuklamalarni maksimal ravishda umumlashtirish kerak. Hozirgi davrda shu maqsadda Garvard Step-Testi – balandligi 50 sm (erkaklar uchun) va 40 sm (ayollar uchun) bo'lgan o'tirgichga ko'rsatilgan tezlikda 4–5 min davomida chiqib tushishi va veloergometrda ishlash qo'llaniladi.

Veloergometr – velosipedsimon apparat bo'lib, uning pedaliga tushayotgan og'irlik (qarshilik)ni o'zgartirish yo'li bilan sinalayotgan kishiga qat'iy aniq quvvatli (vattlar bilan aniqlanadigan) yuklama berish mumkin. Birinchi holda ish 50 W yuklama berishdan boshlanadi va har 6 minutdan so'ng yana 50 vatt dan qo'shib boriladi. Bu holat tomir urishi



tezligining ish boshida ko'payib, so'ngra minutiga 170 martadan urishgacha barqarorlashgach, ana shu barqaror holatning buzilishi, ya'ni tomir urishining yana boshqatdan ko'payishigacha davom ettiriladi. Sportchilarning mashqlanganlik darajasi qancha yuqori bo'lsa, bu holat shunchalik kechroq boshlanadi. Ikkinchi holda ham ish 50 W yuklama berish bilan boshlanadi va uni ko'paytirish (50 W ga) har bir minutdan so'ng amalga oshirilib, imkoniyatning oxirigacha davom ettiriladi, mashqlanmagan kishilar, odatda, 200–250 W quvvatgacha bardosh beradi, yuqori darajada mashqlangan sportchilar esa 500 V va undan yuqori bo'lgan darajadagi quvvatda ham ishni davom ettira oladi.

Velosiped pedalini aylantirish tezligi doimiy (bir xil) bo'lib, minutiga 70 marta aylanishni tashkil qiladi. Qon namunalari ish boshlash oldidan va ish tugagach, 3 va 10 minutdan so'ng olinadi. Qonda sut kislotasining miqdori qonning faol reaksiyasi (pH) va ishqorlik zaxiralari aniqlanadi. Bundan tashqari, qondagi qand va moy kislotalarining miqdorini o'rganish mumkin. Mashqlanganlik darajasi qancha yuqori bo'lsa (bir xil ish bajarilganda), sut kislotasi miqdorining ortishi va ishqorlik zaxiralarning pasayishi shunchalik kam bo'ladi va nihoyat, qondagi pH ko'rsatkichi va qand miqdori o'zgarmasdan doimiylikni saqlaydi.

Sut kislotasi, ishqorlik zaxira va pH ko'rsatkichlarining o'zgarishi mashqlangan kishilarda ancha ko'p quvvat va vaqt talab qiladigan ishlarni bajarganda kuzatiladi. Sodir bo'lgan o'zgarishlarning qaytadan tiklanishi organizmning mashqlanganlik darajasi qanchalik yuqori bo'lsa, shunchalik tezlik bilan boradi.

Ancha yuqori chidamlilikni talab qiladigan bir qator sport turlari uchun (velosport stayer va marafon masofasiga yugurishlar, suzish, chang'i sporti va hokazo) ana shu tarzda aniqlanayotgan mashqlanganlik darajasi sportchilarning maxsus mashqlanganligini ham o'z ichiga oladi. Bu o'rta masofaga yugurish, sport o'yinlari va og'ir atletikaga kamroq darajada taalluqlidir. Oxirgi natijalari sportchining o'yin texnikasini qay

darajada o'zlashtirganligiga birinchi navbatda bog'liq bo'lgan sport turlarida (gimnastika, qilichbozlik, sprinter yugurishi, sakrash, irg'itish va hokazo) maxsus mashqlanganlikni aniqlash uchun doimiy namunalarni qo'llab bo'lmaydi.

#### **26.4. Sportchilarning maxsus mashqlanganlik darajasini aniqlash**

Maxsus mashqlanganlik darajasini aniqlash uchun asosiy talab bu kutilgan yuklamaning maxsusligidir, har bir sport turining o'zidagi qo'shimcha ish yuklama aynan talabga muvofiqdir. Bunday holda harakatning birlamchi strukturalari va kuchlarning taqsimlanishi saqlanib, musobaqa sharoitlariga to'g'ri kelib qoladi. Boshqacha aytganda, maxsus mashqlanganlikni aniqlash uchun talab qilingan ishlarning darajasiga musobaqadagi muvaffaqiyatlar bog'liq bo'ladi.

Bunday hollarda biokimyoviy kuzatishlar doirasi ancha kengroq bo'ladi. Yuqorida ko'rsatilgan ko'rsatkichlardan tashqari bu holda qondagi fermentlarning faolligini (laktatdehidrogenaza, aldolaza, transaminazalar va hokazo), gormonlarning qondagi miqdori va ularning siydik bilan ajralib chiqishini tekshirish mumkin. Shu bilan birga, har xil biokimyoviy testlar turli muddatda sport mashqlari bajarilganda bir xil ma'lumot bermaydi. Masalan, 10 sekundgacha davom etgan mashqlarda endokrinologik testlar deyarli hech qanday o'zgarishlarni ko'rsatmaydi, qonning pH ko'rsatkichi ham o'zgarmaydi.

Shu bilan birga, mashqlar ta'sirida sodir bo'layotgan biokimyoviy o'zgarishlarning darajasi bajarilayotgan mashqning xarakteriga qarab turlicha bo'lishi mumkin. Jumladan, 1 minutdan ortiq vaqt davom etadigan barcha mashqlarda sut kislotasining ko'payish darajasi, pH ko'rsatkichi kattaligi va ishqoriylik zaxirasi mashqlanganlik darajasining ortishi bilan kamayadi, 100 va 200 m masofaga yugurishda laktasidemiya ko'rsatkichi hatto ortishi ham mumkin. Shu bilan birga, qayta tiklanish davrining o'tishi har ikkala holda ham tezlashadi. Qondagi qandning miqdori maksimal va submaksimal shiddatli

qisqa vaqt davom etuvchi mashqlardan so'ng yetarli mashqlanmagan kishilarda keskin ko'tarilib yoki kamayib ketishi mumkin, yuqori darajada mashqlangan kishilarda esa bu o'zgarishlar anchagina kam bo'ladi. Bunday kishilar uchun qondagi qand miqdorining o'rta me'yorda ko'payishi xarakterlidir.

Erkin moy kislotalarining miqdori maksimal va submaksimal shiddatli mashqlar bajarilganda o'zgarmaydi, uzoq muddatli mashqlar hamda dam olish davrida esa ko'payadi. Shu bilan birga bu ko'payish darajasi kattaroq bo'ladi, moy kislotalarining jalb etilishi va sarflanishi kam mashqlangan kishilardagiga nisbatan qondagi sut kislotasining darajasi ancha yuqori bo'lganida boshlanadi.

Qondagi fermentlar faolligi o'lchanganda, faqatgina fermentamiyaning katta-kichikligiga emas, balki uning me'yorlashish tezligiga ham ahamiyat berish kerak. Gap shundaki, qonda fermentlar miqdorining ortishi hujayra membranalarning o'tkazuvchanligining o'zgarishi natijasida sodir bo'ladi. Qondagi fermentlarni yo'qotish retikuloendotemiya hujayralari orqali sodir bo'ladi. Oddiy sharoitda har ikkala qarama-qarshi yo'nalgan bu jarayonlar kelishilgan holda sodir bo'ladi, lekin barcha shiddatli mushak faoliyati mushakdan qonga fermentlarni chiqishining ortishi bilan sodir bo'ladi, dam olish davrida esa ular tezda yo'qotiladi (me'yoriga yetkaziladi). Agar mashqlanganlik darajasi unchalik yuqori emas va musobaqa sharoitida bajarilayotgan mashqlar organizmda keskin biokimyoviy o'zgarishlar bo'layotganda fermentlarni qonga chiqishi ancha ko'payadi, ularni qondan chiqarilishi esa sekinlashadi. Bu uzoq muddatli jismoniy mashqlardan so'ng bir necha kungacha davom etadigan fermentamiyaga olib keladi. Uzoq davom etadigan fermentamiya yomon belgi bo'lib, sportchi organizmida patologik o'zgarishlar ro'y berishidan dalolatdir.

Endokrinologik testlardan eng samaradorligi — katexolaminlarni (adrenalin va noradrenalin), ularning manbalari (DOFA va DOFAmin) va parchalanish mahsulotlari vanilin-

mindal kislotasi va buyrak hamda buyrak usti bezi qobig'ining steroid gormonlarini (17-oksikortiko-steroidlar, 17-ketoste-roidlar va aldosteron) o'rganish hisoblanadi.

#### **26.5. Mashqlanish yuklamalarini ko'tara olish va ko'tara olmaslik darajalarini hamda dam olish davrining yuqoriligini aniqlash**

Kuzatishning borishida faqatgina umumiy va maxsus mashqlanganlik darajasini aniqlabgina qolmasdan, balki organizmning jismoniy mashqlarning og'ir-yengilligiga bo'lgan reaksiyalarini (ayniqsa, mashqlarning og'irligi ortib borayotganda) hamda ulardan so'ng qayta tiklanish davrining qay tarzda borishini albatta nazorat qilib turish lozim. Shu maqsadda maxsus mashqlanganlik darajasini aniqlash uchun biokimyoviy testlarni qo'llanish mumkin, faqatgina maxsus tashkil qilingan qo'shimcha mashqlarda emas, balki oddiy mashqlanish mashg'ulotlarida – tayyorgarlikdan oldin, undan so'ng, mashg'ulotlarning asosiy qismidan so'ng hamda mashg'ulot batamom tugaganidan keyin bir-ikki marta namunalari olish va ularni tekshirish lozim.

Mashqlanish mashg'ulotlarining og'irligi natijasida sodir bo'ladigan organizmning zo'riqish holatini va mashg'ulotlar oralig'idagi dam olish davrining yetarliligini aniqlash uchun eng yaxshi biokimyoviy test siydikchilning qondagi miqdorini aniqlash hisoblanadi. Avvalo gap shundaki, jismoniy mashqlar (ayniqsa shiddatli va uzoq muddatli mashqlar) ta'sirida oqsillarning parchalanishi kuchayib ketadi. Oqsillar parchalanishining shiddatlanishi siydikchil hosil bo'lishini kuchaytiradi, uning qondagi miqdori 50–100% oshib ketadi. Lekin keyingi kuni bu o'zgarishlar to'la o'z holiga qaytadi, ya'ni me'yoriga yetadi. Agar berilgan mashqlar og'irligi sportchining mashqlanganlik darajasiga to'g'ri kelmasa, oqsillarning yuqori tezlikda parchalanishi bir qancha vaqt davomida va dam olish davrida saqlanib qoladi. Siydikchilning qondagi miqdori keyingi kuni (ertasiga) o'z holiga qaytmaydi.

Mashqlar tobora og'irlashtirib borilsa, qondagi siydikchilning miqdori kundan kunga ortib boradi, bu esa organizmning o'ta mashqlanganligidan dalolat beradi.

Ana shu munosabatlar bilan shiddatli mashqlanish davrlarida vaqti-vaqti bilan (deyarli har kuni) qondagi siydikchilning miqdorini ertalab nahorda aniqlab turish tavsiya qilinadi.

Bunday sharoitlarda siydikchilning me'yordagi miqdori (15–20 mg %) dam olish davrining yetarli ekanligi va mashqlanish jarayonining organizmga biron zarar yetkazmasdan o'tayotganidan dalolat beradi.

Ayniqsa, shuni ta'kidlab o'tish kerakki, bolalar va yoshlar organizmining bajarilayotgan jismoniy ishni ko'tara olish-olmaslik darajasini aniqlash uchun albatta biokimyoviy nazorat olib borish kerak. Haddan tashqari og'ir jismoniy ishlarni bajarish yosh, o'sayotgan organizmda kalsifikatsiya va plastik jarayonlarning rivojlanishiga salbiy ta'sir qilishi mumkin. Odatda, kalsifikatsiya jarayoni haqida qondagi kalsiy, fosfat, limon kislotasining miqdori va ishqoriy fosfataza fermentlarning faolligini aniqlash yo'li bilan ma'lumot olinadi.

#### **26.6. Biokimyoviy nazoratda qo'llaniladigan asosiy biokimyoviy ko'rsatkichlar**

✓ Sportchilar va jismoniy mashqlarning sog'lomlashtirishga yo'naltirilgan ommaviy turlari bilan shug'ullanayotgan kishilar organizmida moddalar almashinuvi holatini aniqlash uchun foydalaniladigan biokimyoviy ko'rsatkichlar olti guruh moddalarni o'z ichiga oladi:

- moddalar almashinuvining turli reaksiyalarida qatnashayotgan kichik molekulali birikmalar (sut kislotasi, pirouzum kislotasi, glukoza, erkin moy kislotalari, triglitseridlar, bilirubin, kreatinin, siydikchil, siydikchil kislotasi, xolesterin va hokazo);
- maxsus to'qima oqsillari (aktin, mioglobin, tropomiozin va boshqalar);

- fermentlar (aldolaza, aspartataminotransferaza, alaninaminotransferaza, laktatdehidrogenaza, kreatinkinaza, ishqoriy fosfataza va hokazo);
- gormonlar (adrenalin, noadrenalin, insulin, testosteron, estradiol va hokazo);
- vitaminlar (B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, B<sub>6</sub>, C, PP va hokazo);
- mineral moddalar (K, Na, Ca, Mg, C, P-ana'zoik gemni tarkibida bo'lgan va h.k.).

Mana shu hamma biokimyoviy ko'rsatkichlarni ko'pincha odamning biokimyoviy suyuqliklarida, asosiy qon va siydikda aniqlanadi. Tupuk yoki ter kamdan-kam ishlatiladi. Yuqorida berilgan ko'rsatkichlardan tashqari organizmning ichki muhit sharoiti haqida ma'lumot olish muhim hisoblanadi. Bu ko'rsatkich pH bilan o'lchanadigan qonning buferlik hajmi bo'lib, qondagi kislota-ishqor muvozanati tomonlarini aniqlaydi. Keyingi yillarda sportchilarning sog'lomligini aniqlash uchun qo'llanilayotgan uslublar majmuasida immunitet tizimining holatini aniqlovchi uslublar tobora kengroq qo'llanilmoqda. Organizmning immun reaksiyalarini boshqarish mexanizmlarini o'rganish himoya tizimi sifatida immunitet haqidagi tushunchani ancha kengaytiradi va uning tashqi muhit, shu jumladan, jismoniy mashqlarning og'ir-yengilligiga moslashish mexanizmini ochib beradi.

Organizmning turg'unlik mavzusi holatini analiz qilish uchun qonda gemoglobin va leykotsitlarni, lizotsin va birikma (qon zardobidagi kasal yuqtirmaydigan modda)lar faolligini aniqlash uchun ko'pgina uslublarini qo'llash mumkin.

Sportchilar doimiy ravishda kuzatilganda, moddalar almashinuvining yakka xususiyatlariga katta imkoniyat berish kerak, chunki turli kishilarda ko'pchilik biokimyoviy ko'rsatkichlar kecha-kunduz mobaynida (va alohida kishilarda) o'zgarib turishi mumkin.

Yuqori mashqlangan sportchilarda ba'zi bir biokimyoviy ko'rsatkichlar organizmning harakatsizlik, ya'ni osoyishtalik holatida sog'lom kishilar uchun qabul qilingan me'yoriy

ko'rsatkichning yuqori qismini ko'rsatishi mumkin, uzoq vaqt o'rtacha balandlikdagi tog' sharoitida bo'lgan va o'sha sharoitda uzoq jismoniy mashq bilan shug'ullangan sportchilarning qonidagi gemoglobinning miqdori 170–180 g/l bo'lib, bu o'rtacha ko'rsatkichdan ancha yuqori hisoblanadi. Bunday hollarda sportchilarning asosiy biokimyoviy ko'rsatkichlarini bir yil tayyorlanish davrida nazorat qilib turish kerak. Ayniqsa, geografik-iqlim zonasini yoki vaqt zonasini o'zgartirganda (bir shahardan ikkinchi shaharga borganda) yoki mashqlanishni o'rtacha balandlikdagi tog' sharoitida o'tkazib, musobaqani esa pasttekislik sharoitida o'tkazganda, bunday nazoratni ko'proq olib borish lozim.

#### **26.6.1. Sportchilarda energiya ta'minoti tizimi ko'rsatkichlarini aniqlash**

Mashqlanish va musobaqa davridagi jismoniy mashqlarni bajarish jarayonlarida biokimyoviy ko'rsatkichlarni tanlashda asosiy e'tibor harakat funksiyasining energiya ta'minoti tizimini o'rganishga qaratiladi. Oxirgi yillar mobaynida qondagi sut kislotasining miqdorini aniqlashga katta ahamiyat berildi. Organizmning osoyishtalik davrida qondagi sut kislotasining konsentratsiyasini orttirishga (4 mM gacha) va bir vaqtning o'zida lipidlar almashinuvining susayishiga olib keladi.

Anaerob ish davrida sut kislotasining to'planishi bajarilayotgan ishning quvvati va vaqti (davomiyligi) bilan to'g'ridan to'g'ri bog'langan bo'ladi. Birinchi marta anaerob reaksiyalarning kuchayishiga olib kelgan mashqlar quvvatini anaerob modda almashinuvining bosqichi deb yuritish qabul qilingan. Bu atama birinchi marta Amerika olimlari Basserman va Mokilroy tomonidan taklif qilingan.

Sut kislotasining konsentratsiyasini ortishi o'pkadagi havo almashinishining kuchayishiga olib keladi.

Anaerob modda almashinuvi bo'sag'asini o'pka havosi va gaz almashinuvi ko'rsatkichlarini o'lchash natijalari bilan aniqlash taklif qilingan.

Shunday qilib, anaerob bosqich (porog) deb, jismoniy mashqlar og'irligining shunday darajasiga aytiladiki, uni yanada og'irlashtirilganda (sut kislotasining qondagi 4 mM ga teng bo'lgan konsentratsiyasi va shu bilan bog'langan gaz almashinuvining o'zgarishi natijasida), metabolik asidoz hosil bo'ladi.

Gipoksiya emas, balki pirouzum kislotasining ortiqcha miqdori bilan bog'liq bo'lgan sut kislotasi qondagi konsentratsiyasining 2 mM gacha ortishiga olib keladigan jismoniy mashqlarning og'irlik darajasi aerob bosqich deb nomlangan. Chunki bunday sharoitda oksidlanish substrati bo'lib yog' kislotalari xizmat qiladi, mushaklardagi anaerob glikoliz esa susayib ketadi.

Aerob-anaerob o'tish zonasini aniqlash uchun sut kislotasi (laktat) chizig'ini grafik asosida tuzish lozim, chunki faqat mana shu biokimyoviy ko'rsatkich metabolik jarayonlarning holatini yetarlicha aniq ifodalaydi. Boshqa fiziologik ko'rsatkichlarni qo'llash: yurak qisqarishining tezligi yoki o'pkadagi gaz almashinuvining ko'rsatkichlari yetarlicha aniq ma'lumot bermaydi. Laktat chizig'i grafigini tuzishda bajarilayotgan ishning jadalligi va davom etish vaqti, turli tipdagi mushak tolalarining o'zaro nisbati, qon aylanishining tezligi va boshqa omillar bilan bog'liq bo'lgan sut kislotasining mushaklar va qondagi konsentratsiyasini (mushaklarda va qonda) tenglashtirish uchun 3 minutdan kam bo'lmagan vaqt kerak bo'ladi. Laktat chizig'ining shakli doimo eksponensial tusda bo'lib, u ishning quvvatiga bog'liq bo'ladi.

Shunday qilib, grafik asosida laktat chizig'ini tuzish yordamida ishning quvvat zonalarini, ularning energiya ta'minotiga qarab aerob va aralashgan aerob-anaerob qismlarga bo'lish mumkin.

Sportchilarda anaerob almashinuv bosqichi kislorodning maksimal iste'mol qilinishi (KMIK) ni 60–70% gacha, sport bilan shug'ullanmagan kishilarda esa 45–50% gacha yetib boradi. Sportning siklik turlarida muntazam ravishda mashqlanish ta'sirida anaerob almashinuv bosqichi yuqorilashadi. Buning sabablari bir necha omillarga bog'liq. Ishlayotgan



mushak tolalariga kislorod yetkazib berishning kuchayishi, pirozum kislotasi oksidlanish tezligining kuchayishi va laktat hosil bo'lish tezligining pasayishi, jismoniy mashq ta'sirida sut kislotasini qondan yo'qotish tezligining kuchayishi, katexolaminlar ishlab chiqarishning kamayishi bilan bog'liq bo'lgan glikogenoliz jarayoni boshqarilishining susayishi va hokazo.

Shunday qilib siklik sport turlarida mashqlanish ta'sirida sut kislotasi mahsulotlarining kamayishi skelet mushaklar biokimyoviy adaptatsiyasi (moslashishi)ning metabolik oqibatlaridan kelib chiqadi, qat'iy chegaralangan submaksimal quvvatli jismoniy mashqlarni bajarganda, sportchilarda sut kislotasi jamg'arilishining kamayishi, ularning funksional yaxshilanganligi va metabolik imkoniyatlarining kengayganidan dalolat beradi.

Biokimyoviy ko'rsatkichlarning mohiyati shundan iboratki, ular muhim metabolik tizimlarning moslashuvchan o'zgarishlarini qayd qiladi va jismoniy ish bilan doimiy mashqlanish jarayonida organizmning funksional qayta qurilishi yo'nalishlarini oldindan belgilab beradi. Shu munosabat bilan sportchilarni tayyorlanishning turli bosqichlarida biokimyoviy nazoratni qo'llash zaruriyati tug'iladi.

So'z biokimyoviy nazoratlar tizimi, ya'ni har bir bosqichda tekshirish, tezkor nazorat va musobaqalar davridagi tayyorgarlikda sportchilarda kundalik biokimyoviy tekshirish o'tkazish ustida boradi. Oxirgi holatda, bir kun mobaynida ikki-uch martalik mashqlanishda jismoniy yuklamalarni ko'tara olish darajasi va nihoyat, mikrosikllarning turli mashqlanish yo'llarini maqsadga muvofiqligi aniqlanadi. Ana shu maqsadda qo'llanilayotgan biokimyoviy ko'rsatkichlar majmuasi, odatda, sut kislotasi va siydikchilning qondagi miqdorini va qondagi kislota-ishqor muvozanatini aniqlashni o'z ichiga oladi. Shu ko'rsatkichlarning ketma-ketligi bajarilayotgan jismoniy mashqlarni ko'tara olish darajasining energiya ta'minoti tizimi holati va tiklanish jarayonlarining umumiy yo'llanishlari haqida obyektiv xulosa bera oladi.

Jismoniy mashqlardan so'ng dam olish davrida, ya'ni organizmda moddalar almashinuvi jarayonlari asta-sekin me'yoriga yetib, ishdan oldingi boshlang'ich darajasiga qaytayotgan davrda qondagi siydikchil miqdorini aniqlash biokimyoviy nazorat amaliyotida keng miqyosda qo'llaniladi. Qondagi bu ko'rsatkich organizmda oqsillar katabolizmining faollashganlik darajasini ko'rsatadi. Qonda siydikchil konsentratsiyasining o'zgarishi faqatgina bajarilayotgan jismoniy mashqning xarakteriga bog'liq bo'lib qolmasdan, balki ovqatlar tarkibidagi oqsillarning miqdori va diurezning o'zgarishiga ham bog'liqdir. Buyrak ajratish funksiyasining buzilishi qondagi siydikchil miqdorining keskin ko'tarilib (ortib) ketishiga olib keladi.

Organizmda siydikchil hosil bo'lishining kuchayishi jismoniy mashqlarni bajarish davridagina emas, balki ishdan so'ng ham davom etishi mumkin. Bu hol uzoq davom etadigan mashqlanishlar uchun xarakterlidir. Bunday hollarda sportchilarda hatto dam olish davrida ham qondagi siydikchil miqdori pasaymaydi (ortib ketishi mumkin). Eng muhimi shuki, qondagi siydikchil ko'rsatkichini analiz qilishda avvalo sportchilarning ovqatlanish ratsionini, ovqat tarkibidagi oqsillarning miqdorini hisobga olish lozim. Ma'lumki, kunlik ovqatning tarkibida 74 grammdan ortiq oqsil bo'lsa, qondagi siydikchil miqdori ovqatlanishdan 6 soatdan so'ng 1,2 mMol ga ortib ketadi va faqat 8–10 soatdan so'ng asta-sekin kamaya boshlaydi. Agar mashqlanish oqsilga boy bo'lgan ovqatni iste'mol qilganda 5–6 soatdan so'ng tugallansa, siydikchilning qondagi miqdorini ortganligi faqatgina jismoniy mashqlar natijasida sodir bo'lgan moddalar almashinuvi o'zgarishlarining obyektiv holatini ko'rsatmaydi. Chunki bu jarayonda ovqatlar tarkibidagi oqsillarning hissasi hisobga olinmagan bo'ladi. Shuning uchun ham jismoniy mashqlardan so'ng qondagi siydikchilning miqdorini va albatta, ovqatlanish vaqti hamda oziqa tarkibidagi oqsil moddalarining miqdorini hisobga olish zarur.

Agar qondagi siydikchil miqdori mashqlanishning ertasiga nahorda aniqlansa, bu biokimyoviy ko'rsatkich yana ham ko'proq (chuqurroq) ma'lumot beradi. Bu holda sportchilarning qonidagi siydikchilning ortishiga jismoniy ishdan so'ng organizmdagi metabolik jarayonlarning to'la tiklanmaganligining integral ko'rsatkichi sifatida qarash mumkin. Sportchilarni kundalik tekshirishda qondagi siydikchil miqdorini nazorat qilish har bir alohida mashqlanish va mikrosikllarni organizm qay darajada ko'tara olishini aniqlash uchun qo'llaniladi. Sportchilar qonida siydikchil miqdorining tayyorgarlik va musobaqalashish davrlaridagi o'zgarishi bir-biridan katta farq qiladi. Odatda, siydikchil miqdori tayyorlanish davrida yuqori bo'ladi. Bu esa katta hajmda bajarilgan ishga va sportchilarning past darajada mashqlanganligiga bog'liq bo'ladi.

Siydikchil miqdori tiklanish davrining ko'rsatkichi sifatidagina qaralmasdan, balki asiklik sport turlari (yakka-yakka kurashish guruhi)da musobaqalashish qobiliyatini aniqlash uchun ham tekshiriladi. Boks, qilichbozlik bo'yicha musobaqalardan so'ng sportchilar qonidagi siydikchil miqdori xuddi odatdagidek osoyishtalik holatidagi darajasi-gacha qayta tiklanmaydi. Sportchilar ish qobiliyatining tiklanish jarayoni ko'proq vaqt talab qiladi.

Bu ko'rsatkich siydikchilning miqdori mashqlanish va musobaqa sharoitlarida bajarilayotgan jismoniy mashqlar og'irligini sportchilar ko'tara olishi yoki ko'tara olmasliklarini belgilaydi va murabbiylarni doimo qiziqtiradigan quyidagi savollarga javob topishga imkon beradi: sportchilarning bajarayotgan jismoniy ishi yetarli darajada yuqorimi? Ular sportchilarning metabolizmiga mo'ljallangan ta'sirni o'tkazayaptimi? Ana shu mashqlanish jismoniy ishlari o'ta og'ir emasmi va ular sportchilar organizmini o'ta mashqlanganlik holatiga olib kelmaydimi?

Albatta, bu savollarga shifokor, biokimyogar, fiziolog, psixolog va pedagoglar tekshirilayotgan organizm turli tizimlarining ishlash ko'rsatkichlarini o'zaro taqqoslash natijasidagina to'laroq javob berishlari mumkin. Turli shiddatdagi va

uzoqlikdagi mushak ish qobiliyati energiya bilan ta'minlash sistemasini ifodalash uchun karbonsuvlar almashinuvining biokimyoviy ko'rsatkichi sifatida qondagi glukoza, sut va pirouzum kislotalari miqdorini aniqlash qo'llaniladi. Yog'lar almashinuvining qatnashish darajasini uchglitseridlar, glitserin, to'yinmagan moy kislotalari va keton tanachalarining qondagi konsentratsiyasi o'zgarishiga qarab aniqlanadi. Kreatinfosfat mexanizmining holati esa qondagi kreatin, kreatin va anorganik fosfatlarning miqdori bo'yicha aniqlanadi. Kislota-ishqorlik muvozanati ko'rsatkichining (pH, pCO<sub>2</sub>, B, BB va BE) o'zgarishi ichki muhit holatini nazorat qilib turish imkoniyatini tug'diradi va organizmning anaerob almashinuv metabolitlari ta'sirini yo'qotish qobiliyatini ifodalab beradi.

#### **26.6.2. Qondagi kislota-ishqor almashinuvi ko'rsatkichlarini aniqlash**

Organizmning eng qat'iy boshqarib turadigan (tartibga solib turadigan) biokimyoviy ko'rsatkichlaridan biri qondagi vodorod ionlarining konsentratsiyasidir (pH). Osoyishtalikda odam qonining pH= 7,35–7,45 atrofida bo'ladi. Bu esa vodorod ionlari konsentratsiyasining 10n ekv/l.gacha o'zgarishini ko'rsatadi. Ish faoliyati jarayonida, jumladan, maksimal musobaqalashish mashqlarini bajarganda, pH 7' dan to 7,8 gacha o'zgarishi mumkin, ya'ni bu vodorod ionlari konsentratsiyasining 8,6 n ekv/l gacha o'zgarishiga to'g'ri keladi. Ana shu ma'lumotlarga ko'ra quyidagi xulosaga kelish mumkin: inson organizmi vodorod ionlarining hujayra tashqarisidagi konsentratsiyasi ta'siriga yuz ming marta, natriy ionlarining konsentratsiyasi ta'siriga esa million marta sezgir bo'ladi. Organizmning qon pH ini shunday qat'iy boshqarib turish qobiliyati kuchli kislota yoki asos va ularning tuzlari aralashmasidan tashkil topgan bir necha bufer tizimlarining mavjudligi bilan belgilanadi. Kislotalarni protonlarning (H<sup>+</sup>) donori, asoslarni esa shu protonlarning akseptori deb qarash mumkin.

Shunday aniqlashdan foydalanib, kislotalarga karbon kislotasini, karbon (II) oksidi, ammoniy ( $\text{NH}_4$ ) ionlari, organik kislotalar va digidrofosfat ( $\text{H}_2\text{PO}_4^-$ ) anionini kiritish mumkin, biokarbonat anionlari ( $\text{HCO}_3^-$ ), gidroksil ( $\text{OH}^-$ ), ammiak ( $\text{NH}_3$ ), gidrofosfat ( $\text{HPO}_4^{2-}$ ) va oqsillar esa asos bo'lib hisoblanadi. Kisloata yoki asosning kuchi ularning suvli eritmasidagi ionlanish darajasini ko'rsatadi. Bufer «+» suvli eritma bo'lib, unga kisloata yoki asos qo'shilganda, toza suvga nisbatan pH ning qiymati kam o'zgaradi.

Karbon kislotasi ( $\text{H}_2\text{CO}_3$ ) molekulasidan va bikarbonat anionidan ( $\text{HCO}_3^-$ ) tashkil topgan biokarbonat buferi -  $\text{HCO}_3^- - \text{H}_2\text{CO}_3$  qonning asosiy bufer tizimi hisoblanadi. To'qimalarda metabolizm jarayonida dekarboksillanish reaksiyalari natijasida hosil bo'lgan molekular karbonat angidrid gazi ( $\text{CO}_2$ ) kapillarlar devoridan o'tib qonga, keyin eritrotsitlarga o'tadi. Bu yerda karbongidraza fermenti ta'sirida  $\text{CO}_2$  ning gidratatsiya reaksiyasi sodir bo'ladi va karbon kislotasi hosil bo'ladi:



Eritrotsitlarda karbon kislotasi hosil bo'lishi bilan u bikarbonat ( $\text{HCO}_3^-$ ) va vodorod ( $\text{H}^+$ ) ionlariga dissotsiatsiyalanadi. Bikarbonat ionlari ( $\text{HCO}_3^-$ ) eritrotsitlarni tashlab, vena qoniga o'tadi. Osoyishtalik holatida odamlarda barcha  $\text{CO}_2$  ning 60% plazmada  $\text{HCO}_3^-$  sifatida va 32% karboaminogloblin va eritrotsit -  $\text{HCO}_3^-$  sifatida tashiladi.

Qonning ikkinchi bufer sistemasi bo'lib, oqsillar buferlik xususiyati ularning tarkibidagi ba'zi bir aminokislotalarning erkin funksional guruhlari bilan belgilanadi. Ana shunday guruhlarga lizin, arginin va gistidinning erkin amino ( $\text{NH}_2$ ) guruhlari (asoslari), asparagin kislotalarining karboksil guruhlari (kislotali), sisteinning sulfgidril ( $\text{SH}$ ) guruhi, tirozinning gidroksil ( $\text{OH}$ ) guruhi kiradi. Oqsillarning oxirgi karboksil guruhi ham buferlik xususiyatini o'taydi. Shunday qilib, oqsillarning katta sig'imi bufer tizimi bo'lib, ular organizmning

ichki muhiti pH ko'rsatkichlari doimiyligini saqlashda muhim o'rin tutadi.

Gemoglobin – oksigemoglobin ( $\text{Hb} + \text{O}_2 \rightleftharpoons \text{HbO}_2$ ) tizimi kuchli buferlik xususiyatiga ega. Bu oksigemoglobinning qaytarilgan gemoglobinga nisbatan ancha kuchli kislotalik xususiyati bilan bog'liqdir. Modda almashinuvi natijasida  $\text{CO}_2$  va boshqa kislotalik xususiyatiga ega bo'lgan mahsulotlarning o'pka kapillarlaridan tashqariga ajralib chiqarilishi qondagi ishqorlik muhitining kuchayishiga olib kelishi kerak, lekin bunday bo'lmaydi. Chunki qonda diffuziyalanib tarqalishi va oksigemoglobinning hosil bo'lishi bunga yo'l qo'ymaydi.

Modda almashinuvining mahsulotlari  $\text{CO}_2$  va boshqa kislotalik xususiyatga ega bo'lgan moddalar to'planayotgan to'qimalarda oksigemoglobinni gemoglobinga ( $\text{HbO}_2 \rightleftharpoons \text{Hb}$ ) pH ko'rsatkichini kislotalik xususiyatini kuchayishidan saqlaydi. Qonda  $\text{CO}_2$  miqdorining ko'payishi  $\text{HbO}_2$  dissotsiatsiyasining kuchayishiga, kamayishi esa aksincha, kislorodning Hb bilan birikib,  $\text{HbO}_2$  konsentratsiyasining ortishiga olib keladi. Boshqa tomondan,  $\text{HbO}_2$  konsentratsiyasining ortishi qondan  $\text{CO}_2$  ni siqib chiqarishning kuchayishiga (kuchsiz kislota sifatida), kamayishi uning to'planishiga olib keladi.

Modda almashinuvining asosiy mahsuloti –  $\text{CO}_2$ . Odamlarda me'yorda uning miqdori 13000 mmol/kun ga teng bo'ladi va bu uchuvchan kislota organizmdan chiqib ketishi uchun o'pka samarali ishlashi lozim. Bunday katta miqdordagi  $\text{CO}_2$  dan tashqari organizmda metabolizm jarayonida uchuvchan bo'lmagan kislotalar ham hosil bo'ladi. Ular karbonsuvlar va yog'larning chala oksidlanishi jarayonlarida oqsillar hamda oltingugurt tutuvchi aminokislotalar – metionin va sisteinlarning katobolizmi (parchalanishi) dan hosil bo'ladi. Uchuvchan bo'lmagan kislotalarning hosil bo'lishida qabul qilinayotgan ozuqalarning tarkibi va harakatlanish tartibi ayniqsa katta ahamiyatga ega. Jumladan, tarkibida go'sht va tuxum ko'p bo'lgan ovqatlarni iste'mol qilinganda, ko'proq uchuvchan

bo'lmagan kislotalar hosil bo'ladi. O'simlik oзуqalari (sabzavot va mevalar)ni ko'proq iste'mol qilish ishqoriy metabolitlarning paydo bo'lishiga olib keladi.

Jismoniy mashqlar bilan doimo shug'ullanish va sport mashqlanishlari organizmda modda almashinuvini keskin kuchaytiradi, bu esa oraliq metabolitlar (sut, aseto-spirit  $\beta$ -oksimoy kislotalarini ham, oxirgi mahsulotlar –  $\text{CO}_2$ )ning va siydikchilning ham konsentratsiyasini orttiradi.

Agar pH ko'rsatkichining o'zgarishi  $\text{pCO}_2$  ning o'zgarishi bilan bog'liq bo'lsa, u holda ular nafas olishga oid bo'ladi va nafas olish asidozi yoki nafas olish alkaloz deb yuritiladi. Bordiyu plazmaning  $\text{HCO}_3$  miqdori o'zgargan taqdirda esa bunday o'zgarishlar metabolik o'zgarishlar deb yuritiladi va metabolik asidoz va metabolik alkaloz sodir bo'ladi. Qondagi kislota-ishqorlik muvozanatining (KIM) ko'rsatkichlarini jismoniy mashqlarni bajarish davrida va ulardan so'ng, dam olish paytida aniqlash organizmning ichki muhitlari holati haqida ishonchli, aniq ma'lumotlar beradiki, bular beshta asosiy ko'rsatkichni o'z ichiga oladi: qonning pH ko'rsatkichi (7,35–7,45);  $\text{pCO}_2$  – qondagi  $\text{CO}_2$  ning mm sim ust bilan o'lchanadigan kuchlanishi (bosimi) (35,0–45,0) B - qon plazmasining bikarbonati (22–26 mekv/l); BB – buferli asoslar (43–53 mekv/l); BJ – asos yoki kislotalarning ortiqchasi (2,4–2,3 mekv/l).

Yuqorida ko'rsatib o'tilganidek, qon bufer tizimining asosiy birikmasi bikarbonat va oqsillar hisoblanadi. Odatda, kuchsiz kislotalar va oqsillarning yig'indisini buferli asoslar deb yuritish qabul qilingan va ularning miqdori osoyishtalik paytida 43–53 mekv/l ga teng bo'ladi. Buferli asoslar boshqa bir ko'rsatkich, ya'ni plazma bikarbonatning normal sharoitdagi ( $\text{pCO}_2 = 40$  mm Hd va  $38^\circ \text{C}$  haroratda) miqdorini o'z ichiga olgan bikarbonat (B) bilan chambarchas bog'langan. Uning miqdori 22–26 mekv/l bo'ladi. Odam qonining umumiy buferlik hajmi taxminan 30 mmol  $\text{HCO}_3^-$  (pH o'lcham birligiga teng bo'lib), shundan 1/3 qismi zardob bufer sistemalari va qolgan 2/3 qismi esa gemoglobin miqdori bilan belgilanadi.

Mushakning jadal ish faoliyati jarayonida metabolik asidoz yoki alkoloz holatlari yuz berishi mumkin va ular KIM ko'rsatkichlarining o'zgarishi bilan aniqlanadigan kompensatsiyalashgan yoki kompensatsiyalashmagan xarakterda bo'lishi mumkin. Kompensatsiyalashgan metabolik asidoz yoki alkoloz holati qonning pH ko'rsatkichi me'yorida saqlanib qolib, bufer tizimlarida o'zgarishlar sodir bo'lishi bilan xarakterlanadi. Kompensatsiyalashmagan metabolik asidoz yoki alkolozda esa bufer tizimlarining o'zgarishi bilan bir qatorda qonning pH ko'rsatkichi ham o'zgaradi. Asidozda pH-7,25 dan past, alkolozda pH-7,53 dan yuqori. Metabolik asidozning holati va qondagi pH ko'rsatkichining kamayishi sportchilar bajarayotgan jismoniy mashqlarning jadalligi va davom etishiga bog'liq.

Oraliq moddalarning qondagi miqdori, ularning mushak hujayralarida hujayra devorida hosil bo'lishi, hujayra devorida hosil bo'layotgan oraliq moddalar — organik kislotalardan sut kislotasi qondagi miqdorining o'zgarishi eng ishonchli axborot ko'rsatkichlaridan biri hisoblanadi. Sut kislotasi ishlayotgan mushakdan qonga tez o'tish qobiliyatiga ega, shuning uchun ham uning qondagi miqdori skelet mushaklarida hosil bo'lish tezligiga bog'liq. Sut kislotasi kuchli kislota bo'lib, dissotsiatsiyalanganda ko'p miqdorda vodorod ionlarini hosil qiladi. Bu esa qondagi pH ko'rsatkichining kislotalik tomonga o'zgarishiga olib keladi.

Qizg'in mushak ish jarayonida sut kislotasi konsentratsiyasi bilan qonning pH ko'rsatkichi o'rtasida yaqqol ifodalangan teskari proporsional bog'lanish bo'ladi: sut kislotasining konsentratsiyasi ortishi bilan qonning pH ko'rsatkichi kamaya boradi. Sportchilar jadal jismoniy mashqlarni bajarayotganda qonning pH ko'rsatkichi 0,2–0,3 birligiga kamayishini kuzatish mumkin, ya'ni pH 7,25–7,15 gacha kamayadi. Ba'zi bir hollarda musobaqalarning avj pallasida sportchilar qonidagi pH ko'rsatkichining 7,0–6,9 gacha kamayish hollarini kuzatish ham mumkin. Biroq bu hollarda mushaklarda og'riq, bosh aylanish hollari



kuzatiladi. Qondagi pH ko'rsatkichining ishqor tomonga o'zgarishi kam miqdorda 7,6 gacha bo'ladi.

KIM ko'rsatkichi bo'yicha sportchilar organizmining ichki muhit holatlarini biokimyoviy baholash (ifodalash) jismoniy mashqlar jarayonidagi energiya ta'minotining anaerob va aerob yo'llari nisbatini aks ettiradi.

Sportchilar organizmida sodir bo'layotgan metabolik jarayonlar jiddiyligi haqidagi ko'p xabarni nafas olishda tashqariga chiqarilayotgan havoni biokimyoviy analiz qilish yo'li bilan olish mumkin. Bunday analiz yordamida nafas olish koeffitsiyenti, ishning kislorod qiymati, kislorod qarzi, uning tarkibiy qismlari va moddalar almashinuvining boshqa ko'rsatkichlarini aniqlash mumkin. Jumladan, o't kislotasining ortiqchasi bikarbonat bufer tizimidan CO<sub>2</sub> ni siqib chiqarishni kuchaytiradi. Buning natijasida biologik oksidlanish jarayoni bilan bog'liq bo'lmagan va metabolik bo'lmagan (Excess) deb atalgan ortiqcha CO<sub>2</sub> hosil bo'ladi. Nafas olishda chiqarilayotgan havo tarkibida aniqlanadigan metabolik bo'lmagan CO<sub>2</sub> ajralish miqdorini ishlayotgan mushaklardagi glikolitik jarayonlarning jadalligi ko'rsatkichi deb qarash mumkin.

### **26.6.3. Qondagi fermentlar va izofermentlar faolligini o'lchash**

Hozirgi vaqtda ko'pchilik fermentlar faolligining umumiy qonuniyatlari va o'ziga xos xususiyatlari ochilgan, biologik suyuqliklardagi (qon, siydik, tupuk, ter) fermentativ faollikning o'zgarishi har tomonlama aniqlangan. Bunday kuzatishlarni odam organizmining funksional holatlarini aniqlashda qo'llash mumkin.

Organizmda sodir bo'layotgan kimyoviy reaksiyalarni boshqaruvchi ko'pchilik fermentlar hujayra muhiti (ichi)da bo'ladi. Ammo shunga qaramay, hujayra tashqarisidagi suyuqliklarni, ayniqsa, qonni tekshirish natijalariga qarab turli a'zo va to'qimalar hujayralari ichida sodir bo'layotgan metabolik o'zgarishlar haqida asosli xulosalar chiqarish mumkin.

Organ va to'qimalardan qonga o'tayotgan (tushayotgan) fermentlarni shartli ravishda ikki guruhga bo'lish mumkin: birinchi guruhga qonda ma'lum bir katalitik funksiyalarni bajaradigan va qon metabolizmida faol qatnashadigan maxsus fermentlar kiradi. Bularga, jumladan, jigar hujayralarida sintezlanib, qonga chiqariladigan fermentlar – lipoprotein lipazasi, psevdoxolinesteraza, seruloplazmin va boshqalarni kiritish mumkin. Bu fermentlarning faolligi qonda jigardagiga nisbatan bir necha marta yuqori bo'ladi. Jismoniy mashqlar paytida yoki undan so'ng organizmdagi metabolizm holatlarini aniqlash uchun ikkinchi guruh fermentlar alohida ahamiyatga ega. Bu fermentlar sitoplazma va hujayra ichidagi element (struktura)larda joylashgan bo'lib, me'yoriy sharoitda ular qonning tarkibida yoki butunlay, yoki juda kam miqdorda uchraydi. Qonda ana shu fermentlarning paydo bo'lishi ma'lum a'zo va to'qimalardagi moddalar almashinuvining o'zgarishi bilan bog'liq bo'ladi. Shunday qilib, qonda shu fermentlar faolligining o'zgarishiga qarab turli a'zo va to'qimalarda metabolizmning alohida holati to'g'risida mufassal fikr yuritish mumkin.

Biokimyoviy nazorat amaliyotida skelet mushaklaridagi energiya almashinuvi bilan chambarchas bog'langan 7 ferment faolligini tekshirish ko'proq tarqalgan.

1. Laktatdehidrogenaza (LDG) – bu ferment sut kislotasining pirouzum kislotasiga aylanish reaksiyasini boshqaradi.

LDG ning 5 molekular formasi (izofermenti) bor. Beshta izoferment ham bir xil molekular massaga (134 000 dalton) ega va molekular massalari 335 000 ga teng bo'lgan 4 polipeptid zanjiri (subbirlik)dan tuzilgan. Fermentning M va H bilan belgilangan (ingliz so'zlari *muscle* – mushak va *heart* – yurakning bosh harflari) ikki tipdagi subbirliklari aniqlangan. LDG – ning izofermentlari o'z tarkiblarida ana shu ikki tipdagi subbirliklarni har xil nisbatda tutishi bilan o'zaro farqlanadi. Skelet mushaklarida, asosan, 4 M-tipdagi polipeptid zanjirlaridan tuzilgan izoferment –  $M_4$  (LDG<sub>5</sub>) bo'ladi, yurak

mushaklarida esa faqat H-tipdagi subbirlıklardan tuzilgan izoferment -  $H_4$  ( $LDG_1$ ) bo'ladi. Qolgan izofermentlar bir-birida M va H-tipdagi subbirlıklarni turli nisbatlarda tutishi farqlanadi. ( $MN_3$  -  $LDG_2$ ,  $M_2H_2$  -  $LDG_3$ ,  $M_3H$  -  $LDG_4$ ). Izofermentlarni bir-biridan elektroforez usuli bilan ajratish mumkin, chunki ular elektr maydonidagi harakat tezligi bilan o'zaro farqlanadi. Osoyishtalik holatida kishilarning qonida LDG izofermentlari faolligi quyidagi nisbatda bo'ladi:  $LDG_1$  - 19-29,  $LDG_2$  - 23-37,  $LDG_3$  - 17-25,  $LDG_4$  - 8-17,  $LDG_5$  - 8-18.

Odatda, qonda LDG ning faolligi bajarilayotgan jismoniy mashqlar jadalligining qancha davom etishiga qarab ortib boradi. Ayniqsa, LDG izofermentlari spektrini aniqlash talabga ko'ra to'laroq ma'lumotlar beradi. Jumladan, LDG izofermentlarini aniqlash bilan skelet mushaklarida, yurakda va jigardagi moddalar qay holatda borishi haqida fikr yuritish mumkin va hokazo.

2. Kreatinfosfokinaza (KFK) – fosfat qoldig'ini kreatinfosfatdan ADF ga yoki aksincha, ATF dan kreatinga ko'chirish reaksiyasini boshqaradi:



Fermentning molekular massasi 80 000 va har biri 40 000 bo'lgan ikkita – M va B subbirlıklardan tuzilgan. KrFK uchta sitoplazmatik izofermentlardan iborat bo'lib, MM izoferment faqat skelet mushaklariga, MB yurak mushaklariga va BB izoferment faqat miya to'qimasiga xosdir.

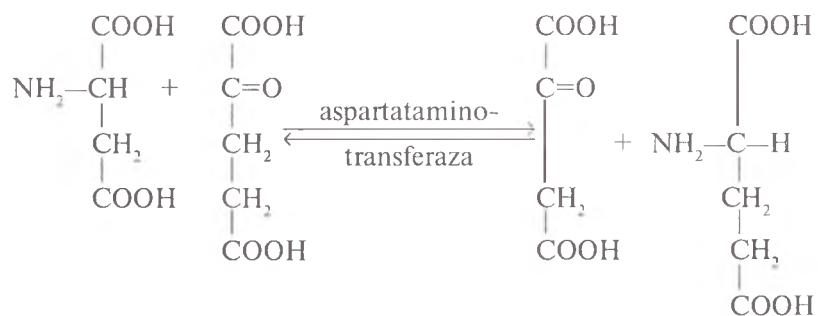
Me'yoriy sharoitda kishilarning qonida KFK faolligining 90% i MM-izofermentiga va 6% i MB-izofermentiga to'g'ri keladi.

Shu narsa xarakterliki, erkaklarning mushak massalari ancha katta bo'lganligi sababli, ularning qonidagi KFK faolligi ayollarnikidan yuqoriroq bo'lib, 25–150 fb/l ni tashkil qiladi, bunda faollik birligi (litr).

KFKning molekular massasi LDG nikiga o'xshab katta bo'lganligi sababli hujayradan tashqariga plazmatik membrananing yaxlitligi buzilishi mumkin. Plazmatik membranadan ferment (oqsil) chiqa turib, hujayralararo suyuqlikka tushadi va limfa yo'llari orqali mushaklardan oqib ketadi. Xuddi mana shu xususiyat jismoniy mashqlarning boshlanish vaqtidan boshlab fermentning qonda paydo bo'lgunigacha o'tgan muddatni ifodalaydi.

Jumladan, oksidlanish jarayonlari yuqori jadallik bilan boradigan uzoq davom etadigan mashqlarni bajargandan (marafon yugurishlari, 30 va 50 km ga chang'ida uchish, ko'p kunlik velosiped poygalari, triatlon bo'yicha musobaqalar) (24–25 soatlardan) keyin sportchilarning qonida KFK faolligining juda yuqori darajasi kuzatiladi. Bu ko'rsatkich, odatda, jiddiy miokard infarktidan so'ng kuzatiladigan shunga o'xshash ko'rsatkichdan ham katta. Shu bilan birga, sportchilarning qonida KFK ning yuqori darajadagi faolligi bir necha kun davomida (3–6) saqlanadi va fermentni qondan yo'qotish davri anchaga cho'ziladi.

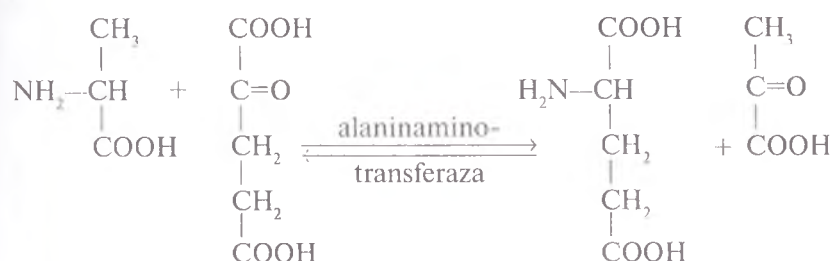
3. Aspartataminotransferaza (AsAT) – bu ferment – aminoguruhini ( $\text{NH}_2$ ) – asparagin kislotasidan – ketoglotar kislotaga, aksincha, glutamin kislotalar – qahrabo kislotaga (tashish) reaksiyalarini boshqarish.



Katalitik xususiyatlari bilan o'zaro farqlanadigan ikkita izofermenti aniqlangan: sitoplazmatik va mitoxondrial. Qonda AsAT ning me'yoriy faollik darajasi 30–480 nmol/s.l ni tashkil

qiladi. Fermentning asosiy faolligi yurak to'qimalarida bo'ladi (100%), boshqa a'zolarida esa ancha kamroq, jigarda 70%, skelet mushaklarida –50%, buyrakda – 50%.

4. Alaninaminotransferaza (AlAT) – aminoguruh (NH<sub>2</sub>) ni – α alaninidan – α ketoglutar kislotasiga tashish reaksiyasi va aksincha, qaytarilish reaksiyasini boshqaradi. Bu ferment ko'p to'qimalarda topilgan bo'lib, asosiy faolligi jigarda bo'ladi.



Shuning uchun qonda AlAT ning yuqori faolligining paydo bo'lishi jigarda patologik o'zgarishlar sodir bo'lganidan dalolat beradi. Oddiy sharoitda qonda AlAT faollik darajasi 30–420 nmol/s.l ni tashkil qiladi. Fermentning asosiy faolligi 100% bo'ladi, skelet mushaklari 21% va yurakda 9% ancha kam bo'ladi.

AlAT va AsAT fermentlarining qondagi faolligi KFK singari uzoq davom etadigan zo'raki jismoniy mashqlardan so'ng keskin o'zgaradi.

5. Karbongidraza CO<sub>2</sub> va suvdan karbonat kislotasining hosil bo'lish reaksiyasini boshqaradi. Ferment, asosan, eritrotsitlarda joylashgan bo'lib, metabolizm jarayonida hosil bo'ladigan CO<sub>2</sub> ni organizmdan chiqarib tashlashda faol qatnashadi. Hozirgi vaqtda 3 izoformasi aniq. Izoferment – 111/mol. Massasi – 29000 (asosan sekin qisqaradigan qizil mushak tolalarida joylashgan bo'lib), suvda yaxshi eriganligi sababli hujayra devorlaridan osonlik bilan qonga o'ta oladi. I va II izofermentlar mushak to'qimalarida juda kam miqdorda uchraydi.



Uzoq davom etadigan jismoniy mashqlardan, jumladan, bir necha soat yugurishdan so'ng qonda boshqa fermentlar qatorida karbonangidrazaning III-izofermenti ham ko'p miqdorda paydo bo'ladi.

Bu izofermentning xarakterli xususiyatlaridan biri yuqori tezlikda almashinishidir. Uning qondagi miqdori boshqa fermentlar – KFK va LDG ga nisbatan tezroq yo'qolib ketadi. Bunday xususiyat fermentga aynan skelet mushaklarida sodir bo'layotgan metabolizm o'zgarishlarini aniqlashda ma'lum afzalliklarni beradi.

6. Katalaza – vodorod peroksidining ( $\text{H}_2\text{O}_2$ ) suvgacha qaytarilish reaksiyasini boshqaradi. Bu reaksiya ko'pincha elektronlar donori bo'lib, ba'zi bir organik birikmalarda (etanol, metanol, chumoli kislotasi) ishlatiladi. Ular bo'lmagan taqdirda  $\text{H}_2\text{O}_2$  o'zi quyidagi reaksiya bo'yicha qatnashadi:



Katalaza, asosan, jigar, taloq va buyrakning peroksisomalarda joylashgan. Osoyishtalik holatida qonda u juda kam miqdorda uchraydi, ammo mushak ish faoliyatida ferment faolligi tez ortib ketadi. Buni organizmning jismoniy mashq (nagruzka)ni bajarishga bergan reaksiyasi deb qarash mumkin.

7. Aldolaza – glikoliz fermentlariga kiradi va fruktoza 1,6-difosfatni ikki molekula triozafosfat aldegidi va dioksiasetofosfatga parchalanish reaksiyasini boshqaradi. Ferment molekular massasi 40000 bo'lgan 4 subbirlikdan tuzilgan. Shunday tetramerning umumiy molekular massasi o'rta hisobda 160000 ga teng. Aldolazaning uchta (A, B, C) izoformasi borligi aniqlangan. Bulardan A, B, C izofermentlari faqat embrional to'qimalarda, B-izoferment esa katta odamlarning to'qimalarida bo'ladi. Aldolazani ham organlarga xos

fermentlar qatoriga kiritish mumkin, chunki u asosan skelet mushak to'qimalarining sitoplazmalarida (80%) bo'ladi, yurakda 12% va jigarda 6% bo'ladi, xolos.

Sportchilar qonidagi aldolaza va katalaza fermentlarini aniqlash mashqlanish hamda musobaqalardan so'ng dam olish paytida organizmning charchash darajasi va jismoniy ish qobiliyatining tiklanish tezliklarini ifodalovchi ko'rsatkichlar bo'lishi mumkin.

#### **26.6.4. Jismoniy mashqlarni bajargandan so'ng qondagi to'qimalarga xos oqsillarni tekshirish**

Yuqorida ko'rsatilgan har bir to'qima yoki organ uchungina 80°C (maxsus) bo'lgan fermentlardan tashqari ana shunday xususiyatga ega bo'lgan oqsillarni aniqlash sport biokimyosida muhim ahamiyatga ega. Shunday organlarga xos oqsillarga vakil qilib mushak hujayrasining 3 oqsilini – mioglobin, tropomiozin va aktinlarni olish mumkin.

Mioglobinning molekular massasi 17800 ga teng bo'lib, bitta polipeptid zanjiridan tuzilgan va o'z tarkibida 153 aminokislota qoldig'ini tutadi. Mioglobinning skelet va yurak mushaklaridagi asosiy vazifasi qon tushuvchi kapillarlardan kislorodni tashish sharoitlarini yaxshilash, ya'ni u to'qimada O<sub>2</sub> diffuziyasiga imkoniyat tug'diradi va so'ngra uning mushak hujayralarida saqlanishini ta'minlaydi.

Osoyishtalik holatida odamlarning qonida mioglobinning miqdori 1–70 ng/ml atrofida bo'ladi, siydikda esa deyarli bo'lmaydi. Asta-sekin (pog'onali) ortib boradigan haddan tashqari og'ir jismoniy mashqlarni bajargandan so'ng sportchilarning qonida mioglobin miqdori 1,2 marta ortib ketadi va bu ko'payish yana davom etadi. Bir soat dam olishdan so'ng mioglobinning qondagi konsentratsiyasi boshlang'ich (ish boshlanguncha) darajasiga nisbatan 1,7 marta oshib ketgan. Mana shu biokimyoviy ko'rsatkichning eng katta o'zgarishlari sportchilarda musobaqa sharoitlarida kuzatilgan. Jumladan, 15 km masofaga chang'ida uchgandan so'ng sportchilar qonida mioglobinning miqdori

boshlang'ich darajasiga nisbatan 3,5 marta ortib ketgan. Shu bilan bir qatorda, ko'pchilik sportchilarning siydiklarida chang'i uchishdan so'ng 0,2–10 mkg/ml atrofida mioglobin paydo bo'lib qolgan.

Jismoniy mashqlar vaqtining cho'zilishi bilan siydikdagi mioglobin miqdorining ham ortib borishi kuzatiladi. Aktin struktura oqsili (ingichka protofibrill iplari) mushakning qisqarishini bevosita amalga oshiradi.

Uni qonda jismoniy mashqlar ta'sirida skelet mushaklaridagi hujayra metabolizmining holatini o'zgarishi haqida dalolat beradi. Qonda aktin va tropomiozin miqdorining oshib ketishi uzoq vaqt davom etgan jismoniy ishlar bajarilganda, skelet mushaklarida miofibrill strukturalarining jadal buzilishi yoki yangilanishidan dalolat beradi. Bu ko'rsatkichlarni bundan keyin mashqlanish yuklamalarini organizmning ko'tara olish yoki olmaslik darajalarini aniqlashda qo'llash mumkin.

Yuqorida keltirilgan turli oraliq metabolitlar, organlarga xos fermentlar hamda oqsillardan tashqari, biokimyoviy nazorat qon va siydik tarkibida turli gormonlar, vitaminlar va boshqa moddalarni aniqlashni o'z ichiga oladi. Gormonlar miqdorini qon yoki siydik tarkibida aniqlash organizmdagi metabolik jarayonlarning qay darajada borishini ko'rsatsa, vitaminlarni aniqlash esa organizmning bular bilan ta'minlanganlik darajasi haqida ma'lumot beradi.

#### **26.6.5. Sportchilarning qonida va siydigida turli gormonlar hamda ularning oraliq parchalanish mahsulotlarini aniqlash**

Sportchilar davom etishi va jadalligi turlicha bo'lgan jismoniy mashqlarni bajarganda endokrin bezlarining funksional faolligi albatta o'zgaradi.

Gormonlar va ularning oraliq mahsulotlarining siydik ekskretsiyasi jismoniy mashqlar natijasida, odatda, ko'payadi. bir xil og'irlikdagi jismoniy ishda bu o'zgarish yuqori darajali mashqlangan kishilarda ozroq mashqlanganlarga nisbatan kam



o'zgaradi. Biroq og'irligi chegaraga yaqin bo'lgan mashqlardan bu o'zgarish (ko'payish) mashqlanganlik darajasining ortib borishi bilan ko'payib boradi. Gormonlar ekskretsiyasining kamayishi (ayniqsa, katexolaminlar ajratib chiqarishining kamayishi) DOFamin ajralib chiqishining kamayishi va glukokortikoidlarniki – aldosteronning kamayishi va AKTG ajralishining ko'payishi hisobiga bo'lsa, yomon belgi hisoblanib, organizmning zaxira imkoniyatlari tugallanishining yaqinligidan dalolat beradi.

***Nazorat savollari***

- 1. Biokimyoviy nazoratning asosiy vazifalari qaysilar?*
- 2. Biokimyoviy nazoratda qo'llaniladigan asosiy biokimyoviy ko'rsatkichlarni tushuntiring.*
- 3. Qondagi fermentlar va izofermentlar faolligini aniqlashning ahamiyati haqida gapirib bering.*

---

## 27-bob.

### SPORTCHILARNING MAXSUS ISH QOBILIYATINI OSHIRISH VA TIKLASH DAVRINI TEZLASHTIRISH UCHUN DORIVOR MODDALARDAN FOYDALANISH

#### 27.1. Doping haqida tushuncha

Sportda dorivor moddalardan foydalanish muammolari faqat professional sportchilarni emas, balki havaskor sportchilarni ham ancha vaqtlardan beri o'ziga jalb qilib keladi. Yuqori sport ko'rsatkichlariga erishish uchun dorivor moddalardan foydalanish mumkinmi? Ular sog'liq uchun xavflimi yoki zararsiz dori-darmonlarni tanlab olish mumkinmi va boshqa ko'pgina savollar o'z javobini kutmoqda. Quyida ana shu savollarga javob berishga harakat qilamiz.

Ma'lumki, hozirgi zamon sportining rivojlanish darajasida sportchilarning bajarayotgan jismoniy mashqlarining og'irligi shunchalik yuqoriki, amalda qo'llanilayotgan dorivor moddalardan voz kechishga urinish hatto kechagi emas, balki bugungi kunning muammosi bo'lib qolmoqda. Keyingi 15–20 yil mobaynida mashqlanish va musobaqa davridagi bajariladigan jismoniy mashqlarning hajmi va jadalligi 2–3 marta ortib ketdi va sportning ko'p turlariga sportchilarda organizmning fiziologik imkoniyat chegaralari oxiriga yetdi. Shu bilan birga sportchilarning oziq-ovqat mahsulotlarining sifatsizligi, qayta tiklanish tadbirlarini o'tkazish zaruriyati, organizmni og'ir jismoniy va psixoemotsional yuklamalarga moslashishi, har xil sharoitga va moslanishi qimmatga ega bo'lgan sport ish qobiliyatini ta'minlash uchun dorivor moddalardan foydalanish kerak ekanligini ko'rsatdi.

Ikkinchi tomondan, barcha taqiqlash va sport o'yinlaridan chetlatish jazo choralari og'irlashtirishga qaramasdan

sportchilarning kasallanish darajasi, lat yeyish, mayib bo'lish va hatto o'limlar soni (albatta, dopinglar qabul qilish natijasida) juda ko'payib bormoqda.

Birinchi marta bundan deyarli 100 yil ilgari kokain bilan geroinni ko'p iste'mol qilish natijasida ingliz velosipedchisi halok bo'lgan edi. XX asrda sportda doping qabul qilish keng miqyosda qo'llanila boshlandi. Daniyalik velosipedchi Ensenning o'limi katta sportdagi doping qurbonlari ro'yxatini boshlab berdi.

1986-yilning yozida kokainni suiiste'mol qilish natijasida amerikalik iste'dodli basketbolchi Leo Bayes, 1987- yilda professional futbolchi Don Rodjers halok bo'ladi. Bu doping qurbonlarining to'la ro'yxati emas, balki faqatgina bir qismi, chunki ko'pgina sportchilar uylarida o'z to'shaklarida halok bo'lganlar, ularning asl sabablari turli stimulator (doping)larni qabul qilishdan kelib chiqqan. Bunday dahshatli xavfdan tashqari inson uchun masalaning ma'naviy (ruhiy) tomonlari ham bor: sport o'yinlaridan chetlatish, oriyat, sharmanda-garchilik, obro'ni tushib ketishi va hokazo. Bunga 1988-yilda Seul olimpiadasida kanadalik Bon Djonsonning fojiali o'limi yaqqol misol bo'ladi.

Shunday qilib, sport tibbiyoti amaliyotida dorivor moddalarni ishlatish zaruriyatini tushungan holda va shu bilan bir vaqtda ularning dahshatli oqibatlarini bilgan holda, albatta, shunday bir savol tug'iladi: Dorivor moddalar bo'lishi kerakmi yoki yo'q? Ularni qabul qilish kerakmi yoki yo'q?

***Javob bitta: Ha. Qabul qilish kerak!***

Faqat (dopinglarni emas) ruxsat berilgan dorivorlarni. Qabul qilish kerak faqat mashqlanish musobaqa yuklamalarini oqilona farmakologik ta'minlashni ilgaridan ishlab chiqilgan rejalar bilan, va albatta, tibbiyot nazorati ostida qabul qilish kerak.

Dopinglar va ularni suiiste'mol qilish muammolari shunchalik mukammal hamda jiddiyki, mashqlanish jarayonida farmakologik ta'minlash metodidan to'g'ri va samarali foydalanaman degan har bir sportchi yoki murabbiy dopinglar

va doping-nazorat haqida asosiy tushunchaga ega bo'lishi shart.

***Sportda doping qachon paydo bo'ldi?***

Dopingning tarixi juda qadimiy hisoblanadi. Vaholanki, sport dunyoga kelgan ekan, demak shu vaqtdan boshlab dopingning ham tarixi boshlangan. Bu insonning tabiati bilan aniqlansa kerak. Chunki har bir inson har qanday musobaqada, jang maydonida o'z raqibi ustidan ustun chiqishni, g'alaba qilishni xohlaydi. Hattoki ana shu g'alaba uchun o'zining sog'lig'idan ham voz kechadi.

Eski adabiyotlarni varaqlar ekanmiz, qadim zamonlarda ham odamlar o'zlarini jismoniy va ruhiy ish qobiliyatlarini oshirish uchun turli qo'llab-quvvatlovchi moddalardan foydalanganligini o'qiymiz. Jumladan, eramizgacha bo'lgan XI asrda grek atletlari musobaqalar oldidan oqsil, kunjut urug'i yoki kishilarning ruhiga ta'sir qiladigan ba'zi bir qo'ziqorinlarning shiralarini ist'emol qilishgan. Dong'i dunyoga tarqalgan, mashhur Rim katta sirkining artistlari tomosha oldidan charchab qolmaslik va og'riqni sezmaslik maqsadida turli qo'llab-quvvatlovchi moddalarni qabul qilganlar. O'rta asrlarda norman xarbiylari "berserkiyerlar" jang oldidan muxamor va boshqa psixotrop zamburug'larni ichib shiralarini olganlar. Bu esa ularni tajovuzkorlik holatiga va og'riq hamda charchashni sezmaslikka olib kelgan.

XX asr dopinglar ro'yxatini anabolik steroidlar, amfetamin va uning hosilalari va boshqa farmakologiya fanining yutuqlari hisoblangan ko'pgina dori-darmonlar bilan boyitdi. Birinchi marta anabolik steroidlar 1935-yilda Yugoslaviya kimyogar olimi Leopold Rujichka tomonidan toza holda ajratib olinadi va keyin laboratoriya sharoitida sintez qilinadi.

1958-yilda amerikalik shifokor Djon Zigler maxsus ravishda androgen ta'sirini kamaytirib tayyorlangan "dianabol" degan anabolik steroid dori-darmonni birinchi marta sport amaliyotida qo'llaydi. Shundan boshlab dopinglarni qo'llashda yangi era — anabolik steroidlar erasi boshlanadi. Steroidlar vabo kasali singari tez tarqalib ketdi.

Bunga asosiy sabab bo'lib, musobaqa davrida bunday dorivor moddalarni qabul qilish zaruriyati bo'lmasligi va natijada doping-nazoratdan xolis bo'lish, qisqa muddat ichida mushakning massasi va kuchini tez ko'payishi hamda steroid gormonlarni qabul qilishning salbiy oqibatlarini bilmaslik va hokazolar hisoblanadi. Afsuski, bu sohada bizning mamlakatimiz dunyo doimiylikka yetibgina qolmasdan, balki ba'zi bir yo'llarida ulardan ham o'tib ketgan. Ko'plab dalillar shuni ko'rsatadiki, ta'qiqlangan dorivor moddalar faqat katta yoshdagi sportchilar orasidagina emas, balki o'smirlar orasida ham keng tarqalmoqda. Bu juda ham havflidir. Ayniqsa, ta'qiqlangan dorivor moddalarni qabul qilish sportning og'ir atletika va atletik gimnastika kabi turlarida keng tarqalgan.

***Dopingning o'zi nima? Ularga qanday moddalar kiradi?***

Doping so'zi aslida inglizcha "dope"dan olingan bo'lib, narkotik degan ma'noni anglatadi. Xalqaro Olimpiya qo'mitasi tibbiyot komissiyasining aniqlashicha, ish qobiliyati va sport ko'rsatkichlarini oshirish maqsadida sportchilar organizmiga har qanday yo'l bilan kiritilgan (ukol, tabletka, nafas olishda va hokazo) farmakologik dorivor moddalar giyohvand hisoblanadi. Bundan tashqari, dopingga ana shu maqsadda biologik suyuqliklar bilan qilinadigan turli ta'sirlar kiradi. Ushbu aniqlashga ko'ra, farmakologik dorivor moddalarning o'zi yoki ularning parchalanishining mahsulotlari organizmning biologik suyuqliklarida (qonda, siydikda) yuqori darajada aniqlik va ishonch bilan aniqlangan taqdirdagina doping hisoblanadi.

Hozirgi vaqtda dopinglarga quyidagi 5 guruh moddalar kiradi:

- 1) qo'llab-quvvatlovchi moddalar (markaziy asab tizimini qo'llab-quvvatlovchi moddalar, simpatomimetiklar, analgetiklar);
- 2) narkotiklar (narkotik analgetiklar);
- 3) anabolik steroidlar va boshqa gormonal anabolik moddalar;
- 4) beta-blokatorlar;

5) diuretiklar.

**Doping usuliga kiradiganlar:**

1) qon dopingi;

2) biologik suyuqliklar bilan farmakologik, kimyoviy va mexanik ta'sirlar (niqoblovchi vositalar, siydik namunalariga aromatik birikmalarni qo'shib qo'yish, kateterizatsiya, namunani almashtirib quyish, buyrakdan siydik ajratilishini to'xtatish va hokazo).

Dori-darmon sifatida ishlatiladigan 4 sinf birikmalarining miqdori qat'iy chegaralanadi. Ular quyidagilar:

1. Alkogol (spirtli ichimliklar).

2. Marixuana.

3. Mahalliy anesteziya (og'riq qoldiruvchi) dori-darmonlari.

4. Kortikosteroidlar.

Erishiladigan samara nuqtayi nazaridan sport dopinglarini (shartli ravishda) ikkita katta guruhga bo'lish mumkin:

1) sportchilarning ish qobiliyatini, ruhiy va jismoniy tomir urishlarini qisqa muddatga oshirish uchun bevosita musobaqa davrida (yoki musobaqa oldidan) qabul qiladigan dorivor moddalar;

2) mushaklarning massasini orttirish va sportchilarning maksimal jismoniy yuklamalarga yaxshilab moslashishlarini ta'minlash uchun mashqlanish jarayonlari mobaynida uzoq vaqt qabul qilinadigan dorivor moddalar.

Birinchi guruhga markaziy asab tizimini qo'llab-quvvatlaydigan turli moddalar kiradi:

a) psixostimulyatorlar (psixomotor qo'llab-quvvatlovchilari) – fenamin, sentedrin (meridil, kofein, sidnokrab, sidnofen; bularga yaqin simpatomimetiklar) –efedrin va uning hosilalari, izatrin, berotek, salbutamol; ba'zi bir nootropalar – natriy oksibutirat, fenibut;

b) analgetiklar – korazol, kordiamin, bemegrid;

d) asosan orqa miyaga qo'zg'atuvchi ta'sir qiladigan dorivor moddalar – strixnin. Bu guruhga qo'llab-quvvatlovchi yoki orom berish xususiyatiga ega bo'lgan narkotik analgetiklar kiradi: kokain, morfin va uning hosilalari – promidol bilan

birga omnopon, kodein, dionin, fentanil, estosin, pentazosin (fortral), tilidin, dipidolor va boshqalar. Bundan tashqari, qisqa muddatli biologik qo'llab-quvvatlovchi moddalar – bevosita musobaqalardan oldin o'zini yoki boshqa kishilarning qonini quyish (gemotranofuziya, "qon dopingi").

Ikkinchi guruh doping moddalariga anabolik steroidlar va boshqa gormonal anabolik dori-darmonlar kiradi. Bundan tashqari, dopinglarning maxsus turlari va boshqa taqiqlangan farmakologik dorivor moddalar mavjud:

a) mushak tomiri (qo'l-oyoq qaltirashi)ni kamaytiruvchi, harakatlar boshqarilishini yaxshilovchi dori-darmonlar – beta-blokatorlar, alkohol;

b) og'irlikni kamayishiga olib keluvchi anabolik steroidlar va boshqa doping moddalarni parchalanish mahsulotlarini organizmdan chiqarishni tezlashtiruvchi dori-darmonlar – turli diuretiklar (siydiradigan dori-darmonlar);

d) maxsus doping-nazorat davrida anabolik steroidlarning qoldiqlarini niqoblash qobiliyatiga ega bo'lgan moddalar – probenesid antibiotigi va boshqalar (bizning mamlakatda ishlab chiqarilmaydi).

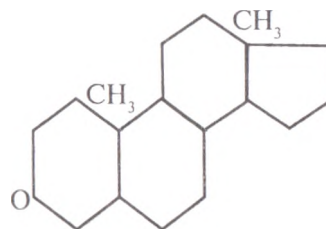
Yuqorida keltirilgan barcha doping dorivor moddalari orasida keyingi vaqtlarda anabolik steroidlar eng ko'p tarqalgan. Quyida ana shu anabolik steroid – dopinglarning ijobiy va salbiy ta'sir mexanizmlari bilan tanishib chiqamiz.

### **Anabolik steroidlar va ularning ta'sir mexanizmi**

Biokimyoda "anabolizm" deyilganda organizmda organik moddalar (karbonsuvlar, yog'lar, oqsillar va hokazo)ni sintezlanishga olib keluvchi barcha biokimyoviy reaksiyalar oqimi nazarda tutiladi. Kimyoviy nuqtayi nazardan esa anabolik steroidlar – bular siklopentanpergidrofenantren degan murakkab halqali (siklik) moddaning hosilalari bo'lib, ular odamlarning jinsiy gormonlarini, jumladan, erkaklarning jinsiy gormoni -- testosteronning struktura asoslari hisoblanadi.



Siklopentanpergidro-  
fenantren halqasi



Testosteron

Shunday qilib, anabolik steroidlar – erkaklar jinsiy gormoni testosteronning sun'iy yo'l bilan sintezlangan o'xshashi va uning hosilalaridir (shu jumladan testosteronning o'zi va uning efirlari ham).

Testosteron odam organizmiga ikki tomonlama ta'sir ko'rsatadi.

1. Skelet mushaklarida va qisman yurak mushaklarida oqsillar sintezini tezlashtiradi, yog'larning miqdorini kamaytiradi va ularning a'zolararo taqsimlanishini o'zgartiradi. Bu testosteronning anabolik faolligini namoyon qiladi.

2. Testosteron erkaklarning jinsiy belgilarini rivojlanishiga yordam beradi: birlamchi belgilar – penisni boshlang'ich o'sishi, urug'donning o'sishi va rivojlanishi, prostata bezining o'sishi va rivojlanishi, ham ikkilamchi belgilar – tana va yuzdagi sochlar (junlar)ni joylanishi va qalinligi, ovozning dag'allashishi va ba'zi bir boshqa belgilar – bular testosteronning androgen faolligi hisoblanadi.

Sun'iy yo'l bilan sintez qilingan anabolik steroidlar anabolik faolligi oshgan va shunga proporsional holatda androgen faolligi kamaygan moddalardir. Ammo, shu narsani albatta esda tutish kerakki, androgen faolligi umuman bo'lmagan steroid dorivor moddalar hech qachon bo'lmagan va bo'lmaydi ham.

Anabolik steroidlarni sportda qo'llanishining boshlang'ich davri asosiy natijalari quyidagilardan iborat: mushak massasini



tez ortib borishi (albatta ratsional ovqatlanish tartibiga qat'iy ravishda amal qilganda, oziq-ovqatning tarkibida oqsil, karbonsuv, yog' moddalari, vitaminlar va mineral elementlarning miqdorlari yetarli darajada bo'lgan sharoitda), uzoq muddatli va og'ir jismoniy ish mashqlanish jarayonlarida sportchilarning mushak massasini kamayib ketishdan saqlash.

Bulardan tashqari, mushak massasini ortib borishi natijasida mushakning ko'ndalang kesim yuzasi va binobarin jismoniy kuchi unga proporsional ravishda ortadi, jismoniy mashqlardan so'nggi organizmning qayta tiklanish tezligi va mashqlanish yuklamalarini ko'taraolishlik darajasi ortadi.

Ana shunday anabolik samaradorlikka ega bo'lgan dorivor moddalarga quyidagi turli guruh tabiiy (endogen) gormonlar va sintetik steroid birikmalar kiradi.

1. Gipofiz oldi qismining somatotrop gormoni – somatotropin.

2. Gipofizning gonadotrop gormoni – xoriogonadotropin.

3. Androgenlar (erkaklarning jinsiy gormonlari): testosteron (testosteron propionat), testosteron enantat (delestiril), testanat (testosteron propionat va enantatlarning aralashmasi), tetrasteron (testosteronning turli efirlarini aralashmasi), metil-testosteron, fluoksimesteron (galotestan), testosteron sipionat (depo-testosteron), metenolon enantat (primobolin).

4. Sintetik anabolik steroidlar: metandrostenolon (dianabol, nerobol, stenolon), nerobolil (fenobolin, durabolin, nandrolon fenpropionat, turinabol va h.k.), retabolil (nandrolon dekanolat, deka-durabolin), silabolin, metandrostendiol, oksandrolon (anavar), stanozolol (vin-strol), oksimetolon (anadrol-50) va boshqalar. Anaboliklar tabletkalashtirilgan shaklda va mushak orasiga yoki teri ostiga yuboriladigan dorivor moddalar sifatida chiqarilishi mumkin.

Anabolik steroidlarni qo'shimcha zararli ta'siri nihoyatda xilma-xil va xavflidir. Ularning zararli ta'siri natijasida avvalo jigarning zararsizlantirish va ajratish funksiyalari ishdan chiqadi, moddalar almashinuvida dag'al o'zgarishlar ro'y beradi, endokrin bezlar (ayniqsa jinsiy bezlar) qattiq shikastlanadi,

yurak-qon tomir va siydik-jinsiy yo'llar tizimi kasallanadi, yaqqol ruhiy o'zgarishlar sodir bo'ladi va hokazo.

Anabolik steroidlarning qo'shimcha salbiy ta'sirlarini namoyon bo'lishi va ularning og'ir-yengillik darajalari bir qator omillarga bog'liq bo'lib, ularning asosiylari quyidagilardan iborat: shu dorivor moddaga organizmning shaxsiy reaksiyasi, jinsiy va yoshdagi farqlar, surunkali hamda og'ir kasalliklarni borligi, berilgan miqdorning me'yori, dorivor moddalarni qabul qilish muddatining qancha davom etishi.

Ayniqsa anabolik steroidlarni qabul qilishning salbiy ta'sirlari ko'proq va chuqurroq darajada bolalar hamda o'smirlarda yuz beradi. Xotin-qizlar organizmi uchun bunday dori-darmonlar yanada ham og'ir va xavflidir.

Ko'pchilik sportchilar maksimal effekt olish, lekin doping-nazoratida oshkor bo'lib qolmaslik maqsadida anabolik steroidlarni "Stoking" deb atalgan usul bilan qabul qiladilar. Buning ma'nosi shundan iboratki, kurs davomida dorivor moddaning miqdori asta-sekin o'zgartirib boriladi va ma'lum dorivor formalarining turlari almashtirib turiladi va nihoyat, turli guruh dorivor moddalarini aralashtiriladi (birinchi navbatda, testosteronni diuretiklar bilan almashtiriladi). Anaboliklarni bunday chizmalarda qabul qilish alohida dorivor moddalarning o'zini qabul qilishga nisbatan yanada ko'proq ko'ngilsiz oqibatlariga olib kelishi mumkin.

Quyida anabolik steroidlarni uzoq vaqt davomida qabul qilinganida sportchilar organizmining turli organ hamda sistemalariga yetkaziladigan zararli ta'sirlarini ko'rib chiqamiz.

1. **Jigar va o't yo'llarining patologiyasi.** O'tkazilgan ilmiy tadqiqotlar shuni ko'rsatadiki, anabolik steroidlarni qabul qilgan sportchilarning qariyb 80% dan ortiqrog'ida jigarining turli funksiyalari buzilgan bo'ladi. Anabolik steroidlarning tabletkasi qabul qilinganda jigarining antitoksik (zararsizlantirish) va ajratish (o't ishlab chiqarish) funksiyalarini buzilishiga va sariq (gepatit) kasalligini rivojlanishiga olib keladi. Ularni uzoq vaqt davomida qabul qilish o't yo'llarini berkilib qolishiga — sariq

kasalligiga va nihoyat, jigarni onkologik kasalliklarga olib kelishi mumkin. Bularning oqibati ba'zi bir hollarda o'lim bilan ham tugallanishi mumkin.

2. **Tanosil tizimiga ta'siri.** Uzoq vaqt anabolik steroidlarni qabul qilgan odamlarning buyraklarida yomon shishlar paydo bo'lishi, tosh hosil bo'lishi va siydik hosil bo'lish jarayonining buzilishi rivojlanishi mumkin.

3. **Endokrin tizimiga ta'siri.** Anabolik steroidlar ayniqsa karbonsuv va yog'lar almashinuviga yomon ta'sir ko'rsatib, endokrin tizimlarining faoliyatini buzilishini rivojlanishiga olib keladi. Testosteronni qabul qilish katta yoshdagi erkaklarda o'z gormonini ishlab chiqarishni susaytiradi. Anabolik steroidlarni uzoq vaqt davomida qabul qilinganda esa erkaklarning urug'donini atrofiya bo'lishi kuchayadi, spermatogenez jarayoni susayadi, spermaning miqdori kamayadi, jinsiy sezgilarda o'zgarishlar sodir bo'ladi va hokazo. Shunisi ham borki, spermatogenezni o'z holatiga qaytishi uchun anabolik steroidlarni qabul qilishni to'xtatgandan so'ng olti oy va undan ko'proq vaqt talab qilinadi, steroidlarni yanada uzoqroq vaqt qabul qilganda esa bu o'zgarishlar doimiy bo'lib, o'z holiga qaytmasligi mumkin. Erkaklarda anabolik steroidlarni qabul qilish, bulardan tashqari, ginekomastiya belgilarini rivojlanishga, ya'ni sut bezlari va emizik to'qimalarini tez rivojlanib kattayishiga olib keladi.

Ayollarda anabolik steroidlarning arzimagan miqdorini qabul qilishning o'zi ham *virilizatsiya* hodisasi tez rivojlanishiga olib keladi: ovozning do'rillashi va pasayishiga, soqol va mo'ylovlarning o'sishiga, sochlarning erkaklar tipicha tez tushishiga, sut bezlarining kichrayishiga, klitorning kattalashishiga, umumiy girsutizmning (sersoqlik, serjunlik) rivojlanishiga, bachadonning atrofiya bo'lishiga, hayz ko'rish davrining buzilishi va to'xtatilishiga, yog' ajratish bezlari funksiyasining rivojlanishiga, umumiy maskulinizatsiya (erkaklashish)ga va hokazo. Hayz ko'rish davrining buzilishi anabolik steroidlarni berish to'xtatilgandan keyin o'z holiga qaytadi.

Soqol va mo'ylovlarning o'sishi, soch to'kilishi (kal bo'lish), klitorni kattalashishi va ovoznining o'zgarishi ilgari o'z holiga qaytmaydi. Anabolik steroidlarning ikkilamchi erkaklik belgilarini rivojlantiruvchi ta'siri, ayniqsa qizlar va yosh qizchalarda namoyon bo'ladi, hatto ularda psevdogermafroditizm hodisasi ro'y berishi mumkin. Ayollarda steroidlarni qabul qilish tug'maslikka, homilador ayollarda esa embrionning o'sishini sekinlashtirishga va nihoyat o'limga olib keladi.

Anabolik steroidlarni qabul qilishni xotin-qizlar endokrin tizimiga ana shunday dahshatli oqibatlari testosteron faolligining androgenlik ko'rinishi bilan bog'liq bo'ladi. Binobarin, ayollarning organizmida testosteron doimo ozgina miqdorda bo'ladi, ammo uning miqdorini ko'paytirish yuqorida ko'rsatilgan dahshatli o'zgarishlarga olib keladi.

**4. Qalqonsimon bez va oshqozon-ichak yo'llari funksiyalarining buzilishi.** Ilmiy kuzatishlar shuni ko'rsatadiki, anabolik steroidlarni qabul qilish qalqonsimon bezning funksiyalarini, oshqozon va ichaklar faoliyatini buzilishiga va oshqozon-ichak yo'lida qon quyilishini chiqarishga imkoniyat tug'diradi.

**5. Ruhiiy o'zgarishlar.** Anabolik steroidlarni qabul qilish jinsiy faollikni pasayishi va ruhiy o'zgarishlarni kuchayishi natijasida kayfiyatni oldindan aytib bo'lmaydigan darajada tez o'zgarishiga, o'ta hayajonlanishga va serjahlilikka, tajovuzkorlikni kuchayishi yoki ruhiy azoblanishni rivojlanishiga olib keladi. Bir qator kuzatishlar bo'yicha, anabolik steroidlarni qabul qilishni birdan to'xtatilishi xuddi giyohvand moddalar-nikiga o'xshab, ko'pchilik hollarda ruhiy kasallikni rivojlanishiga olib kelishi mumkin.

**6. Yurak-qon tomirlar tizimiga ta'siri.** Anabolik steroidlar karbonsuvlar va yog'lar almashinuvini o'zgarishi (buzilishi)ga olib keladi. Karbonsuvlar almashinuvida glukoneogenez (faqat jigarda) tezlashadi, glukozani to'qimalarda so'rilishi va ishlatilishi kamayadi. Natijada qonda qandning miqdori ortib ketadi. Lipid (yog')lar almashinuvini buzilishi esa yurak-qon tomirlar sistemasida ateroskleroz va boshqa kasalliklarni keltirib chiqaradi.

7. **Boshqa qo‘shimcha ta’sirlar.** Anabolik steroidlarni qabul qilish mushak massasining o‘shishini, shu mushakka tegishli pay, bog‘lovchi paylar va boshqa biriktiruvchi to‘qimalarni o‘shirish va rivojlanishiga nisbatan tezlashtiradi. Bu esa og‘ir yuklamani jismoniy mashqlarni bajarganda bog‘lovchi paylarni uzulishiga, bo‘g‘in xaltachasini shamollashiga, paylarning qayta tiklanganligining rivojlanishiga olib keladi. Suv va natriy ionlarini ushlab qolinishi natijasidan kelib chiqqan mushak to‘qimasining yopishqoqligini pasayishi mushakning elastikligi (qayishqoqligi)ni kamaytiradi, mushakning to‘la kuchini rivojlanishiga imkoniyat bermaydi. Bularning hammasi mashqlanish va musobaqa vaqtida mushak hamda bog‘lovchi paylarni lat yeyishlariga olib keladi.

Bolalar va o‘smirlarda anabolik steroidlarni qabul qilish asliga qaytarib bo‘lmaydigan o‘zgarishlarga olib keladi: uzun suyaklarning o‘shishini to‘xtashi, erta balog‘atga yetish, virilizatsiya hamda ginekomastiya hodisalari va hokazo.

### **Kimyoviy tabiati steroid bo‘lmagan dopinglar**

Anabolik steroidlarga aloqasi bo‘lmagan dopinglar haqida gap yuritilganda, albatta, diuretiklar (siydiradigan dori-darmonlar) ustida qisqacha to‘xtalib o‘tish lozim. Ma’lumki, kurashning barcha turlari: boks, gimnastika va ayniqsa tosh ko‘tarish (shtanga) sportida musobaqalashish davrida sportchining vazni muhim ahamiyatga ega. Boshqacha aytganda, sportchining kilogrammlar emas, balki grammlardagi ortiqcha vazni musobaqa natijasini u yoqlik yoki bu yoqlik qilishi mumkin. Shuning uchun ham ko‘pchilik sportchilar musobaqa oldidan o‘z vaznlarini turli uslublar bilan kamaytirishga harakat qiladilar (suv va suvlik oziq-ovqatlarni kam iste’mol qilish, hammomda yaxshilab terlash va hokazo). Ba’zi chalasavod murabbiylar va sportchilar musobaqalashish vaqtida vazni tez kamaytirish maqsadida allaqachonlar giyohvand dori-darmonlari qatoriga kiritilgan — diuretiklarni qabul qilishni tavsiya qiladilar. Jumladan, 1988-yil Seul shahrida bo‘lib o‘tgan

Olimpiada o'yinlarida bolgariyalik og'ir atletikachi sportchilar diuretik dori-darmonlarni iste'mol qilganliklari uchun o'yindan chiqarib yuborildilar. Bundan tashqari, sport olamida shunday bir fikr tug'ilganki, unga ko'ra diuretiklarni qabul qilish anabolik steroidlarni, ularning oraliq parchalanish mahsulotlarini va boshqa dori-darmonlarni organizmdan tez yuvib chiqarishga yordam beradi, natijada ularning qo'shimcha salbiy ta'siri kamayadi hamda dori-darmonlarni musobaqalashish oldidan to'xtatish muddatlari qisqaradi. Shu narsani esdan chiqarmaslik kerakki, siydiradigan dori-darmonlarni hatto kasalxona sharoitida davolash maqsadida qabul qilish ham shifokor nazorati ostida, qolaversa laboratoriya nazoratida qat'iy bo'lishi kerak. Aks holda bu yomon oqibatlarga olib kelishi mumkin.

Avvalo, normal moddalar almashinuviga zarur bo'lgan birikmalar tuzlar (ayniqsa, yurak mushagining normal ishiga zarur bo'lgan kaliy ionlari) ni suyuqlik bilan organizmdan ortiqcha darajada chiqarib tashlab, diuretiklar yurak ish faoliyatini susayishini rivojlantiradi.

Mashqlanish jarayonida yuklamalarni ortib borishi va ayniqsa, musobaqalashish (jismoniy va psixologik yuklamalarni eng yuqori darajasiga yetganda) vaqtida bunday xavflilik yanada ortib ketadi, natijada yurakning ish faoliyatida yomon o'zgarishlar sodir bo'lishi, hatto yurak to'xtab qolishi ham mumkin. Bundan tashqari, diuretiklarni qabul qilish qondagi qandning miqdorini orttiradi, oshqozon-ichak yo'li tomonidan ich buzilishi (ko'ngil aynishi, qayt qilish, ich ketish)ga, allergik reaksiyalar va teri kasalliklarini rivojlanishiga olib keladi. Seruyqulik, bo'shshaganlik, ta'sirchanlikni kamayishi bilan bog'liq bo'lgan markaziy asab tizimining ruhiy ezilishi, jigar va buyrak kasalliklarini keskinlashishi (zo'rayishi) mumkin.

### **Doping-nazorat: tashkil qilish va o'tkazish tartibi**

Doping-nazorat man etilgan dori-darmon (doping)larni sportchilar tomonidan qabul qilinishining oldini olishga yo'naltirilgan tadbirlar majmua dasturining bir qismi

hisoblanadi. Doping-nazoratda bajariladigan ishlar tartibi quyidagi bosqichlardan iborat: tekshirish uchun biologik namunalar olish, olingan namunalarni fizik-kimyoviy o'rganish va xulosalarni rasmiylashtirish, buzg'unchilarga kerakli jazolar qo'llash.

Musobaqa vaqtida sportchi tartibga ko'ra doping-nazoratdan o'tishi lozimligi haqida bildirish xati oladi. Doping-nazoratni qat'iy ravishda g'oliblar — 1, 2 va 3 o'rinlarni egallaganlar hamda bir yoki bir nechta sovrinli o'rinlarni egallamaganlar qur'a bo'yicha tanlab olinadi. Musobaqa o'yinlaridan so'ng sportchi ko'rsatilgan doping-nazorat xonasiga boradi. U yerda siydik namunalarini yig'ish uchun idishlarni sportchining o'zi tanlaydi. So'ng kuzatuvchining ishtirokida siydik namunalari yig'iladi (kuzatuvchi namunani qalbakilashtirishga yo'l qo'ymaydi). Namuna olingandan keyin idishga tartib raqami yopishtiriladi, uni sportchining o'zi tanlab oladi. Undan so'ng olingan biologik namuna teng 2 qismga — A va B namunalarga bo'linadi va har birini yaxshilab berkitib (muhrlab), ularga kod raqamlari yoziladi. Shunday qilib, hech bir bosqichda sportchining ismi va familiyasi ko'rsatilmaydi (anonimlik uchun). Kodlarning nusxasi doping-nazorat bayonnomasiga yopishtirib qo'yiladi. So'ng namunalar konteynerlarga solinib doping-nazorat laboratoriyalariga yuboriladi. Doping-nazorat bayonnomasiga qo'l qo'yishdan oldin sportchi komissiya a'zolariga musobaqa oldidan qabul qilgan barcha doridarmonlarni aytib berishi shart (chunki, ba'zi bir dorivorlar o'zini tarkibida oz bo'lsada man etilgan moddalarni tutishi mumkin, jumladan, solutan). Belgilangan vaqt bo'yicha doping-nazorat tekshirish o'tkazilishiga A namuna ishlatiladi, shu bilan birga tekshirish biologik namuna olingandan so'ng 3 sutkadan kech qoldirmasdan o'tkazilishi lozim. Ta'qiqlangan dorivorlar topib olingan holda B namuna ham ochilib tekshiriladi. B namunani ochishda sportchining o'zi yoki uning vakolatli kishisi qatnashishi mumkin. Agar B namunada ham taqiqlangan moddalar topilsa, sportchiga tegishli jazo choralari qo'llaniladi. Bordiyu, B namunada taqiqlangan moddalar borligi

---

tasdiqlanmasa, u holda A bionamunaning tekshirish natijalari bekor qilinib, sportchiga hech qanday jazo choralari qo'llanilmaydi.

Sportchining doping-nazoratdan o'tishdan bosh tortishi yoki uning natijalarini qalbakilashtirishga urunishi, u tomondan doping qabul qilganini tan olish deb qaraladi va barcha tegishli jazolar qo'llaniladi.

Doping-nazorat natijalarini qalbakilashtirish natijalarni buzib ko'rsatishga yo'naltirilgan barcha ta'sirlarni o'z ichiga oladi. Jumladan, siydikni almashtirib qo'yish imkoniyatlari (kateterizatsiya va siydik pufakchasiga taqiqlangan dori-darmonlardan xolis bo'lgan sun'iy yoki tabiiy boshqa siydikni yuborish; mikrokonteynerlardan foydalanish; dopinglarni aniqlashni qiyinlashtiradigan aromatik birikmalarni yuborish yoki qo'shib qo'yish va hokazo). Taqiqlangan manipulyatsiyalarga ba'zi bir jarrohlik operatsiyalari ham kiritiladi (jumladan, teri ostiga yo'ldosh to'qimasini tikib quyish).

Dopinglarni aniqlash uchun qo'llanilayotgan siydik bionamunalarini tekshirish fizik-kimyoviy uslublari (xromatografiya, mass-spektrometriya, radioimmunitet analizi, immunoferment analizi va hokazo) juda ham yuqori darajada sezgir hamda doping dori-darmonlar va ularning hosilalarini kompyuter yordamida aniqlashni o'z ichiga oladi. Bunday uslublar juda ham yuqori darajada aniqlik bilan sportchilarni keyingi hafta yoki keyingi oy mobaynida qabul qilgan doping moddalarining qoldiqlari yoki ularning parchalanish mahsulotlarini aniqlab bera oladi. Bulardan tashqari, shunday uslublar ham borki, ular yordamida "qon dopingi" deb atalmish – sportchiga o'zining yoki boshqa kishining qonini musobaqa oldidan quyganligini hech bir xatosiz aniqlash mumkin.

### **Doping qabul qilgan sportchilarga qo'llaniladigan jazolar**

Doping moddalarini qabul qilganligini aniqlash sportchiga to'sqinlikdan butunlayin chetlatishgacha bo'lgan og'ir jazolarni qo'llash xavfini tug'diradi. Taqiqlangan moddalar (simpa-



tomimetik dori-darmonlar (efedrin va uning hosilalaridan tashqari) birinchi marta aniqlanganda sportchi 2 yilga, ikkinchi marta (takrorlanganda) esa bir umrga diskvalifikatsiya qilinadi. Simpatomimetiklarni qabul qilganda esa birinchi marta – 6 oyga, ikkinchi marta – 2 yilga, uchinchi marta esa bir umrga diskvalifikatsiya qilinadi. Shu bilan bir qatorda sportchini kuzatuvchi murabbiy va shifokorlarga ham jazo tadbirlari qo'llaniladi.

Rasmiy ravishda narkotiklarga kiritilgan qanday bo'lmasin moddalarni doping sifatida qabul qilish tegishli ma'muriy va jinoiy jazolarga tortiladi. Keyingi vaqtlarda mamlakatimizning qonun chiqarish a'zolariga anabolik steroidlarni tibbiyot vakolatisiz qabul qilgan kishilarni jinoiy javobgarlikka tortilishlari lozimligi haqida takliflar kiritilgan.

Shunday qilib, Siz o'zingiz uchun birdan-bir yagona xulosa chiqarishingiz mumkin: istalgan natijalarga erishish qanchalik jozibali va tez bo'lmasin dopingni hech qachon qabul qilmaysiz.

Albatta, sizda shunday savol tug'ilishi mumkin: "Dopingning oqilona muqobili bormi?" Javob yagona – ha, bor!

Ana shunday dorivor moddalar (ayniqsa, turli o'simliklarning a'zo va qismlaridan ajratib olingan moddalar)ga keyingi nashrlarimizni bag'ishlaymiz.

## **27.2. Ruxsat berilgan dorivor moddalar haqida tushuncha**

Odam organizmini tabiiy imkoniyatlar va jismoniy mashqlarga (moslanishi) o'rganishi chegaralangandir. Muskullarni tinimsiz ishlashi natijasida tana dam olishni va bo'shshishni xohlaydi. Ana shunday paytda madaniy dam olish bilan birga muskullarni ham dam oldirish kerak.

Qanday qilib dam oldirish yoki tiklash mumkin?

**Birinchi navbatda** juda ham katta sport o'yinlari, og'ir atletika, gimnastika va boshqa sport o'yinlari bilan shug'ullangandan keyin faqat uyqu bilan muskullarga dam berish yetarli bo'lmaydi.

Shuning uchun pedagogik usullar va organizmni tiklash uchun har xil jismoniy mashqlardan tashqari yana ikkita uslub qo'llaniladi (bunda shtanga, gimnastika mashqlari bo'lmaydi):

- 1) ruxsat berilgan farmakologik dorivor moddalar;
- 2) yuqori biologik qiymatga ega bo'lgan maxsus ovqat mahsulotlari.

Og'ir atletika va gimnastika bilan shug'ullanganlar uchun quyidagi klassifikatsiya tarkibidagi moddalar tavsiya qilinadi:

- 1) yuqori biologik qiymatga ega bo'lgan aminokislotalar va oqsillar tutgan mahsulotlar;
- 2) vitaminlar;
- 3) anabolik moddalar – bular farmakologik dori-darmonlar bo'lib, masalan: steroid gormonlar kiradi (erkaklarning jinsiy gormoni, testosteron);
- 4) gepataprotektorlar va har xil ortiqcha moddalarni quvvuvchi;
- 5) qon aylanishini yaxshi ta'minlovchi qo'llab-quvvatlovchilar;
- 6) himoya qiluvchi mahsulotlar;
- 7) o'simlik va hayvonlar organizmidan olingan adaptogenli mahsulotlar.

1. Yuqori biologik qiymatga ega bo'lgan aminokislotali va oqsil tutgan mahsulotlar.

Ovqat bilan oshqozonga tushgan oqsil fermentlar (peptidaza) ta'sirida aminokislotalargacha parchalanadi va qonga so'riladi. Qon orqali (organlarga) to'qimalarga boradigan aminokislotalardan, a'zolarida o'zlariga xos bo'lgan maxsus oqsillar sintezida ishtirok etadi.

Oqsillarning parchalanishi natijasida 20 ta va undan ortiq aminokislotalar hosil bo'ladi. Bularning bir qismi almashtirib bo'lmaydigan aminokislotalar – bular hayvon va odam organizmida sintezlanmaydigan aminokislotalar bo'lib, ular organizmga tayyor holda ovqatlar bilan tushishi kerak.

**Almashtirib bo'lmaydigan aminokislotalarga** valin, leysin, izoleysin, metionin, treonin, lizin, fenilalanin, treptofan, gistidin, argininlar kiradi.

**Almashtirib bo'ladigan aminokislotalarga** – alanin, serin, sistein, glitsin, asparagin, glutamin, tirozinlar kiradi.

Oqsilga boy ovqatlarga go'sht, baliq, tvorog, yong'oqlar va dukkakli o'simliklar mevalari kiradi. Og'ir atletika bilan shug'ullanuvchi sportchilar, yuqorida aytilgan ovqatlardan tashqari, ularga yana ham qo'shimcha ovqatlar berilishi kerak.

MDH mamlakatlari uchun diyetada – karbonsuvlar 45%; oqsillar 10%; yog'lar 45% ni tashkil qiladi.

Atletizm bilan shug'ullanuvchilar uchun ratsion quyidagicha tuzilgan bo'lishi kerak: karbonsuvlar 62%; oqsillar 20%; yog'lar 18%.

Shuning uchun MDH va chet ellarda ishlab chiqiladigan mahsulotlardan foydalanish mumkin.

**Shtark oqsil** – Shvetsiyada ishlab chiqariladi. Oqsil gidrolizati bo'lib, tarkibida 18 ta tabiiy aminokislota mavjud va shuningdek barcha almashtirib bo'lmaydigan aminokislotalar ham bor.

Kapsula holatida ishlab chiqiladi. 337 g oqsil gidrolizati (quruq poroshok) va 0,2 mg vitamin B<sub>6</sub> bor. Bir kunda 2 ta kapsuladan ovqat oldidan yoki keyin qabul qilinadi.

**Multikraft-80.** Kukun holatida bo'lib, bankada 750 grammdan bo'ladi. 100 g dorivor moddada 80 g oqsil gidrolizati, 3 g karbonsuvlar, 2 g yog'lar, 350 mg leysitin, 1 g kalsiy, 250 mg magniy, 25 mg temir, vitaminlardan B<sub>1</sub> – 4,5; B<sub>2</sub> – 6; B<sub>5</sub> – 20; BC – 30; B<sub>6</sub> – 8,5; B<sub>12</sub> – 15; C – 85 mg tutadi.

Dorivor moddaning energetik hajmi 353 kkal (1499 kJ). 100 g dorivor moddada ley – 10; izol – 5,5; liz – 8,5; met – 3; fen – 5,1; tre – 4,6; tri – 1,4; val – 7; pro – 10,7; gis – 2,8; ala – 3,3; asp – 7,5; glu – 22,3; gli – 1,9 g bo'ladi.

Kuchli xarakterdagi mashqlarda har kuni (3 osh qoshig'ida) kukunni 300 ml suvda yoki sutda ovqatdan oldin yoki keyin qabul qilish tavsiya qilinadi.

Multikraft dorivor moddasi 60%, 75% va 85% oqsil tutgan holatda ham ishlab chiqiladi. Shunga o'xshash dorivor moddalar astrofit (25–50% oqsil), muldtifit (40–85% oqsil) va boshqalar mavjud.

**Tetiklik** – (Kiyev go'sht-sut ishlab chiqarish ilmiy tekshirish instituti) sut va qon xomashyolaridan tayyorlanadi.

Tarkibi: oqsillar – 58,4; karbonsuvlar – 29,4; yog'lar – 2,1, mineral tuzlar – 8,19% va shuningdek 106,20 mg % temir bo'ladi.

100 g ning kaloriyasi – 361,8 kkal. 2 g tabletka shaklida ishlab chiqiladi. Bir kecha kunduzda 8–12 tabletka iste'mol qilinadi. Shuningdek, MDH mamlakatlarida oqsil mahsulotlari ishlab chiqariladi.

Ular farmakologik dorivor moddalar hisoblanmaydi va qabul qilish me'yorlari ma'lum emas.

### 27.3. Vitaminlar

Sportda va atletikada vitaminlarni qabul qilish tamoyillaridan biri – bu vitaminlarni qo'shib qabul qilishdir. Sportning turlariga qarab, u yoki bu vitaminning borligiga e'tibor berish kerak. Masalan: og'ir atletika va gimnastika atletikasi bilan shug'ullanuvchilar majmua tarkibida B vitaminlar – B<sub>6</sub>, B<sub>12</sub>, B<sub>5</sub> va kam miqdorda A, E, K, B<sub>5</sub> vitaminlarni borligiga katta e'tibor berishlari kerak, chunki bular oqsillar sintezida va muskul to'qimalari qurilishida ishtirok etadi.

Quyidagi polivitaminlar dorivor moddalari qo'llanilishida tavsiya qilinadi:

"Aerovit" – tabletkada. Tarkibi: A – 2,27 mg; B<sub>1</sub> – 2 mg; B<sub>2</sub> – 2; B<sub>6</sub> – 10; B<sub>5</sub> – 10; B<sub>12</sub> – 0,025; C – 100; PP – 15; P – 50; B<sub>c</sub> – 0,2 mg.

Aerovitni bitta tabletkasi tarkibidagi alohida vitaminlarni tutishi katta sog'lom odamning bir kecha-kunduzlik talabiga to'g'ri keladi. Jadal jismoniy mashqlar paytida 1–3 tabletka bir kunda, 20–30 kun davomida qabul qilish kerak.

"**Dekamvit**" – tabletkada dorivor moddani dorivor shaklini tabletkasi 2 xil rangda bo'ladi. Sariq rangdagi tabletka quyidagi tarkibda vitaminlari bor: (mg da) A – 2; B<sub>1</sub> – 20; B<sub>2</sub> – 10; B<sub>6</sub> – 20; B<sub>c</sub> – 2; P – 20; E – 10; 200 mg metion aminokislota.

Qizg'ish rangdagi tabletkada vitaminlar quyidagi tarkibda bo'ladi (mg da): B<sub>12</sub> – 0,1; C – 200 va PP – 50.

Bir kunda 1 yoki 2 marta bitta tabletkadan tavsiya qilinadi.

**"Undevit"** – tarkibi jihatdan Aerovitga o'xshash bo'ladi. Bir kunda 2–6 tagacha qabul qilinadi.

**"Polivitapleks"** (Vengriya) ko'p vitaminli yaxshi majmua hisoblanadi. Bir kunda 3 marta bittadan qabul qilinadi.

**"Glutamevit"**. Jismoniy mashqlar oshirilgan paytda maxsus qabul qilish tavsiya qilingan (Mashqlarni oshirilishiga qarab 1–3 tabletkadan 2 marta kuniga qabul qilish kerak). Tabletka tarkibida quyidagi vitaminlari bor (mg hisobida): A – 1,135; B<sub>1</sub> – 2,58; B<sub>2</sub> – 2 ; B<sub>6</sub> – 3; C – 10; E – 20; PP – 20; B<sub>c</sub> - 50; P – 20; B<sub>5</sub> – 10, glutamin kislotasi 250, temir – 10; mis sulfati – 2; kalsiy fosfat – 49 mg.

Barcha kerakli vitaminlar, mineral tuzlar va mikroelementlarni Shvetsariyada chiqadigan dorivor modda "Supradin" va "Elevit", Germaniyadan chiqadigan "Kobidek", "Promonto", "Biovital" va ularni (o'zimzdagi) MDH analogi "Komplivit" da bor.

#### 27.4. Anabolik moddalar

Anabolik moddalar guruhiga farmakologik dorivor moddalari kiradi va ular tuzilishi hamda kelib chiqishi jihatidan har xil bo'lib, organizmda oqsil biosintezi orttirishi bilan muskullar o'sishini tezlashtiruvchi hisoblanadi. Bunda farmakologik moddalar guruhini asosiy holatini o'simliklardan ajratib olingan steroid dorivor moddalarini fitoekdzionlar vakillari tashkil qiladi.

**"Ekdisten"** – (eski nomi ratibol) O'zR o'simliklar kimyosi instituti tomonidan tabletka ko'rinishida ishlab chiqariladi (0,005 g tabletkada).

Ekdistenni oqsillar (aminokislotalar) va vitaminlar B<sub>6</sub>, B<sub>12</sub>, B<sub>c</sub> bilan qo'shib qabul qilish maqsadga muvofiqdir. Kulturstlar uchun ekdistenni 13 tabletkadan kuniga 2–3 marta ovqatdan

keyin, yuqori og'irlikdagilar jadal ish davrida (energiya bilan ta'minlashni anaerob zonasida) va shuningdek bajaradigan mashqlarning hajmini birdan o'zgartirgan davrida (yuklamani orttirib borishda) qabul qilish kerak. Qabul qilish 10–20 kun davom etishi zarur.

Keyin yuklamani bir me'yorda tutib turgan vaqtda 10–15 kun dorivor moddani qabul qilishga tanaffus berish kerak.

**"Fosfaden"** – (adenozin 5-monofosfat). Bu dorivor modda nuklein kislotalarning tarkibiy qoldig'i hisoblanadi va oqsil sintezida bevosita qatnashadi. Bundan tashqari fosfaden, adenozin qoldig'i sifatida pereferik qon aylanishini yaxshilaydi, mushaklarni qon bilan ta'minlaydi. Kuch ishlatuvchi mashqlar bilan shug'ullanganda fosfaden anabolik jarayonlarni tezlashishini ta'minlaydi, chidamlilikni ortishi va mashg'ulotlardagi ish qobiliyatini ortishi, qayta tiklanishni tezlashishi va jadal yuklanishdan keyingi giperkompensatsiya fazasini oshishini va yuqori zo'riqishdagi holatini davolaydi. Tabletkada 40–60 mg qabul qilinib (bir kecha kunduzi 120–240 mg) 15–30 kun davomida ichiladi. 5–7 kunlik oraliq bilan qayta qabul qilish mumkin. Tabletkada holida qabul qilingandan ko'ra inyeksiyasi mushak ostiga qilingani samarali naf beradi.

**"Riboksin"** Inozin yapon dorivor moddasini mamlakatimizda chiqarilayotgan o'xshashi inozin-F purin nukleotidlarini sintezi uchun qoldiq hisoblanadi va fosfodenga o'xshash ta'sir ko'rsatadi. Qabul qilish ko'rsatmasida o'xshash eslatmaga fosfagen ichish uchun 0,2–0,3 g dan kuniga 2–3 marta ichilib, ko'pincha kaliy oratat bilan birga ichiladi. Dorivor modda 0,2–0,3 g tabletkada holida, 10 va 20 ml 2% eritmasi ampulada tomir ichiga yuborilishi uchun chiqariladi.

Aniqlanmagan sabablarga ko'ra, dorivor moddani yapon varianti miokard hujayralariga faol tushishi aniqlangan va riboksinga nisbatan ko'proq ijobiy ta'sir ko'rsatadi. Shuning uchun amaliyotda riboksin qabul qilganda qo'zg'atuvchi reaksiyalar kuzatilganidek, inozin qabul qilinganda hech qanday qo'zg'atuvchi reaksiya kuzatilmagan.

**"Kaliy orotat"** – organizmda hosil bo‘ladi yoki oziq moddalar bilan tushadi. Kaliy orotatning ta’siri orot kislotaga bog‘liq. Orot kislotasi hamma pirimidin nukleotidlarining hosilasi hisoblanadi. Kaliy orotat kuchsiz anabolik ta’sirga ega va qon hosil bo‘lishini quvvatlaydi. Kaliy orotatning qabul qilish ko‘rsatmasi xuddi fosfaden va riboksinnikiga o‘xshash. Preparat tabletkada 0,25 g va 0,5 g chiqariladi. Ovqatdan 1 soat oldin yoki 4 soat keyin 0,25 g va 0,5 g dan kuniga 2–3 marta 15–30 kun davomida ichish tavsiya etiladi.

**"Safinor"** – ko‘p tarkibli dorivor modda bo‘lib, organizmga anabolik va tetiklashtiruvchi ajoyib ta’sirga ega. Safinor tabletkasi 0,65 g da 0,2 g riboksin, 0,25 g kaliy orotat, 0,2 g sapfal va 0,05 g floverindan iborat. Safinor dorivor moddasi glikozid tabiatli, manjur aralini ildizidan olinadi. "Flaverin" – Sibir yumaloq mevasini ildizidan olingan bo‘lib, adaptogen xususiyatiga ega va charchoqni oluvchi, organizmning umumiy tomir urishini orttiruvchi, mashqlanishga xohish tug‘diruvchi, organizmni umumiy hayot kuchini va funksional imkoniyatlarini quvvatlovchidir.

**"Kobamit"** – B<sub>12</sub> (sianokobalamin) vitaminining koferment shakli bo‘lib, anabolik faollikka egadir. Haddan tashqari yuklanishda hosil bo‘ladigan yurak mushaklarini zo‘riqishida, jismoniy zo‘riqishga bog‘liq jigar og‘riqlarida ishlatiladi. Jadal jismoniy yuklanishda skelet mushaklarining massasini oshirishda qo‘llanilib, tezkor-kuchlilik sifatini yaxshilashda va qayta tiklanishni tezlashtirishda anabolik modda sifatida tavsiya qilinadi. Jadal va keng qamrovli mashg‘ulotlar davrida 1,5–2 tabletkada (0,001 g) miqdorda kuniga 2 marta (nonushta va tushlikdan so‘ng) 25–30 kun ichiladi. Kobamit karnitin bilan birga qabul qilinsa, maqsadga muvofiq bo‘ladi.

**"Karnitin"** – (B<sub>1</sub> vitamini) – vitamin modda bo‘lib, yog‘ kislotalarini beta-oksidlanish jarayonida, aminokislotasi va nukleotidlar biosintezida ishtirok etadi. Chidamlilikni namoyon qiluvchi sport turlarida qayta tiklanish jarayonini tezlashtirishni ta’minlaydi. Tezkor-kuchlilik sport turlarida mushak o‘sishida quvvatlovchi ta’sir ko‘rsatadi. 70 kg tana og‘irligida 1,5 g qabul

qilinadi (1,5 choy qoshig'ida 20% eritmasi ichiladi). Flakonda 100 ml chiqariladi.

**"Mildronat"** Mildronatni anabolik ta'siri karnitinga nisbatan kuchliroq. Shu maqsadda katta kuchli yuklanish davrida 2 kapsuladan (kapsula 0,25 g) 30–40 minut oldin qabul qilinadi. Mashg'ulotlar vaqtida kuniga 1–2 mahal 10–14 kun davomida ichiladi.

### 27.5. Gepatoprotektorlar va o't haydovchi moddalar

Tezlik-kuchlilik sport turlarida ko'pincha sportchilar jigar faoliyatini buzilishi kuzatiladi. Boshqa tarafdin o'tning chiqishini va oqishi xuddi mexanik sabablar tufayli qiyinlashadi (katta zo'riqish natijasida qorin bo'shlig'i bosimini ortishi oqibatida) va hokazolar.

Bu holatni yo'qotish va jigar funksiyasini buzilishi, profilaktikasi uchun qabul qilish uchun hepatoprotektorlar tavsiya qilinadi (ya'ni jigar hujayralarini jarohatlanishidan himoya qiluvchi dorivor moddalardir) va (o't haydovchi dorivor moddalar gepatotsitlar bilan) o't hosil bo'lishini tezlashtiruvchi va o't pufagidan ichakka o't kislotasini ajralishini ta'minlaydi (jadallikni keskin orttirilganda yoki bajariladigan mashqlarni ko'paytirilganda).

Jigar funksiyasi yetishmovchiligida (yog'liq, qovurilgan ovqatlarni yoqtirmasligi bilan seziladi), ovqat qabul qilgandan keyin oshqozon-ichak yo'lida noxush holatlar kuzatiladi va hokazo). Shu guruhga mansub yumshoq ta'sir qiluvchi, ya'ni yaxshisi o'simliklardan tayyorlangan yoki tabiiy mahsulotlardan olingan moddalar tavsiya qilinadi.

**"Allaxol"** usti qobiqli tabletka, tarkibi: quyultirilgan o't 0,08; sarimsoq ekstrakti 0,04; krapiva ekstrakti 0,005, faollashtirilgan ko'mir – 0,025. Dorivor modda jigarning sekretor faoliyatini, oshqozon-ichak yo'lining harakat faolligini va sekretorlik xususiyatini orttiradi, ichakdagi bijg'ish va irish jarayonlarini to'xtatadi.



Qabul qilishda ovqatdan oldin 1–2 tabletkadan kuniga 3–4 marta, 3–4 hafta davomida ichiladi.

**"Jo'xori popugi"** – jo'xori pishgan davrida so'tasidan yig'iladi. Tarkibida – sitosterol, sigmosterol, yog' kislotalari, efir moylari, saloninlar, glikozidlar, C, K, darmon-dorilar va boshqalar qaynatmasi o't haydovchi modda sifatida qabul qilinadi (10 g jo'xori popugiga 1,5 stakan sovuq suv solib past olovda 30 minut qaynatiladi, sovilib dokadan o'tkaziladi. Har 3–4 soat ichida 1–3 osh qoshiqda ichiladi).

**"Legalon"** – (Silibinin) o'simliklardan kelib chiqqan flavinoidlarni saqlaydi. Bu gepatoprotektor 1 tabletkadan kuniga 3 marta ichiladi. Legalonning o'xshashi Bolgariyada ishlab chiqariladigan karsil dorivor moddasidir. Uni ham bittadan kuniga 3 marta qabul qilinadi.

**"Liv-52"** majmua dorivor modda bo'lib, bir qator o'simliklarning qaynatmasi va sharbatidan tayyorlanib, hind tibbiyotida ishlatiladi. Kuniga 3–4 marta 2–3 tabletkadan tavsiya qilinadi. Hindistonda chiqariladi, qadog'ida 50 tabletkadan bor.

**"Essensial"** – majmua gepatoprotektor, dorivor moddasi tarkibida fosfolipidlar va to'yinmagan yog' kislotalari (175 mg) bor. Vitaminlar (mg hisobida) B<sub>6</sub> – 3; B<sub>12</sub> – 3; B<sub>3</sub> – 3; PP – 15; B<sub>5</sub> – 3; B<sub>1</sub> – 3; E – 3,3. Kapsula holida chiqariladi. Kuniga 3 marta 2 kapsuladan qabul qilinadi.

## **27.6. Kapillar qon aylanishini quvvatlovchi moddalar**

Har xil farmakologik moddalar ichida alohida kuch ishlatuvchi sport turlari bilan shug'ullanuvchi sportchilar uchun (atletik gimnastika, shtanga) xizmat qilib nom chiqarmagan yana bir guruh dori-darmonlar bor. Bular mushak to'qimalari kapillar qon oqishini quvvatlovchi qobiliyatli muhim bir xususiyat birlashtiruvchi turli tarkibli dorivor moddalardir. Mushaklar kengayishining ortishi doimiy tartibda adekvat qon bilan ta'minlanishi kuzatilishi shart. Trental dorivor moddasi

(pentoksifillin) kuniga 3 marta 2 tabletkadan (0,2 g) ovqatdan keyin chaynamasdan 2–3 hafta qabul qilinadi yoki "Dioksium" (dobezilat kalsiy) 1 tabletkadan (0,25 g) kuniga 3–4 marta ovqat bilan yoki ovqatdan keyin 3–4 hafta davomida ichiladi. Shu davrda gemostimullovchi moddalarni birga qabul qilish juda foydali: B<sub>12</sub> – glitserofosfat kukuni. Kuniga 3–4 marta 1 g dan ichiladi.

**"Gemostimulin"** – kuniga 3 marta 1 tabletkadan ovqat bilan birga ichiladi.

**"Fitoferrolaktal"** – kuniga 3 marta 1 tabletkadan ichiladi.

**"Ferroleks"** – kuniga 3 marta 1–2 tabletkadan ichiladi.

**"Fitin"** – kuniga 3 marta 1–2 tabletkadan (0,25–0,5 g) ichiladi.

#### **27.7. Immun tizimini boshqaruvchi moddalar**

Me'yoriy jismoniy yuklanish odamning himoya kuchini quvvatlab, umumiy moslanish imkoniyatlari darajalarini hamda tabiiy moslanish imkoniyatlarini oshiradi. Haddan tashqari ko'p yuklanish organizmning moslanish imkoniyatlarini so'ndiradi.

Bunda birinchi bo'lib immunitetga ta'sir va infeksiyalarga qarshilik ko'rsatish qobiliyati (angina, gripp, O'RK va boshqalar) yuqori malakali sportchilarda darhol pasayishi ko'p tadqiqotlarda aniqlangan. Buning uchun quyidagi doridarmonlar: "Timalin" (timarin), "Levamizol", "Natriy nuklenat", Prodigiozan, "Apilak" (qo'llanmasi bo'yicha sxema bilan qabul qilish tavsiya qilinadi).

Organizmning immun kuchlarini asalari qoldig'ini iste'mol qilib quvvatlash mumkin. Shvetsiyada chiqariladigan katta naf beruvchi "Politabs" va "Sernelton" dorivor moddalari noxush holatlar va zararli asoratlar ko'rsatmaydi. Bemorlik davrida va profilaktik maqsad uchun kuniga 2–4 tabletkadan qabul qilinadi.

## 27.8. O'simliklar va hayvonlardan olingan adaptogenlar

**Adaptogenlar** — bu tabiiy mahsulotlar (dorivor o'simliklar va hayvon a'zolari)dan olingan va ko'p asrli tarixga ega (ba'zilar sharq tibbiyotida ming yillar ishlatilib kelingan) dorivor moddalardir. Hamma adaptogen dorivor moddalarning organizm uchun samarali ta'siri funksional imkoniyatlarni orttirishi, har xil noqulay sharoitlarda moslashishga yordam beradi.

Adaptogenlar amalda organizmning qulay sharoitida me'yoriy faoliyat ko'rsatganda ta'sir o'tkazmaydi, ammo yetarlicha jismoniy va aqliy ish qobiliyatini orttiradi.

Quyida ko'p ishlatiladigan adaptogen dorivor moddalar keltirilgan:

**"Limon tayyorlamasi"** (yovvoyi o'sadigan Xitoy limon mevasining tayyorlamasi) 1:5 95% spirt. 50 ml shisha idishda chiqariladi. 2–3 tomchidan kuniga 2–3 marta yoki har 4 soatda ovqatdan keyin ichiladi. Davolash muddati 3–4 hafta.

**"Jenshen tayyorlamasi"**. 1:10 70% spirt. 50 ml shisha idishda chiqariladi. 15–25 tomchidan kuniga 3 marta ovqatdan oldin qabul qilinadi.

**"Levzen suyuqligi"** (70% spirtli 1:1) 40 ml shisha idishda. Kuniga 2–3 marta 20–30 tomchidan qabul qilinadi.

**"Zamanixa tayyorlamasi"** (1:5 70% spirt) 50 ml shisha idishda chiqariladi. Kuniga 2–3 marta 30–40 tomchidan qabul qilinadi.

**"Araliya tayyorlamasi"** (1:5 li 70% spirt tayyorlamasi) 50 ml shisha idishda chiqariladi. Kuniga 2–3 marta 30–40 tomchidan ichiladi.

**"Sapral"** — Manjur aralini ildizidan olinadigan, tarkibida glikozidlar tutuvchi tabletka. Kuniga 2–3 marta (ertalab va kunduzi) 1 tabletkadan (0,05 g) ovqatdan so'ng ichiladi. Ichish muddati 15–30 kun.

**"El sutrokokk suyuqligi"** (1:1 li 40% li spirt) 50 ml shisha idishda chiqariladi. 20–30 tomchidan ovqatdan 30 min oldin 25–30 kun davomida ichiladi.

**"Strekul tayyorlamasi"** (1:5 70% spirtli tayyorlama) 25 ml shisha idishda chiqariladi. 1–4 tomchidan kuniga 2–3 marta ovqatdan oldin ichiladi.

**"Pantokrin"** – suyuq spirtli suyuqlik (50% spirtda tayyorlanadi) 50 ml shisha idishda yoki 0,075 yoki 0,15 g tabletka holida chiqariladi. 25–40 tomchidan yoki 1–2 tabletkadan ovqatdan 30 min oldin 2–3 marta ichiladi.

Har xil adaptogenlar organizmga har xil yo'llar bilan ta'sir qiladi. O'zaro ijobiy samarasini oshirish uchun har xil adaptogenlarni navbatma-navbat ta'sir qildirish tavsiya qilinadi. Dorivor moddalar tavsiya qilingan miqdorda qabul qilinib, muddatlariga to'g'ri amal qilinsa, organizmga hech qanday zararli ta'sir ko'rsatmaydi.

#### ***Nazorat savollari***

- 1. Doping haqida tushuncha bering.*
- 2. Sportchilar qabul qilgan doping qanday yo'l bilan aniqlanadi?*
- 3. Doping qanday oqibatlarga olib keladi?*
- 4. Ruxsat berilgan dorivor moddalar ahamiyati haqida gapirib bering.*
- 5. O'simliklar va hayvonlardan olingan adaptogen moddalar va ularning sportchilar ish qobiliyatini oshirishdagi ahamiyati haqida gapirib bering.*

## 28-bob.

### HAR XIL SPORT TURLARI BILAN SHUG'ULLANGAN VAQTDA ORGANIZMDA SODIR BO'LADIGAN BIOKIMYOVIY O'ZGARISHLAR

#### 28.1.Sportning har xil turlarining biokimyoviy ta'rifi

Har xil sport turlari bilan shug'ullangan vaqtda, har bir alohida sport turida qo'llaniladigan jismoniy mashqlarning turlari juda xilma-xildir. Ular harakat tarkiblari, mushak kuchlanishining kuchi, mushaklarning qisqarishi va bo'shishi, harakatlarni ta'minlashda qatnashayotgan mushaklarning guruhlarini soni, mashqlarni bajarish vaqti bilan farqlanadi. Buning uchun sprint va marafon yugurish yoki sportchasiga yurish, sport o'yinlari va og'irlik ko'tarish, kurash va eshkak eshishni taqqoslash kifoya. Shu bilan bir qatorda sportning turlari benihoya turli-tuman bo'lishiga qaramasdan, bularning ko'pchiligida o'zlarining biokimyoviy ta'riflarida o'xshash tomonlari ham bordir. Shuning uchun bu ta'rifni aniqlayotgan vaqtda jismoniy mashqlarning aniq tasnifidan foydalaniladi. Hamma jismoniy mashqlar avvalo siklik va asiklikka bo'linadi.

**Siklik mashqlar** — harakatning hosil bo'lishidagi mashqlarning takrorlanishi va nisbatan ish quvvati bilan harakat ta'rifi tabiiy (harakatlar — yurish, yugurish, sirg'anib harakatlanish, konkida yoki chang'ida yugurish, richag uzatgichlar qo'llab harakatlanish, velosipedda uchish, eshkak eshish va hokazo) va ularni bajarish muhiti bilan (havo yoki suv) ta'riflanadi.

**Asiklik mashqlarda** — harakat elementlari takrorlanmaydi. Bu mashqlar qisqa vaqtli, bir martalik (yoki ularning murakkab qo'shilishidir), ish quvvatini eng yuqori yoki undan pastroq

hajmda bajarilishini ta'minlaydi (sakrash, uloqtirish, og'irlik ko'tarish, gimnastika). Ayrim vaqtlarda siklik harakat elementlarini o'z tarkibiga oladi (yugurib sakrash). Asiklik mashqlarga harakat quvvati va holati har vaqt o'zgarib turadigan har xil sharoitda bajariladigan mashqlar ham taalluqlidir (yakkama-yakka kurashish, sport o'yinlari).

Jismoniy mashqlarning asosiy biokimyoviy bahosi mashqlarni bajarish vaqtidagi kuchlanish bilan beriladi, chunki shu vaqtda kislorodga bo'lgan talab aniqlanadi. Bu talabni qoniqtirilishiga qarab biokimyoviy jarayonlarni kechishi aniqlanadi, mushak faoliyatini energiya bilan ta'minlash va bu vaqtda ATF ning qaytadan hosil bo'lishi ham shu jarayonga bog'liqdir.

Mushaklarda va asab tizimidagi ATFni muvozanat holati jismoniy ish keltirib chiqaradigan moddalar almashinishi o'zgarishini markaziy omilidir. Hamma siklik jismoniy mashqlarni, ishlarning mumkin bo'lgan davomiyligi, uning kuchlanishiga bog'liqligi umumiy quyidagi formula bo'yicha ifodalanishi aniqlanadi:

$$loqt + aloqN + b,$$

bunda:  $t$  – ish davomiyligi (ishning davom etish vaqti);

$N$  – ish kuchlanishi.

$a$  va  $b$  egri chiziqni aniqlovchi koeffitsiyentlar. Masofani rekord o'tish vaqti ham harakat tezligi bilan taxminan shunday munosabatda bo'ladi.

Harakat tezligi (m/sek) logarifmini uning davom etish (davomiyligi sek) logarifmiga bo'lgan nisbati siniq chiziqlar bilan ifodalangan bo'lib, unda nisbiy ish kuchlanishining to'rtta davrini ajratish mumkin; uning chegaralari chiziqni sinishi bilan ko'rsatilgan:

1) maksimal kuchlanish davri – imkoniyat bor ish davomiyligi 30 sekunddan oshmaydi, kislorodga bo'lgan talabni nisbiy kislorod qarzi 90–95% ni tashkil etadi, ATF resintezi asosan anaerob reaksiyalar hisobiga ta'minlanadi;

2) submaksimal kuchlanish davri – (davomiyligi 5 minutdan oshmaydi), ATFni anaerob resintezi bilan bir qatorda sekin-asta nafas mexanizmlari ham qo'shila boradi va kislorodni sarf etish ish oxirlarida eng ko'p miqdorga yetadi. Bunda kislorod qarzini nisbiy kattaligi kislorodga bo'lgan talabni 50% dan 80% gacha yetishi mumkin;

3) katta kuchlanish davri (mumkin bo'lgan davomiyligi 40 minutgacha), bunda ATF resintezi nafas olish hisobiga ortib boradi, lekin anaerob usulda ham nisbatan davom etadi. Kislorodga bo'lgan talabni nisbatan 10% dan 30% gacha kislorod qarzini hosil etadi;

4) kam kuchlanish davri (ish 40 daqiqadan ortiq vaqt davomida bajariladi, bunda moddalar almashinuvi haqiqiy turg'un holatda bo'ladi). ATF resintezi ko'p vaqt nafas olish hisobiga bo'ladi, ozgina kislorod qarzi (5–10 kislorodga bo'lgan talab) ishni boshlanishi oldida hosil bo'ladi va ish jarayoni davomida yo'qolib ketadi.

Maksimal kuchlanish davriga misol qilib, yengil atletikadagi 100 va 200 m ga yugurishni, velotrekda qisqa masofaga uchishni, yugurib kelib sakrashni keltirish mumkin.

Submaksimal kuchlanish davriga yengil atletikadagi 400, 800 va 1500 metrlarga yugurishni, asosiy masofaga eshkak eshishni, 1000 va 5000 metrga velosiped poygasini, konkida 500 va 1000 metrga yugurish, 400 m gacha masofaga suzishlar misol bo'la oladi. Katta kuchlanish bilan bajariladigan mashqlarga yengil atletikachilarning 3000 va 10000 metr masofaga yugurish, chang'ida 50 km dan kam bo'lgan masofaga yugurish, konkida 5 000 va 10 000 metr masofaga yugurishlar misol bo'la oladi. Kam kuchlanish bilan bajariladigan mashqlar qatoriga yengil atletika krosslari, chang'ida 50 km ga musobaqa qilish, o'ta katta masofaga yengil atletikadagi hamma yugurishlar, suzish va velosport kiradi. Sportni u yoki bu turi bilan shug'ullanayotgan organizmlarda kechayotgan biokimyoviy o'zgarishlarning doimiy me'yorlarini aniq aytib berish juda mushkul. Hattoki bir turdagi sport bilan shug'ullanayotganlar organizmida ketayotgan biokimyoviy jarayonlar

bir-biridan tubdan farq qilishi mumkin, chunki u asab faoliyatiga, muhitning ta'siriga, odamning kayfiyatiga bog'liq bo'ladi. Sport o'yinlari, kurash, boks, nayzabozlik, qilichbozlik bilan shug'ullanayotgan vaqtda, har bir o'yin, har bir ushlab qolish, o'ziga xos holatda kechadi, hamono shunday ekan, moddalar almashinuvidagi farqlar tamomila bo'lakcha bo'lishi turgan gap. Hozirda sportchi oldiga qo'yilgan vazifaga qarab, ishning kuchlanishi, mashq mashg'ulotlarining mazmuni har xil o'zgartirilishi mumkin, bunda ko'pchilik vaqtda boshqa sport turlaridagi mashqlar qo'llaniladi. Bundan tashqari, eshkak eshish asosiy masofalarda submaksimal kuchlanish bilan bajarilishi ta'riflansa, u ko'pincha anaerob reaksiyalar bilan kechadi, lekin bu eshkak eshuvchining hamma ishi submaksimal kuchlanish bilan boradi degan gap emas. Nazorat qilinadigan masofani o'tish va qaytadan mashq qilish, o'zgartirib mashq qilish vaqtidagina shunday bo'ladi. Eshkak eshuvchining texnika ustida ishlash, gimnastika mashg'ulotlarida, yengil atletika mashg'ulotlarida, chang'i sportida va eshkak eshuvchining bosnqa turdagi mashg'ulotlarida kuchlanish boshqacha ta'riflanadi hamda modda almashinuvi o'zgacha kechadi. Shu sababli sportchi organizmida kechayotgan biokimyoviy jarayonlarning har birini jismoniy mashqlar bajarilayotgan sharoitga qarab, ijodiy yondoshib aniq hal etish zarur.

### **Yengil atletika**

Yengil atletikaga o'zining fiziologik va biokimyoviy ta'rifi bilan keskin farq qiladigan mashqlar kiradi, shu sababli har bir guruh mashqlarni alchida ko'rib chiqish lozim.

#### **Qisqa masofaga yugurish va yugurib kelib uzoqlikka sakrash**

Bu guruhga kiruvchi mashqlar maksimal kuchlanishdagi asosiy mashqlar hisoblanadi. Bularga aerob oksidlanish jarayonidan ko'ra, anaerob oksidlanish jarayoni xosdir. Jismoniy



mashq vaqtida ATF resintezi, avvalo, kreatin-kinaza reaksiyasi hisobiga, so'ngra esa glikoliz hisobiga boradi. 100 metrga yugurish va yugurib kelib sakrash mashqlarining vaqti shunchalik qisqaki, startdan finishga yetib kelguncha qon katta qon aylanish doirasini to'la aylanib ulgurmaydi. 200 metrga yugurishda esa katta qon aylanish doirasini ikki marta aylanib ulgurmaydi. Hamon shunday ekan, mashqda qatnashayotgan mushaklarni ko'p miqdordagi kislorod bilan ta'minlash haqida so'z bo'lishi mumkin emas. 100 metrga yugurish vaqtida organizmning kislorodga bo'lgan talabini faqat 4–6%, 200 metrga yugurishda esa 6–8% qoniqtiriladi, demak birmuncha kislorod yetishmovchiligi boshlanadi. Birinchi holatda 96–94%, ikkinchi holatda esa 94–92% kislorodga bo'lgan talabning yetishmasligi hosil bo'ladi. 100 metrga yugurishda eng yetuk sportchining mashqlanganligini ortishi bilan kislorodga bo'lgan talabni qoniqtirmaslik darajasini nisbatan ortishi bilan boradi, bunda ish hajmi oshadi va uni bajarish vaqti qisqaradi, 100 metrga yugurishda sut kislotasi anchagina ko'paysa ham, uning qondagi miqdori yugurish to'xtatilgandan 30–60 sekund so'ng ortadi. Uning eng yuqori miqdori yugurish boshlangandan so'ng 2–3 minut o'tganlariga to'g'ri kelib, 100–150 mg% yoki undan ham ko'proq bo'ladi. Bunda ko'p mashqlangan sportchilarda ATF resintezi kreatinfosfat yo'li bilan ko'payish imkoniyatini borligi uchun kam mashqlanganlarga qaraganda, sut kislotasining miqdori kam darajada ortishi mumkin. Bir vaqtning o'zida sut kislotasining miqdori ko'payganda qonning ishqoriy xususiyati kamayadi (taxminan 40–48%), bu neytrallashtirish uchun ishlatiladi.

Qisqa masofaga yugurishda qondagi qandning miqdori hayajonlanish hisobiga ozgina ko'payadi, lekin o'zini muvozanat holatini idora eta biladigan sportchilarda o'zgarishsiz avvalgi holatida saqlanishi mumkin. Kam mashq qilgan, yengil tormozlanish holatiga tushadigan sportchilarda qonda qandning miqdori ozgina kamayishi mumkin. Bu jigarda kamroq qand chiqarishi va kechroq chiqarish hisobiga sodir bo'ladi. Qisqa masofaga yugurgan vaqtda organizmdagi me'yoriy biokimyoviy

munosabatlar oradan 30–40 daqiqa o'tgandan so'ng avvalgi holatiga qaytadi. Bu vaqt davomida kislorod yetishmasligi yo'qoladi; qondagi sut kislotasi miqdori bundan bir qancha vaqt oldin avvalgi holatiga qaytadi qisqa masofaga yugurishni ta'riflovchi xususiyatlaridan biri modda almashinishini katta tezlik bilan borishidir, lekin bu o'zgarishlarning mutloq qiymatlari unchalik ko'p emas.

Marafoncha yugurishda umumiy energiya sarflash 2000 kkalni, 100 metrga yugurishda faqat 35 kkalni tashkil etadi. Shu bilan bir qatorda birinchi holatda 1 sek davomida sarflangan energiya 0,3 kkal, ikkinchi holatda 3 kkalni tashkil etadi. Biokimyoviy o'zgarishlarga kelsak, sportchi organizmida bir sekundda 100 metrga yugurgan vaqtda 4 gr, 200 metrga yugurganda 3 gr 400 metrga yugurganda esa 2 gr sut kislotasi hosil bo'ladi. Mushaklardagi ATF juda katta tezlik bilan sarf bo'la boshlaydi. 100 metrga yugurgan vaqtda sportchi uchun hayratlanarli darajada mushaklarda ATF miqdori birmuncha kamayadi. Markaziy asab tizimining mutanosib qismlarida ham biokimyoviy o'zgarish juda kuchli darajada boradi. Bularning hammasi ish quvvatini kamayishiga yoki ishni tamomila to'xtatishiga olib keladi. 10 m/sek tezlik bilan 400 metrlik masofaga yugurish mumkin emas.

Sportchilarni mashq qildirish amaliyotida qisqa masofalarga yugurish, asosan, yuqorida qayd etilgan o'zgarishlarga sabab bo'ladi, lekin ularning mutloq qiymatlari kamroqdir. Bu sut kislotasiga taalluqli bo'lib, ATF resintezini kreatinfosfat orqali nisbatan ko'proq hosil bo'ladi va glikoliz kamayadi. Qayta yugurgan vaqtda organizmdagi biokimyoviy o'zgarishlar dam olish oraliqlarining kattaligiga bog'liq bo'ladi. Sekin-asta dam olish oraliqlarini kamaytirish organizmda anaerob biokimyoviy jarayonlarni ko'payishiga olib keladi va ATFning anaerob resintezini ko'payish imkoniyatini orttiradi hamda organizmda kislorod yetarli bo'lmagan sharoitga moslashtiradi. Sportchilarning asosiy mashqlari eng yuqori quvvatdagi tezlik bilan yugurishdan iborat bo'lishi kerak, chunki faqat bu mashq ATFning anaerob sintezini ta'minlab beradi. Albatta sportchi

sprint mashqlari tarkibiga organizmni har taraflama rivojlantiradigan va jismoniy tayyorgarlikni ta'minlaydigan juda ko'p mashqlarni kiritish mumkin, lekin yuqori quvvat bilan tez yugurishga mashqsiz erishib bo'lmaydi.

**O'rtacha masofaga yugurish.** O'rtacha (400, 800 va 1500 m) masofaga yugurish submaksimal quvvat bilan bajariladigan ish deb ta'riflanadi va o'zining organizmiga ko'rsatgan ta'siri bilan qisqa masofaga yugurishdan tubdan farq qiladi. Kislorod talabi va mutloq kislorod qarzi ishni kattaligi va uzoqligi (qisqa masofaga yugurishga nisbatan) bir necha bor ko'payadi (2–3 marta). Nisbiy kislorod qarzi kamayadi va kislorodga bo'lgan talab 90 foizdan 50 foiz (1500 m) ga tushadi. Lekin anaerob reaksiyalar hali ham hal etuvchi ahamiyatga ega bo'ladi, xususan 400 m va 800 m ga yugurishda bu reaksiyalar hisobiga ish energiya bilan yarmidan ko'proq ta'minlanadi.

Qisqa masofaga yugurishda qarama-qarshi ATF resintezi kreatinfosfatning esterifikatsiyasi asosiy o'rinni egallasa, o'rtacha masofaga yugurishda glikoliz asosiy ahamiyatga ega bo'ladi. Ana siuning uchun ham qonda sut kislotasini ko'payishi o'rtacha masofaga yugurishda juda yuqoriga ko'tariladi (150 dan 250 mg %) va ichki muhitni nordon tomonga so'rilishiga olib keladi. Bunga muvofiq ravishda qonning rezerv ishqoriy xususiyati kamayishi ham o'rtacha masofaga yugurishdan ancha yuqoridir.

Shunday qilib, 400 metrga yugurishda 60% kamayishi mumkin. Qonda sut kislotasini keskin ko'payishi uni siydik va ter orqali ajralishini kuchaytiradi. Mushaklardagi ATF resintezi va sarf etilishi orasidagi tub mutanosiblikni buzilishi 400 m masofaga yugurishda juda katta tezlikni pasayishiga olib keladi. Kichik razryadli sportchilarda bunday hodisa 800 metrga yugurganda ham namoyon bo'ladi.

Mashq qilishni ta'sir etishi natijasida aerob oksidlanish jarayonlarining nisbati o'zgaradi. O'rtacha masofaga yugurganda sut kislotasi, qonning ishqoriy xususiyati birmuncha kam o'zgaradi. Kislorod yetishmovchiligining nisbiy qiymati ham

kamayadi. Bu o'rtacha masofaga yugurishdagi biokimyoviy jarayonlarning o'ziga xos tomonlaridir.

Organizmning ichki muhitini nordon tomonga so'rilishi sababli va o'rtacha masofaga yugurishda qonni plazmasida bo'ladigan o'zgarishlar hisobiga siydikda 0,1 dan 1,2% oqsil hosil bo'lishi mumkin. Sport faoliyatida siydikda 4% oqsilni hosil bo'lishi buyrakning kasallik alomati hisoblanmaydi, organizmga zarar qilmay yo'qolib ketadi. Sut kislotasini hosil bo'lishi ko'payishi mumkin va qonda fosfatlarning miqdori ko'payadi hamda organizmda fosfatlarni yo'qotish, o'rtacha masofaga yugurishda moddalar almashinuvini yuqori jadallik bilan borishi, qisman nafas olish bilan fosforlanish jarayonini bir-biridan ajralib ketishiga sabab bo'ladi. Bu ko'p issiqlik hosil qiladi va ko'p issiqlik yo'qotilsa ham bu nisbat to'g'rilanmaydi. Natijada yuguruvchilarda harorat 1–1,5° ga ko'tariladi.

Qisqa masofaga yugurishda, asosan, mushaklar orasidagi energiya manbai hisobiga mushaklar energetikasi ta'minlansa, o'rtacha masofaga yugurishda mushaklardan tashqaridagi jigardagi glikogen manbalaridan ham ishlatilishini alohida ko'rsatib o'tish lozim. Shu boisdan ham qonda qandning miqdori (150–240 mg %) ko'tariladi. Shu bilan birga kam mashq qilgan sportchilarda masofaning oxiriga yetish arafasida markaziy asab tizimida "masofadan qo'rqish" natijasida vaqtdan oldin to'xtash jarayonlarini rivojlanishi oqibatida qonda qandning miqdori kamayishi ko'riladi. 1000 m va 1500 m masofaga yugurishga nisbatan 400 m va 800 m ga yugurishda yuqoridagi vaziyat ko'proq uchraydi. O'rtacha masofaga yugurishda tiklanish davri bir soatdan ikki soatgacha cho'zilishi mumkin. O'rtacha masofaga yugurish mashqlarida xuddi sprint mashqlari singari ATF resintezining anaerob mexanizmlarini rivojlanishi va taraqqiy etishiga hamda organizmning ichki muhitini nordon tomonga surilishiga, organizmni moslashishiga alohida ahamiyat berish kerak.

Shu bilan birga sprintga qarama-qarshi o'laroq o'rtacha masofaga yugurishda organizmning ish jarayonida ATFning anaerob resintezidan nafas resinteziga o'tish qobiliyatini

rivojlantirish kerak, buning uchun aerob oksidlanish jarayonlarining imkoniyatlarini anaerob mexanizmlari singari rivojlantirish shart.

Uzoq masofaga yugurish va sportcha yugurish, uzoq masofaga yugurish (3000–10 000 m) turg'un holat bilan ta'riflanadi, uning darajasi har xil bo'lishi mumkin, anaerob ATF resintezidan nafas resintezi ustunlik qiladi. Kislorodga bo'lgan talabni 15% dan 30% gacha kislorod qarzi tashkil etadi, lekin o'rtacha masofaga qaraganda mutloq qiymatlardan anchagina katta bo'lishi mumkin. Yugurish boshlanishi bilan ATF anaerob resintez bo'la boshlaydi, keyinchalik asta-sekin o'rnini nafas resinteziga beradi. Oksidlanish uchun substrat mahsulot bo'lib asosan qand hisoblanadi, buni mushaklar qondan oladi, keton tanachalar va erkin yog' kislotalari ham substrat hisoblanadi. 10 000 metrga yugurishda keton tanachalar va erkin yog' kislotalari ko'proq foydalaniladi. O'rtacha masofaga yugurishga qaraganda uzoq masofaga yugurishda qonda sut kislotasi sekin ko'payadi (80–120%). Manzilga tez yetib kelgandagiga qaraganda yugurish boshlanishida qondagi sut kislotasi miqdori shunchalik kam bo'ladi.

Masofa davomida yoki manzilga yetish arafasida sekinlashish yoki tezlashish bu manzarani kuchli o'zgarishiga sabab bo'ladi: agar tezlashish davrigacha sut kislotasi kamayotgan bo'lsa, u yana ko'payishi mumkin. Qaytadan tezlashish sut kislotasining ko'payishini sekinlashtiradi. Shunday qilib, qonda sut kislotasining miqdorini o'zgarishi uzoq masofaga yugurganda yugurish usullariga bog'liq bo'ladi.

Sut kislotasini ortishiga qarab, qonni ishqoriy zaxiralik xususiyati kamayadi, shunga qaramasdan o'rtacha masofaga yugurishdagiga qaraganda ham kam o'zgaradi. 10000 m yugurish manziliga yetib kelganda qonning ishqoriy-zaxiralik xususiyati hammasi bo'lib 10–12% kamayadi. Siydik va ter bilan sut kislotasining ajralishi o'rtacha masofaga yugurishga qaraganda kamroq bo'ladi, lekin organizmning fosfotidlar yo'qotishi bir qadar ko'payadi.

O'rtacha masofaga yugurishga qaraganda uzoq masofaga yugurishda siydikda oqsilni paydo bo'lishi deyarli ikki marta kamayadi. Qonda neytral yog'lar va erkin yog' kislotalari ko'payadi, yog' depolaridan ular qonga safarbar etiladi. Jigarda yog' kislotalari oksidlanishidan hosil bo'ladigan va mushaklar oksidlanishi uchun sarflanadigan keton tanachalar qonda ko'payadi. Bunda qonda sut kislotasi qancha kam miqdorda bo'lsa, keton tanachalar va yog' kislotalari shuncha ko'p bo'ladi.

Uzoq masofani qisqa qismlarida yugurish vaqtida fosfotidlar o'zgar olmaydi yoki ozgina ko'payadi, 10000 metr ga yugurgan vaqtda manzilga yetish arafasida kamayadi. Uzoq masofaga yugurish uchun eng ta'riflovchi belgi bo'lib ko'p suv (ter, nafas havosi bilan), yo'qotish hisoblanadi bu vazn og'irligini birmuncha (1–1,5 kg va hatto 2 kg) kamayishiga olib keladi. Og'irlik yo'qotish kattaligi mashqlanganlikka bog'liq bo'ladi. sportchi qancha ko'p mashqlangan bo'lsa, shuncha kam og'irlik yo'qotadi. Uzoq masofaga yugurishda sportchilar organizmida sodir bo'ladigan o'zgarishlar 6–12 ayrim holatlarda 24 soatdan so'ng avvalgi holatiga qaytadi.

Uzoq masofaga yugurishda sportchi organizmida bo'ladigan biokimyoviy o'zgarishlar sportcha yurish bilan tugaydi. 10000 m ga yugurish va sportcha yurishni bir-biriga taqqoslagan vaqtda qonda sut kislotasi miqdori taxminan bir xil, qonda qandning miqdorini kamayishi sportcha yurishda tez-tez ko'riladi. Qonda keton tanachalar va yog' kislotalari miqdori yuqori, fosfotidlarning kamayishi nisbatan sezilarlidir. Yugurishga qaraganda, sportcha yurishda og'irlik kamayishi ko'proq kuzatiladi. Stayer va tez yuguruvchilarni mashq qildirayotgan vaqtda asosiy diqqat-e'tibor aerob oksidlanish imkoniyatlarini orttirishga qaratilgan bo'lishi lozim, chunki u hal etuvchi ahamiyatga ega.

Yuqori aerob oksidlanish jarayonlariga ega bo'lgan yuguruvchilar 3000 metrli masofani xuddi 1500 metr dagidek o'tishlari mumkin. Lekin anaerob biokimyoviy mexanizmlarni rivojlantirishni ham unutmaslik lozim, chunki vaqt davomida tezlikni oshirishda keng ko'lamda ishlatiladi.

**Juda uzoq masofaga yugurish.** Eng avvalo juda uzoq masofaga (15; 20; 30 km va 42 km 195 m) yugurish juda ko'p energiya sarf etish bilan bajariladi. Marafonchasiga yugurishda kislorodga bo'lgan talab 450 litrga yetadi.

Shu sababli, kislorod qarzi kislorod talabining hammasi bo'lib 2–10% ni tashkil etadi. Qonda sut kislotasining ko'payishi nisbatan ko'p bo'lmaydi, lekin sportchining mashqlanganligi va yugurish uslubiga bog'liq holda keng o'zgarishi mumkin. Marafon yugurishida manzilga yetib kelgan vaqtda sut kislotasi 17% dan 70 mg % gacha bo'lishi mumkin. Sut kislotasi yugurish oxiriga nisbatan yugurish boshlanishida ko'proq bo'ladi. Uzoq masofaga yugurishga nisbatan marafoncha yugurishda tezlanish sekinligi bilan farq etadi, shu sababli qonda sut kislotasi kam o'zgaradi. Sut kislotasini ter va siydik bilan ajralishi ham ko'p bo'lmaydi. Deyarli hamma eng uzoq masofaga yuguruvchilarda manzilga yetib kelganlarida siydikda oqsil ko'payadi, bu qonning oqsilli qismini o'zgarishi bilan bog'liqdir.

Qonda qandning miqdori kamayadi, uning miqdori 38 mg% ga yetishi mumkin. Ovqatlanish to'g'ri tashkil etilgan vaqtda (yugurishdan 2,5–3 soat oldin nonushta va yugurish vaqtida ovqatlanish) manzilga yetib kelganda qandning miqdori ko'paygan bo'lishi mumkin. Mashqlanish darajasi ortishi bilan qonda qandning miqdori kamayadi. Haddan tashqari hayajonlangan vaqtda ham shunday holat kuzatiladi.

Barcha uzoq masofalarga yugurgan vaqtda karbonsuvlarni ko'p sarflanishiga qaramasdan qonda qandning miqdorini keskin kamayishi organizmda karbonsuvlarni yo'qligi bilan tushuntirilmaydi, u markaziy asab tizimida muhofaza to'xtatilishi boshlanishi munosabati bilan qonga qandni safarbar etish keskin kamayishi bilan tushuntiriladi. Bu muhofaza reaksiyasi vaqtida ajralib chiqadigan farmakologik modda qonda qandning miqdorini kamayishiga to'sqinlik qiladi. Bundan tashqari qandning miqdori yugurish natijasida ajralib chiqadigan adrenalin ta'sirida biror bir ovqat iste'mol etilmasa ham me'yorgacha ko'tarilishi mumkin.

Juda uzoq masofaga yugurganda qonda lipidlar va ularning metabolitlari (erkin yog' kislotalari va keton tanachalar), uzoq masofaga yugurgandagi singari o'zgarishlarga uchraydi, lekin qonda fosfotidlar birmuncha ko'proq bo'ladi.

Bunday uzoq vaqt kuchli ish bajarish nafaqat karbonsuvlar, yog'lar va oqsillar almashinuviga chuqur ta'sir ko'rsatib qolmay, juda uzoq masofaga yugurish qonda siydikchilning birmuncha ko'payishiga hamda siydik bilan azotni ajralishiga olib keladi.

Marafoncha yugurish vaqtida moddalar almashinuvining yuqori jadalligi va horigan vaqtda fosforlanishni nafas olib, chiqarish bilan qisman ajralib qolishi natijasida tana harorati  $39,5^{\circ}\text{C}$  ga ko'tariladi. Buning natijasida issiqlik sarf etish qiyinlashadi (yuqori harorat va havo namligini ko'p bo'lishi), natijada issiq urish holati sodir bo'lishi mumkin. Marafoncha yuguruvchilar organizmi suvni ko'p yo'qotadi, bu qonni birmuncha quyuqlashishiga va og'irlikni 2 kg dan 4 kg gacha kamayishiga olib keladi.

Marafoncha yugurishdan so'ng tiklanish ya'ni, avvalgi holatiga qaytish 2–3 kun davom etadi. Bu nafaqat kislorod qarzini yo'qotish jarayonini juda sekin borishi bilan hamda ish vaqtida buzilgan oqsil strukturalari, fermentlarining juda sekin avvalgi holatiga qaytishi bilan tushuntiriladi. Juda uzoq masofaga yugurishning tiklanish davrini boshlanishida qonda qandning miqdorining kamayishini davom etishi kuzatiladi. Bunda birinchidan karbonsuv zaxiralarining organizmda qayta taqsimlanishi (bosh miya va yurak mushaklari zaxira karbonsuvlar bilan to'ldiriladi), ikkinchidan reparativ jarayonlarning energiya bilan ta'minlash uchun glukozaning oksidlanishi tezlashadi.

Lekin bu jarayonlarning energiya bilan ta'minlash, asosan, yog' kislotalarining oksidlanishi hisobiga boradi, chunki dam olish davrida yog'larni safarbar etish va keton tanachalarini ortishi shundan dalolat beradi. Marafoncha yugurishdan so'ng organizmni to'la tiklanishi ya'ni, energetik potensialni avvalgi holatiga qaytishi kuchli ovqatlanish natijasida 2–3 kun davom etadi.



## **Yuqoriga sakrash va irg'itish**

Yuqoriga sakrash va irg'itishning biokimyoviy ta'rifi ham yetarli darajada ishlab chiqilmagan. Hozirgi vaqtda bu mashg'ulotlarni bajarish vaqtida mashqlar davomida moddalar almashinuvi bir tomondan qisqa masofalar bo'laklariga yugurishga o'xshab ketsa, boshqa tomondan gimnastikaga o'xshaydi.

## **Velosiped sporti**

Velosiped sporti masofada musobaqa qilib uchishdan iborat bo'lib, bunda ma'lum masofalar orasidagi bajarilgan ish bir-biridan keskin farq qiladi, demak organizmda kechadigan biokimyoviy jarayonlar ham bir-biridan farq qiladi.

200 metrga velosipedda uchish yuqori quvvat bilan bajariladigan mehnat turiga kiradi. Ish jarayonida kislorodga bo'lgan talabni qoniqtira olmaslik anaerob reaksiyalarga alohida ahamiyat berishga majbur etadi. Velosipedda o'tirgan vaqtida sportchining tanasi oldinga biroz engashgan bo'lishligi va tanasining yuqori qismini qo'zg'almasligi natijasida nafas olish sharoiti yomon bo'ladi. Velosipedda katta tezlikka erishishga harakat qilinadi, shu boisdan anaerob reaksiyalar alohida o'rin tutadi. Bu mushaklarda kreatin-fosfat ko'p bo'lganda va glikoliz tez ketgan davrdagina bo'ladi. Velosipedchilarning qonida sut kislotasi miqdorini ozgina ortishi (150–200 mg %) gacha kuzatiladi. Shunga mutanosib holda qonning zaxira ishqoriy xususiyati ham o'zgaradi. Bunda velosipedchilarda yengil atletikachi – sprinterlar kabi mashqlanish oshishi bilan sut kislotasining miqdori ham birmuncha ortadi (200 metrga musobaqa qilganda).

Qisqa masofaga musobaqa qilganda qonda qandning miqdori birmuncha ortadi. 1 va 1,5 km masofa submaksimal kuchlanish uchun asosiy hisoblanadi, bunda 5 km masofa juda qiyin hisoblanadi. Bu musobaqa uchun ham yengil atletikaning o'rtacha masofasi haqidagi o'zgarishlarni aytish mumkin.

**Uzoq masofaga musobaqa qilish.** Uzoq (50 km gacha) va juda uzoq (50 km dan ortiq) masofalardagi biokimyoviy o'zgarishlar o'rtacha kuchdagi quvvat bilan bajariladigan ishga teng bo'lib, marafoncha yugurish vaqtida sodir bo'ladigan biokimyoviy o'zgarishlar yuz beradi. Uzoq masofaga musobaqa qilgan vaqtda turg'un holat miqdori deyarli yuqori; qonda sut kislotasi miqdori ko'p o'zgarmasligi manzilga yetish oldidan ko'ra birinchi kilometrlarda ko'proq bo'ladi. Lekin bu qonuniyat yugurishga nisbatan ko'proq o'zgaradi. Bu yerda keskin tezlanish mumkin, bu esa turg'un holatni o'zgartiradi. Tezlanish uzoq muddatli bo'lmasa, u turg'un holat miqdorini uzaytiradi.

Buning sababi tezlanish vaqtida organizmda to'planib qolgan ADF va AMF fosforlanmagan kreatin anaerob oksidlanish jarayonini va u bilan fosforlanishni keskin faollashtirib yuboradi. Agar tezlanish uzoq muddat davom etsa (markaziy asab tizimida), funksional ish faoliyatida sodir bo'ladigan o'zgarishlar "o'lik nuqta" holatini rivojlanishiga hamda ish qobiliyatini kamayishiga olib keladi. Shunday qilib, turg'un holatning davomiyligi o'zgarib turishi mumkin.

Uzoq va juda uzoq masofalarga musobaqa qiluvchi velosipedchilarning siydigida juda ko'p miqdordagi sut kislotasi bo'ladi. Shu bilan birga juda ko'p oxirigacha oksidlanib ulgurmagan moddalar ko'payishi mumkin. Qonda qandning miqdori bir qancha holatlarda doimiy bo'lib qolishi mumkin. Lekin uning miqdorini kamayishi ko'proq kuzatiladi, ayrim vaqtlarda gipoglikemiya holatigacha olib borishi mumkin, bu masofada ovqatlanish mumkin emasligidandir. Hamma uzoq muddatli sport o'yinlari qatorida uzoq va juda uzoq masofaga velosipedda musobaqa etish ham birmuncha lipidlarni sarflanishi bilan boradi. Yog'larni bunday safarbar etilishini, qonda yog'larni va erkin yog' kislotalarini keskin ko'payishi va siydikda yog' hosil bo'lishi (17 mg%) yaqqol ko'rsatib turibdi. Velosiped poygasi, xuddi marafoncha yugurish kabi siydikda azot tutuvchi birikmalarni ko'paytiradi. Tuzlarni yo'qotish ham talaygina siydik bilan fosfatlar, ter bilan xloridlar ko'p miqdorda

ajraladi. Qonda yuqoridagi tuzlarning miqdori kamayadi. Velosipedda musobaqa qiluvchilarning tana og'irliklari, yengil atletikachi yuguruvchilarga nisbatan kam miqdorda kamayadi. Uzoq masofaga (50 km dan 164 km gacha) musobaqa etuvchilarning vazni 1,5–2,2 kg miqdorida kamayadi, qisqa masofaga musobaqa qiluvchilarda 300–500 gr gacha kamayadi.

**Ko'p kunlik velosiped poygasi.** Velosipedchi sportchilar uchun ko'p kunlik velosiped poygasi juda og'ir sinov hisoblanib, har kuni 150 km dan 200 km gacha masofani bosib o'tadilar. Buni har bir kuni uchun uzoq va juda uzoq masofaga poygachilarni aytish mumkin. Poyganing ko'p kunligini inobatga olsak, bir kundan so'ng ikkinchi kunga to'la tiklanib ulgurmaslik davom etib, biokimyoviy va funksional o'zgarishlar yanada chuqurroq davom etadi. Ko'p kunlik velosiped poygasida musobaqa kunlarida azot birmuncha ko'p sarflanadi va gaz almashinish birmuncha ortadi. Gaz almashinishi ortishi kislorod qarzini tugatish bo'libgina qolmay, u energiyani ko'plab sarflashdir, bu bilan buzilgan oqsil strukturasi tezlikda qayta tiklashga olib keladi.

### **Eshkak eshish**

**Asosiy masofaga eshkak eshish.** Asosiy masofa 1000 va 2000 m akademik, 500 va 1000 m baydarkada eshkak eshish – submaksimal quvvatdagi ish bilan ta'riflanadi.

Asosiy masofaga eshkak eshishda asosiy masofada 50% kislorod qarzi, sut kislotasi 80–120 mg% ortishi, pirouzum kislotasi 1,5–2 mg% gacha ortishi kuzatiladi. Sut kislotasining birmuncha miqdori ter (100 mg ortiq) va siydik bilan (0,5–1,0 gr gacha) ajraladi.

Siydik reaksiyasi nordon tomonga keskin suriladi. Yetarlicha mashq qilmagan sportchilarning siydigida oqsil hosil bo'lishi (6–9% gacha) mumkin. Qonda qandning miqdori musobaqa sharoitida 120–160 mg% gacha ko'payadi, lekin mashq poygasida yengil to'xtaydigan sportchilarda kamayishi mumkin.

Asosiy masofaga eshkak eshishda "o'lik nuqta" holati paydo bo'lishi mumkin. Bu holat birinchi bo'lib 1926-yili Evig tomondan eshkak misolida yozilgan.

Tayyorlov va musobaqa vaqtlarida qo'llaniladigan mashqlarning har xil usullari hamda vositalari sportchilar organizmida sodir bo'ladigan biokimyoviy o'zgarishlarning miqdorini keskin o'zgarishiga olib keladi.

Bir tomondan, yuqori darajadagi turg'un holatda ketadigan ish (texnik va uzoq mashq qilish), ikkinchi tomondan keskin biokimyoviy o'zgarishlar o'zgaruvchan va qayta mashq qilish hamda anaerob glikolizni tez kechishi bilan ta'riflanadi. Mashqlanganlik darajasini ortishi bilan beriladigan ishning nisbiy og'irligini oshirish kerakligini tekshirishlar natijalari ko'rsatib turibdi.

Bu jadal anaerob glikoliz bilan kechib, sportchilarni musobaqa sharoitiga olib keladi.

36-jadval

**Eshkak eshishning har xil mashq shakllarida qonda qand va sut kislotasi miqdorining o'zgarishi**

Mashq shakllari	Tinch holatga nisbatan qonda qand miqdorining o'zgarishi	
	qand (mg%)	sut kislotasi (mg%)
1. Texnik mashq	19	+16
2. O'zgaruvchi mashq	+1	+52
3. Qaytadan mashq qilish	-5	+33
4. Asosiy masofani o'tgandan so'nggi nazorat	+9	+62
5. Musobaqa(asosiy masofa)	-18	+86

Eshkak eshish mashg'ulotlariga boshqa sport turlaridagi mashqlarni joriy etish, mashg'ulotlarni yil davomida davom

etishi, ochiq havoda olib borilishi, uning samaradorligini orttiradi.

### **Uzoq masofaga eshkak eshish**

Uzoq masofa — 10 km (baydarkada eshkak eshish), 4, 5, 10 va 25–30 km (akademik eshkak eshish) — oʻrta quvvatdagi ish kabi taʼriflanadi, chunki bu haqiqiy turgʻun holatda bajariladi. Sportchilar qonida sut kislotasi biroz (30–60 mg% ga qadar) ortadi. Baydarkada eshkak eshishda 10 km masofaga qadar qonda qandning miqdori avvalgi meʼyorida saqlanadi. "Marafoncha" eshkak eshishda kamayadi. Bu oʻzgarish, asosan, organizmdagi karbonsuvlarni safarbar etish kamayishidan deb hisoblanadi; energiya sarflanishi qonda sodir boʻladigan biokimyoviy oʻzgarishlar suv muhitining holatiga va meteorologik holatlarga bogʻliq boʻladi.

Suv oqimi yoki shamolga qarshi toʻlqinlangan suvda eshkak eshish koʻp energiya sarflash, sportchilarda keskin biokimyoviy oʻzgarishlarni paydo qiladi.

### **Suzish**

Suzish sportchilar oʻz harakatlarini havo muhitida emas, zichligi katta boʻlgan issiqlikni yaxshi oʻtkazadigan suv muhitida bajarilishi bilan farq qiladi. Bu sportchilar organizmda ketadigan biokimyoviy jarayonlarga oʻz taʼsirini koʻrsatadi: nafas olish, qon aylanish, issiqlik borishini kuchaytirish, ter ajralishini cheklanishi shular jumlasidandir. Bundan tashqari suv muhiti sportchi harakatiga qarshilik koʻrsatadi, tezlik qancha ortsa, bu qarshilik ham shunchalik ortib boradi. Lekin Arximed qonuniga, asosan, suvda bajarilgan ish birmuncha yengilroq koʻchadi. Faol harakatlarsiz tanani suvda gorizontol holatda tutib turishning oʻzi moddalar almashinishi birmuncha kuchayishiga olib keladi. Bunda kislorod talab etish 35–55% ga ortadi. Havo va suvning harorati bir xilda boʻlganda odam tanasi havodagiga nisbatan suvda toʻrt marta koʻp issiqlik chiqaradi.

Suzishda masofa uch turli bo'ladi: qisqa (100 va 200 m), o'rta (400 m) va uzoq (800 va 1500 m); qisqa masofaga suzish submaksimal quvvatdagi ish bajarishga, o'rta va uzoq masofaga suzish – o'rta quvvatdagi bajariladigan ishga to'g'ri keladi.

Qisqa masofaga suzish qonda sut kislotasini birmuncha ortishi bilan ta'riflanadi, qonning zaxira ishqoriyligi 45% ga kamayadi, kislorod qarzi oshadi. Buning 400 metrga suzgan vaqtda birmuncha o'zgaradi, shunda qonning zaxira ishqoriyligi 60% ga yetadi. Lekin suzuvchilarda qonda bo'ladigan o'zgarishlar xuddi yuguruvchilarni shunday masofaga yugurganda bo'ladigan o'zgarishlarga nisbatan ancha kamroqdir. Bu suv muhitida boradigan kimyoviy issiqlik boshqarish shart-sharoitlari (aerob oksidlanish jarayonlari jadalligining kattaligi) bilan hamda organizmni tezlikda lipidlarni energiya manbai sifatida ishga solishi bilan ta'riflanadi.

Qonda qand va sut kislotasining yuqori bo'lgan holatida yer ustidagi hamma sport turlari vakillariga nisbatan, qonda erkin yog' kislotalarini oshishi kuzatiladi. Bir xil masofaga suzilganda siydikda sut kislotasi yugurgandagiga nisbatan ko'p bo'ladi. Buning sababi yugurgan vaqtda sut kislotasining ko'p qismi siydik va ter bilan ajraladi, suvda suzishda bunday bo'lmaydi. Xuddi shu sababdan siydik orqali ammiak ko'p ajraladi.

Suzuvchilarda bajarilgan ish natijasida og'irlikni kamayishi boshqa yer yuzidagi sport turlariga nisbatan kamdir, chunki suv yo'qotish faqat tananing ochiq suvdan holi qismlari va o'pkalar orqali sodir bo'ladi. Suzuvchilarning tanasida sodir bo'ladigan biokimyoviy o'zgarishlar bir qator shart-sharoitlarga bog'liqdir: suzish usuli, suvning harorati. Shunday qilib, tez suzish usuli – krol eng ko'p energiya sarflash bilan bajariladi, boshqa brass, erkin suzish usullariga nisbatan bunda biokimyoviy o'zgarishlar ham katta bo'ladi. Suvning haroratini kamayishi ham energiya sarflashni ortishi bilan kechadi. O'rta va uzoq masofaga suzish ichki muhit reaksiyasini ozgina nordon tomonga o'zgarishi bilan ta'riflanadi. Rezerv ishqoriy xususiyat 17% ga kamayadi, shu bilan bir qatorda qonda qandning miqdori

birmuncha kamayadi. Shu sababli uzoq vaqt suzganda ovqatlanish kerak.

### **Gimnastika**

Sport va badiiy gimnastikadagi mashqlar siklik emas. Shu boisdan umumiy biokimyoviy baholash qiyinroqdir. Musobaqa va mashq mashg'ulotlari, gimnastika mashqlari orasida dam olish uchun birmuncha vaqt bo'ladi. Shu sababli ayrim gimnastika mashqlari sportchining tanasida ko'zga tashlanadigan o'zgarishlar sodir bo'ladi. Turli xil mashqlarni bajarish vaqtida sarflanadigan kuch-quvvat ularning bajaradigan ishiga qarab har xil bo'ladi. Bularni bir-biri bilan taqqoslash uchun "kon"dagi mashqlar bilan arqondagi mashqlarni taqqoslash kifoya. Tabiiyki, sportchi tanasida sodir bo'ladigan biokimyoviy o'zgarishlar, mashqlarni takrorlanish tartibi ham har xil bo'lishi mumkin. Buning natijasida organizmda qonda bo'ladigan biokimyoviy o'zgarishlar har xil bo'ladi.

Haqiqatan ham mashq va musobaqa mashg'ulotlarida bir vaqtda qonda qandning miqdorini ortib ketishi, boshqa bir vaqtda aksincha qonda qandning miqdori kamayib ketishi mumkin. Sut kislotasining miqdori uzluksiz ortib boradi, mashg'ulot yoki musobaqa davomida, boshqa holatlarda mashg'ulot o'rtalarigacha ortib, so'ngra sekin-asta avvalgi holatiga qaytadi. Bu holat bir sportchining o'zida sodir bo'lishi mumkin. Gimnastika harakat nuqtasi va mushaklarni kuchini oshiradigan eng kuchli vosita bo'lishi mumkin, lekin mushakda aerob va anaerob imkoniyatlarni oshiradigan vosita bo'la olmaydi. Shu sababli gimnastikachilar boshqa sport turlariga nisbatan eng kam chidamlilik xususiyatlariga ega bo'ladilar. Shuning uchun gimnastlarning mashq etish mashg'ulotlariga boshqa sport turlaridan olingan umumiy jismoniy tayyorgarlik va maxsus chidamlilikni orttiradigan harakatlarni kiritish lozim.

Badiiy gimnastika mashq mashg'ulotlari va musobaqalarning to'laligi bilan ta'riflanadi. Shu boisdan sport gimnastikasiga

nisbatan sportchi organizmida katta biokimyoviy o'zgarishlarni sodir etadi, lekin bu biokimyoviy o'zgarishlarni umumiy qilib olsak, sport gimnastikasi vaqtida bo'ladigan o'zgarishlarga o'xshashdir.

### **Sport o'yinlari**

Sport o'yinlari asiklik jismoniy mashqlar qatoriga kiradi. Bu sport turida doimo quvvat va faoliyat xarakteri o'zgarib turadi: har xil jadallikda yugurish, sakrash, to'pni har xil tezlik va yo'nalishda urib turish. Futbolchi o'yin davomida 10–15 km yuguradi, o'yin davomida yugurish tezligi doimo o'zgarib turadi. Mushak faoliyatiga tushadigan quvvat, yuqori his-xayajon, o'zgaruvchan holat takrorlanadi. Bularning hammasida sportchi organizmida bo'ladigan o'zgarishlar o'z aksini topadi. Sport o'yinlarida his-xayajon juda kuchli bo'lganligi uchun organizmdagi o'zgarishlar start oldi holatida sodir bo'la boshlaydi. Start oldi holatida kechadigan biokimyoviy o'zgarishlarning natijalari birinchi o'rinlardan birini egallaydi. O'yindan oldin qonda qandning miqdori 170–200 mg% tashkil etib glikozuriya holati ko'riladi, sut kislotasining miqdori 50% va undan ham ko'proq ortadi.

Bu holat faol o'ynaydigan voleybolchilarda va basketbolchilarda, futbol hamda xokkey o'yinchilarining muhofazachilarida hamda hujumchilarida kuzatiladi. Bu sportchilarda mushak faoliyati juda quvvatli mashqlarni bajarib katta jismoniy ish bajaradi. O'yin jarayonida sportchining organizmi karbonsuvlarni safarbar etadi, bu karbonsuvlar mushaklar, asab tizimi va yurakni talablaridan ko'proqdir. Shu sababdan qonda qandning miqdori o'yin davomida yuqori bo'ladi. Futbolchilarda glikozuriya eng ko'p uchraydigan holatdir.

Sport o'yinlarida o'yinning shiddatligiga qarab: qonda qand va sut kislotasining miqdori sportchilarning mashqlanganlik darajasiga bog'liq holda 35–50 mg% dan 120–150 mg% gacha ortadi. Ter va siydik orqali sut kislotasini ajralishi ko'payadi,



siydikning kislotali xususiyati keskin ortadi. Sport o'yinlari oqsil va purinlar almashinuvida ham o'zgarishlarga olib keladi, xususan siydikchil hamda siydik kislotasini ajralishi kuchayadi. Sport o'yinlari organizmda bo'ladigan funksional o'zgarishlar va biokimyoviy o'zgarishlarning katta-kichikligini ham o'zgartiradi. Eng ko'p o'zgarishlar shaybali xokkey, futbol, undan keyingi o'rinlarda to'pli xokkey, basketbol, voleybolda bo'ladi. Bunda eng kuchli biokimyoviy o'zgarishlar hujumchilar organizmida sodir bo'ladi, so'ngra yarim muhofazachilarda, undan keyin muhofazachilarda va nihoyat darvozabon organizmida kechadi. Organizm tomonidan suvni chiqarib yuborish, bu bilan bog'liq bo'lgan og'irlikni yo'qolishi xokkeychilar va futbolchilarda (2–5 kg gacha), so'ngra kamroq holda (1,5 kg gacha) voleybolchilarda sodir bo'ladi. Mashq o'yinlarida musobaqalarga nisbatan kamroq qand va sut kislotasining miqdori ortadi. Mashq o'yinlarida oxiriga kelib sportchi hayajonlanmasa, qonda qandning miqdori birmuncha kamayadi.

### **Og'ir atletika**

Bu sport turiga xos o'zgarish shundan iboratki, juda qisqa vaqt ichida og'irlikni boshdan yuqori ko'tarish va yozilgan qo'llar bilan tutib turish natijasida katta kuch bilan kuchlanish hosil bo'lishidir. Bu qisqa vaqtli kuchlanish va nafas olishni tutib turish bilan boradi, shu boisdan nafas olish, qon aylanish sharoiti o'zgaradi. Bularning hammasi og'ir atletikani "anaerob" deb ta'riflashga asos bo'ladi. Og'irlikni ko'tarish sut kislotasini 40–60 mg% ortishi va kislorod qarzini hosil bo'lishiga olib keladi, bu kislorodga bo'lgan talabga nisbatan 70–80% hosil qilib, tezda 10–20 minut davomida asliga qaytadi. Bu og'ir atletika mashqlarini bajarayotgan vaqtda ATFning kreatinkinaza resintezi kuchayishini ko'rsatadi.

Lekin og'ir atletika mashg'ulotlarida sportchi bunday ko'tarishlardan bir qanchasini bajaradi. Jami biokimyoviy

o'zgarishlar ko'tarish soniga va ular orasidagi tanaffuslarga bog'liq bo'ladi. Agar har bir ko'tarish orasidagi tanaffuslar ko'p vaqt davom etsa, sportchi organizmida bo'ladigan o'zgarishlar avvalgi holatiga qaytishga ulguradi.

Sportchi qonida sut kislotasini ko'payishi uni siydikka o'tishini ko'paytiradi, organizm noorganik fosfatlarni ham birmuncha yo'qotadi.

Og'ir atletika bilan shug'ullanadigan sportchi organizmida bo'ladigan biokimyoviy o'zgarishlar ko'tarayotgan og'irlikka va uni ko'tarish usuliga bog'liq bo'ladi. Og'irlikni birdaniga ko'targan vaqtda ko'p energiya sarf bo'ladi va katta biokimyoviy o'zgarishlar yuz beradi. Qonda sut kislotasining miqdorini o'zgarishiga umumiy bajarilgan ish miqdori o'z ta'sirini ko'rsatadi. Qanchalik ko'p ish bajariladigan bo'lsa, shunchalik ko'p sut kislotasi hosil bo'ladi. Oqsilsiz azotni ko'payishi sportchi har bir og'irlik ko'tarayotgan vaqtdagi kuchlanishiga bog'liq. Har bir og'irlik turiga qarab, rekord og'irlikni ko'targan vaqtda, sportchi organizmida eng kuchli darajada biokimyoviy o'zgarishlar bo'ladi, chunki ularda ish quvvati har bir kilogramm tana og'irligidan yuqoriroqdir.

Eng kami esa og'irligi yengil bo'lgan sportchilarga to'g'ri keladi. Shtangachi sportchilarda qonda qandning miqdori holatiga qarab (150 mg% gacha) birmuncha ko'payishi mumkin. O'zgarishsiz qolishi yoki biroz kamayishi ham mumkin. Mashq qilish darajasi yuqori bo'lgan sportchilarda qonda qandning miqdori o'zgarmasdan qoladi. Mashq qilish jarayonida mushak kuchining rivojlanishida katta og'irlikni sekin-astalik bilan mashq qilganda tezda maqsadga erishish mumkinligini aytib o'tish kerak.

Shu bilan birga bunday mashq qilish mushak kuchini orttiradi, lekin uning chidamliligini orttirmaydi, chunki bir qator oksidlovchi fermentlarning faolligini susaytiradi, uzoq ishga chidamlilik yomonlashadi.

Kuchni orttirishga tez mashq qilish kuchni birmuncha sekinlik bilan orttirsam, ham tezlikni, ham chidamlilikni orttirishga biokimyoviy tomondan sharoit yaratadi.

## **Kurash**

Kurash har xil mushak guruhlarining maksimal kuchlanishini rivojlanishi bilan ta'riflanadi, chunki 10–20 minut davomida raqibining qarshiligini yengishga harakat qiladi. Kurash asosiy-asiklik jismoniy mashqlar qatoriga kiradi. Kurashayotgan vaqtda aerob va anaerob oksidlanish jarayonlari uzluksiz o'zgarib turadi, bundan tashqari kurashchi organizmida borayotgan biokimyoviy jarayonlar ularning kurash jarayonlaridagi xatti-harakatlariga bog'liq bo'ladi. Shu sababli bu sport turiga bir xil biokimyoviy ta'rif berish qiyin. Shuni aytib o'tish kerakki, kurashchi kurash tushgan vaqtning oxiriga kelib, qonida sut kislotasi 40 dan 100 mg% gacha ko'payadi. Kurash vaqtida sportchi haddan tashqari hayajonlanganligi sababli qonda katexolaminlar va qand (150–180 mg% gacha) ko'payadi. Siydikda fosfatlar birmuncha ko'payadi, sut kislotasi paydo bo'ladi. Ayrim vaqtlarda oqsil hosil bo'lishi mumkin. Siydik bilan adrenalin, noradrenalin va ularning oksidlanish mahsulotlarini ajralishi ko'payadi. Yuqorida ko'rsatilgan biokimyoviy o'zgarishlar kichik og'irlik kategoriyalaridagi sportchilarda yaqqol ko'zga tashlanadi. Kurashchilarda og'irlik yo'qotish ham shu kategoriyalariga bog'liqdir: og'irlik kategoriyasi qanchalik kam bo'lsa, u shuncha ko'p bo'ladi.

## **Nayzabozlik**

Nayzabozning organizmida sodir bo'ladigan biokimyoviy o'zgarishlar jang jarayoniga bog'liqdir. Sportchi qanchalik o'zini faol ko'rsatsa, shunchalik qonda sut kislotasi ko'payadi. Nayzabozning uch minutlik jangidan so'ng sut kislotasining miqdori 40 mg% dan 90 mg% ga ortganligi ma'lum. Qaytadan jang qilinsa, orasida ozgina dam olib, u vaqtda sut kislotasining miqdori 100–120 mg% ortib boradi. Yuqori mashqlangan sportchilarda kam mashq qilgan sportchilarga qaraganda sut kislotasi kamroq ortadi.

Nayzabozlarda ham hayajonlanish kuchli bo'lganligi sababli qonda qandning miqdori bir oz ortadi.

### **Boks**

Boksni ham biokimyoviy jihatdan aniq ta'riflash qiyin. Bu jarayon sportchi jang vaqtida ringda o'zini qanday tutishiga bog'liq. Har bir raund orasidagi dam olish uchun berilgan vaqt ichida biokimyoviy jarayonlar asl holatiga qayta olmaydi. Shu boisdan birinchi raunddan so'ng 50–60 mg%, uchinchi raunddan so'ng uning miqdori 120–130 mg% gacha yetishi mumkin va shu zaylda ortib boraveradi. Yengil og'irlik kategoriyalariga ega bo'lgan bokschilarda og'irlariga nisbatan biokimyoviy jarayonlar kuchli darajada ifodalanadi.

#### ***Nazorat savollari***

- 1. Siklik (davriy) sport turlari haqida tushuncha bering.*
- 2. Asiklik (davriy bo'lmagan) sport turlariga kiradigan mashqlar qaysilar?*

---

## 29-bob.

### HAR XIL YOSHDAGI ODAMLAR BILAN JISMONIY MASHQ MASHG'ULOTLARINING BIOKIMYOVIY ASOSLARI

#### 29.1. O'sayotgan organizmning biokimyoviy xususiyatlari

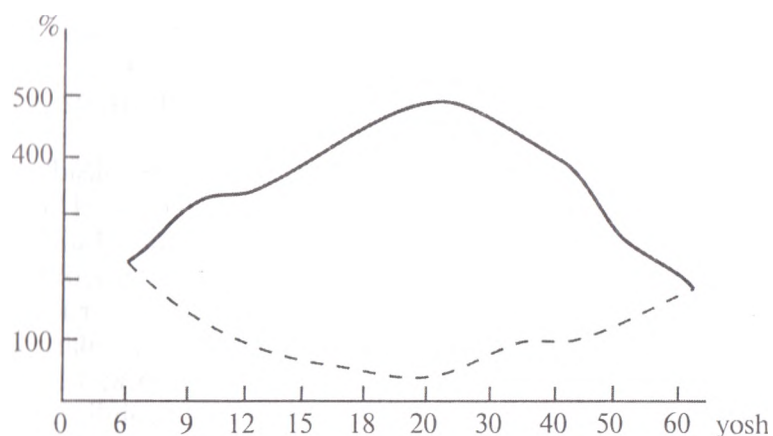
Organizmning asosiy tarkibiy qismi oqsil bo'lganligi uchun o'sish va rivojlanish jarayoni biokimyoviy nuqtayi nazardan har xil oqsillarning jadal sintezlanishidir. Shuning uchun ozuqa oqsillari va oqsillar almashinuviga bo'lgan talab katta yoshdagilarga nisbatan bir qancha barobar kuchli bo'ladi. Shunday qilib, katta odamlarda oqsillarga bo'lgan bir kunlik talab bir kilogramm tana og'irligiga 1,0–1,5 gr ni tashkil etsa, 2–5 yoshli bolalarda 3,5 gr, 1 yashar bolada 4,0 gr ni tashkil etadi. Oqsil sintez bo'lishi xuddi boshqa hamma biologiya sintezi kabi energiya sarf etish bilan sodir bo'ladi. Shuning uchun o'sayotgan organizmda borayotgan shiddatli sintez katta odamlarga nisbatan ko'p energiya talab etadi.

Bu jarayonga kerak bo'lgan energiya biologik oksidlanish jarayonlaridan olinadi, bu borada ATF molekulasi hosil bo'ladi va aminokislotalarni faollashtirishga sarf etiladi. Bularning hammasi o'sayotgan organizmda oksidlanish jarayonlarini jadallashtiradi (31-rasm). 3 yoshli bolalarning bir metr kvadrat tana yuzasi yutadigan kislorod miqdori katta odamlarnikiga nisbatan 95%; 6 yoshliniki 60%; 9 yoshliniki 36%; 12 yoshliniki 25% ortiqiligini hisob natijalari ko'rsatib turibdi.

Hayvonlarda o'tkazilgan tajribalarda ham to'qimaning nafas olish natijalari bunga yaqqol misol bo'ladi. Masalan: 3 kunlik sichqon bolasi mushagining nafas olish jadalligi 30%; jigarida 80% katta sichqonlarnikiga nisbatan ortiqdir. Biologik oksidlanish jarayoni natijasida ajralib chiqadigan plastik almashinuv

bilan bog'liq energiyadan foydalanish mushak faoliyatini energiya bilan ta'minlash bolalar va o'smirlarda nisbatan kamdir. Bu ta'minlash o'sib borayotgan organizmning bir qator kimyoviy xususiyatlari qatorida yana ham kuchayadi.

Kattalarga nisbatan bolalarda qonda gemoglobin va mushakda mioglobin kam, shuning uchun bolalar organizmida kislorod hajmi kam. Bolalar va o'smirlarning yurak nafas olish tizimi tinch turgan holatda ham katta zo'riqish bilan o'z vazifasini ado etadi. Kattalarga nisbatan, shuning uchun kam funksional zaxiraga ega bo'ladi, agar kislorodga bo'lgan talabni ko'paytirsak bu tizimlarning faoliyati bolalarda kam darajada kuchayadi. Qonda sut kislotasining ortishi bolalar va o'smirlarda kattalarga nisbatan ortiq bo'ladi. Shu bilan bir qatorda mushak faoliyatini anaerob energiya bilan ta'minlash imkoniyatlari va kislorod qarzi sharoitida ma'lum ish bajarish qobiliyati kattalarga nisbatan bolalarda kamdir. Yoshi qancha kichik bo'lsa, shuncha yuqori quvvat bilan ishlash imkoniyati kam va qonda sut kislotasining shuncha kam o'zgarishi kuzatiladi. Shunday qilib,



**31-rasm. Yoshiga qarab ma'lum miqdordagi va kuchli ish bajargan vaqtda qonda sut kislotasining ortishi.**

*(Tinch turgan holatdagiga nisbatan % hisobida).*

*Uzuq-uzuuq chiziq – ma'lum miqdordagi ish;*

*qora chiziq – kuchli ish.*

9 yoshli bolaning yuqori quvvat bilan ishlashi kattalarning yuqori quvvat bilan ishlashining 40% ini tashkil etadi, qonda sut kislotasining yuqori ko'tarilishi kattalarga nisbatan ikki barobar kam.

Bolalar va o'smirlarni jismoniy tarbiyasi uchun mushak faoliyatida karbon suvlarni safarbar etishni yengil to'xtashi eng kerakli hisoblanadi. Ko'p jismoniy mashqlar (uzoq davomli, yengil) qonda qandning miqdorini tezda pasaytiradi. Har xil mashqlar bilan boyitilgan o'yin turlari qo'shilgan mashqlar qonda qandning miqdorini dars oxiriga qadar yuqori miqdorda saqlaydi.

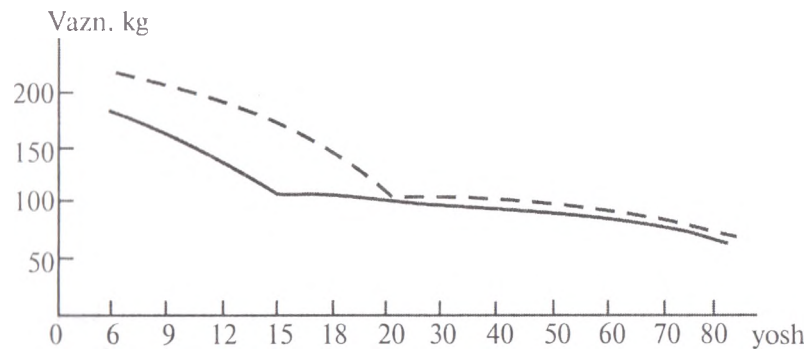
## **29.2. Qariyotgan organizmning biokimyoviy xususiyatlari**

Qariyotgan organizmni ta'riflab beradigan xususiyati zaminida moddalar almashinuvi jadalligining umumiy kamayishi asosida plastik almashinuv jadalligining kamayishi yotadi (32-rasm). Radiofaol aminokislotalar bilan olib borilgan tajriba natijalari shuni ko'rsatadiki, qarigan vaqtda oqsilning o'z-o'zini yangilash xususiyati sekinlashar ekan. Oqsillarning sintezini susayishi hujayralarning bo'linish tezligini kamaytiradi va bu fiziologik regeneratsiya jarayonini to'g'ri izdan chiqaradi. Ko'p hujayralar atrofiyaga uchraydi va nobud bo'ladi.

Masalan: 20–30 yoshdagi odamlarda hamma mushaklarning o'rtacha og'irligi 36 kg bo'lsa, 70–80 yoshlilarda u 23–24 kg ga teng, chunki mushaklar atrofiyaga uchragan. Bosh miya va miyachada asab hujayralarining soni qarigan vaqtda kamayadi. Shunga mutanosib ravishda bosh miyada oqsillar kamayadi, lipidlar ko'payadi. Suyak hujayralarining ko'payishini sekinlashuvi va nobud bo'lishi suyakni ta'sirlashga olib keladi, ularning mustahkamligi kamayadi. Eritrotsitlarni yangidan hosil bo'lishi sekinlashadi. Yaralarning bitishi yomonlashadi. Fransuz jarrohlarining takidlashicha, II jahon urushida to'plangan ma'lumotlarga asosan, 20 yoshdagi

odamda 20 sm<sup>2</sup> yuzadagi yara 1 oyda bitgan, 60 yoshlilardagi bunday yara 3 oyda bitgan.

Qariyotgan organizmda oqsil sintezining kuchsizlanishida dezoksiribonuklein kislotalarining kamayishi bilan bog'langan, chunki u bu jarayonda faol qatnashadi. Hujayra organizmdan tashqarida o'stirib ko'paytirgan vaqtda ularning o'sishi va ko'payishi asta-sekin susayadi, o'sha vaqtda ularni yangi ozuqa muhitiga o'tkazish lozim. Agar bu muhit qariyotgan organizmdan olingan bo'lsa, hujayra tezda nobud bo'ladi. Agar ozuqa muhiti yosh embrionlardan olingan bo'lsa, u dezoksiribonuklein kislotalarga boy bo'ladi, hujayra yana o'sishni va yaxshi ko'payishni boshlaydi.



*32-rasm. Asosiy modda almashinuvi va oqsil almashinuvi 1 kg tana og'irligiga nisbatan hisoblaganda: qora chiziq – asosiy modda almashinuvi; siniq chiziq – oqsil almashinuvi, 100% deb 20–30 yoshdagilar siniq egilgan.*

Qariyotgan organizmning ikkinchi xususiyati oksidlanish jarayonlari jadalligining kamayishi hisoblanadi. Tinch turgan holatda kislorod iste'mol qilish 1 kg tana og'irligiga hisoblaganda 70 yoshlilar 20–30 yoshlilarning 60% ini tashkil etadi. Oqsil almashinuvining jadalligi pasayadi, oqsillar sintezi va oksidlanish jarayonlarining jadalligi umuman kamayadi, ular bir-biri bilan uzviy bog'liq va bir-biriga ta'sir etadi.



Oqsillar sintezining kamayishi oksidlovchi fermentlar sinteziga yoyiladi, chunki ular ham oqsillar hisoblanadi. Bu biologik oksidlanish jarayonini kuchsizlantirmay qolmaydi. Boshqa tomondan oksidlanish jarayonlari jadalligining kamayishi energiya hosil bo'lishini kamaytiradi, bu oqsil va dezoksiribonuklein kislota sintezlash uchun kerak bo'ladi, demak, ularning sintez bo'lishi ham kamayadi.

Qarigan vaqtda moddalar almashinuvi jadalligi kamayishining yana bir sababi, yosh o'tib borishi bilan to'qima oqsillarining kolloid zarrasining kattalashuvi va umuman yuqori molekulyar oqsillarning ko'payishi va past molekulyar oqsillarning kamayishidir. Yosh o'tib borishi bilan albuminlar qonda kamayadi va globulinlar pasayadi. Eng yuqori molekulyar — globulinlar aksariyat ko'payadi. Yosh o'tib borishi bilan aerob oksidlanish va glikolizga imkoniyat kamayadi.

Shu sababli katta yoshlilarda va bolalarda ma'lum ish qonda sut kislotasining miqdorini ko'p ortishi, katta kuchli ish esa qonda sut kislotasining miqdorini kam oshishi bilan kuzatiladi. 20–30 yoshlilar bilan taqqoslanganda yosh o'tib borishi bilan ishni yuqori quvvat bilan bajarish imkoniyati ortadi. 60 yoshlilarda 20–30 yoshlilarning 50% quvvatini tashkil etadi.

Katta yoshdagilarga xos xususiyatlardan biri mushak faoliyatida karbonsuvlarni safarbar etish yengil hisoblanadi: bir xil zerikarli jismoniy mashqlar qonda qandning miqdorini kamayishi bilan kuzatiladi.

Yosh katta bo'lishi bilan lipoidlar almashinuvida ham o'zgarishlar paydo bo'ladi, qonda xolesterin ko'payadi va letsetin kamayadi. Xolesterin va uni yog' kislotalari efiri qon tomirlar devoriga kirib boradi, u yerda to'planib patologik o'zgarishlar paydo bo'ladi. Bu zararlangan joyda ohak to'planib, ateroskleroz rivojlanishiga olib keladi, bu qon tomirlar devorini mayinligi va mustahkamligi kamayishi bilan ta'riflanadi.

### **29.3. Bolalarda va qarilik yoshida jismoniy mashg'ulotlarning biokimyoviy asoslari**

Bolalar va o'spirin yoshlarda jismoniy mashg'ulotlarning asosiy vazifasi – organizmning har taraflama rivojlanishiga erishishdir. Yuqoridagilarning hammasini inobatga olgan holda shuni ta'kidlash kerakki, har qanday ortiqcha mashq o'suvchi organizm uchun juda xavflidir. Jismoniy mashqlar tabiat kuchlari kabi ta'sir etib, o'sish va rivojlanishni me'yoriga keltirish oxirida – to'qima oqsillarini sintezlashi lozim. Sintez jarayonlarini kuchayishi jismoniy mashqlar vaqtida emas, aksincha dam olish vaqtida sodir bo'ladi, intensiv oksidlanish jarayonlari natijasida hosil bo'lgan energiya plastik almashinish yo'liga ketadi. Ko'p charchash oksidlanish jarayonlarining kechishini so'ndiradi, lekin dam olish vaqtida ketadigan biologik sintez imkoniyatlarini kamaytiradi.

Shu sababli bolalar va o'smirlar bilan jismoniy mashg'ulot bajarayotganda charchashdan ehtiyot bo'lish lozim. Jadal mushak ishlarida aerob energiya bilan ta'minlash imkoniyatlari chegaralanganligi va kislorod yetishmasligi sharoitida uzoq vaqt ish bajarish mumkin emas. Bunday paytda bolalar bilan jismoniy mashqlar o'tkazish xavflidir. Bu chidamkorlik tezligini namoyon etishni talab etadi. Bunday mashqlar hali juda mustahkam bo'lmagan yurak-tomir tizimiga yomon ta'sir etadi.

Haddan tashqari kuch ishlatishga sabab bo'ladigan mashqlar hech maqsadga muvofiq emas, chunki ular oksidlanish jarayonini so'ndiradi, bu bilan bola va o'smirning o'sishi hamda rivojlanishiga salbiy ta'sir ko'rsatadi. Bir xildagi jismoniy mashqlarni uzoq vaqt ijro etish bolalarda muhofazalanishning rivojlanishiga olib keladi va ish qobiliyatini cheklab qo'yadi.

Bolalar va o'smirlar qo'l keladigan jismoniy mashqlar qisqa vaqtli, tezlik bilan bajariladigan yetarli dam olish bilan takrorlanadigan bo'lishi lozim. Bunday mashqlar organizmni

har taraflama moslashtiradi. Jismoniy mashqlarga, shu bilan bir qatorda dam olish vaqtida va undan so'ng plastik jarayonlar jadal rivojlanadi. Yosh hayvonlarda o'tkazilgan tajriba natijalari shuni ko'rsatadiki, bir xildagi jismoniy ish yig'indisi organizmga tamomila qarama-qarshi ta'sir ko'rsatishi mumkin. Agar mashq jarayonida bir kunlik jismoniy ish birdaniga berilsa, u jismoniy rivojlanishni keskin so'ndiradi. Agar uni bo'lib-bo'lib yetarli dam olish bilan berilsa, u jismoniy rivojlanishga yordam beradi.

Bolalar va o'smirlar bilan jismoniy mashq mashg'ulotlarini o'tkazishning eng kerakli sharti ularning rang-barangligi va his-hayajonga to'yganligidir. Bu ishlab turgan mushak va a'zolari energiya bilan ta'minlaydi hamda organizmning energiya resurslarini yaxshilab safarbar etadi.

Qarigan vaqtda jismoniy mashqlar bilan shug'ullanish tabiiy jarayonlar kechishiga qarama-qarshi ta'sir ko'rsatishi lozim. Yoshga bog'liq kechayotgan jarayonlarni to'xtatishi, umumiy modda almashinish jadalligini orttirishga yordam berishi – to'qima oqsillarining sintezini kuchaytirishi lozim. Muntazam ravishda jismoniy mashq bilan yoki ochiq havoda jismoniy mehnat bilan shug'ullanish aterosklerozning rivojlanishini to'xtatadi. Faol qarilikni ta'minlaydi, umrni uzaytirishga yordam beradi, buni ko'pchilik olimlarning tajriba natijalari ko'rsatib turibdi. Hattoki faqat qariganda jismoniy mashqlar bilan shug'ullanish ham xolesterinni turg'un kamayishiga, qonda letsetinning ko'payishiga olib keladi.

Letsetin muhofaza etuvchi ta'sir ko'rsatadi, u qon tomirlari devoriga xolesterinning kirishiga qarshilik qiladi. Qarigan odamlar orasida olib borilgan kuzatuvlar shuni ko'rsatadiki, salomatlik guruhlarida 4–6 yil mobaynida shug'ullanganlarda oksidlanish jarayonlarining jadalligi sezilarli darajada ko'paygan, qonning oqsil zardobi "yoshargan". Albuminlar bilan globulinlarning o'zaro nisbati nafaqat globulinlarning ortishi tomoniga surilgan, balki ancha yosh odamlarniki qabilida bo'ladi.

Jismoniy ishning katta-kichikligiga kelganda qariyotgan organizmga xuddi o'sayotgan organizm kabi qisqa vaqtli tezda bajariladigan (shu odam yosh guruhi atrofida), katta kuchlanishni, chidamkorlik tezligini talab etmaydigan ish berilishi maqsadga muvofiq hisoblanadi. Xuddi shunday moddalar almashinuvi turg'un bo'lmagan holda o'tadigan, yetarlicha dam olishni talab etadigan yetarli jadallikdagi qisqa mashqlar oksidlanish jarayonlarining jadalligini orttirishga olib keladi va dam olish davrida oqsil sintezini kuchaytiradi, qarish jarayonini to'xtatadi.

***Nazorat savollari***

- 1. O'sayotgan organizmning biokimyoviy xususiyati haqida tushuncha bering.*
- 2. Qariyotgan organizmning biokimyoviy xususiyatini tushuntirib bering.*
- 3. Bolalarda va qarilik yoshida jismoniy mashg'ulotlarning biokimyoviy asoslari haqida tushuncha bering.*

D.I.Mendeleyevning kimyoviy elementlar davriy sistemasini

Davriylik	ELEMENTLAR GURUHLARI										Energiya pog'onalar
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	O		
1	Li 7 LITIY	Be 9 BERILLIY	B 10 BOR	C 12 UGLEROD	N 14 AZOT	O 16 ISLOROD	F 19 FLOR	Ne 20 NEON	He 2 GELIY		2
2	Na 23 NATRIY	Mg 24 MAGNIY	Al 27 ALUMINIY	Si 28 KRENNIY	P 31 FOSFOR	S 32 OLINGUGIT	Cl 35 KLOR	Ar 36 ARGON	Kr 36 KRIPTON		10
3	K 39 KALIY	Ca 40 KALIY	Sc 44 SKANDIY	Ti 48 TITAN	V 51 VANADIY	Cr 52 KROM	Mn 55 MANGANEZ	Fe 56 TEMIY	Co 59 KOBALTIY		18
4	Rb 85 RUBIDIY	Sr 88 STRONSIY	Y 89 ITTRIY	Zr 91 ZIRKONIY	Nb 93 NIOMIY	Mo 96 MOLEBDEY	Tc 99 TEKNEZIY	Ru 101 RUTENIY	Rh 103 RUDIY		36
5	Cs 133 SEZIY	Ba 137 BARIY	La 139 LANTAN	Hf 178 HAFNIY	Ta 181 TANTAL	W 184 VOLFRAM	Re 187 RENIY	Os 190 OSMIY	Ir 193 IRIDIY		54
6	Fr 223 FRANSIY	Ra 226 RADIY	Ac 227 AKTIY	Th 232 TORIY	Pa 231 PRIZMATIY	U 238 URANIY	Np 237 NEPTUNIY	Pu 244 PLUTONIY	Am 243 AMERIY		86
7	Ce 140 SERIY	Pr 141 PRASEODIY	Nd 144 NEODIY	Pm 145 PROMIETIY	Sm 150 SAMARIY	Eu 152 EVROPIY	Gd 157 GADOLINIY	Tb 159 TERBIY	Dy 163 DISPROZIY		108
8	Th 232 TORIY	Pa 231 PRIZMATIY	U 238 URANIY	Np 237 NEPTUNIY	Pu 244 PLUTONIY	Am 243 AMERIY	Cm 247 KURKIY	Bk 247 BERKELIY	Cf 251 KALIFORNIY		118
9	Th 232 TORIY	Pa 231 PRIZMATIY	U 238 URANIY	Np 237 NEPTUNIY	Pu 244 PLUTONIY	Am 243 AMERIY	Cm 247 KURKIY	Bk 247 BERKELIY	Cf 251 KALIFORNIY		118
10	Th 232 TORIY	Pa 231 PRIZMATIY	U 238 URANIY	Np 237 NEPTUNIY	Pu 244 PLUTONIY	Am 243 AMERIY	Cm 247 KURKIY	Bk 247 BERKELIY	Cf 251 KALIFORNIY		118

104-109 elementlarining nomlari IUPAC tomonidan qabul qilindi, lekin ular tasdiqlanmagan. Kuzatib borilgan eng birinchi kashfiyotchilar: 1 - elementlar; 2 - elementlar; 3 - elementlar; 4 - elementlar; 5 - elementlar; 6 - elementlar; 7 - elementlar; 8 - elementlar; 9 - elementlar; 10 - elementlar.

## 1. Kimyoviy elementlar jadvali

Elementning nomi	Kimyoviy belgisi	Tartib nomeri	Uglerod shkalasi bo'yicha atom massasi
1	2	3	4
Azot	N	7	14,0067
Aktiniy	Ac	89	(227) <sup>1</sup>
Aluminiy	Al	13	26,9815
Ameritsiy	Am	95	(243)
Argon	Ar	18	39,948
Astati	At	85	(210)
Bariy	Ba	56	137,34
Berilliy	Be	4	9,0122
Berkliy	Bk	97	(247)
Bor	B	5	10,811
Brom	Br	35	79,904
Vanadiy	V	23	50,942
Vismut	Bi	83	208,980
Vodorod	H	1	1,00797
Volfram	W	74	183,85
Gadoliniy	Cd	64	157,25
Galliy	Qa	31	69,72
Gafniy	Hf	72	178,49
Geliy	He	2	4,0026
Germaniy	Ge	32	72,59
Golmiy	Ho	67	164,930
Disproziy	Dy	66	162,50
Yevropiy	Eu	63	151,96
Indiy	In	49	114,32
Yod	I	53	126,904

<sup>1</sup> Qavslar ichida yarim yemirilish davri ancha uzoq bo'lgan izotoplarning massa soni ko'rsatilgan

I- jadvalning davomi

1	2	3	4
Iridiy	Ir	77	192,2
Itterbiy	Yb	70	173,04
Ittriy	Y	39	88,905
Kadmiy	Cd	48	112,40
Kaliy	K	19	39,102
Kaliforniy	Cf	98	(252)
Kalsiy	Ca	20	40,08
Kislorod	O	8	15,9994
Kobalt	Co	27	58,9332
Kremniy	Si	14	28,086
Kripton	Kr	36	83,80
Ksenon	Xe	54	151,30
Kumush	Ag	47	107,870
Kurchatoviy	Ku	104	(260)
Kyuriy	Cm	96	(247)
Lantan	La	57	138,91
Litiy	Li	3	6,930
Lourensiy	Lr	103	(256)
Lyutetsiy	Lu	71	174,97
Magniy	Mg	12	24,305
Marganes	Mn	25	54,9381
Mendeleyeviy	Md	101	(257)
Mis	Cu	29	63,546
Mishyak	As	33	74,9216
Molibden	Mo	42	95,94
Natriy	Na	11	22,9898
Neodim	Nd	60	144,24
Neon	Ne	10	20,179
Neptuniy	Np	93	(237)

*1- jadvalning davomi*

1	2	3	4
Nikel	Ni	28	858,71
Niobiy	Nb	41	92,906
Nobeliy	No	102	(265)
Oltin	Au	79	196,967
Osmiy	Os	76	190,2
Palladiy	Pd	46	106,4
Platina	Pt	78	195,09
Plutoniy	Pu	94	(244)
Poloniya	Po	84	(210)
Prazeotsim	Pr	159	140,907
Prometiya	Pm	61	(147)
Protaktiniy	Pa	91	(231)
Radiy	Ra	88	(225)
Radon	Rn	86	(222)
Reniya	Re	75	186,2
Rodiy	Rh	45	102,905
Rubidiy	Rb	37	85,47
Ruteniy	Ru	44	101,07
Rux	Zn	30	65,37
Samariya	Sm	62	15(3.35
Selen	Se	34	78,96
Simob	Hg	80	200,59
Skandiy	Sc	21	44,956
Stronsiy	Sr	38	87,62
Surma	Sb	51	121,75
Talliy	Tl	81	204,37
Tantal	Ta	73	180,948
Tellur	Te	52	127,60



1- jadvalning davomi

1	2	3	4
Temir	Fe	26	55,847
Terbiy	Tb	65	158,924
Texnetsiy	Tc	43	(99)
Titan	Ti	22	47,90
Toriy	Th	90	232,038
Tuliy	Tm	69	168,93
Uglerod	C	6	12,01115
Uran	U	92	538,03
Fermiy	Fm	100	(257)
Fosfor	P	15	30,9738
Fransiy	Fr	87	(223)
Ftor	F	9	18,9984
Xlor	Cl	17	35,453
Xrom	Cr	24	51,995
Seziy	Cs	55	132,905
Seriy	Ce	58	140,12
Sirkoniy	Zr	40	91,22
Eynshteyniy	Es	99	(254)
Erbiy	Er	68	167,26
Qalay	Sn	50	118,69
Qo'rg'oshin	Pb	82	207,19

**2. 15°C da turli konsentratsiyadagi xlorid  
kislotaning zichligi**

Zich- ligi	HCl foizi	Zich- ligi	HCl foizi	Zich- ligi	HCl foizi	Zich- ligi	HCl foizi
1,000	0,16	1,060	12,19	1,120	23,82	1,165	32,49
1,005	1,15	1,065	13,19	1,125	24,78	1,170	33,46
1,010	2,14	1,070	14,17	1,130	25,75	1,171	33,69
1,015	3,12	1,075	15,16	1,135	26,70	1,175	34,42
1,020	4,13	1,080	16,15	1,140	27,66	1,180	35,39
1,025	5,15	1,085	17,13	1,142	28,14	1,185	36,31
1,030	6,15	1,090	18,11	1,145	28,61	1,190	37,23
1,035	7,15	1,095	19,06	1,150	29,57	1,195	38,16
1,040	8,10	1,100	20,01	1,152	29,95	1,200	39,11
1,045	9,16	1,105	20,97	1,155	30,55		
1,050	10,17	1,110	21,92	1,160	31,52		
1,055	11,18	1,115	22,86	1,163	32,10		

**3. 15°C da turli konsentratsiyadagi sulfat  
kislolaning zichligi**

Zich- ligi	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> foizi	Zich- ligi	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> foizi	Zich- ligi	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> foizi	Zich- ligi	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> foizi	Zich- ligi	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> foizi
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1,000	0,09	1,185	25,40	1,370	46,94	1,555	64,67	1,740	80,68
1,005	0,95	1,190	26,04	1,375	47,47	1,560	65,20	1,745	81,12
1,010	1,57	1,195	26,28	1,380	48,00	1,565	65,65	1,750	81,56
1,015	2,30	1,200	27,32	1,385	48,53	1,570	66,09	1,755	82,00
1,020	3,03	1,205	27,95	1,390	49,06	1,575	66,53	1,760	82,44
1,025	3,76	1,210	28,58	1,395	49,59	1,580	66,95	1,765	83,01
1,030	4,49	1,215	29,21	1,400	50,11	1,585	67,40	1,770	83,51
1,035	5,23	1,220	29,84	1,405	50,63	1,590	67,83	1,775	84,02
1,040	5,96	1,225	30,48	1,410	51,15	1,595	68,26	1,780	84,50
1,045	6,67	1,230	31,11	1,415	51,66	1,600	68,70	1,785	85,10
1,050	7,37	1,235	31,70	1,420	52,15	1,605	69,13	1,790	85,70
1,055	8,07	1,240	32,28	1,425	52,63	1,610	69,56	1,795	86,30
1,060	8,77	1,245	32,86	1,430	53,11	1,615	70,00	1,800	86,92
1,065	9,47	1,250	33,43	1,435	53,59	1,620	70,42	1,805	87,60
1,070	10,19	1,255	34,00	1,440	54,07	1,625	70,85	1,810	88,30
1,075	10,90	1,260	34,57	1,445	54,55	1,630	71,27	1,815	89,16
1,080	11,60	1,265	35,14	1,450	55,03	1,635	71,70	1,820	90,05
1,085	12,30	1,270	35,71	1,455	55,50	1,640	71,12	1,825	91,03
1,090	12,99	1,275	36,29	1,460	55,97	1,645	72,55	1,830	92,10

3-jadvalning davomi

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1,095	13,67	1,280	36,87	1,465	56,43	1,650	72,96	1,831	92,43
1,100	14,35	1,285	37,45	1,470	56,90	1,655	73,40	1,832	92,70
1,105	15,03	1,290	38,03	1,475	57,37	1,660	73,81	1,833	92,97
1,110	15,71	1,295	38,61	1,480	57,83	1,665	74,24	1,834	93,25
1,115	16,36	1,300	39,19	1,485	58,28	1,670	74,66	1,835	93,56
1,120	17,01	1,305	39,77	1,490	58,74	1,675	75,08	1,830	93,80
1,125	17,66	1,310	40,35	1,495	59,22	1,680	75,50	1,837	94,25
1,130	18,31	1,315	40,93	1,010	59,70	1,685	75,94	1,838	94,60
1,135	18,96	1,320	41,50	1,505	60,18	1,690	76,38	1,839	9,500
1,140	19,61	1,325	42,08	1,510	60,65	1,695	76,76	1,840	95,60
1,145	20,25	1,330	42,66	1,515	61,12	1,700	77,17	1,8405	95,95
1,150	20,91	1,335	43,20	1,520	61,59	1,705	77,60	1,8410	96,38
1,155	21,55	1,340	43,74	1,525	62,06	1,710	78,04	1,8415	97,35
1,160	22,19	1,345	44,28	1,530	62,43	1,715	78,48	1,8410	98,20
1,165	22,83	1,350	44,82	1,535	63,00	1,720	78,92	1,8405	98,52
1,170	23,47	1,355	45,35	1,540	63,43	1,725	79,36	1,8400	98,72
1,175	24,12	1,360	45,88	1,545	63,85	1,730	79,80		
1,180	24,76	1,365	46,41	1,550	64,26	1,735	80,24		

**4. 15°C da turli konsentratsiyadagi nitrat kislotaning  
zichligi**

Zichligi	NHO <sub>3</sub> foizi	Zichligi	NHO <sub>3</sub> foizi	Zichligi	NHO <sub>3</sub> foizi
1,005	1,00	1,210	33,82	1,440	74,68
1,010	1,90	1,220	35,28	1,450	77,28
1,015	2,80	1,230	36,78	1,460	79,93
1,020	3,70	1,240	38,29	1,465	81,45
1,030	5,50	1,250	30,82	1,470	82,90
1,040	7,26	1,260	41,34	1,475	84,42
1,050	8,99	1,270	42,87	1,480	86,05
1,060	10,68	1,280	44,41	1,485	87,70
1,070	12,33	1,290	45,95	1,490	89,60
1,080	13,95	1,300	47,49	1,495	91,60
1,090	15,53	1,310	49,0	1,500	94,09
1,100	17,11	1,320	50,71	1,501	94,0
1,110	18,67	1,330	52,37	1,502	95,08
1,120	20,23	1,340	54,07	1,503	95,55
1,130	21,77	1,350	55,79	1,504	96,00
1,140	23,31	1,360	57,57	1505	96,39
1,150	24,84	1,370	59,39	1,506	96,76
1,160	26,36	1,380	61,27	1,507	97,13
1,170	27,88	1,390	63,23	1,508	97,50
1,175	28,63	1,400	65,30	1,509	97,84
1,180	29,38	1,410	67,50	1,510	98,10
1,190	30,88	1,420	69,80	1,520	99,67

5. 18°C da asos va tuzlarning suvda eruvchanligi<sup>1</sup>

	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	Li <sup>+</sup>	Ag <sup>+</sup>	Ba <sup>2+</sup>	Sr <sup>2+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Zn <sup>2+</sup>	Pb <sup>2+</sup>
Cl <sup>-</sup>	32,93	35,86	77,79	0,0313	37,24	51,09	73,19	55,81	203,9	1,49
Br <sup>-</sup>	65,86	88,76	168,7	0,041	103,6	96,52	143,3	103,1	478,2	0,598
I <sup>-</sup>	137,5	177,9	161,5	0,0635	201,4	169,2	200	148,2	419	0,08
F <sup>-</sup>	92,56	4,44	0,27	195,4	0,16	0,012	0,0016	0,0087	0,005	0,07
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	30,34	83,9	71,43	213,4	8,74	66,27	121,8	74,31	117,8	51,66
OH <sup>-</sup>	142,9	116,4	12,04	0,01	3,7	1,77	0,17	0,001	0,035	0,01
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	11,12	16,83	35,64	0,55	0,0323	0,011	0,20	35,43	53,12	0,0041
CrO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	63,1	61,21	111,6	0,0025	0,0335	0,12	0,4	73,0	—	0,042
S <sub>2</sub> O <sub>4</sub>	30,27	3,34	7,22	0,0035	0,0085	0,0046	0,00356	0,03	0,03	0,0315
CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	108,0	19,39	1,3	0,003	0,0023	0,0011	0,0013	0,1	0,004	0,031

<sup>1</sup> Eruvchanlik moddaning 100 g suvni to'yiniruvchi grammilari hisobida ko'rsatilgan.

## 6. Kislota, asos va tuzlarning suvda eruvchanligi

	H <sup>+</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	Ag <sup>+</sup>	Ba <sup>2+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Zn <sup>2+</sup>	Cu <sup>2+</sup>	Hg <sup>2+</sup>	Pb <sup>2+</sup>	Fe <sup>2+</sup>	Al <sup>3+</sup>	Fe <sup>3+</sup>
OH <sup>-</sup>		e	e	e	-	e	o	h	h	h	-	o	h	h	h
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e
Cl <sup>-</sup>	e	e	e	e	h	e	e	e	e	e	e	o	e	e	e
S <sup>2-</sup>	e	e	e	e	h	-	-	-	h	h	h	h	h	h	-
SO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	e	e	e	e	o	o	o	o	h	-	-	h	o	-	-
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	e	e	e	e	o	h	o	e	e	e	-	o	e	e	e
CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	e	e	e	e	o	h	h	o	-	-	h	h	h	-	-
SiO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	o	e	e	e	5	h	o	-	h	-	-	h	h	-	-
PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	e	-	e	e	h	h	h	o	h	h	h	h	h	o	h
CH <sub>3</sub> COO <sup>-</sup>	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e

*Izoh:* e – eriydi (100 g suvda 1 g dan ortiq); o – oz eriydi (100 g suvda 1 dan 0,001 g gacha);  
h – erimaydi (100 g suvda 0,001 g dan kam); chiziqcha – suvda parchalanadi yoki mavjud emas.

## 7. BUFER ERITMALAR TAYYORLASH

**Fosfat-sitrat buferi, pH = 2,2–8,0.**

$\text{Na}_2\text{HPO}_4\text{-H}_2\text{O}$ , nisbiy molekular massasi 178,05, 0,2 M eritma tayyorlash uchun 35,61 g tuz 1 litr suvda eritiladi.

Sitrat kislota  $\text{H}_2\text{O}$ , nisbiy molekular massasi 210,14, 0,1 M eritma tayyorlash uchun 21,018 g kislota 1 litr suvda eritiladi.

7-jadval

pH	0,2 M $\text{Na}_2\text{HPO}_4$ , ml	0,1 M sitrat kislota, ml	pH	0,2 M $\text{Na}_2\text{HPO}_4$ , ml	0,1 M sitrat kislota, ml
2,2	0,40	19,60	5,2	10,72	9,28
2,4	1,24	18,76	5,4	11,15	8,85
2,6	2,18	17,82	5,6	11,60	8,40
2,8	3,17	16,83	5,8	12,09	7,91
3,0	4,11	15,89	6,0	12,63	7,37
3,2	4,94	15,06	6,2	13,22	6,78
3,4	5,70	14,30	6,4	13,85	6,15
3,6	6,44	13,56	6,6	14,55	5,45
3,8	7,10	12,90	6,8	14,55	4,55
4,0	7,71	12,29	7,0	16,47	3,55
4,2	8,82	11,72	7,2	17,39	2,61
4,4	8,82	11,18	7,4	18,17	1,84
4,6	9,35	10,65	7,6	18,23	1,27
4,8	9,86	10,14	7,8	19,15	0,85
5,0	10,30	9,70	8,0	19,15	0,55



**Borat buferi (0,2 M), pH = 7,4–9,0.**

Natriy tetraborat ( $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ ). Mol massasi – 381,43. 19,072 g natriy tetraborat tuzi 1 litr suvda eritiladi. Borat kislota molekular massasi 61,840. 12,37 g borat kislota 1 litr suvda eritiladi.

8-jadval

pH	$\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ , 05 M, ml	Borat kislota 0,2 M, ml	pH	$\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ 0,05 M, ml	Borat kislota 0,2 M, ml
7,4	1,0	9,0	8,2	3,5	6,5
7,6	1,5	8,5	8,4	4,5	5,5
7,8	2,0	8,0	8,7	6,0	4,0
8,0	3,0	7,0	9,0	8,0	2,0

**Asetat buferi (0,2 M), pH = 3,6–5,8.**

Natriy asetat, nisbiy molekular massasi 136,09.

9-jadval

pH	Natriy asetat 0,2 M, ml	Asetat kislota 0,2 M, ml	pH	Natriy asetat 0,2 M, ml	Asetat kislota 0,2 M, ml
3,6	0,75	7,25	4,8	5,90	4,10
3,8	1,20	8,80	5,0	7,00	3,00
4,0	1,80	8,0	5,2	7,90	2,10
4,2	2,65	7,35	5,4	8,60	1,40
4,4	3,70	6,0	5,6	9,10	0,90
4,6	4,90	5,10	5,8	9,40	0,60

**Tris buferi (0,05 M), pH = 7,2–9,1.**

Tris nisbiy molekular massasi 121,14, eritma hajmi distillangan suv bilan 100 ml ga yetkaziladi.

*10- jadval*

pH		Tris 0,2 M, ml	Xlorid kislota, 0,1 M, ml	H <sub>2</sub> O, ml
23 °C	37 °C			
7,20	7,05	25	45,0	100 ml gacha
7,36	7,22	25	42,5	100 ml gacha
7,54	7,40	25	40,0	100 ml gacha
7,66	7,52	25	37,5	100 ml gacha
7,77	7,63	25	35,0	100 ml gacha
7,87	7,73	25	32,5	100 ml gacha
7,96	7,82	25	30,0	100 ml gacha
8,05	7,90	25	27,5	100 ml gacha
8,14	8,00	25	25,0	100 ml gacha
8,23	8,10	25	22,5	100 ml gacha
8,32	8,18	25	20,0	100 ml gacha
8,40	8,27	25	17,5	100 ml gacha
8,50	8,37	25	15,0	100 ml gacha
8,62	8,48	25	12,5	100 ml gacha
8,74	8,60	25	10,0	100 ml gacha
8,92	8,78	25	7,5	100 ml gacha
9,10	8,95	25	5,0	100 ml gacha

**8. Aminokislotalarni yupqa qavatli va qog'oz xromatografiyasi yordamida ajratish koeffitsiyenti**

Aminokislotalar	Turli xil eritmalardagi qiymati			
Guanin	0,40	0,26	0,17	0,08
Alanin	0,10	0,38	0,24	0,13
Serin	0,11	0,27	0,16	0,08
Sestein	—	0,07	0,08	0,02
Sestin	0,22	0,08	0,05	—
Meteonin	0,79	0,55	0,44	0,25
Treonin	0,49	0,35	0,17	0,13
Valin	0,79	0,60	0,45	0,24
Leysin	0,82	0,73	0,61	0,41
Izoleysin	0,83	0,72	0,59	0,37
Arginin	0,54	0,20	0,10	0,05
Lizin	0,46	0,14	0,08	0,03
Glutamat kislota	0,29	0,30	0,17	0,03
Aspartat kislota	0,13	0,24	0,16	0,02
Fenilalanin	0,84	0,68	0,53	0,34
Tirozin	0,58	0,45	0,24	0,24
Gistidin	0,66	0,20	0,10	0,13
Triptofan	0,75	0,50	0,43	0,17
Prolin	0,88	0,43	0,30	0,13

1 – Fenol – suv (4:1)

2 – N. Butanol – aseton kislota – suv (4:1:1).

3 – N. Butanol – asetat kislota – suv (4:5:5).

4 – N. Butanol – etanol – suv (4:1:4).

## 9. Past harorat hosil qiluvchi aralashmalar

Tuzlar	Tuzlarning miqdori, g	Qor yoki muz miqdori, g	Maksimal past harorat
MgSO <sub>4</sub>	23,4	100	-3,9
NH <sub>4</sub> Cl	30,0	100	-15,8
NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>	45,0	100	-17,3
NaC	30,4	100	-21,2
NaCl	27,5	100	-33,6
CaCl <sub>2</sub>	42,6	100	-55,0
NaCl	41,6		
MH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>	41,6		
NaCl	41,40,0	100	-30
NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>	20,0		

10. 1 litr har xil normallikka ega bo'lgan titrlangan eritmalar tayyorlash uchun sarflanadigan moddalarning miqdori

Asosiy birikmalar	Mol massasi	Ekivalent massasi	I H	0,5 N	0,2 N	0,1 N	0,05 N	0,02 N	0,01 N
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (zichligi 1,84)	98,08	49,04	28 ml	14 ml	5,6 ml	2,8 ml	1,4 ml	0,56 ml	0,28 ml
NaCl (zichligi 1,19)	36,48	35,48	82 ml	41 ml	16,4 ml	8,2 ml	4,1 ml	1,64 ml	0,82 ml
HNO <sub>3</sub> (zichligi 1,40)	63,02	63,02	67 ml	33,5 ml	13,4 ml	6,7 ml	3,4 ml	1,34 ml	0,67 ml
H <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> ·2H <sub>2</sub> O	126,07	63,04	—	—	—	6,3 g	3,15 g	1,26 g	0,63 g
NaOH	40,00	40,00	40,02	20,0 g	8,0 g	4,0 g	2,0 g	0,80 g	0,40 g
KON	56,11	56,11	56,11	28,06 g	11,2 g	5,6 g	2,8 g	1,12 g	0,56 g
Ba(OH) <sub>2</sub> ·8H <sub>2</sub> O	3145	157,75 g	78,88 g	31,54	15,77 g	7,88 g	3,15 g	1,58 g	

**11. Qon plazmasi va qon zardobi biokimyoviy  
ko'rsatkichlarining fiziologik chegarasi**

Aniqlanuvchi komponent	Tekshiriluvchi material	Normal kattaliklar		
		An'anaviy birlikda	Hisoblash koeffitsiyenti	Tavsiya qilinuvchi birlik (SI)
Adrenalin	Plazma	0,35–0,45	5,458	1,92–2,46 nmol/l
Aminli azot	Zardob yoki plazma	20–35 mkg/l	0,714	14,3–25,6 mmol/l
Ammiakli azot	Qon	25–50 mkg/l	0,714	17,85–35,7
	Plazma	10–30 mkg/l	0,714	7,14–21,42 mkmol/l
Qoldiqli azot	Qon	20–40 mg/100 ml	0,714	14,3–28,6 mmol/l
Tuzli fraksiyalangan albumin	Zardob	3,2–4,5 g/100 ml	10,0	32–45 g/l
	Zardob	3,2–4,6 g/100 ml	0,154	0,49–0,69 mmol/l
Elektroforez albumini	Zardob	3,2–5,6 g/100 ml	0,154	0,49–0,86 mmol/l
Alfa-amino-levulin kislota	Zardob	0,01–0,03 mg/100 ml	76,0	0,76–2,28 mkmol/l
Alfa-anti-ripsin	Plazma	200–400 mg/100 ml	0,1852	37,04–74,08 mkmol/l
sAMF	Plazma	0,25–1,0 mkg/100 ml	30,37	7,6–30,4 nmol/l
Aseton	Qon	0,3 mg/100 ml	172,18	0,5–6,5 mkmol/l
Umumiy oqsil		6,0–7,8 g/100 ml	10,0	60–78 g/l

14-jadvalning davomi

1	2	3	4	5
Bilirubin: bevosita	Zardob	0,05–0,25 mg/ 100 ml	17,104	0,86–4,3 mkmol
bilvosita	Zardob	0,1–1,0 mg/ 100 ml	17,104	1,7–17,1 mkmol
umumiy	Zardob	0,1–12 mkg/ 100 ml	17,104	1,7–20,5 mkmol
Vitamin A	Zardob	15–60 mkg/ 100 ml	0,035	0,52–2,1 mkmol
Vitamin B <sub>1</sub>	Plazma	1,0–1,5 mkg/100 ml	0,03	0,03–0,045 mkmol
Vitamin B <sub>2</sub>	Qon	12 mkg/100 ml	0,275	0,033 mkmol
Vitamin B <sub>12</sub>	Qon	0,06–0,14 mkg/100 ml	7,367	0,44–1,03 nmol
Vitamin C	Plazma	0,6–1,6 mg/ 100 ml	56,776	34,1–90,8 mkmol/l
	Qon	0,7–2,0 mg/ 100 ml	56,776	39,7–113,6 mkmol/l
H (biotin)	Plazma	0,9–1,8 mkg/ 100 ml	40,93	36,8–65,5 nmol/l
H (biotin) B <sub>6</sub>	Plazma	1–18 mkg/ 100 ml	0,059	0,059–1,06 mkmol/l
Galaktoza	Zardob	2–17 mg/100 ml	55,51	111–943,7 mkml/l
Gemoglobin: erkaklarda	Zardob yo plazma	13,5–18,0 g/ 100 ml	0,155	2,09–2,79 mmol/l
	Qon			
ayollarda	Qon	12,0–16,0 g/ 100 ml	0,155	1,86–2,48 mmol/l
Gemopeksin	Plazma	70–30 mg/100 ml	0,125	8,75–16–25 mkmol/l

14-jadvalning davomi

1	2	3	4	5
Gistamin	Qon	0,2–0,8 mkg/ 100 ml	89,93	17,99–71,94 nmol/l
Glikogen	Qon	1,62–3,87 mg/100 ml	10,0	16,2–38,7 mg/l
Globulinlar	Zardob	2,3–3,5 g/100 ml	10,0	23–35 g/l
Glukoza	Zardob yo plazma	70–110 mg/ 100 ml	0,0555	3,88–6,105 mmol/l
Glukoz- aminlar: kattalarda	Zardob	61–78 mg/ 100 ml	0,0558	3,4–4,35 mmol/l
bolalarda	Zardob	52–69 mg/ 100 ml	0,0558	2,9–3,85 mmol/l
Glukuron k-ta	Zardob	1,2–1,3 mg/100 ml	51,506 6	61,81–66,96 mkmol
O't kislotalar	Zardob	0–3,0 mg/100 ml	25,47	0,76–4 mkmol
Temir	Zardob	65–175 mkg/100 ml	0,1791	44,8–80,6 mkmol
Immuno- globulin G	Plazma	800–1800 mg/ 100 ml	0,0625	50–112,5 mkmol
Immuno- globulinlar: A	Plazma	90–450 mg/100 ml	0,0625	5,62–28,12 mkmol
M	Plazma	60–250 mg/ 100 ml	0,01	0,6–2,5 mkmol
D	Plazma	5 mg/100 ml	0,0502	0,26 mkmol
E	Plazma	0,006–0,6 mg/ 100 ml	50,0	0,3–30,0 nmol/l
Indikan	Zardob	0,03–0,08 mg/ 100 ml	39,79	1,19–3,18 mkmol/l
Yod: Bog'langan oqsil bilan	Zardob	4,0–8,0 mkg/100 ml	78,796	315,18–630,37 nmol/l



14-jadvalning davomi

1	2	3	4	5
Ekstrallangan butanol	Zardob	3,5-6,5 kg/100 ml	78,796	275,79–512,17 nmol/l
Kaliy	Plazma	3,8–4,6 mg – ekv/l	1,0	3,8–4,6 mmol/l
	Plazma	15–18 mg/100 ml	0,256	3,8-4,6 mmol/l
	Eritrotsitlar	79,8–99,3 mg-ekv/l	1,0	79,8–99,3 mmol/l
	Eritrotsitlar	312–388 mg/100 ml	0,256	79,8–99,3 mmol/l
Kalsiy:	Zardob	4,2–5,2 mg/100 ml	0,2495	1,05–1,30 mmol/l
ionlangan	Zardob	2,1–2,6 mg-ekv/l	0,5	1,05–1,30 mmol/l
umumiy	Zardob	9,0–10,6 mg/100 ml	0,2495	2,25–2,64 mmol/l
umumiy	Zardob	4,4–5,2 mg-ekv/l	0,5	2,2–2,6 mmol/l
bolalarda	Zardob	11,0–13,0 mg/100 ml	0,2495	2,74–3,24 mmol/l
Keton tanachalar	Qon	3 mg/100 ml	10,0	30 mg/l
17-ketosteroidlar	Plazma	25–125 mkg/100 ml	0,0345	0,86–4,31 mk/mol
Kislota-ishqor muvozanati: standart bikarbonat		21–25 mg-ekv/l	10	21–25 mmol/l
Vodorod ko'rsatkichi (pH)	Arteriya qoni	7,36–7,42	1,0	7,36–7,42
	Vena qoni	7.26–7,36	1,0	7,26–7,36
Ortiqcha ishqor (BE)	Plazma	(–2,4)–(+2,3) mg-ekv/l	1,0	(–2,4)–(+2,3) mmol/l

14-jadvalning davomi

1	2	3	4	5
CO <sub>2</sub> ning parsial bosimi	Arteriya qoni	35,8–46,6 mm s.u.	0,133	4,76–6,2 kPa
	Vena qoni	46–58 mm s.u.	0,133	6,1–7,7 kPa
Kislorodning parsial bosimi	Arteriya qoni	95–100 mm s.u.	0,133	12,6–13,3 kPa
	Vena qoni	40–45 mm s.u.	0,133	5,3–6,0 kPa
Umumiy karbonat anhidrid	Plazma	23–33 mm/l	1,0	23–33 mmol/l
Kortizol: 8–10 soat	Plazma	5–25 mkg/100 ml	27,5885	137,9–689,7 nmol/l
16–18 soat	Plazma	2–18 mkg/100 ml	27,5885	55,2–496,6 nmol/l
Kreatinin: erkaklarda	Zardob yo plazma	0,2–0,6 mg/100 ml	76,2543	15,25–45,75 mkmol/l
ayollarda	Zardob yo plazma	0,6–1–2 mg/100 ml	76,2543	45,75–76,25 mkmol/l
Kreatinin	Zardob yo plazma	0,6–1,2 mg/100 ml	88,4016	53,0–106,1 mkmol/l
Lizotsin	Plazma	0,5–1,5 mg/100 ml	0,6667	0,3–1,0 mkmol/l
Limon kislota	Zardob yoki plazma	0,7 g–3,0 mg/100 ml	52,0481	88,5–156,1 mkmol/l
Umumiy yog'lar	Zardob	400–800 mg/100 ml	0,01	4,0–8,0 g/l
Yog' kislotalar: umumiy	Zardob	9–15 mm/l	1,0	9–16 mmol/l
	Plazma	640–880 mkg-ekv/l	1,0	640–880 mkmol
	Plazma	640–880 mkg-ekv/l	1,0	640–880 mkmol
	Plazma	780–1180 mkg-ekv/l	1,0	780–1180 mkmol
ovqatlan-gan-dan so'ng	Plazma	780–1180 mkg-ekv/l	1,0	780–1180 mkmol
Triglitsidlar:	Zardob yoki plazma	50–150 mg/100 ml	0,0118	0,59–1,77 mmol/l

14-jadvalning davomi

1	2	3	4	5
Fosfolipidlar: umumiy	Zardob	152,5–362,5 mg/100 ml	0,01	1,52–3,62 g/l
Fosforiga nisbatan	Zardob	6,1–14,5 mg/ 100 ml	0,3223	1,97–4,68 mmol/l
Umumiy xolesterin	Plazma	115–340 mg/ 100 ml	0,258	2,97–8,79 mmol/l
Alfa lipopro- teidlar erkaklarda	Plazma	125–425 mg/100 ml	0,01	1,25–4,25 g/l
ayollarda	Plazma	250–650 mg/ 100 ml	0,01	2,5–6,5 g/l
Beta-lipo- proteidlar	Plazma	300–450 mg/100 ml	0,01	3,0–4,5 g/l
Magniy	Zardob	1,5–2,5 mg-ckv/l	0,5	0,75–1,25 mmol
Alfa- makroglobulin	Plazma	150–350 mg/ 100 ml	0,0122	1,83–4,27 mkmol/l
Mis: erkaklarda	Zardob yoki	70–140 mkg/ 100 ml	0,1574	11,0–22,0 mkmol/l
ayollarda	Plazma	85–155 mkg/ 100 ml	0,1574	13,4–24,4 mkmol/l
Metgemo- globin	Qon	0,0–0,24 g/ 100 ml	155,0	0–37,2 mkmol/l
Sut kislotasi	Arteriya qoni	3–7 mg/ 100 ml	0,111	0,33–0,78 mmol/l
	Vena qoni	5–20 mg/ 100 ml	0,111	0,55–2,22 mmol/l
Siydik kislota: erkaklarda	Zardob	2,1–7,8 mg/ 100 ml	0,0594	0,12–0,46 mmol/l
ayollarda	Zardob	2,0–6,4 mg/ 100 ml	0,0594	0,12–0,38 mmol/l

14-jadvalning davomi

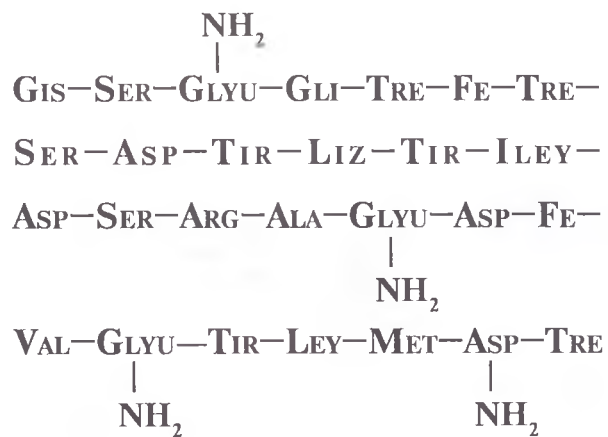
1	2	3	4	5
Siydikchil	Qon	20–50 mg/ 100 ml	0,1665	3,33–8,32 mmol/l
Natriy	Plazma	134–169 mg-ekv/l	1,0	134–169 mmol/l
	Plazma	310–290 mg/ 100 ml	0,4345	134–169 mmol/l
	Eritro- tsitlar	31–50 mg/ 100 ml	0,4345	13,4–21,7 mmol/l
	Eritro- tsitlar	13,4–21,7 mg-ekv/l	1,0	13,4–21,7 mmol/l
Neyramin kislota	Zardob	65 mg/100 ml	32,3311	2101 mmol/l
Noradrenalin	Plazma	0,65–0,81 mkg/100 ml	59,11	38,42–47,88 nmol/l
P-oksikortiko- steroidlar	Plazma	13–23 kg/ 100 ml	10,0	130–230 mkg/l
17-oksikorti- kosteroidlar erkaklarda	Plazma			
	Plazma	7–19 mkg/ 100 ml	27,5886	193, 12– 524,18 nmol/l
ayollarda	Plazma	9–21 mkg/ 100 ml	27,5886	248,3–579, 36 nmol/l
Beta-yogʻ- oksikislota	Qon	0,14–1,9 mkg/100 ml	96,05	13,4–182,5 mkmol/l
Pirouzum kis- lota	Qon	0,3–0,9 mkg/ 100 ml	113,56	34,07–102,2 mkmol/l
Plazminogen	Plazma	20–40 mkg/ 100 ml	0,07	1,4–2,8 mkmol/l
Prealbumin	Plazma	10–40 mkg/ 100 ml	0,1639	1,64–6,56 mkmol/l
Protoporfirin	Eritro- tsitlar	15–50 mkg/ 100 ml	0,0178	0,27–0,89 mkmol/l
Qand	Qon	80–120 mg/ 100 ml	0,01	0,8–1,2 g/l

14-jadvalning davomi

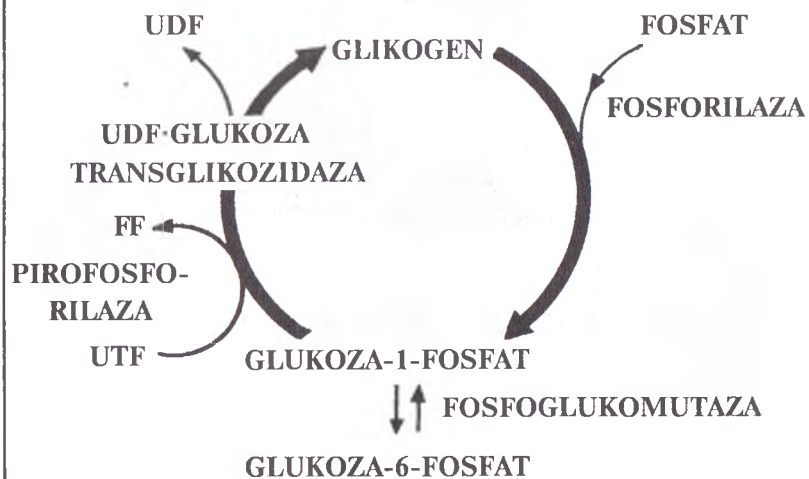
1	2	3	4	5
Sial kislotalar	Zardob	55–79 mg/ 100 ml	10,0	550–790 ml/l
Serotonin	Qon	5,0–30,0 mkg/100 ml	0,0568	0,3–1,7 mkmol/l
Somatotropin	Zardob	10 mg/ml	0,0465	0,47 nmol/l
Testosteron: erkaklarda	Zardob yoki plazma	400–1200 mg/100 ml	0,0347	13,8–41,6 nmol/l
ayollarda	Zardob yoki plazma	30–120 mg/ 100 ml	0,0347	1,04–4,16 nmol/l
Tireoglobulin	Zardob	10–26 mkg/ 100 ml	10,0	100–260 mkg/l
Umumiy tiroksin		5–11 mkg/ 100 ml	12,872	64.36–141, 59 nmol/l
Transferrin	Zardob	170–400 mg/100 ml	0,1136	19,3–45.4 mkmol/l
Fenilalanin: kattalarda	Zardob	3 mg/100 ml	0,0605	0,18 mmol/l
chaqaloqlarda	Zardob	1,2–3,5 mg/ 100 ml	0,0605	0,073–0,212 mmol/l
Fibrinogen	Plazma	200–400 mg/ 100 ml	6,0293	5,9–11,7 mkmol/l
Noorganik fosfor: kattalarda	Zardob	2–4 mg/ 100 ml	0,3228	0,64–1,29 mmol/l
bolalarda	Zardob	4–7,1 mg/ 100 ml	0,3228	1,29–2,26 mmol/l
Fruktoza	Qon	0,1–0,5 mg/ 100 ml	55,8	5,55–7,75 mkmol/l
Fukoza	Zardob	7,7–0,9 mg/ 100 ml	60,9156	469,05– 548,24 mkmol/l
Xloridlar	Qon	295 mg/100 ml	0,282	83,19 mmol/l
	Zardob	95–103 mg-ekv/l	1,0	95–103 mmol/l
Seruloplazmin	Zardob	23–50 mg/ 100 ml	0,0662	1,52–3,31 mkmol/l



16. Glukagonning birlamchi tuzilishi



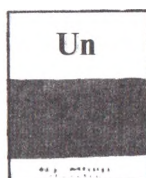
17. Glikogenning parchalanish va sintez sxemasi



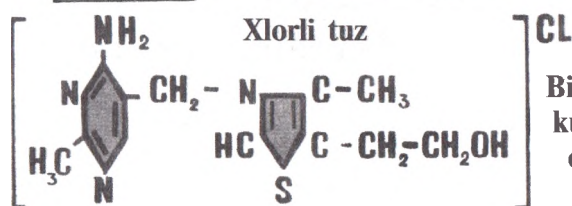
## 18. VITAMINLAR

### VITAMIN B

(Polinevritga qarshi – tiamin)



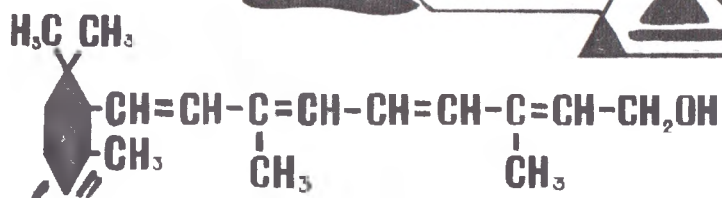
Xamirturish



Bir kecha-  
kunduzlik  
ehtiyoj:  
2 mg

### VITAMIN B<sub>1</sub>

(Shabko'rlik – retinol)



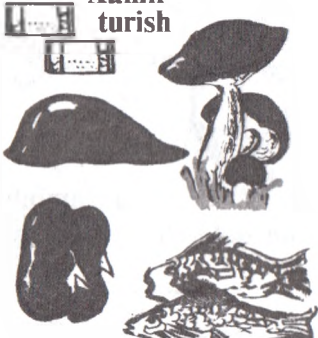
Ehtiyoj: 1–2,5 mg



**VITAMIN B<sub>2</sub>**  
(O'sish vitamini – riboflavin)

$$\begin{array}{c}
 \text{CH}_2\text{OH} \\
 | \\
 \text{HOCH} \\
 | \\
 \text{HOCH} \\
 | \\
 \text{HOCH} \\
 | \\
 \text{CH}_2 \\
 | \\
 \begin{array}{c}
 \text{H}_3\text{C} \quad \text{N} \quad \text{N} \quad \text{CO} \\
 \diagdown \quad \diagup \quad \diagdown \quad \diagup \\
 \text{H}_3\text{C} \quad \text{N} \quad \text{CO}
 \end{array}
 \end{array}$$

Xamir-  
turish

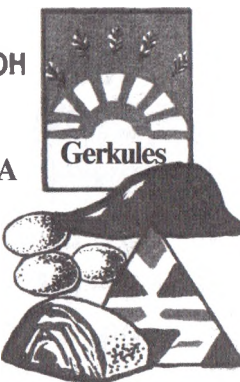


Bir kecha-kunduzlik ehtiyoj:  
2–3 mg

**VITAMIN B<sub>3</sub>**  
(Pantoten kislota)

$$\begin{array}{c}
 \text{CH}_3 \quad \text{OH} \\
 | \quad | \\
 \text{HO}-\text{CH}_2-\text{C}-\text{CH}-\text{CO}-\text{NH}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{COOH} \\
 | \\
 \text{CH}_3
 \end{array}$$

Pantoten kislota koenzim A tarkibiga kirib, asil radikallarini olib o'tishda qatnashadi

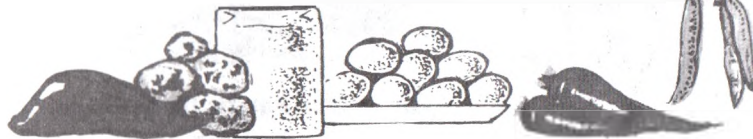
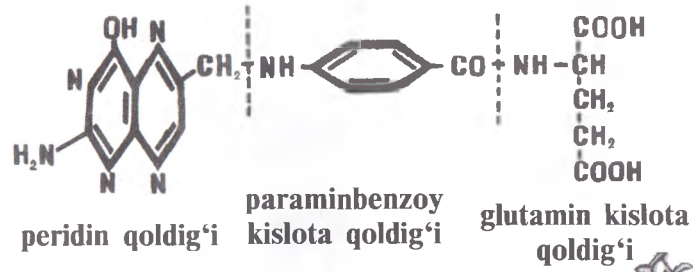


Butitilkoenzim A  
Asetilkoenzim A  
Suksinilkoenzim A

Bir kecha-kunduzlik ehtiyoj: 10 mg

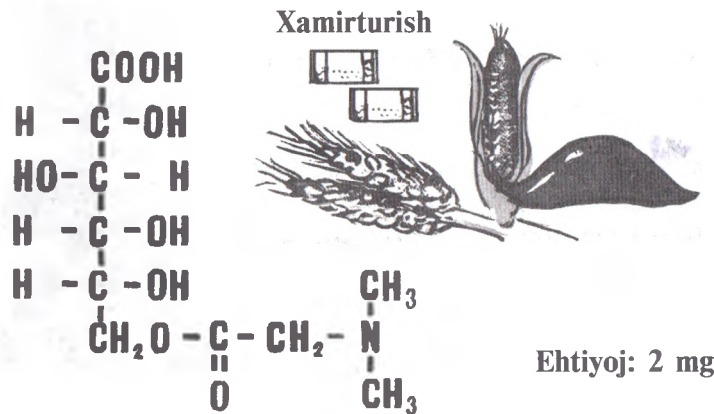
### VITAMIN B<sub>12</sub>

(Anemiyaga qarshi – folein kislota)



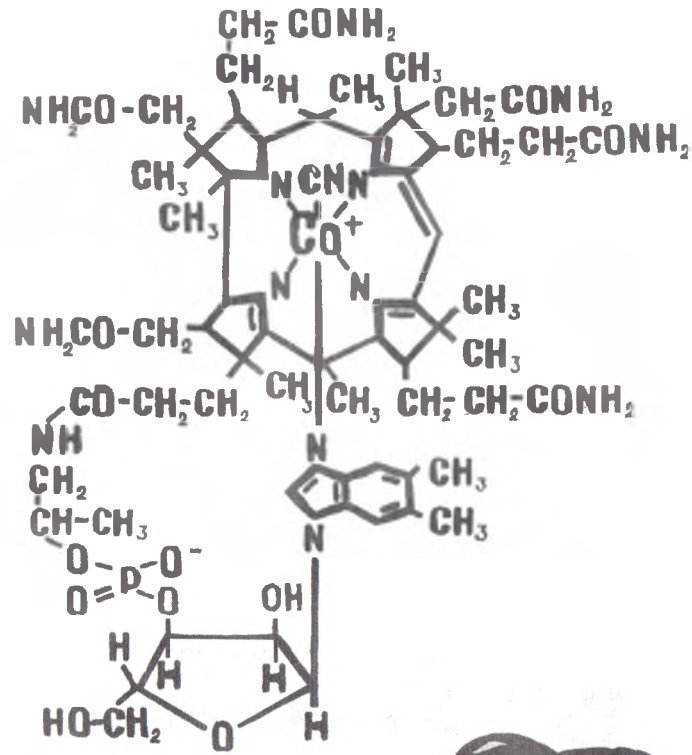
### VITAMIN B<sub>15</sub>

(Pangamin kislota – to'qimada kislorod kamchiligiga qarshi)



VITAMIN B<sub>12</sub>

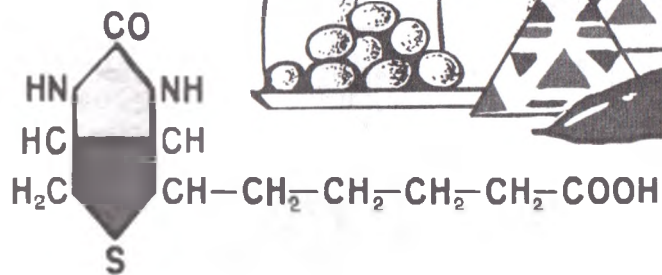
(Sianokobalamin – anemiyaga qarshi)



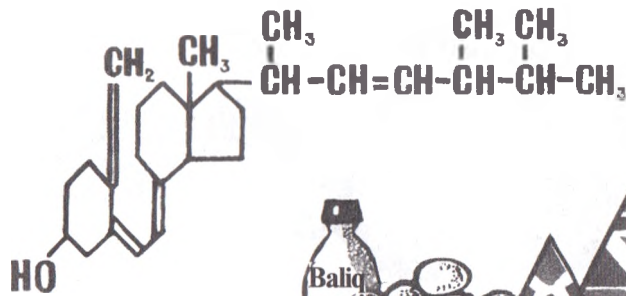
Bir kecha-kunduzlik ehtiyoj: 0,001 mg

VITAMIN H  
(Biotin)

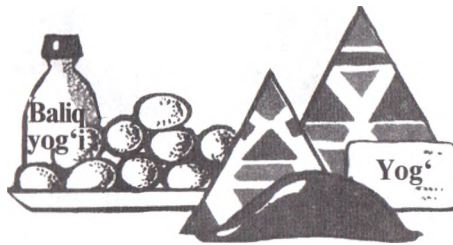
Ehtiyoj: 0,01 mg



VITAMIN D<sub>2</sub> (Ergokalsiferol)  
PROVITAMIN-ERGOSTERIN

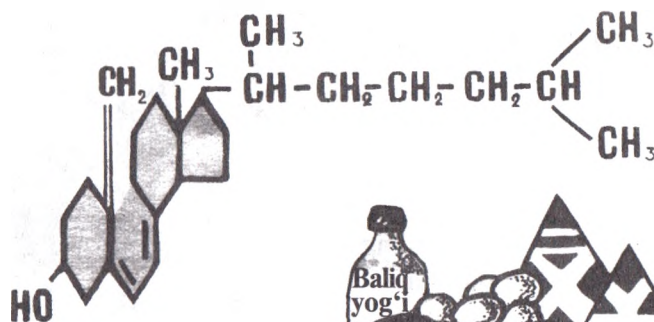


Bir kecha-  
kunduzlik ehtiyoj:  
0,013–0,025 mg



VITAMIN D<sub>3</sub> (Xolikalsiferol)

PROVITAMIN-7- DEGIDROXOLESTERIN

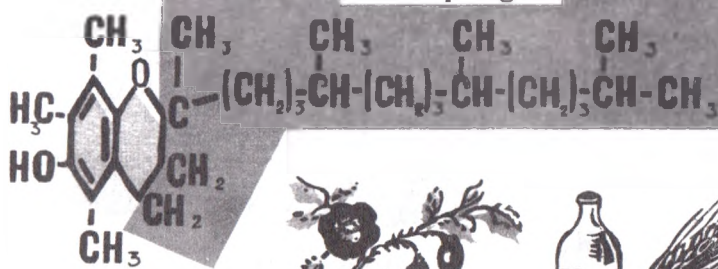


Bir kecha-  
kunduzlik ehtiyoj:  
0,013–0,025 mg



VITAMIN E<sub>2</sub>  
(Naslsizlikka qarshi – α-tokoferol)

Fitol qoldig'i



Bir kecha-  
kunduzlik ehtiyoj:  
30 mg



Xamirturish

VITAMIN PP (Pellagra qarshi – nikotinamid)



Nikotin kislotasi



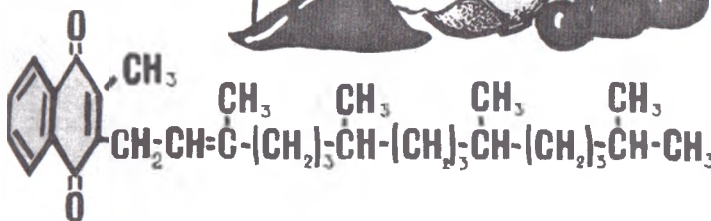
Nikotin kislotasining amidi



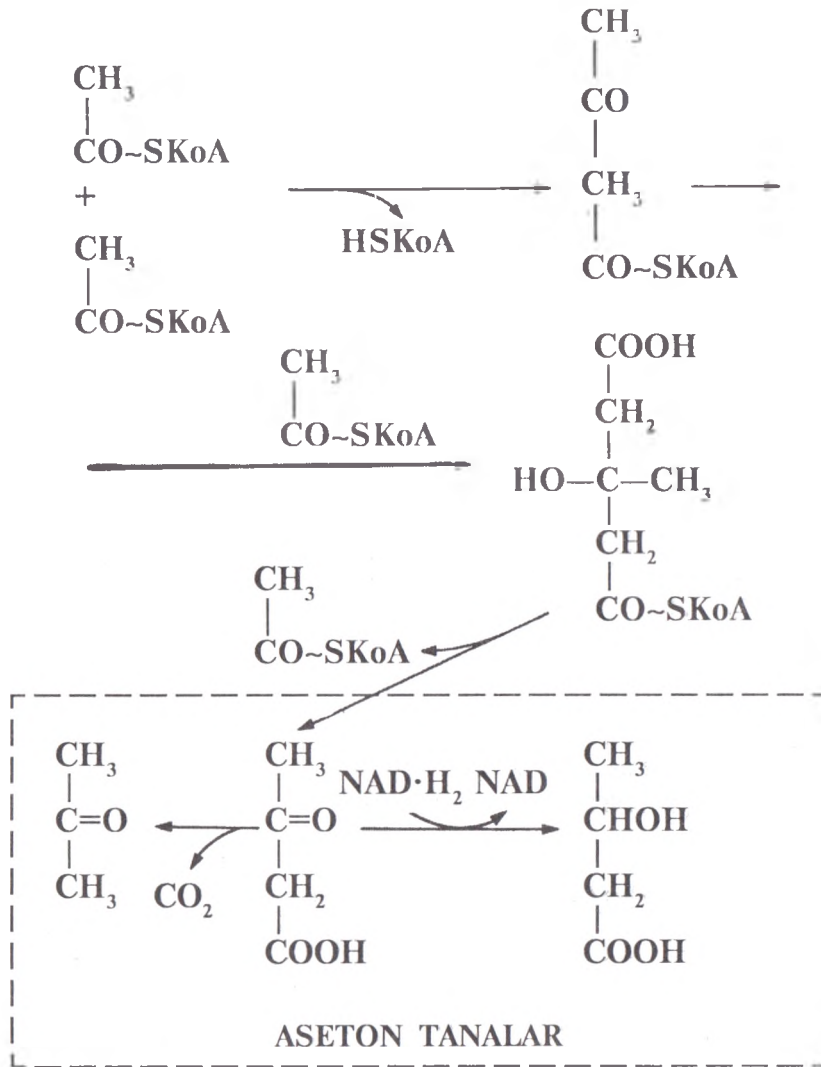
Bir kecha-kunduzlik ehtiyoj: 15–25 mg

VITAMIN K<sub>1</sub> (Gemmaroyga qarshi – naftoxinon)

Bir kecha-kunduzlik ehtiyoj: 10–15 mg

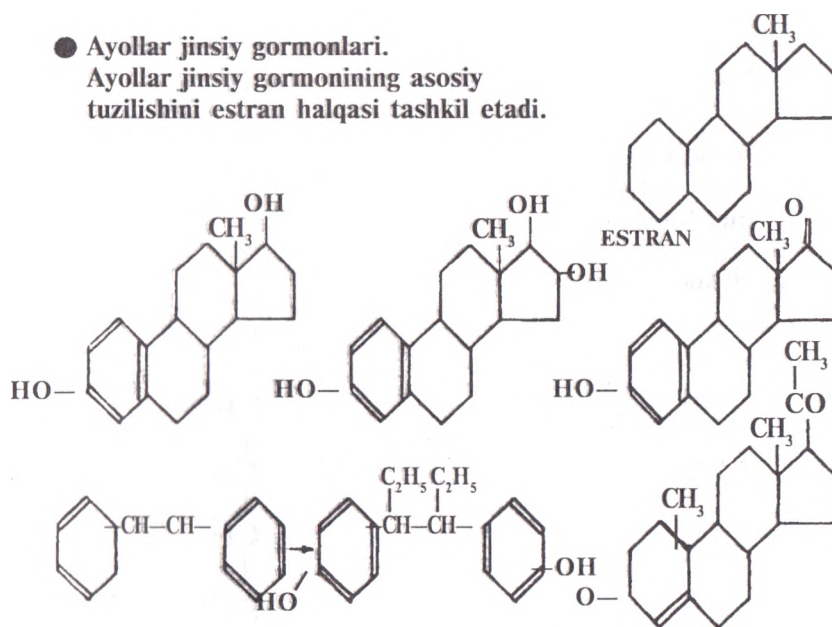


### 19. ASETON TANALARI SINTEZI

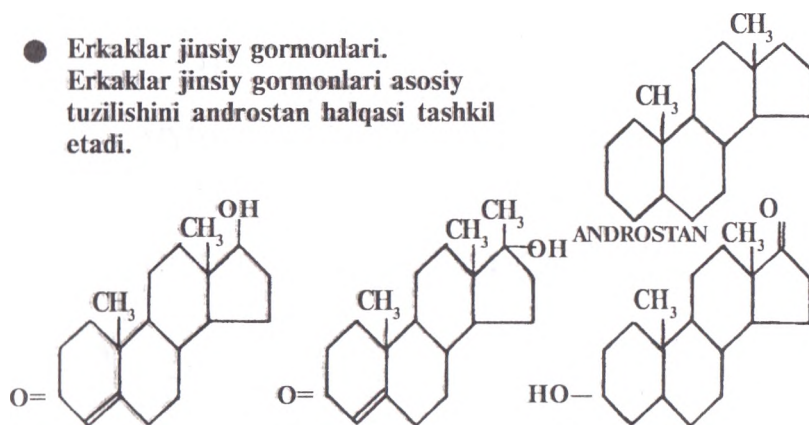


## 20. JINSIY GORMONLAR

- Ayollar jinsiy gormonlari.  
Ayollar jinsiy gormonining asosiy tuzilishini estran halqasi tashkil etadi.



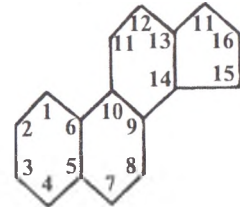
- Erkaklar jinsiy gormonlari.  
Erkaklar jinsiy gormonlari asosiy tuzilishini androstan halqasi tashkil etadi.



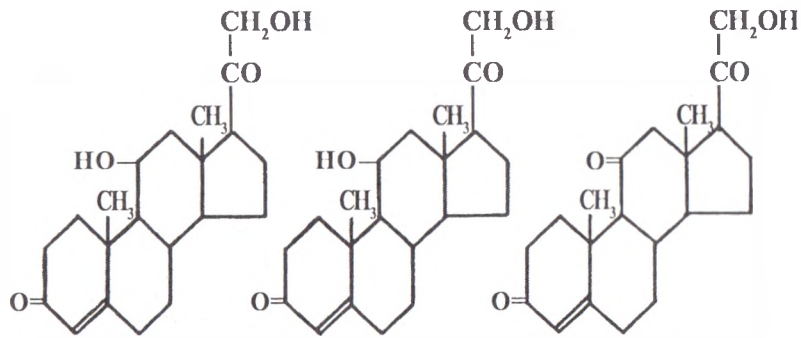


## 21. BUYRAKUSTI PO'STLOG'I GORMONLARI

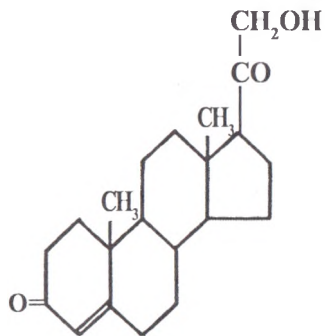
Siklopentanpergidrofenantren  
buyrakusti po'stlog'i gormonlari  
asosiy tuzilishini tashkil qiladi



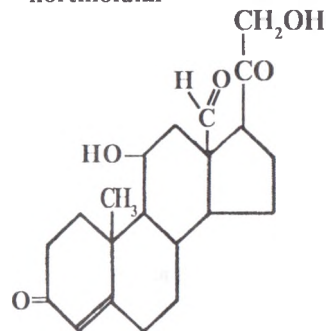
● glukokortikoidlar



● mineralokortikoidlar



● gluko- va mineralo-  
kortikoidlar



---

---

## TEST SAVOLLARI

### 1. Karbonsuvlar, bu:

A) ko'p atomli spirt moy kislotalardan tashkil topgan biopolimerlar;  
B) C, O, H, N va atomlardan tuzilgan yuqori molekulyar organik birikmalar;  
D) S, H, O atomlaridan tuzilgan katta organik moddalar guruhi bo'lib, umumiy  $S_nH_{2n}O_n$  formulaga ega;  
E) aminokislota va vitaminlardan tashkil topgan bioorganik molekulyarlar;  
F) suvda yaxshi eriydigan turli kimyoviy tabiatli organik moddalar.

### 2. Eng ko'p miqdorda karbonsuvlar uchraydi:

A) inson organizmida; B) bakteriyalarda;  
D) o'simliklarda; E) zamburug'larda; F) viruslarda.

### 3. Inson va hayvon a'zolarida eng ko'p karbonsuvlar uchraydi:

A) bosh miyada; B) skelet mushaklarida;  
D) miokarda; E) o'pkada; F) jigarda.

### 4. Inson organizmida karbonsuvlarni bajarishdagi asosiy vazifasi bu:

A) energetik; B) transport;  
D) regulator (boshqarish); E) katalitik; F) qisqarish.

### 5. Konosaxaridlar kimyoviy tabiati bo'yicha:

A) ko'p atomli spirtlar; B) efir;  
D) aldegidlar va ketonlar; E) karbon kislotalar;  
F) amin va amidlar.

### 6. Quyidagi monosaxaridlar keltirilgan sinflarning asosiy vakillari hisoblanadi:

1) trioza A) riboza, ribuloza va dezoksiriboza;  
2) tetrozalar B) fruktoza, galaktoza, glukoza;  
3) pentozalar D) glitserin aldegidi, dioksiaseton;  
4) geksozalar E) laktoza, maltoza;  
F) eritroza.

### 7. Oligosaxaridlarni tuzilishi quyidagicha:

A) ko'p monosaxaridlar qoldiqlaridan tuzilgan karbonsuvlar; B) ko'p bo'lmagan (2–12) monosaxaridlar qoldig'idan tuzilgan karbonsuv;  
D) aldegid va spirt qoldiqlaridan tuzilgan organik birikma; E) ko'p monosaxarid va monosaxarid hosilalarini qoldiqlaridan tuzilgan yuqori molekulyar modda;  
F) aldegid va ketonlardan tuzilgan organik modda.

**8. Ko'p tarqalgan oligosaxaridlarning vakillari quyidagilar:**

- A) glukoza, galaktoza, fruktoza; B) riboza, ribuloza, mannoza;  
D) dioksiaseton, sedozeptuloza; E) saxaroza, laktoza, maltoza;  
F) eritroza, ksiloza, dezoksiriboza.

**9. Keltirilgan disaxaridlar: 1—maltoza, 2—saxaroza, 3—laktozalar quyidagi qoldiqlardan tuzilgan:**

- A) glukoza va galaktoza; B) ikki molekulari glukoza;  
D) glukoza va fruktoza; E) fruktoza va galaktoza;  
F) mannoza va riboza.

**10. Polisaxaridlarning kimyoviy tabiati bo'yicha:**

A) juda ko'p monosaxaridlar qoldiqlari qo'shilishidan tuzilgan yuqori molekulari modda; B) yuz va minglab monosaxarid va ularning hosilalaridan tuzilgan yuqori molekulari modda; D) glukoza va sulfat kislotasi qoldiqlaridan tuzilgan murakkab karbonsuv; E) kam monosaxarid qoldiqlaridan tuzilgan karbonsuv; F) fruktoza va neytral kislotasi qoldiqlaridan tuzilgan karbonsuv.

**11. Kraxmal va glikogen molekularidan glukoza qoldiqlari quyidagi bog'lar bilan bog'langan:**

- A) 1,4- $\alpha$ -bog'; B) 1,4- $\beta$ -bog'; D) 1,4- $\alpha$ -1,6-bog';  
E) 1,6- $\alpha$ -bog'; F) 1,4- $\beta$  va 1,6- $\alpha$ -bog'.

**12. Glukoza (1), fruktoza (2), kraxmallar (3) ga xos reaksiyalarni ko'rsating:**

- A) biuret; B) yod reaksiyasi;  
D) ningidrin; E) tromer; F) selivanov.

**13. Quyidagilar qanday xususiyatlari bo'yicha lipidlar sinfiga kiritilgan:**

- A) suvda yoki organik erituvchilarda eruvchanligi bilan;  
B) bir xil funksional guruhlar borligi bilan;  
D) molekuladagi karbon atomlari soni bilan;  
E) qaynash harorati bilan;  
F) spirtida eruvchanligi bilan.

**14. Fosfolipid molekulari tarkibiga qanday moddalar kiradi?**

A) glitserin va moy kislotalari; B) moy kislotalari, glitserin, fosfat kislotasi va azot asoslari; D) bir atomli spirt sfingozin, fosfat va moy kislotalar; E) tarkibida siklopentanpergidrofenantren halqasini tutgan murakkab birikmalar; F) sfingozin, karbonsuv, moy kislotasi va sulfat kislotasi.

**15. Neytral moylarga qaysi sifat reaksiya xos?**

- A) ningidrin reaksiyasi; B) tromer reaksiyasi;  
D) akrolein reaksiyasi; E) selvanov reaksiyasi;  
F) biuret reaksiyasi.

**16. Quyidagi guruh lipidlarining biologik vazifalarini aniqlang:**

1. to'yinmagan moy kislotalari; 2. neytral moylar;  
3. fosfolipidlar; 4. glikolipid; 5. steroidlar.  
A) jamg'arma energiya manbai;  
B) hamma biologik membranalarning struktura qismlari;  
D) prostoglandinlarni sintezlanishi uchun xomashyo;

- E) gormonlik; F) nerv to'qima membranalarining struktur asosi.
- 17. Neytral moylarni gidrolizlaganda qanday moddalar hosil bo'ladi?**  
 A) glitserin; B) spirt, efir;  
 D) aminospirt; E) moy kislotalari, glitserin; F) fosfat kislotalari.
- 18. Oqsillar bu:**  
 A) tarkibida azot tutgan organik moddalar bo'lib, molekulari turli aminokislotalarning qoldiqlaridan tuzilgan;  
 B) monosaxaridlar qoldiqlaridan tuzilgan yuqori molekulari organik moddalar;  
 D) monosaxarid va vitaminlardan tuzilgan organik moddalar;  
 E) molekularida S, N, Q atomlarini tutuvchi moddalar;  
 F) organik kislota, moy kislota va aminokislotalarni qoldiqlaridan tuzilgan molekulari organik moddalar.
- 19. Oqsillar quyidagi biologik funksiyalarni bajaradi:**  
 A) energetik va himoya; B) katalik va qisqarish;  
 D) struktura va transport; E) regulator va toksik;  
 F) keltirilganlarning hammasi.
- 20. Turli oqsil molekularida asosiy kimyoviy elementlarning miqdori quyidagicha:**
- |                |                |
|----------------|----------------|
| 1. Uglarod.    | A) 0,3—2,5%;   |
| 2. Kislorod.   | B) 6—7%;       |
| 3. Vodorod.    | D) 51—55%;     |
| 4. Azot.       | E) 21,5—23,5%; |
| 5. Oltinugurt. | F) 15—17%.     |
- 21. Aminokislotalar va oqsillarning amfoterlik xususiyati quyidagi omillar bilan belgilanadi:**  
 A) erkin aminoguruhlar;  
 B) erkin karboksil guruhlar;  
 D) suvda karboksil va aminoguruhlar;  
 E) erkin karboksil va aminoguruhlar;  
 F) organik erituvchilarda erimasligi.
- 22. Aminokislotalarni qaysi hossalarga binoan sinflarga ajratish mumkin:**  
 A) radikallarning kimyoviy tabiati bo'yicha;  
 B) funksional guruhlarining soni;  
 D) molekulasini qutubligi;  
 E) organizmda sintezlash qobiliyati;  
 F) keltirilgan barcha omillar bo'yicha.
- 23. Manoaminomonokarbon (I), monoaminodikarbon (II), diamino-karbon (III), aminokislotalar guruhlariga qaysi aminokislotalar kiradi?**  
 A) aspargin va gultamin kislotalar; B) lizin va arginin;  
 D) gultamin va serin; E) alanin va valin; F) triptofan va lizin.
- 24. Asiklik (I), siklik (II), geterosiklik (III) aminokislotalar guruhlariga qaysi amin kiradi?**  
 A) triptofan va gistidin; B) leysin va izoleysin,

- D) alanin va prolin; E) tirozin va fenilalanin;  
 F) tiptofan va valin.
- 25. Qaysi aminokislotalar ishqoriy (I), kislotalik (II), gidrofob (III) va gidrofil (IV) guruhlariga kiradi:**  
 A) glitsin, serin va sistein; B) gistidin, tirozin va glitsin;  
 D) asparagin va glutamin kislota; E) ariginin va lizin;  
 F) leysin va valin.
- 26. Oqsil molekulasidagi peptid bog'lar quyidagicha hosil bo'ladi:**  
 A) birinchi aminokislotasini amino va ikkinchisini karboksil guruhi qo'shilishidan;  
 B) birinchi aminokislotasini karboksil va ikkinchisini spirt guruhini qo'shilishidan;  
 D) birinchi aminokislota metil va ikkinchisini sulfidril guruhini qo'shilishidan;  
 E) birinchi aminokislota spirt va ikkinchisini aminoguruhi qo'shilishidan;  
 F) ikkita aminokislota sulfidril guruhlarini qo'shilishidan.
- 27. Oqsil molekulasini birlamchi (I), ikkilamchi (II), uchlamchi (III) va to'rtlamchi (IV) struktura tuzilishi bu:**  
 A) oqsil molekulasidagi aminokislota qoldiqlarining soni va ularni polipeptid zanjirida ketma-ket joylashishi; B) aminokislota qoldiqlarini polipeptid zanjirida peptid bog'ini hosil qilish; D) polipeptid zanjirini fazoda a- spiral va plastinkasimon shaklini hosil qilish; E) ikki va undan ortiq polipeptid zanjirlarini fazoda kompakt joylashishi; F) polipeptid zanjirini fazoda globula (sharsimon) yoki fibrilla (ipsimon) shaklida kompleks joylashishi.
- 28. Oqsillar qaysi xususiyatlariga qarab oddiy (protein) va murakkab (proteif) oqsillarga bo'linadi:**  
 A) fizik-kimyoviy xossalari;  
 B) molekulasining shakli va o'lchami;  
 D) kimyoviy tarkibi; E) hujayrada joylashish; F) bajaradigan vazifasi.
- 29. Oddiy oqsillarga qaysi oqsillar kiradi?**  
 A) protaminlar; B) gistonlar; D) albuminlar va globulinlar;  
 E) protaminlar va proteinoidlar; F) yuqorida keltirilgan oqsillarning hammasi.
- 30. Keltirilgan oqsillardan qaysi biri oddiy oqsillarga kiradi?**  
 A) gemoglobin; B) mioglobin; D) sitoxrom; E) tuxum albumini;  
 F) ferritin.
- 31. Keltirilgan oqsillardan qaysi biri murakkab oqsillarga kiradi:**  
 A) miozin; B) aktin; D) katalaza; E) alfa-globulin; F) kollogen.
- 32. Gemoglobinning biologik vazifasi bu:**  
 A) mushak qisqarishida ishtirok etadi; B) O<sub>2</sub> va SO<sub>2</sub> tashish vazifasini bajaradi; D) ionlarni plazmatik membranalardan o'tkazish; E) qondagi qand miqdorini tartibga solish; F) fermentativ faolligi.

- 33. Miozinning biologik vazifasi:**  
 A) modda almashinuvini tartiblash; B) ionlarni biologik membranalardan o'tkazish; D) mushakni qisqarish va tortilishida (bo'shashida) ishtiroki; E) energiya manbai; F) organizmning immunitetini tashkillash.
- 34. Oqsillarga (peptid bog'iga) qaysi reaksiya xos?**  
 A) fol reaksiyasi; B) ningidrin reaksiyasi;  
 D) tromer reaksiyasi; E) biuret reaksiyasi;  
 F) selivanov reaksiyasi.
- 35. Barcha aminokislotalarga xos sifat reaksiyasi qaysi?**  
 A) ningidrin reaksiyasi; B) fol reaksiyasi;  
 D) ksantoprotein reaksiyasi; E) selivanov reaksiyasi;  
 F) tromer reaksiyasi.
- 36. Siklik aminokislotalarga xos reaksiya bu:**  
 A) biuret reaksiyasi; B) selivanov reaksiyasi;  
 D) ksantoprotein reaksiyasi; E) ningidrin reaksiyasi;  
 F) fol reaksiyasi.
- 37. Tarkibida oltingugurt tutgan aminokislotalarga (sistein, metionin) xos reaksiya:**  
 A) fol reaksiyasi; B) ksantoprotein reaksiyasi;  
 D) trommer reaksiyasi; E) biuret reaksiyasi; F) selivanov reaksiyasi.
- 38. Nuklein kislotalarning tirik hujayralarda bajaradigan asosiy biologik funksiyasi quyidagicha:**  
 A) anabolik jarayonlarni energiya bilan taminlaydi; B) modda almashish jarayonlarini tartibga soladi; D) oqsil sintezlanishi orqali nasl belgilarini saqlaydi va bir avloddan ikkinchisiga o'tkazadi; E) hujayra organoidlarini asosiy tarkibiy qismi hisoblanadi; F) gormon va vitaminlarni sintezlanishini tartibga soladi.
- 39. Nuklein kislotalarning tarkibiga kiradi:**  
 A) aminokislotalar; B) nukleozidlar;  
 D) monosaxaridlar; E) nekleotidlar; F) glitserin va moy kislotalari.
- 40. Nukleitidlarni gidrolizlaganda quyidagi komponentlar hosil bo'ladi:**  
 A) turli aminokislotalar; B) azot asoslari va karbonsuv va fosfat kislota;  
 D) azot asosi va karbon suv komponenti; E) pentoza va fosfat kislota;  
 F) glitserin va moy kislota.
- 41. Nuklein kislota molekularining karbonsuv komponentli qismi bu:**  
 A) glukoza va galaktoza; B) ribuloza va fruktoza;  
 D) saxaroza va laktoza; E) riboza va dezoksiriboza;  
 F) eritroza va maltoza.
- 42.  $A-G=S-T$ ;  $A-S = G-T$  va  $G = S$  hamda  $A = T$  spetsifiklik koeffitsiyenti qoidasini kim ochgan?**  
 A) Belozerskiy; B) Krik; D) Uotson; E) Chargaff; F) Spirin.
- 43. DNK ni ikkilamchi struktura tuzilishini qaysi olimlar o'rgangan:**  
 A) Belozerskiy; B) Chargaff;  
 D) Uotson va Krik; E) Krik; F) Uilkins.

**44. Quyidagi azot asoslaridan qaysi biri DNK (I) va qaysi biri RNK (II) tarkibiga kirmaydi:**

A) adenin; B) guanin; D) urasil; E) sitozin; F) timin.

**45. Informatsion, ribosomal, transport RNKlar quyidagi belgilar bilan o'zaro farqlanadi:**

A) nukleotidlar tarkibi; B) bajaradigan vazifasi; D) molekular og'irligi; E) struktura tuzilishi; F) keltirilganlarning hammasi.

**46. DNK molekulasida azot asoslarini komplementlar joylanish prinsipiga asosan qaysi azot asoslari juft-juft joylashadi:**

A) A—G, S—T;            B) G—T;            A—S;  
D) A—T;                    E) S—A;            T—G;  
F) hammasi to'g'ri.

**47. ATF hujayrada qanday vazifalarni bajaradi:**

A) anabolik jarayonlarning asosiy energiya manbayi;  
B) katabolik jarayonlarning energiya manbayi;  
D) DNK molekulasining tarkibiga kiradi;  
E) RNK molekulasi tarkibiga kiradi;  
F) fermentlar tarkibiga kiradi.

**48. Nukleozid (I) va nukleotid (2) molekulari tashkil topgan:**

A) azot asosi va fosfat kislota qoldig'idan; B) azot asosi, karbonsuv va fosfat kislota qoldig'idan; D) karbonsuv va fosfat kislota qoldig'idan; E) azot asosi va karbonsuv komponentidan; F) aminokislota va azot asosida.

**49. Fermentlar o'zlarining kimyoviy tarkibi bo'yicha:**

A) karbonsuvlar; B) vitaminlar; D) oddiy va murakkab oqsillar; E) lisidlar; F) nukleotidlar.

**50. Fermentlarning sinflanishi ularning quyidagi xossalari asoslangan:**

A) ferment molekulasining kimyoviy tabiatiga; B) substratning kimyoviy tabiatiga; D) ularni oqsil bo'lmagan qismining kimyoviy xossalari; E) ularning fizik-kimyoviy xossalari; F) katalizlaydigan reaksiya turlariga.

**51. Fermentlarning faollik darajasi quyidagi omillarga bog'liq:**

A) ferment va substratlarning konsentratsiyasiga;  
B) haroratga; D) muhitning pH ko'rsatkichiga;  
E) aktivator va ingibitorlarga; F) keltirilganlarning hammasiga.

**52. Fermentlarning qaysi qismi opoferment (I) va qaysi qismi apoferment (II) deb ataladi:**

A) oqsil bo'lmagan qismi; B) ajratib olinadigan qismi; D) faol qismi; E) oqsil qismi; F) subbirlklari.

**53. Fermentlarning absolut (I) yoki nisbiy (II) spetsifligi deyilganda tushiniladi:**

A) ferment yagona bir substratning ma'lum bir tipdagi reaksiyasini katalizlaydi; B) ferment bitta substratning har xil tipdagi reaksiyalarini katalizlaydi; D) ferment bir sinfga kiruvchi turli substratlarning ma'lum bir tipda kimyoviy bog'larini parchalash reaksiyalarini katalizlaydi;

E) ferment-substratning fizik-kimyoviy xususiyatlariga bog'liq reaksiyalarni katalizlaydi; F) ferment-substratning kimyoviy tabiatidan qat'iy nazar reaksiyalarni tezlashtiradi.

**54. Izoferment bu:**

A) molekularning oqsil bo'lmagan qismi bilan farqlanadigan murakkab fermentlar; B) turli tuzilishga ega bo'lib, yagona bir tipdagi kimyoviy reaksiyalarni katalizlaydigan fermentlar; D) bir xil tuzilishga ega bo'lib, har xil tipdagi kimyoviy reaksiyalarni tezlashtiradigan fermentlar; E) bir xil tipdagi reaksiyalarni katalizlaydigan, ammo turli manbalardan ajratib olingan fermentlar; F) molekulari bir necha polipeptid zanjiridan tuzilgan fermentlar.

**55. Lipidlarni hazm ho'lishi boshlanadi:**

A) og'iz bo'shlig'ida; B) qizilo'ngachda; D) ingichka ichakda; E) 12 barmoqli ichakda; F) yo'g'on ichakda.

**56. Yog'larga eng kuchli emulsiyalovchi ta'sir ko'rsatadi?**

A) xlorid kislotasi; B) natriy biokarbonat; D) o't kislotalari; E) oshqozon osti bezi shirasi; F) ichak shirasi.

**57. Quyidagi o't kislotalarini to'g'ri nomini ko'rsating:**

A) xolan; B) xol; D) dezoksixol; E) glikoxol; F) xonodezoksixol.

**58. Ichakdagi qaysi fermentlarni ta'sirida yog'lar parchalanadi?**

A) lipaza; B) peptidaza; D) maltoza; E) amilaza; F) geksokinaza.

**59. Ichak epitelial hujayralaridan qayta sintezlangan triglitseridlar va fosfolipidlar hamda xolesterin oqsil bilan birikib hosil etadi:**

A) lipoproteinlar; B) xilomikronlar; D) karbonsuvlarni kompleks birikmalari; E) yuqori zichlikdagi lipoproteinlar; F) yog' kislotalari komplekslari.

**60. Hujayra ichining lipolizi nima?**

A) yog' depolaridan yog' kislotalarini haydash; B) yog' kislotalarini oksidlash; D) keton tanachalarini hosil qilish; E) triglitseridlar biosintezi; F) to'qimalarda murakkab parchalanishdagi fermentativ jarayon bo'lib yuqori yog' kislotalari va glitserinlar hosil bo'ladi.

**61. Yog'larni  $\beta$ -oksidlanishi 4 ta asosiy bosqichdan iborat. Reaksiyalarni to'g'ri ketma-ketligini ko'rsating.**

A) degidrlash  $\rightarrow$  gidratatsiya  $\rightarrow$  degidrlash  $\rightarrow$  tiolitik parchalash; B) gidratsiya  $\rightarrow$  degidrlash  $\rightarrow$  degidrlash; D) degidrlash  $\rightarrow$  gidratsiya  $\rightarrow$  tiolitik parchalanish  $\rightarrow$  degidrlash; E) yog' kislotalarini aktivlash  $\rightarrow$  degidrlash  $\rightarrow$  gidratsiya  $\rightarrow$  tiolitik parchalanish; F) degidrlash  $\rightarrow$  degidrlash  $\rightarrow$  gidratsiya  $\rightarrow$  tiolitik parchalanish.

**62. Jigarda asetil-KoAdan keton tanachalar hosil bo'ladi va ular quyidagi moddalardan iborat:**

A) glukoza, galaktoza; B) alanin, serin, glitsin; D) aseton, asetoasetat,  $\beta$ -oksi-butirat; E) glitserin, glikogen; F) stearin kislotasi, salmitin kislotasi.

**63. Siydik bilan ortiqcha keton tanachalarini ajralishi quyidagicha nomlanadi:**



- A) ketonomiya; B) ketoz; D) ketonuriya; E) glukozuriya; F) giroksin.
- 64. Triglitseridlarning biosintezi uchun asosiy xomashyo  $\alpha$ - glitserofosfat va aktivlangan yog' kislotalari hisoblanadi. Hujayralarda triglitseridlar biosintezining to'g'ri sxemasini ko'rsating:**
- A) glitserin — ATF  $\rightarrow$   $\alpha$ - glitserofosfat  $\rightarrow$  fosfodioksiaseton;  
 B) glitserin — ATF  $\rightarrow$   $\alpha$ - glitserofosfat  $\rightarrow$  fosfatid kislota  $\rightarrow$  H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>  $\rightarrow$  diglitserid;  
 D) glitserin — ATF  $\rightarrow$  glitserofosfat  $\rightarrow$  fosfatidkislota  $\rightarrow$  monoglitserid;  
 E) monoglitserid  $\rightarrow$  diglitserid  $\rightarrow$  triglitserid.
- 65. Xolesterin quyidagi moddalarni biosintezi uchun birlamchi xomashyo hisoblanadi:**
- A) vitaminlar; B) prostoglandinlar; D) oqsil tabiatli gormonlar;  
 E) steroid gormonlar; F) murakkab karbonsuvlar.
- 66. 1 mol palmitin kislotasini to'la — oksidlanishida mitoxondriyada qancha mol ATF hosil bo'ladi?**
- A) 12; B) 18; D) 130; E) 38; F) 36.
- 67. Faqatgina almashtirib bo'ladigan (A) va almashtirib bo'lmaydigan (B) aminokislotalar guruhini aniqlang:**
- A) glitsin, serin, sistein, asparagin, glutamin kislota, asparagin, glutamin, arginin, tirozin, prolin, alanin;  
 B) glitsin, alanin, valin, leysin, treonin, asparagin, glutamin, arginin;  
 D) valin, leysin, izoleysin, treonin, metionin, lizin, fanilalanin, triptofan, gistidin;  
 E) prolin, gistidin, arginin, tirozin, lizin, metionin, serin, lizin;  
 F) alanin, leysin, serin, treonin, sistein, metionin, asparagin, lizin, arginina.
- 68. Oqsil moddasini almashinuvini to'g'ri baholashda aniq ko'rsatkich sifatida azot muvozanatidan foydalanish mumkin, bu muvozanat manfiy (A), musbat (B) va teng (B) bo'lishi mumkin:**
- A) organizmdan chiqazilayotgan azotning miqdori tushayotgan miqdoridan kam;  
 B) organizmdan chiqazilayotgan azot miqdori tushayotgan miqdoridan ko'p;  
 D) organizmdan chiqazilayotgan azot miqdori tushayotgan miqdoriga teng;  
 E) organizmga tushayotgan aminokislotalar miqdori chiqazilayotgan miqdoriga teng;  
 F) organizmga tushayotgan aminokislotalar miqdori chiqazilayotgan miqdordan ko'p.
- 69. Oqsillarni hazmlanishini boshlanadigan joyi:**
- A) og'iz bo'shlig'i; B) qizil o'ngach; D) oshqozon; E) 12 barmoqli ichak; F) ingichka ichak.
- 70. Oqsillarni batamom aminokislotalargacha parchalanib qonga so'riladigan joyi:**
- A) og'iz bo'shlig'i; B) oshqozon; D) 12 barmoqli va ingichka ichak;  
 E) yo'g'on ichak; F) qizilo'ngach.
- 71. Ovqat hazmlanish yo'lidagi proteolitik fermentlar quyidagilar bo'ladi:**
- A) saxaroza, maltoza, laktoza; B) pepsin, tripsin, ximotripsin, karboksipeptidaza, aminopeptilaza;  
 D) fosforilaza, fosfotaza, geksokinaza, aldolaza;  
 E) lipaza, fosfolipaza, xolesteraza; F) endonukleaza, ekzonukleaza, ribonukleaza, nukleozidaza.

**72. Yo'g'on ichak mikroflora fermentlari aminokislotalarni o'zgartirib quyidagi zaharli moddalarni hosil qiladi:**

A) tirozin, fenilalanin; B) triptofan, gistidin; D) fenol, krazol, inlol, skatol; E) pistik, pistein; F) lizin, ornitik.

**73. Ammiak ishlatilib siydikchil hosil bo'ladigan davrning nomini ayting:**

A) uch karbon kislotalar davrasi; B) pentozafosfat davrasi; D) ornitin davrasi; E) moy kislotalarini  $\beta$ -oksidlanishi; F) glikosil davrasi.

**74. Hujayrada oqsil biosintezida asosiy vazifani bajaradigan modda:**

A) karbonsuv; B) moylar; D) gormonlar; E) vitaminlar; F) nuklein kislotalar.

**75. Nasil belgilarini saqlovchi va tashish vazifasini bajaradigan asosiy modda:**

A) DNK; B) RNK; D) mononukleotid; E) ATF; F) AMF.

**76. Oqsil biosintezi bo'ladigan joy, qatnashadigan omillar va mohiyati haqida zamonaviy fikr yuritgan olimlar kimlar?**

A) Ocho, Nirenberg, Spirin, Belozerskiy; B) Chargaff; D) Krik, Uotson; E) Engelgard; F) Braunshteyn.

**77. Oqsillarni biosintezi translatsiya (A), transkripsiya (B), ribosomalardan (V) tashkillanadi. To'g'ri javobni toping:**

A) nuklein kislotalarini „to'rt har“ tilni „yigirma har“ so'zga o'tkazish; B) genetik informatsiyani iRNK biosintezida DNK dan qabul qilish; D) sitoplazmadagi ribosomalarda aminokislotalarni tartiblanishi; E) TRNK yordamida ribosomalarda aminokislotalar o'z joylarini aniqlanishi; F) sitoplazmada aminokislotalarni aktivlashishi.

**78. Biologik aminlar: gistamin (A) va serotonin (B) quyidagi aminokislotalar dekarboksillanishidan hosil bo'ladi:**

A) fenilalanin; B) izoleysin; D) gistidin; E) metionin; F) triptofan.

**79. Mushakni struktur va funksional birligi:**

A) sarkomer; B) yo'g'on protofibrillar; D) ingichka protofibrillar; E) mushak tolasi; F) miofibrillar.

**80. Mushakni oq tez qisqaruvchan (I) va qizil sekin qisqaruvchan (II) tolalari biokimyoviy nuqtayi nazardan quyidagilar bilan farq qiladi:**

A) tarkibidagi neytral moylar; B) glikogen jamg'armasi; D) mushak qisqarishini energiya ta'minoti; E) oqsil biosintezi; F) qizil rangli pigmentlar tutishi.

**81. Mushakni qisqaruvchi elementi:**

A) mushak tolasi; B) miofibrillar; D) A—disk; E) simplast; F) sarkolemma.

**82. Miofibrillarni struktur-funksional birligi quyidagicha:**

A) N—zona; B) A—disk; D) Z—membrana; E) I—disk; d—sarkomer.

**83. Miofibrillardagi qisqaruvchi oqsillari quyidagicha:**

A) aktin; B) tropomiozin; D) miozin; E) troponin; F) keltirilganlarning barchasi.

- 84. Mushak hujayrasini asosiy makroerg birikmalari:**  
 A) a — glitserfosfat; B) kreatinfosfat va ATF;  
 D) fosfoenolpiruvat va ATF; E) difosfoglitserrat va ATF;  
 F) glukoza — I- fosfat va ATF.
- 85. Ingichka (I) va yo'g'on (II) protofibrillar quyidagilardan iborat tuzilgan:**  
 A) miozin; B) aktomiosin; D) tropomiozin;  
 E) troponin; F) aktin, tropomiozin va troponin.
- 86. H- meromiozinni burama hosil qilmagan qismi (miozin tolasini boshchasi) quyidagi fermentativ faoliyatiga ega:**  
 A) ATFaza; B) aldolaza;  
 D) geksokinaza; E) fosfotaza; F) proteinkinaza.
- 87. Sarkoplazmatik retikulidagi maxsus oqsil quyidagi ionlarni bog'laydi va tezlik bilan bo'shatadi:**  
 A)  $K^+$ ; B)  $Md^{+2}$ ; D)  $Ca^{+2}$ ;  
 E)  $H^+$ ; F)  $Cl^-$ .
- 88. Muskel qisqarishini ta'minlashda birdan bir yagona energiya manbai bo'lib xizmat qiladi:**  
 A) kreatinfosfat; B) a — glitserofosfat;  
 D) ATF; E) GTF; F) LDF.
- 89. Muskel to'qimalaridagi ATF (I) va kreatinfosfat (II) miqdori quyidagi miqdorda bo'ladi:**  
 A) 1—5%; B) 0,4—1%;  
 D) 0,5—2%; E) 0,25—0,4%; F) 5—10%.
- 90. Muskel to'qimasida ATF ning miqdori 5 mM/kg dan ortib ketishi mumkin emas, chunki aks holda:**  
 A) miozin-ATF-azasi faollanadi; B) Sarkoplazmatik retikulum — Ca—ATFazasi faollanadi; D) Sarkoplazmatik retikulum Ca—ATazasi ingibirlanadi; E) Miozin—ATFazasi substrat bilan ingibirlanadi; F) Muskelda rigor holati rivojlanadi.
- 91. Muskel to'qimasida ATF miqdori 2 mm/kg dan kamayishi mumkin emas, chunki aks holda quyidagi jarayonlar ishlamaydi:**  
 A) Miozin ATF-azasi; B) Sarkoplazmatik retikulumdagi kalsiy nasosi; D) neyromedistor-apetilxolin; E) sinaptik o'tkazuvchanlik; F)  $Ca^{+2}$  — ionlari.
- 92. Skelet muskullarida ATFning resintezini quyidagi jarayonlar ta'minlaydi:**  
 A) kreatinfosfokinaza reaksiyasi; B) mokinaza reaksiyasi; D) glikoliz;  
 E) aerob jarayonlar (Krebs halqasi, neft zanjiri); F) keltirilganlarning hammasi.
- 93. Kreatinfosfokinaza (A), glisoliz (V) va ATF ni aerob (S) resintezidagi jarayonlarni mexanik samaradorligi:**  
 A) 14—21%; B) 20 %; D) 24 %; E) 29%; F) 50%.

**94. Kreatinfosfokinaza (A), glikoliz (V) ga aerob (S) jarayonlari energiya bilan asosan ta'minlaydi:**

A) Submaksimal jadallikdagi 2—5 daqiqalik ishni; B) Uzoq davom etadigan katta va mo'tadil hamda quvvatlik ishni; D) Maksimal quvvatlik 5—10 daqiqali ishni; E) Har qanday ishni boshlang'ich davri: oprint, sakrash, tosh ko'tarish, ish davrida tezlanish va boshqalarni; F) mo'tadil quvvatdagi 20—30 soniyalik ishni.

**95. Glikolizning metabolik hajmi uglevodlarning muskullardagi jamg'armasi bilan belgilanib, belgilangan quvvatdagi ishni quyidagi vaqt orasida ta'minlaydi:**

A) 8—20 sek; B) 20—30 sek;  
D) 30 sek, —2—3 min;  
E) ko'p soatlik uzluksiz ish;  
F) 10—15 min.

**96. Toliqish holati, bu:**

A) patologik hodisa; B) ish qobiliyatini vaqtincha kamayishi; D) charchashni sezish; E) tiklanmaydigan funksional o'zgarish; F) keltirilganlarning hammasi.

**97. Kam vaqtda jadal (A) va nisbatan mo'tadil va davomatlik (V) ishda toliqishni asosiy sababi:**

A) Sut kislota miqdorini qonda keskin ko'payishi; B) MNS da ATF/ADF muvozanatini buzilishi va miozin ATF-aza faolligi susayishi natijasida himoya qiluvchi tormozlanish; D) siydikchil miqdorini qonda ortishi; E) qonda qand miqdorini kamayishi (gipoglikomiya); F) Energiya hosil bo'lish jarayonlarini buzuvchi omillar.

**98. Jismoniy ishdan so'ng dam olish davridagi tiklanishning har xil tezlikda o'tib, turli davomatga ega. Bu hodisani nomi:**

A) o'ta tiklanish; B) superkompensatsiya; D) geteroxromizm; E) tezkor tiklanish; F) qoloq tiklanish.

**99. Superkompensatsiya hodisasi bu:**

A) jismoniy ishdan so'ng dam olish davrida, energetik jamg'armalarni me'yor ko'rsatkichidan ortishi; B) O<sub>2</sub> ga K<sub>F</sub> jamg'armalarini ishlayotgan mushaklarda tez tiklanishi; D) jadal, kam davomatlik ishdan so'ng, biron minutlarda sut kislota miqdorini ko'payishi; E) biologik oksidlanish fermentlarini faollanishi; F) energetik moddalarni sarflanganiga nisbatan oziqa moddalar bilan ko'proq tuzilishi.

**100. Jismoniy (sport) ish qobiliyatini mujassamlashtirishdagi asosiy biokimyoviy omillar quyidagilar:**

A) qisqaruvchi omillarni umumiy miqdori va fermentativ xossalari; B) miozin va aktiv tolalari o'rtasidagi ko'ndalang bog'lar miqdori; D) miozinni ATF-aza faolligi; E) oq va qizil tolalarni nisbati; F) organizmning bioenergetik qobiliyati.

**101. Organizmni aerob quvvati quyidagi bioenergetik ko'rsatkichlar bilan ifodalanadi:**

A) KRF ni mushakdagi umumiy miqdori; B) Sut kislotasi yig'ilish tezligi; D) Kritik quvvat; E)  $O_2$  ni maksimal qarzi; F) Ish vaqtida  $O_2$  ni yetkazilishi.

**102. Anaerob almashuv bo'sag'asida (PANO) samaradorlik ko'rsatkichi bo'lib, bu:**

- A) anaerob alaktat qobiliyat;
- B) anaerob glikolitik qobiliyat; D) glikolitik-aerob qobiliyat;
- E) aerob qobiliyat; F) keltirilganlarning hammasi.

**103. Maksimal mushak kuchi quyidagi to'g'ri proporsiyada bo'ladi:**

A) miozinni polimerlanish darajasi va aktiv miqdori; B) makroerg bog'larni umumiy miqdori;

D) oq va qizil mushak tolalarini nisbati; E) glikogen jamg'armasi; F) fermentlar faolligi.

**104. Mushakni maksimal tezlikda qisqarishi quyidagilarga to'g'ri (A) va teskari (B) proporsiyada bo'ladi:**

A) sarkomer uzunligi; B) miozinni ATF-aza faolligini nisbiyligi; D) mushak tolasini uzunligi; E) sarkoplazmadagi oqsil miqdori; F) mushakni umumiy massasi.

**105. Sportchilar tezkor-kuchlilik xususiyatlarini rivojlantirishda ikkita metodik usul: maksimal kuchlanish (A) va eng yuksak mashg'ulotlarni qaytarish (B) metodlari quyidagilarga qaratilgan:**

A) miozinkinaza faolligini yaxshilash; B) aerob oksidlanish energiyasidan foydalanish; D) glikogen jamg'armalarini ko'paytirish; E) mushakni qisqaruvchi oqsillarini sintezini oshirish; F) keton tanachalarini to'liq oksidlash.

**106. Biokimyoviy nuqtayi nazardan chidamkorlik quyidagicha:**

A) jamg'arma energetik moddalar miqdorini sarflanish tezligiga nisbati; B) ATF/ADF nisbati;

D) glikogen jamg'armasi; E) ATF/Krf nisbati; F) glikogeni umumiy jamg'armasi glikolitik fermentlar faolligiga nisbati.

**107. Maksimal quvvatda qayta-qayta va jadal ish bajarish uslubi natijasida quyidagilar rivojlanadi:**

A) aerob; B) glikolitik; D) glikolitik-aerob; E) alaktat; F) chidamkorlikni alaktat-glikolitik komponentlari.

**108. Glikolitik anaerob (A) va aerob (B) xususiyatlarini rivojlantirishdagi mashqlanishdagi quyidagi uslublardan foydalaniladi:**

A) uzluksiz bir marta, qayta-qayta va jadal ish;  
B) maksimal quvvatlik qayta-qayta va jadal ish;  
D) bir marta eng yuksak, qayta-qayta va vaqti-vaqti bilan ish;  
E) maksimal kuchlanish; F) keltirilganlarning hammasi.

**109. Jismoniy ishdan so'ng, dam olish davridagi ortiqcha  $O_2$  nomi:**

A) kislorodni kelishi; B) kislorodga talab; D) maksimal qabul qilingan kislorod (MPK); E) kislorod yetishmasligi; F) kislorod qarzi.

**110. Sportdagi mashqlanishni quyidagicha ifodalashimiz mumkin:**

A) organizmni tashqi muhitda moslashishi; B) organizmdagi metabolik holatlarni o'zgarishi orqali, organizmni jismoniy ta'sirlariga muayyan moslashishi; D) ma'lum turdagi jismoniy mashg'ulotlarni bajarish; E) organizmni metabolik holatini o'zgarishi; F) bir xil va turli jismoniy mashg'ulotlarni bajarishdagi mushakning har xil faol holati.

**111. Yuklanishga organizmni moslashish ikki bosqichda tez (A) va davomatlik (V) bo'lishi mumkin. Mana shularni har birini aniqlang:**

A) qo'llaniladigan jismoniy yuklanish ta'sirida biokimyoviy jarayonlarni yo'nalishi va ko'rsatkichi o'zgaradi; B) qaytarilgan yuklanishlar jamlanib, organizmda struktura va funksional o'zgarishlar natijasida ko'p qaytarilgan tez moslashishni amalga oshishi; D) jismoniy ishdan so'ng tiklanishni oxirgi minutlarida sodir bo'ladigan jarayonlar; E) bitta mashqlanish jarayonida, turli xil mashg'ulotlarni bajarish kombinatsiyasi; F) oldindan mujassamlangan biokimyoviy mexanizmlar hisobiga organizmni bitta jismoniy yuklanishga javobi.

**112. Ma'lumki, mashqlanishni 3 xil samaradorligi bor: tez (A) qaloq (V) va kumulativ (S). Bularni ifodalarini aniqlang:**

A) qayta-qayta yuklanish asoratlarini yoki ko'p miqdordagi tez va qaloq samaradorliklarni jamg'armasi; B) kumulativ samaradorlik yig'indilarini xulosasi; D) jismoniy ishdan so'ng, tiklanishni so'nggi minutlarida sodir bo'ladi; E) jismoniy yuklanish ta'siri yoki tez tiklanish davrida organizmda tez sodir bo'ladigan biokimyoviy o'zgarishlarini ko'rsatkichi va ta'rifi bilan aniqlanadi; F) bir marta yuklanish ta'sirida organizmni javobi.

**113. Ozuqa moddalar energetik (A) va plastik (V) vazifalarni bajaradi:**

A) oqsillar; B) oqsil va yog'lar;  
D) karbonsuvlar va yog'lar;  
E) karbonsuv va oqsillar;  
F) vitaminlar.

**114. Ovqatlanishdagi energiyani yo'qotish ifodalanadi:**

A) kilokaloriya; B) kaloriya; D) joul;  
E) kilojoul; F) keltirilganlarning hammasi.

**115. Inson ovqatlanishidagi karbonsuv, oqsil va yog'larning nisbati:**

A) 4:1:2; B) 4:1:1; F) 4:1, 5:2.  
D) 3:2:2; E) 5:1:1;

**116. Sportchilar ovqatlanishidagi karbonsuvlar, oqsil va yog'larning nisbati:**

A) 4 : 1 : 1, B) 4 : 2 : 2,  
D) 4 : 0,7-0,8 : 1, E) 4 : 1 : 0,7 - 0,8,  
F) 4 : 2 : 1.

**117. Sport bilan shug'ullanuvchilarni maksimal sarf qiladigan energiya miqdori:**

A) 3000—5000 kkal; B) 3500 — 4 000 kkal;

- D) 2000–3000 kkal; E) 4000 – 6000 kkal;  
F) 1000 – 3000 kkal.

**118. Sport bilan shug'ullanishni biologik asoslari: o'ta charchash (A) maxsus (B), qayta ta'sir ko'rsatish (B), o'zaro musbat ta'sir (E) moslashish (F), halqali (G). Bularni ta'riflovchi ifodalarni toping:**

A) mashqlanish vaqtida qaysi a'zo va funksional sistemalarga asosiy jismoniy yuk tushsa, mana shularda moslanish yaqqol ko'rinadi; B) qayta-qayta yuklanish natijasida samaradorlik yig'indisi kumulativ samaradorlik (tez va qoloq) mashqlanish samaradorliklarini yig'indisi hisoblanmaydi. Balki har bir so'nggi yuklanish moslashish samaradorligi o'z ulushini qo'shib, uni mohiyatini o'zgartiradi; D) mashqlanishdagi jismoniy yuklanish o'ta charchash asosida olib borilganda organizmdagi o'zgarishlarni sezilarlik darajada moslashishi va rivojlanishi rag'batlantiriladi.

**119. Ishlayotgan muskullarda energiya ta'minotini ta'minlashda ishtirok qiladigan asosiy omillar:**

- A) kislorod yetkazish tezligi;  
B) modda almashinuvini oxirgi mahsulotlarini chiqarish tezligi;  
D) ammiakni zararsizlantirish tezligi;  
E) sut kislotasi hosil bo'lish tezligi;  
F) oqsil biosintezini tezligi.

**120. Sut kislotasi (laktak) energetik modda sifatida quyidagi organlarda ishlatiladi:**

- A) mushak to'qimasi; B) nerv to'qimasi;  
D) buyraklar to'qimasi; E) jigar to'qimasi;  
F) miokard to'qimasi.

**121. Ishni kritik quvvati bu:**

A) mashg'ulotni quvvati natijasida anaerob reaksiyalarini birlamchi kuchlanishidagi; B) kuchlanish natijasida glikoliz jarayonini yuqori ko'rsatkichi; D) inson sodir qila oladigan maksimal quvvat; E) MPK sodir qila oladigan mashg'ulotni quvvati; F) keltirilganlarning hammasi.

**122. Mashg'ulotni quvvati natijasida anaerob reaksiyalarni birlamchi kuchlanishi, deb:**

- A) kritik quvvat; B) anaerob almashuv bo'sag'asi (PANO);  
D) holdan toyish quvvati; E) ishni anaerob quvvati.

**123. Katta (A), mo'tadil (V), maksimal (S) va submaksimal (D) quvvat chegarasidagi ishni davomati quyidagi vaqtlarda:**

- A) 15–20 sek; B) 20 sek, 2–3 min;  
D) 30 min; E) 4–5 soatgacha; F) cheksiz.

**124. Maksimal quvvat zonasidagi ish asosan quyidagilar hisobiga bajariladi:**

- A) glikoliz; B) ATF va KRF;  
D) miokinaz reaksiya; E) aerob jarayonlar;  
F) keltirilganlarning hammasi.

---

---

#### FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

*Волков Н.И.* Биохимический контроль в спорте. Теория и практика физической культуры, №11, 1975.

*Волков Н.И.* Проблема утомления и восстановления в теории и практике спорта. Теория и практика физической культуры, № 1, 1974.

*Засиорский В.М.* Физические качества спортсмена. Гл. III. – М., 1966.

*Калинский М.И., Пшендин А.И.* Рациональное питание спортсменов. – Киев, 1985.

*Коробов А.И., Волков Н.И.* Факторы, определяющие успех в беге. Легкая атлетика, № 11, 12, 1983.

*Ленинжер А.* Основы биохимии. В 3-х томах. – М.:Мир, 1986.

*Мелихова М.А.* Биохимические особенности протеканий восстановительных процессов у спортсменов после физических нагрузок различного характера. Лекция для студентов-заочников. – М., 1983.

*Мелихова М.А.* Закономерности биохимической адаптации в процессе спортивной тренировки. Лекция для студентов-заочников. – М., 1981.

*Мелихова М.А.* Химический состав и структура мышечной ткани. Лекция для слушателей ВШТ и ФУС. – М., 1985.

*Меньшиков В.В., Волков Н.И.* Биохимия. – М., 1986.

*Rahmatov N.A., Saidov T.M., Mamadaminov D., Hamrayev R.* Sportchilarda energiya muvozanatini o'rganish natijalari. "Barkamol avlodni tarbiyalashda jismoniy tarbiyaning roli" respublika ilmiy-amaliy anjumani. Buxoro, 2002.



*Rahmatov N.A.* Sport biokimyosi. Sportdagi biokimyoviy nazorat. – Т., 2000.

*Rahmatov N.A.* Sport biokimyosi. Sportchilar ish faoliyatida hosil bo'ladigan va sarflanadigan energetik jarayonlar haqida qo'llanma. – Т., 1999.

*Rahmatov N.A., Hamrayev R.O., To'uchiboyev M.U., Xasanova N.R.* Biologik kimyo fanidan amaliy mashg'ulotlar uchun uslubiy qo'llanma. – Т., 2002.

*Rahmatov N.A., To'uchiboyev M.U., Qudratov R.* Sport biokimyosi. – Т., 2006.

Рекомендации по питанию спортсменов Под ред. *А.А. Покровского*. – М.: 1975.

*Рогозин В.А., Пшендин А.И., Ишишна Н.А.* Питание спортсменов. – М.: ФиС, 1989.

*Скурилин И.М., Шатерников В.А.* Как правильно питаться. – М., Агропромиздат, 1986.

*Туйчибаев М.У.* Питание и фармакологические средства на различных этапах подготовки штангистов. В сб.: "Научно-методическое обеспечение высококвалифицированных спортсменов по итогам XXVI Олимпийских игр". – Т., 1966.

*Туйчибаев М.У., Рахматов И.А., Назарова Г.У.* Некоторые особенности питания юных спортсменов. В сб.: "Barkamol avlod tarbiyasida jismoniy tarbiya va sportning o'rni". – Jizzax, 2001.

*Туйчибаев М.У., Рахматов И.А.* Продукты повышенной биохимической ценности в спортивной практике. "Olimpiya harakatini rivojlantirish, Olimpiya ta'limotini joriy etish va Sidneyda o'tkaziladigan XXVII Olimpiya o'yinlariga tayyorgarlik masalalariga bag'ishlangan III respublika ilmiy-amaliy anjumani maqolalar to'plami" kitobida. – Т., 1999.

*To'uchiboyev M.U.* Sportchilarning maxsus ish qobiliyatini oshirish va tiklanish davrini oshirish uchun dorivor moddalardan foydalanish. 1–2 qismlar. – Т.: O'zDJTI, 1992.

*Филипович Ю.В.* Основы биохимии. – М.: Высшая школа, 1985.

*Финогенов В.С.* Биохимическая оценка тренированности. — Алма-Ата, 1979.

*Финогенов В.С.* Биохимическая характеристика скоростносиловых качеств спортсменов и методов их тренировки. Лекция для студентов-заочников. — М., 1981.

*Черемисинов В.И.* Биохимический контроль в спорте. Лекция для студентов-заочников. — М., 1979.

*Черемисинов В.И.* Биохимическое обоснование методики занятий физическими упражнениями с лицами разного возраста. Лекция для студентов-заочников. — М., 1979.

*Черемисинов В.И.* Биохимическое основы выносливости. Обоснование методов их развития. Лекция для студентов-заочников. — М., 1981.

*Черемисинов В.И.* Биохимическая характеристика различных видов спорта. Лекция для студентов-заочников. — М., 1979.

*Черемисинов В.И.* Энергетическое обеспечение напряженной мышечной работы. Лекция для слушателей ВШТ и ФПК. — М., 1982.

*Яковлев И.И.* Биохимия. — М., 1969.

*Яковлев И.И.* Биохимия спорта. — М.: ФиС, 1974.

*Яковлев И.И.* Химия движения. Гл. I-III. — Л., 1983.

---

---

## MUNDARIJA

Soʻz boshi.....	3
Kirish.....	5
<b>Birinchi qism. Statik biokimyo</b>	
<b>1-bob. Organizmning kimyoviy tarkibi va biokimyoviy jarayonlarda ishtirok etadigan molekular xossalari</b>	
1.1. Tirik organizmning elementar tarkibi va bioorganik birikmalarning molekular tuzilishida ishtirok etadigan atomlarning xossalari.....	12
1.2. Bioorganik birikmalar molekularining hosil boʻlishi. Molekulalarda bogʻlarning turlari.....	18
1.3. Bioorganik molekularning tuzilishi va xossalari.....	22
1.4. Bioorganik molekularning murakkabligi boʻyicha tarqalishi.....	24
1.5. Bioorganik molekular xossalari va ularning funksiyasi.....	25
1.6. Bioorganik molekularning kelib chiqishi.....	26
<b>2-bob. Tirik organizmlarda suv</b>	
2.1. Suvning tuzilishi va xossalari. Suv – tirik organizmning universal dispresion muhiti.....	28
2.2. Organizmning suv-dispres sistemasi va uning klassifikatsiyasi.....	33
2.3. Organizm suv-dispres tizimining umumiy xossalari.....	36
<b>3-bob. Karbonsuvlar</b>	
3.1. Karbonsuvlarning umumiy xarakteristikasi va klassifikatsiyasi.....	47
3.2. Monosaxaridlar.....	48
3.3. Oligosaxaridlar.....	58
3.4. Polisaxaridlar.....	58
<b>4-bob. Lipidlarning tuzilishi, xossalari va vazifalari</b>	
4.1. Yogʻ kislotalari.....	63
4.2. Neytral yogʻlar.....	65
4.3. Fosfolipidlar va ularning hayvon organizmidagi roli.....	68
4.4. Steroidlar.....	70
<b>5-bob. Oqsillarning tuzilishi, xossalari va vazifalari</b>	
5.1. Oqsillarning funksiyasi.....	73
5.2. Oqsillarning elementar tarkibi.....	74

5.3. Aminokislotalar – oqsillar molekularining tuzilish elementlari.....	75
5.4. Oqsillarning tuzilishi.....	80
5.5. Oqsillarning fizik-kimyoviy xossalari.....	87
5.6. Oqsillarning klassifikatsiyasi.....	92
5.7. Organ va to'qimalarda oqsillarning miqdori.....	97
<b>6-bob. Nuklein kislotalarning tuzilishi, xossalari va vazifalari</b>	
6.1. Nuklein kislotalarning tuzilish elementlari.....	100
6.2. DNKning tuzilishi.....	103
6.3. RNKning tuzilishi.....	108
6.4. DNK va RNKning biologik roli.....	110
6.5. Nikleotidlarning tuzilishi va ularning moddalar almashinuvidagi roli.....	111
<b>7-bob. Fermentlar</b>	
7.1. Fermentlar – biologik katalizatorlar.....	112
7.2. Fermentlarning tuzilishi.....	113
7.3. Fermentativ reaksiyalar mexanizmi.....	120
7.4. Fermentlar faolligining boshqarilishi.....	122
7.5. Fermentlar klassifikatsiyasi.....	125
<b>8-bob. Vitaminlar</b>	
8.1. Vitaminlarning umumiy xossalari.....	129
8.2. Vitaminlarning klassifikatsiyasi.....	130
8.3. Alohida vitaminlar xarakteristikasi va ularning moddalar almashinuvidagi roli.....	132
8.4. Vitaminlarning kofermentlik funksiyasi.....	144
8.5. Organizmda vitaminlar yetishmasligidan kelib chiqadigan kasalliklar.....	146
<b>9-bob. Gormonlar – biokimyoviy jarayonlarni boshqaruvchilar</b>	
9.1. Oqsil va peptid tabiatli gormonlar. Gipotalamus gormonlari.....	151
9.2. Aminokislotalar xarakteridagi gormonlar.....	158
9.3. Steroid gormonlar. Buyrak usti bezining po'st qismi gormonlari.....	161
<b>Ikkinchi qism. Dinamik biokimyo</b>	
<b>10-bob. Moddalar almashinuvining umumiy qonuniyatlari</b>	
10.1. Tirik organizmning tirik emas organizmlardan farqi.....	166
10.2. Moddalar almashinuvi tirik organizmlarning asosiy hayot faoliyatidir.....	166
10.3. Assimilatsiya va dissimilatsiya – moddalar almashinuvining ikki tomonidir.....	168
10.4. Moddalar almashinuvining yoshga qarab o'zgarishi.....	170

10.5. Moddalar almashinuvida moslashishning o'zgarishi – tirik organizmlar ko'nikishining asosidir.....	171
10.6. Moddalar almashinuvining asosiy turlari.....	172
10.7. Moddalar almashinuvi jarayonining hujayra tuzilishlari bilan bog'liqligi.....	173
10.8. Moddalar almashinuvini o'rganish usullari.....	177
<b>11-bob. Bioenergetika</b>	
11.1. Energiya va tirik tizimning ishi.....	179
11.2. Tirik organizmlarda energiya hosil bo'lishining asosiy bosqichlari.....	182
11.3. Biologik oksidlanish va energetik jarayonlarning o'tishi.....	183
<b>12-bob. Karbonsuvlar almashinuvi</b>	
12.1. Karbonsuvlar almashinuvi haqida umumiy tushunchalar.....	199
12.2. Ovqat hazm qilish tizimida karbonsuvlarning aylanishi.....	202
12.3. Glukozadan glikogen sintezi (glikogenez).....	203
12.4. Karbonsuvlarning hujayra ichidagi parchalanishi.....	206
12.5. Glukoneogenez.....	216
<b>13-bob. Lipidlar almashinuvi</b>	
13.1. Ovqat hazm bo'lish jarayonida lipidlarning almashinuvi.....	218
13.2. Glitserinning oksidlanishi.....	220
13.3. Yog' kislotalarining oksidlanishi.....	221
13.4. Keton tanachalarining hosil bo'lishi.....	224
13.5. Triglitseridlar biosintezi.....	225
13.6. Fosfolipidlar sintezi.....	227
13.7. Xolesterin almashinuvi.....	228
13.8. Yog' kislotalari biosintezi.....	231
<b>14-bob. Oqsillar va nuklein kislotalar almashinuvi</b>	
14.1. Oqsillar almashinuvi haqida umumiy tushunchalar.....	233
14.2. Oqsillarning hazm bo'lishi.....	236
14.3. Oqsillar sintezi.....	238
14.4. Nuklein kislotalar sintezi.....	243
14.5. Oqsillarning hujayralararo parchalanishi.....	245
14.6. Nuklein kislotalarning parchalanishi.....	246
14.7. Aminokislotalarning hujayralararo almashinuvi.....	249
14.8. Organizmda ammiakni yo'qotish yo'llari.....	255
<b>15-bob. Suv va mineral moddalarning almashinuvi</b>	
15.1. Organizmdagi suvning holati va biologik roli.....	259
15.2. Suv almashinuvi va uning boshqarilishi.....	260
15.3. Mineral moddalarning biologik roli.....	264
15.4. Mineral moddalar almashinuvi va uning boshqarilishi.....	270
<b>16-bob. Moddalar almashinuvi jarayonining boshqarilishi va o'zaro bog'liqligi</b>	
16.1. Karbonsuvlar, yog'lar, oqsillar almashinuvining o'zaro bog'liqligi.....	274
16.2. Moddalar almashinuvi jarayonining hujayralararo boshqarilishi.....	278

<b>Uchinchi qism. Sport biokimyosi</b>	
<b>17-bob. Muskul va muskul qisqarishi biokimyosi.</b>	
<b>Muskul tolalari</b>	
17.1. Muskul oqsillari.....	286
17.2. Muskulning kimyoviy tarkibi.....	290
17.3. Muskul faoliyatidagi biokimyoviy jarayonlar.....	293
<b>18-bob. Muskullarning ish faoliyatidagi bioenergetik jarayonlar</b>	
18.1. ATFning tibbiy vazifasi. Muhim makroergik birikmalar.....	304
18.2. Muskullarning anaerob usul orqali energiya bilan ta'minlanishi..	309
18.3. Aerob usul bilan ATF resintezi.....	319
<b>19-bob. Muskul ish faoliyatida odam organizmining biokimyoviy jarayonlar dinamikasi</b>	
19.1. Ish paytida biokimyoviy o'zgarishlarning umumiy yo'nalishi.....	324
19.2. Ishlab turgan muskullarga kislorodning tashilishi.....	325
19.3. Muskul ish faoliyatida energetik zaxiralarning sarflanishi.....	326
19.4. Muskul ish faoliyatida kislorodga talab.....	327
19.5. Muskul ish paytida kislorod qarzining hosil bo'lishi.....	328
19.6. Muskul ish faoliyatida alohida a'zo va to'qimalarda biokimyoviy o'zgarishlar.....	330
<b>20-bob. Charchashning biokimyoviy ko'rinishi va uning turlari, muskul ishlaridan so'ng dam olish davrida organizmdagi biokimyoviy o'zgarishlar</b>	
20.1. Charchash holatining biokimyoviy ta'rifi.....	332
20.2. Dam olish davridagi biokimyoviy jarayonlar.....	335
20.3. Superkompensatsiya yoki o'ta qayta tiklanish davri.....	338
<b>21-bob. Sport mashqlari jarayonida moslashishning biokimyoviy qonuniyatlari</b>	
21.1. Jismoniy yuklama, adaptatsiya va mashqlanish samaradorligi...242	
21.2. Mashqlanishning biologik tamoyillari.....	343
<b>22-bob. Sportchilar ish qobiliyatining biokimyoviy omillari</b>	
22.1. Sportchilar ish qobiliyatidagi asosiy omillar.....	347
22.2. Sportchilarning ish qobiliyatidagi aerob va anaerob ko'rsatkichlari.....	350
22.3. Sportchilar ish qobiliyatining maxsusligi.....	351
22.4. Sportchilar ish qobiliyatiga mashqning ta'siri.....	354
22.5. Yosh sportchilarning ish qobiliyati.....	355
<b>23-bob. Sportchilar tezkorlik-kuchlilik sifatlarining biokimyoviy asoslari va ularni rivojlantirish uslubi</b>	
23.1. Tezkorlik-kuchlilik sifatlarining biokimyoviy omillari.....	357
23.2. Sportchilarni tezkorlik-kuchlilik qilib tayyorlashda biokimyoning asosiy uslublari.....	358
<b>24-bob. Chidamkorlikning biokimyoviy asoslari va uni rivojlantirish uslublari</b>	
24.1. Chidamkorlikning biokimyoviy omillari.....	360

24.2. Chidamkorlikni rivojlantirishga moslashtirilgan mashqlanish uslublari.....	361
<b>25-bob. Jismoniy mashq va sport bilan shug'ullanishda ovqatlanishning biokimyoviy asoslari</b>	
25.1. Oziqa mahsulotlarining tarkibi haqida (karbonsuvlar, yog'lar, oqsillar, vitaminlar, mineral tuzlar).....	365
25.2. Tayyorlanish (asosiy tayyorlanish bosqichi) davri.....	376
25.3. Musobaqa oldi davri.....	377
25.4. Musobaqa davri.....	378
25.5. Tiklanish davri.....	379
<b>26-bob. Sportdagi biokimyoviy nazorat</b>	
26.1. Sportda biokimyoviy nazoratning maqsadi va vazifalari.....	380
26.2. Standart va maksimal ish jarayonida sodir bo'layotgan biokimyoviy o'zgarishlarning organizm chiniqqanlik darajasida bog'liqligini aniqlash.....	382
26.3. Sportchilarning umumiy mashqlanganlik darajasini aniqlash....	384
26.4. Sportchilarning maxsus mashqlanganlik darajasini aniqlash....	386
26.5. Mashqlanish yuklamalarini ko'tara olish va ko'tara olmaslik darajalarini hamda dam olish davrining yuqoriligini aniqlash.....	388
26.6. Biokimyoviy nazoratda qo'llaniladigan asosiy biokimyoviy ko'rsatkichlar.....	389
<b>27-bob. Sportchilarning maxsus ish qobiliyatini oshirish va tiklash davrini tezlashtirish uchun dorivor moddalardan foydalanish</b>	
27.1. Doping haqida tushuncha.....	410
27.2. Ruxsat berilgan dorivor moddalar haqida tushuncha.....	425
27.3. Vitaminlar.....	428
27.4. Anabolik moddalar.....	429
27.5. Gepatoprotektorlar va o't haydovchi moddalar.....	432
27.6. Kapillar qon aylanishini quvvatlovchi moddalar.....	433
27.7. Immun tizimini boshqaruvchi moddalar.....	434
27.8. O'simliklar va hayvonlardan olingan adaptogenlar.....	435
<b>28-bob. Har xil sport turlari bilan shug'ullangan vaqtda organizmda sodir bo'ladigan biokimyoviy o'zgarishlar</b>	
28.1. Sportning har xil turlarining biokimyoviy ta'rifi.....	437
<b>29-bob. Har xil yoshdagi odamlar bilan jismoniy mashq mashg'ulotlarining biokimyoviy asoslari</b>	
29.1. O'sayotgan organizmning biokimyoviy xususiyatlari.....	461
29.2. Qariyotgan organizmning biokimyoviy xususiyatlari.....	463
29.3. Bolalarda va qarilik yoshida jismoniy mashg'ulotlarning biokimyoviy asoslari.....	466
Ilovalar.....	469
Test savollari.....	506
Foydalanilgan adabiyotlar.....	520

**NIGBOY AMONOVICH RAXMATOV  
TO'RA MAHMUDOVICH MAHMUDOV  
SAIDMAHMUD MIRZAYEV**

## **BIOKIMYO**

*Oliy o'quv yurtlari uchun darslik*

*Muharrir X. Po'latxo'jayev  
Rassom Sh. Xo'jayev  
Texnik muharrir Ye. Tolochko  
Musahhah B. Tuyoqov  
Sahifalovchi G. Yeraliyeva*

Bosishga ruxsat etildi 12. 11. 2009. Bichimi 60×84<sup>1</sup>/<sub>16</sub> Tayms TAD garniturası. Shartli b.t. 30,69. Nashr b.t. 33,00. Shartnoma № 5–2009. 1000 nusxada. Buyurtma №130.

«Ta'lim» nashriyoti. Toshkent, Ya. G'ulomov ko'chasi, 74- uy.

O'zbekiston Matbuot va axborot agentligining «O'qituvchi» nashriyot-matbaa ijodiy uyida chop etildi. 100206, Toshkent, Yunusobod dahasi, Murodov ko'chasi, 1- uy.



ISBN 978-9943-368-03-3



9 789943 368033